

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**MICHELE FOSSATI**

**METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE  
PROJETOS DE EDIFÍCIOS: O CASO DE ESCRITÓRIOS EM  
FLORIANÓPOLIS**

**Tese de doutorado**

**Orientador: Prof. Roberto Lamberts, *PhD.***

**Co-orientador: Prof. Humberto Ramos Roman, *PhD.***

**FLORIANÓPOLIS – SC**

**2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**MICHELE FOSSATI**

**METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE  
PROJETOS DE EDIFÍCIOS: O CASO DE ESCRITÓRIOS EM  
FLORIANÓPOLIS**

**Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC para a obtenção do Título de Doutor em Engenharia Civil.**

**Área de Concentração: Construção Civil**

**Orientador: Prof. Roberto Lamberts, *PhD*.**

**Co-orientador: Humberto Ramos Roman, *PhD*.**

**Florianópolis, março de 2008.**

**MICHELE FOSSATI**

**METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE  
PROJETOS DE EDIFÍCIOS: O CASO DE ESCRITÓRIOS EM  
FLORIANÓPOLIS**

Esta tese foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 07 de março de 2008.

---

**Prof. Glicério Trichês, Dr.** -  
Coordenador do PPGEC - UFSC

---

**Prof. Roberto Lamberts, Ph.D.**  
Orientador

---

**Prof. Humberto Ramos Roman, Ph.D.**  
Co-Orientador

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Prof<sup>a</sup>. Vanessa Gomes da Silva, Dr.**  
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

---

**Prof. Francisco Ferreira Cardoso, Dr.**  
Universidade de São Paulo - USP

---

**Prof. EneDir Ghisi, Ph.D.**  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

---

**Prof. Fernando O. Ruttkay Pereira, Ph.D.**  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

---

**Prof<sup>a</sup>. Solange V.G. Goulart, Ph.D.**  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

---

**Prof<sup>a</sup>. Sônia Afonso, Dr.**  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

# Agradecimentos

---

A Humberto Ramos Roman, que desde a graduação me acompanha, acreditando e incentivando meu trabalho.

A Roberto Lamberts que me recebeu como orientanda e ajudou a traçar os rumos para alcançar meus objetivos.

À comissão avaliadora: Enedir Ghisi, Fernando Oscar Ruttkay Pereira, Francisco Ferreira Cardoso, Solange V.G. Goulart, Sônia Afonso e Vanessa Gomes da Silva.

Aos especialistas técnicos e acadêmicos que fizeram importantes contribuições mediante discussões sobre construção sustentável relacionada ao contexto brasileiro: Eng. Carlos Eduardo Lippel, Prof<sup>ª</sup>. Elvira Barros Viveiros da Silva, Prof. Enedir Ghisi, Eng. Everaldo Valenga Alves, Prof. Fernando Oscar Ruttkay Pereira, Prof. Francisco Ferreira Cardoso, Eng. Henrique Orofino da Luz Fontes, Prof<sup>ª</sup>. Lenise Grando Goldner, Prof<sup>ª</sup>. Marina Sangoi de Oliveira Ilha, Eng. Olavo Kucker Arantes, Prof. Racine Tadeu Araújo Prado, Eng. Ricardo Cherem, Arq. Sílvia Ribeiro Lenzi, Prof<sup>ª</sup>. Sônia Afonso, Prof. Vanderley Moacir John.

Aos engenheiros e arquitetos entrevistados que dedicaram seu tempo a me receber e propiciaram momentos de importantes discussões: Carlos Eduardo Lippel, Dilnei Silva Bittencourt, Fabrício Almeida Coral, Felipe Campos Didoné, Eng. Flávio, Giovani Nascimento Santana, Henrique Orofino da Luz Fontes, Marco Aurélio Alberton, Olavo Kucker Arantes, Ricardo Cherem, Eng. Rodrigo, Eng. Rômulo, Tônio César Bento.

Ao Sr. Elielson, Sr. Demézio, Sr. José e demais zeladores e administradores dos edifícios que permitiram a entrada para o levantamento dos dados.

Aos proprietários e locatários das salas que interromperam suas atividades e abriram as portas para o levantamento de dados do sistema de iluminação e condicionamento de ar (no total foram mais de 200 salas)

À Caren Michels e Isabele que realizaram a maior parte do levantamento de dados do sistema de iluminação e condicionamento de ar.

À Joyce Carlo, Marina Vasconcelos Santana e Miguel que solucionavam minhas dúvidas em relação à aplicação da Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.

À María Andrea Triana Montes, Mauricio Nath Lopes e Ricardo Miranda de Miranda pelas informações, discussões e troca de conhecimentos.

Ao pessoal do LABEEE e GDA, sempre prestativos.

À Universidade Federal de Santa Catarina, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e à CAPES, por possibilitar o desenvolvimento desta pesquisa.

Um agradecimento sem limites aos meus amigos que entenderam a minha ausência e apoiaram meu esforço.

À minha família: Nelson, Gi e Nelcy, que mesmo distantes me apoiaram ao longo de toda a caminhada; à minha irmã Nicole que é minha maior fã!; ao meu cunhado Lourenço; ao meu amor João que além de todo o apoio colocou a “mão na massa” pra me ajudar. A vocês, na falta de agradecimento justo, dirijo apenas “**três palavrinhas**”...

A todos que de alguma maneira colaboraram para o desenvolvimento desta pesquisa, muito obrigada!

*“Os pequenos atos que se  
executam são melhores que todos  
aqueles grandes que apenas se  
planejam”*

(George C. Marshall)

# Sumário

---

Lista de Figuras.....	i
Lista de Tabelas.....	iii
Lista de abreviaturas, siglas e símbolos.....	vi
Termos e definições.....	x
Resumo.....	xiv
<i>Abstract</i> .....	xv
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	1
1.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL...	4
1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA .....	7
1.4 PROBLEMATIZAÇÃO.....	10
1.5 OBJETIVOS.....	11
1.5.1 Objetivo geral .....	11
1.5.2 Objetivos específicos .....	11
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	11
1.7 ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO DA TESE.....	12
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	14
2.2. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E INICIATIVAS VISANDO A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NO BRASIL .....	14
2.3 AVALIAÇÃO AMBIENTAL X AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS .....	17
2.4 METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO AMBIENTAL E DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS.....	20
2.4.1 <i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method – BREEAM OFFICES 2006</i> .....	22
2.4.1.1 Categorias e requisitos para obtenção de créditos .....	23
2.4.1.2 Pontuação, ponderação e classificação .....	24
2.4.2 <i>Green Building Tool - GBTool 2005</i> .....	24

2.4.2.1	Categorias e requisitos para obtenção de créditos .....	26
2.4.2.2	Pontuação, ponderação e classificação .....	28
<b>2.4.3</b>	<b><i>Leadership in Energy and Environmental Design – LEED for New Construction and Major Renovations (LEED-NC) Version 2.2 Rating System</i></b> .....	<b>34</b>
2.4.3.1	Categorias e requisitos para obtenção de créditos .....	36
2.4.3.2	Pontuação, ponderação e classificação .....	38
<b>2.4.4</b>	<b><i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency – CASBEE for New Construction (CASBEE-NC 2004v1.02)</i></b> .....	<b>38</b>
2.4.4.1	Categorias e requisitos para obtenção de créditos .....	41
2.4.4.2	Pontuação, ponderação e classificação .....	42
<b>2.4.5</b>	<b><i>Green Star – Green Star Office Design Rating Tool v2</i></b> .....	<b>46</b>
2.4.5.1	Categorias e requisitos para obtenção de créditos .....	47
2.4.5.2	Pontuação, ponderação e classificação .....	49
<b>2.4.6</b>	<b><i>NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE® Bureau et Enseignement</i></b> .....	<b>51</b>
2.4.6.1	Categorias e requisitos para obtenção de créditos .....	52
2.4.6.2	Pontuação, ponderação e classificação .....	53
<b>2.4.7</b>	<b><i>Sustainable Building Assessment Tool - SBAT</i></b> .....	<b>55</b>
2.4.7.1	Categorias e requisitos para obtenção de créditos .....	55
2.4.7.2	Aplicação e apresentação dos resultados .....	57
<b>2.4.8</b>	<b>Modelo proposto por Silva (2003)</b> .....	<b>58</b>
2.4.8.1	Categorias e requisitos para obtenção de créditos .....	58
2.4.8.2	Pontuação, ponderação e classificação .....	60
<b>2.5</b>	<b>COMPARAÇÃO E DISCUSSÃO SOBRE AS METODOLOGIAS</b> .....	<b>65</b>
<b>2.5.1</b>	<b>Críticas, pontos positivos e pontos negativos das metodologias a serem observados na proposição de uma metodologia brasileira</b> .....	<b>70</b>
2.5.1.1	LEED .....	70
2.5.1.2	BREEAM e <i>Green Star</i> .....	72
2.5.1.3	<i>GBTool</i> .....	73
2.5.1.4	Modelo proposto por Silva (2003).....	78
2.5.1.5	SBAT .....	80
2.5.1.6	CASBEE .....	80
2.5.1.7	HQE .....	81
<b>2.6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO</b> .....	<b>82</b>
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	<b>84</b>
<b>3.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	<b>84</b>
<b>3.2</b>	<b>DETERMINAÇÃO DOS REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE A AVALIAR</b> .....	<b>86</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Escolha dos especialistas para avaliação dos requisitos</b> .....	<b>86</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Avaliação dos requisitos pelos especialistas</b> .....	<b>87</b>

<b>3.3 LEVANTAMENTO DE DADOS PARA DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS DE REFERÊNCIA (<i>BENCHMARKS</i>).....</b>	<b>88</b>
<b>3.3.1 Definição da amostra dos edifícios de escritório a avaliar .....</b>	<b>88</b>
<b>3.3.2 Realização do levantamento de dados.....</b>	<b>89</b>
3.3.2.1 Cálculo dos níveis de eficiência energética dos edifícios .....	91
<b>3.3.3 Análise de resultados e definição de parâmetros de referência (<i>benchmarks</i>)</b>	<b>92</b>
<b>3.4 PROPOSIÇÃO DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE PROJETOS DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS .....</b>	<b>93</b>

<b>4. DETERMINAÇÃO DOS REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE A AVALIAR.....</b>	<b>95</b>
<b>4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	<b>95</b>
<b>4.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....</b>	<b>96</b>
<b>4.2.1 Controle de sedimentação e erosão .....</b>	<b>96</b>
<b>4.2.2 Área de implantação do projeto.....</b>	<b>96</b>
4.2.2.1 Restrição e adequação de uso às áreas .....	96
4.2.2.2 Intermédio de desenvolvimento de áreas urbanas com infra-estrutura existente .....	97
<b>4.2.3 Limites de ocupação do solo .....</b>	<b>97</b>
<b>4.2.4 Reabilitação de áreas degradadas por contaminação ambiental.....</b>	<b>98</b>
<b>4.2.5 Reuso do solo.....</b>	<b>98</b>
<b>4.2.6 Limitação da perturbação do solo.....</b>	<b>98</b>
4.2.6.1 Limitação da perturbação do solo em áreas não edificadas .....	98
4.2.6.2 Limitação da perturbação do solo em áreas previamente edificadas.....	99
<b>4.2.7 Humanização das áreas dentro dos limites do terreno.....</b>	<b>99</b>
<b>4.2.8 Manutenção do patrimônio cultural.....</b>	<b>100</b>
<b>4.2.9 Impacto do edifício nas construções adjacentes .....</b>	<b>100</b>
<b>4.2.10 Avaliação dos especialistas aos requisitos da categoria Uso e ocupação do solo .....</b>	<b>100</b>
<b>4.2.11 Checklist final da categoria Uso e ocupação do solo .....</b>	<b>103</b>
<b>4.3 ÁGUA .....</b>	<b>105</b>
<b>4.3.1 Redução do consumo de água potável.....</b>	<b>105</b>
<b>4.3.2 Medição do consumo de água.....</b>	<b>107</b>
<b>4.3.3 Sistema de gestão da água pluvial.....</b>	<b>107</b>
<b>4.3.4 Manutenção dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários .....</b>	<b>109</b>
<b>4.3.5 Avaliação do primeiro especialista aos requisitos da categoria Água.....</b>	<b>110</b>
<b>4.3.6 Qualidade da água destinada ao consumo humano .....</b>	<b>111</b>
4.3.6.1 Organização e proteção dos sistemas prediais hidráulicos .....	112
4.3.6.2 Controle da temperatura nos sistemas prediais hidráulicos .....	113
4.3.6.3 Controle de tratamentos anti corrosão e anti incrustação .....	113

4.3.6.4 Evitar respingamentos e a geração de aerossóis.....	114
4.3.6.5 Evitar empoçamentos e refluxos.....	114
4.3.6.6 Projeto dos reservatórios.....	114
<b>4.3.7 Qualidade dos efluentes.....</b>	<b>115</b>
<b>4.3.8 Confiabilidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários .....</b>	<b>116</b>
4.3.8.1 Continuidade do fornecimento de água .....	116
4.3.8.2 Provisão de água com a qualidade requerida pelo usuário, com vazões, pressões e temperaturas adequadas ao uso e no horário que o usuário necessita .....	116
4.3.8.3 Geração de ruídos, grandes vibrações e sobrepressão nos componentes dos sistemas.....	116
4.3.8.4 Entrada de gases no interior dos ambientes sanitários.....	117
4.3.8.5 Segurança: aterramento da tubulação metálica, de equipamentos, acessórios e de aquecedores elétricos .....	117
<b>4.3.9 Materiais componentes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.....</b>	<b>118</b>
4.3.9.1 Qualidade e durabilidade dos materiais .....	118
4.3.9.2 Ergonomia .....	118
4.3.9.3 Resistência mecânica dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários .....	118
4.3.9.4 Segurança na utilização de peças e aparelhos sanitários.....	119
4.3.9.5 Estanqueidade à água.....	119
4.3.9.6 Manutenção da potabilidade da água.....	119
<b>4.3.10 Avaliação do segundo e terceiro especialistas aos requisitos da categoria Água.....</b>	<b>120</b>
<b>4.3.11 Checklist final da categoria Água.....</b>	<b>123</b>
<b>4.4 MATERIAIS E RECURSOS .....</b>	<b>127</b>
4.4.1 Locais para armazenamento de recicláveis .....	127
4.4.2 Reutilização de recursos .....	128
4.4.3 Uso de materiais com conteúdo reciclado.....	129
4.4.4 Madeira sustentável.....	130
4.4.5 Materiais de rápida renovação.....	130
4.4.6 Minimização do uso de PVC .....	130
4.4.7 Gestão de Resíduos da Construção .....	130
4.4.8 Escolha dos materiais .....	132
4.4.8.1 Critério para escolha dos materiais.....	132
4.4.8.2 Adequação à legislação e normas técnicas.....	134
4.4.9 Economia local.....	135
4.4.10 Flexibilidade e adaptabilidade .....	135
4.4.11 Acesso a materiais e componentes para manutenção .....	137
4.4.12 Avaliação dos especialistas aos requisitos da categoria Materiais e recursos .....	137
4.4.13 Checklist final da categoria Materiais e Recursos .....	140
<b>4.5 TRANSPORTE E ACESSIBILIDADE .....</b>	<b>143</b>
4.5.1 Provisão de estacionamento .....	143

4.5.1.1	Limitação dos espaços para estacionamentos .....	143
4.5.1.2	Estacionamento para carros pequenos .....	144
4.5.1.3	Estacionamento preferencial .....	144
<b>4.5.2</b>	<b>Facilidades para pedestres .....</b>	<b>144</b>
<b>4.5.3</b>	<b>Facilidades para ciclistas .....</b>	<b>146</b>
<b>4.5.4</b>	<b>Proximidade aos transportes públicos .....</b>	<b>147</b>
<b>4.5.5</b>	<b>Acesso de veículos para carga e descarga .....</b>	<b>147</b>
<b>4.5.6</b>	<b>Geração de fluxo e sobrecarga da infra-estrutura viária .....</b>	<b>147</b>
<b>4.5.7</b>	<b>Acesso a facilidades .....</b>	<b>148</b>
<b>4.5.8</b>	<b>Acessibilidade e democratização do espaço construído.....</b>	<b>148</b>
<b>4.5.9</b>	<b>Segurança.....</b>	<b>148</b>
<b>4.5.10</b>	<b>Avaliação dos especialistas aos requisitos da categoria Transporte e acessibilidade .....</b>	<b>148</b>
<b>4.5.11</b>	<b>Checklist final da categoria Transporte e acessibilidade.....</b>	<b>151</b>
<b>4.6</b>	<b>ENERGIA.....</b>	<b>154</b>
<b>4.6.1</b>	<b>Eficiência energética .....</b>	<b>154</b>
<b>4.6.2</b>	<b>Comissionamento dos sistemas fundamentais do edifício .....</b>	<b>156</b>
<b>4.6.3</b>	<b>Energia renovável.....</b>	<b>157</b>
<b>4.6.4</b>	<b>Medição de desempenho energético .....</b>	<b>158</b>
<b>4.6.5</b>	<b>Redução das ilhas de calor .....</b>	<b>158</b>
<b>4.6.6</b>	<b>Demanda energética no horário de ponta.....</b>	<b>159</b>
<b>4.6.7</b>	<b>Poluição luminosa externa.....</b>	<b>159</b>
<b>4.6.8</b>	<b>Conforto térmico .....</b>	<b>160</b>
4.6.8.1	Sistema permanente de monitoramento .....	160
4.6.8.2	Controle dos sistemas de iluminação, ventilação e térmico pelos ocupantes	160
4.6.8.3	Controle do conforto individual .....	161
4.6.8.4	Cálculo do PMV .....	161
<b>4.6.9</b>	<b>Conforto visual .....</b>	<b>161</b>
4.6.9.1	Controle de Ofuscamento.....	161
4.6.9.2	Qualidade da iluminação.....	162
4.6.9.3	Vistas para o exterior .....	162
4.6.9.4	Reatores de alta frequência .....	163
<b>4.6.10</b>	<b>Danos à camada de ozônio e aquecimento global .....</b>	<b>163</b>
<b>4.6.11</b>	<b>Avaliação dos especialistas aos requisitos da categoria Energia.....</b>	<b>164</b>
<b>4.6.12</b>	<b>Checklist final da categoria ENERGIA.....</b>	<b>167</b>
<b>4.7</b>	<b>QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO E SAÚDE .....</b>	<b>170</b>
<b>4.7.1</b>	<b>Controle ambiental da fumaça de cigarro .....</b>	<b>171</b>
<b>4.7.2</b>	<b>Plano de gestão da qualidade do ar interno.....</b>	<b>171</b>
<b>4.7.3</b>	<b>Controle e monitoramento do CO<sub>2</sub> .....</b>	<b>172</b>
<b>4.7.4</b>	<b>Compostos orgânicos voláteis.....</b>	<b>172</b>
<b>4.7.5</b>	<b>Minimização do formaldeído.....</b>	<b>173</b>

4.7.6 Controle de fontes químicas e poluentes internos.....	173
4.7.7 Asbestos.....	174
4.7.8 Prevenção de mofo.....	174
4.7.9 Eficiência das trocas de ar.....	174
4.7.10 Taxas de ventilação.....	175
4.7.11 Conforto Acústico.....	176
4.7.12 Avaliação dos especialistas aos requisitos da categoria Qualidade do ambiente interno e saúde.....	177
4.7.13 <i>Checklist</i> final da categoria Qualidade do ambiente interno e saúde.....	180
4.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	184

## **5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DE DADOS ..... 168**

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	168
5.2 RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DE DADOS DOS EDIFÍCIOS.....	189
5.2.1 Caracterização dos edifícios.....	189
5.2.2 Uso e ocupação do solo.....	192
5.2.3 Água.....	195
5.2.4 Materiais e recursos.....	197
5.2.5 Transporte e acessibilidade.....	200
5.2.6 Energia.....	205
5.2.7 Qualidade do ambiente interno e saúde.....	208
5.3 VERIFICAÇÃO DO ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DO <i>CHECKLIST</i> .....	209
5.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO.....	215
5.4.1 Uso e ocupação do solo.....	216
5.4.2 Água.....	223
5.4.3 Energia.....	227
5.4.4 Materiais e recursos.....	232
5.4.5 Transporte e acessibilidade.....	239
5.4.6 Qualidade do ambiente interno e saúde.....	243
5.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	247

## **6. METODOLOGIA PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE PROJETOS DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS ..... 252**

6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	252
6.2 ESCOPO DE APLICAÇÃO.....	252

<b>6.3 MOMENTOS DA AVALIAÇÃO .....</b>	<b>252</b>
<b>6.3.1 Avaliação ao final da etapa de planejamento .....</b>	<b>253</b>
<b>6.3.2 Avaliação ao final da etapa de projeto.....</b>	<b>253</b>
<b>6.4 CATEGORIAS DE AVALIAÇÃO .....</b>	<b>253</b>
<b>6.5 ESTRUTURA DE AVALIAÇÃO .....</b>	<b>254</b>
<b>6.6 NÍVEIS DE DESEMPENHO.....</b>	<b>254</b>
<b>6.7 HIERARQUIZAÇÃO DAS CATEGORIAS.....</b>	<b>257</b>
<b>6.8 PONDERAÇÃO DOS REQUISITOS .....</b>	<b>258</b>
<b>6.9 COMBINAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>258</b>
<b>6.10 CLASSIFICAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS.....</b>	<b>258</b>
<b>6.11 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>259</b>
<b>6.12 EXEMPLOS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA.....</b>	<b>259</b>
<b>6.13 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO .....</b>	<b>262</b>
<b>7. CONCLUSÕES .....</b>	<b>245</b>
<b>7.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>268</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>270</b>
<b>APÊNDICE 1 - Planilhas para levantamento de dados</b>	

# Apêndices em CD

---

**APÊNDICE 2** – Cálculos do nível de eficiência energética dos edifícios

**APÊNDICE 3** – Levantamento de dados – Edifício 1

**APÊNDICE 4** – Levantamento de dados – Edifício 2

**APÊNDICE 5** – Levantamento de dados – Edifício 3

**APÊNDICE 6** – Levantamento de dados – Edifício 4

**APÊNDICE 7** – Levantamento de dados – Edifício 5

**APÊNDICE 8** – Levantamento de dados – Edifício 6

**APÊNDICE 9** – Levantamento de dados – Edifício 7

**APÊNDICE 10** – Levantamento de dados – Edifício 8

**APÊNDICE 11** – Levantamento de dados – Edifício 9

**APÊNDICE 12** – Levantamento de dados – Edifício 10

**APÊNDICE 13** – Levantamento de dados – Edifício 11

**APÊNDICE 14** – Levantamento de dados – Edifício 12

**APÊNDICE 15** – Levantamento de dados – Edifício 13

**APÊNDICE 16** – Levantamento de dados – Edifício 14

**APÊNDICE 17** – Levantamento de dados – Edifício 15

**APÊNDICE 18** – Levantamento de dados – Edifício 16

**APÊNDICE 19** – Levantamento de dados – Edifício 17

**APÊNDICE 20** – Combinações dos resultados

# Lista de Figuras

---

## Capítulo 1

Figura 1.1: Macrofases do processo de projeto de edificações (ROMANO, 2003).....	12
--	----

## Capítulo 2

Figura 2.1: Níveis de construção sustentável (ROVERS, 2001).....	20
Figura 2.2: Estrutura de avaliação do <i>BREEAM Offices 2006</i> (BRE, 2006).....	24
Figura 2.3: <i>Benchmark</i> para um parâmetro numérico do <i>GBTool</i> , mostrando duas células amarelas para entrada de valores locais.....	29
Figura 2.4: <i>Benchmark</i> para um parâmetro textual do <i>GBTool</i> .....	29
Figura 2.5: Trecho da planilha original do <i>GBTool</i> para estabelecimento das ponderações dos temas e das categorias.....	30
Figura 2.6: Trecho da planilha original do <i>GBTool</i> para estabelecimento das ponderações dos critérios.....	31
Figura 2.7: Exemplo de avaliação do parâmetro D2.1 da ferramenta <i>GBTool</i> .....	32
Figura 2.8: Estrutura de pontuação do <i>GBTool</i> (adaptado de KALBUSCH, 2006).....	32
Figura 2.9: Exemplo de planilha de resultados do desempenho relativo do edifício....	33
Figura 2.10: Espaço hipotético delimitado pelos limites do terreno.....	40
Figura 2.11: Planilhas de resultados e pontuação do <i>CASBEE</i> (JSBC, 2006).....	45
Figura 2.12: Classificação ambiental do edifício baseado no <i>BEE</i> (JSBC, 2006).....	46
Figura 2.13: Estrutura de avaliação do <i>Green Star Office Design Rating Tool v2</i> (GBCA, 2007).....	50
Figura 2.14: Categorias e requisitos avaliados pelo <i>HQE</i> .....	52
Figura 2.15: Exemplo de perfil ambiental de empreendimento.....	54
Figura 2.16: Exemplo de relatório gráfico gerado pelo <i>SBAT</i> .....	57
Figura 2.17: Limites do sistema de avaliação proposto por Silva (2003).....	58
Figura 2.18: Escala linear de avaliação de desempenho.....	60
Figura 2.19: Apresentação dos resultados gráficos de uma avaliação hipotética (SILVA, 2003).....	64

## Capítulo 3

Figura 3.1: Etapas da metodologia de pesquisa.....	85
--	----

## **Capítulo 4**

<b>Figura 4.1: Inter-relação dos requisitos ambientais, sociais e econômicos (adaptado de LÜTZKENDORF, 2005).....</b>	<b>185</b>
---	------------

## **Capítulo 5**

<b>Figura 5.1: Mapa do Brasil com a localização da cidade de Florianópolis–SC.....</b>	<b>187</b>
<b>Figura 5.2: Estimativa da economia mensal de água e energia (BAUTEC, 2007).....</b>	<b>206</b>

## **Capítulo 6**

<b>Figura 6.1: Exemplo fictício de um perfil de desempenho da sustentabilidade do empreendimento.....</b>	<b>257</b>
<b>Figura 6.2: Classificação dos empreendimentos</b>	<b>258</b>
<b>Figura 6.3: Ilustração do desempenho atingido pelos edifícios 1, 10 e 9 em relação à metodologia proposta.....</b>	<b>260</b>

# Lista de Tabelas

---

## Capítulo 2

Tabela 2.1: Metodologias de avaliação ambiental de edifícios e sua aplicabilidade (adaptado de FOLIENTE <i>et al.</i> , 2004).....	21
Tabela 2.2: Categorias e requisitos avaliados pelo <i>BREEAM Offices 2006</i> .....	23
Tabela 2.3: Aspectos avaliados no <i>GBTool</i> e ponderação <i>default</i> dos temas.....	27
Tabela 2.4: Projetos brasileiros registrados no LEED para certificação (USGBC, 2007).....	36
Tabela 2.5: Categorias e requisitos avaliados pelo <i>LEED for New Construction and Major Renovations (LEED-NC) Version 2.2 Rating System</i> .....	37
Tabela 2.6: Classificação para certificação do LEED.....	38
Tabela 2.7: Categorias e requisitos avaliados no CASBEE.....	41
Tabela 2.8: Exemplos de requisitos avaliados e seus níveis de desempenho.....	43
Tabela 2.9: Coeficientes de ponderação definidos para o CASBEE.....	44
Tabela 2.10: Categorias e requisitos avaliados pelo <i>Green Star Office Design Rating Tool v2</i> .....	47
Tabela 2.11: Média da ponderação utilizada pelo <i>Green Star</i> (GBCA, 2007).....	49
Tabela 2.12: Categorias e requisitos avaliados pelo SBAT.....	56
Tabela 2.13: Categorias e requisitos propostos por Silva (2003).....	59
Tabela 2.14: Escala para atribuição de índices de sustentabilidade de acordo com a pontuação obtida.....	61
Tabela 2.15: Síntese do modelo proposto por Silva (2003).....	62
Tabela 2.16: Tabela comparativa entre as metodologias analisadas.....	66

## Capítulo 3

Tabela 3.1: Especialistas para avaliação dos requisitos de cada categoria.....	87
Tabela 3.2: Exemplo de requisito incluído no <i>checklist</i> da categoria Água.....	89
Tabela 3.3: Exemplo de planilha de apoio ao <i>checklist</i> para registro dos dados.....	90
Tabela 3.4: Exemplo de requisito incluído no <i>checklist</i> da categoria Energia.....	91
Tabela 3.5: Modelo de apresentação da metodologia proposta.....	93
Tabela 3.6: Modelo de apresentação dos critérios obrigatórios.....	94

## Capítulo 4

Tabela 4.1: Requisitos da categoria Uso e ocupação do solo enviados aos especialistas.....	101
Tabela 4.2: <i>Checklist</i> final utilizado para o levantamento de dados da categoria Uso e ocupação do solo.....	104
Tabela 4.3: Requisitos da categoria Água enviados ao primeiro especialista acadêmico.....	110
Tabela 4.4: Requisitos da categoria Água enviados ao segundo especialista acadêmico.....	120
Tabela 4.5: <i>Checklist</i> final utilizado para o levantamento de dados da categoria Água.....	124
Tabela 4.6: Requisitos da categoria Materiais e recursos enviados aos especialistas.....	138
Tabela 4.7: <i>Checklist</i> final utilizado para o levantamento de dados da categoria Materiais e recursos.....	141
Tabela 4.8: Requisitos da categoria Transporte e acessibilidade enviados aos especialistas.....	149
Tabela 4.9: <i>Checklist</i> final utilizado para o levantamento de dados da categoria Transporte e acessibilidade.....	152
Tabela 4.10: Requisitos da categoria Energia enviados aos especialistas.....	164
Tabela 4.11: <i>Checklist</i> final utilizado para o levantamento de dados da categoria Energia.....	168
Tabela 4.12: Requisitos da categoria Qualidade do ambiente interno e saúde enviados aos especialistas.....	177
Tabela 4.13: <i>Checklist</i> final utilizado para o levantamento de dados da categoria Qualidade do ambiente interno e saúde.....	181

## Capítulo 5

Tabela 5.1: Características dos edifícios avaliados.....	190
Tabela 5.2: Níveis de eficiência energética dos edifícios.....	205
Tabela 5.3: Síntese dos resultados obtidos no levantamento de dados.....	211
Tabela 5.4: Modelo de apresentação dos requisitos e critérios de desempenho.....	216
Tabela 5.5: Modelo de apresentação dos requisitos obrigatórios.....	216
Tabela 5.6: Parâmetros de referência definidos para a categoria Uso e ocupação do solo.....	219
Tabela 5.7: Parâmetros de referência definidos para a categoria Água.....	225
Tabela 5.8: Parâmetros de referência definidos para a categoria Energia.....	230

<b>Tabela 5.9: Parâmetros de referência definidos para a categoria Materiais e recursos.....</b>	<b>236</b>
<b>Tabela 5.10: Parâmetros de referência definidos para a categoria Transporte e acessibilidade.....</b>	<b>241</b>
<b>Tabela 5.11: Parâmetros de referência definidos para a categoria Qualidade do ambiente interno e saúde.....</b>	<b>245</b>

## **Capítulo 6**

<b>Tabela 6.1: Níveis de desempenho associados a cada requisito.....</b>	<b>255</b>
--	------------

# Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

---

<b>ABGR</b>	<i>Australian Building Greenhouse Rating</i>
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>AFNOR</b>	<i>Association Française de Normalisation</i>
<b>AHS</b>	Ângulo Horizontal de Sombreamento
<b>ANVISA</b>	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
<b>APP</b>	Área da Preservação Permanente
<b>ASHRAE</b>	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
<b>ASTM</b>	<i>American Society for Testing and Materials</i>
<b>AVS</b>	Ângulo Vertical de Sombreamento
<b>BDC</b>	<i>Building Design and Construction</i>
<b>BEPAC</b>	<i>Building Environmental Performance Assessment Criteria</i>
<b>BRE</b>	<i>Building Research Establishment</i>
<b>BREEAM</b>	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
<b>CASAN</b>	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
<b>CASBEE</b>	<i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency</i>
<b>CBCS</b>	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
<b>CDHU:</b>	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo
<b>CEE</b>	Coefficiente de Eficiência Energética
<b>CEMPRE</b>	Compromisso Empresarial para Reciclagem
<b>CENPES</b>	Centro de Pesquisas da Petrobras
<b>CETHS</b>	Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis
<b>CFC</b>	Clorofluorcarbono
<b>CGIEE</b>	Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética
<b>CIB</b>	<i>International Council for Building Research Studies and Documentation</i>
<b>CO</b>	Monóxido de Carbono
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de Carbono (também conhecido como Gás Carbônico)
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>CSIR</b>	<i>Council for Scientific and Industrial Research</i>
<b>CSTB</b>	<i>Centre Scientifique et Technique du Bâtiment</i>

<b>DOE</b>	<i>U.S. Department of Energy</i>
<b>EPA</b>	<i>U.S. Environmental Protection Agency</i>
<b>ETE</b>	Estação de Tratamento de Efluentes
<b>FINEP</b>	Financiadora de Estudos e Projetos
<b>FS</b>	Fator Solar do vidro
<b>FSC</b>	<i>Forest Stewardship Council</i>
<b>FUSP</b>	Fundação da Universidade de São Paulo
<b>GBC</b>	<i>Green Building Challenge</i>
<b>GBCA</b>	<i>Green Building Council Australia</i>
<b>GBTool</b>	<i>Green Building Tool</i>
<b>GHG</b>	<i>Greenhouse Gases</i> (gases causadores do efeito estufa)
<b>GWP</b>	<i>Global Warming Potential</i> (Potencial de Aquecimento Global)
<b>HCFC</b>	Hidroclorofluorcarbono
<b>HQE</b>	<i>Haute Qualité Environnementale des Batiments</i>
<b>HVAC</b>	<i>Heating, ventilating and air-conditioning systems</i> , sigla em inglês para sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado
<b>IAQ</b>	<i>Indoor Air Quality</i> (Qualidade do Ar Interno)
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
<b>IESNA</b>	<i>Illuminating Engineering Society of North America</i>
<b>IGBC</b>	<i>Indian Green Building Council</i>
<b>IISD</b>	<i>International Institute of Sustainable Development</i>
<b>INMETRO</b>	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
<b>IPCC</b>	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
<b>IPT</b>	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
<b>ISO</b>	<i>International Organization for Standardization</i>
<b>ITE</b>	<i>Institute of Transportation Engineers</i>
<b>LABCON</b>	Laboratório de Conforto Ambiental
<b>LABEEE</b>	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
<b>LC</b>	Lei Complementar
<b>LCA</b>	<i>Life Cycle Analysis</i>
<b>LEED</b>	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
<b>LEED-NC</b>	<i>LEED for New Construction and Major Renovations</i>
<b>MMA</b>	Ministério do Meio Ambiente
<b>MME</b>	Ministério de Minas e Energia

<b>NF</b>	Norma Francesa
<b>NORIE</b>	Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação
<b>ODP</b>	<i>Ozone Depletion Potential</i> (Potencial de Destruição da Camada de Ozônio)
<b>OH&amp;S</b>	<i>Occupational Health and Safety</i>
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>PAF<sub>T</sub></b>	Percentual de Abertura na Fachada Total
<b>PBE</b>	Programa Brasileiro de Etiquetagem
<b>PBQP-H</b>	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
<b>PCH</b>	Pequena Central Hidrelétrica
<b>PET</b>	Politereftalato de etila
<b>PGT</b>	Pólo Gerador de Tráfego
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>PMF</b>	Prefeitura Municipal de Florianópolis
<b>PMRJ</b>	Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro
<b>PMSP</b>	Prefeitura Municipal de São Paulo
<b>PNCDA</b>	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
<b>PNV</b>	<i>Predicted Mean Vote</i>
<b>PPRA</b>	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
<b>PROCEL</b>	Programa Nacional de Energia Elétrica
<b>PSQ:</b>	Programa Setorial da Qualidade
<b>PURA</b>	Programa de Uso Racional da Água
<b>PVC</b>	Policloreto de Vinila
<b>QEB</b>	<i>Qualité Environnementale du Bâtiment</i> (Qualidade Ambiental do Edifício)
<b>QUALIHAB</b>	Programa da Qualidade na Construção Habitacional do Estado de São Paulo
<b>RCD</b>	Resíduos de Construção e Demolição
<b>RTI</b>	Reserva Técnica contra Incêndio
<b>SBAT</b>	<i>Sustainable Building Assessment Tool</i>
<b>SGA</b>	Sistema de Gestão Ambiental
<b>SGQ</b>	Sistema de Gestão da Qualidade
<b>SiMaC</b>	Sistema de qualificação de Materiais, Componentes e sistemas construtivos
<b>SMO</b>	<i>Système de Management d'Operation</i> (Sistema de Gestão do Empreendimento)
<b>SUSP</b>	Secretaria Municipal de Urbanismo e Serviços Públicos de Florianópolis
<b>UFG</b>	Universidade Federal de Goiás

<b>UFSC:</b>	Universidade Federal de Santa Catarina
<b>UFU</b>	Universidade de Uberlândia
<b>UNEP</b>	<i>United Nations Environmental Programme</i>
<b>UNICAMP</b>	Universidade Estadual de Campinas
<b>USEPA</b>	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
<b>USGBC</b>	<i>United States Green Building Council</i>
<b>USP</b>	Universidade de São Paulo
<b>VDR</b>	Volume de Descarga Reduzido
<b>VOC</b>	<i>Volatile Organic Compounds</i> (Compostos orgânicos voláteis)
<b>VRV</b>	Vazão Variável de Gás Refrigerante
<b>WBCSD</b>	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>
<b>WCED</b>	<i>World Commission on Environment and Development</i>
<b><math>\alpha</math></b>	absortância (%)
<b><math>\rho</math></b>	refletância (%)

# Termos e definições

---

**Absortância à radiação solar ( $\alpha$ ):** é o quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície.

**Afastamento frontal:** recuo que a construção deve apresentar, não sendo permitido colar a fachada da casa no rumo do terreno.

**Afastamento lateral:** distância que a construção deve apresentar em relação às construções vizinhas.

**Albedo:** é o fator de reflexão de uma superfície e se expressa em %.

**Anodizado:** tratamento químico no alumínio que lhe confere proteção à corrosão, aparência fosca e cores variadas.

**Aparelho sanitário:** componente destinado ao uso da água e ao recebimento de dejetos líquidos e sólidos coletados pelo sistema predial de esgoto sanitário. Incluem-se nessa definição aparelhos como bacias sanitárias, lavatórios, pias, tanques, pisos de boxe de chuveiro, banheiras, lavadoras de roupa e de louça, e outros.

**Ar condicionado tipo *split*:** sistema de condicionamento de ar cuja principal característica é a instalação das partes ruidosas do equipamento em áreas externas, deixando apenas a unidade evaporadora no interior dos ambientes, instalada no forro ou em paredes. A ligação entre as partes interna e externa é feita por meio de dutos.

**Benchmark:** parâmetro de referência de desempenho.

**Cabeamento estruturado:** sistema que permite a transmissão de sinais para os sistemas de dados, voz e alarme. Este sistema possibilita a interligação de todos os computadores e telefones dentro da sala, andar ou do prédio, conforme a necessidade do cliente.

**Coberturas não aparentes:** coberturas sem possibilidade de visualização por pedestres situados na calçada do logradouro do edifício. No caso do edifício ter acesso a mais de uma rua ou avenida, deve-se considerar o logradouro principal.

**Cogeração:** consiste na produção simultânea de energia térmica e energia elétrica a partir do uso de um combustível convencional (gás natural, óleo combustível, diesel e carvão) ou algum tipo de resíduo industrial (madeira, bagaço de cana, casca de arroz, etc.).

**Corrente de fuga pelo aparelho elétrico de aquecimento de água:** corrente elétrica errática que o aparelho elétrico de aquecimento de água pode transmitir ao usuário.

**Crítérios de desempenho:** especificações quantitativas dos requisitos de desempenho, expressos em termos de quantidades mensuráveis, a fim de que possam ser objetivamente determinados.

**Desconector:** componente provido de fecho hidráulico destinado a vedar a passagem de gases no sentido oposto ao deslocamento do esgoto sanitário. Incluem-se nessa definição componentes como bacias sanitárias, sifões, caixas sifonadas e outros.

**Desempenho:** comportamento em uso de um edifício e de seus sistemas.

**Durabilidade:** capacidade do edifício ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas, até um estado limite de utilização.

**Eficiência luminosa:** habilidade de uma fonte luminosa em converter potência em luz. Sua unidade no SI é lúmen/watt (lm/W)

**Emissividade ( $\epsilon$ ):** é o quociente da taxa de radiação emitida por uma superfície pela taxa de radiação emitida por um corpo negro, à mesma temperatura.

**Envoltório:** planos externos da edificação, compostos por fachadas, empenas, cobertura, brises, marquises, aberturas, assim como quaisquer elementos que os compõem;

**Eutrofização:** aumento de nutrientes e proliferação de algas na água.

**Fator Solar (FS):** razão entre o ganho de calor que entra num ambiente através de uma abertura e a radiação solar incidente nesta mesma abertura. Inclui o calor radiante transmitido pelo vidro e a radiação solar absorvida, que é re-irradiada ou transmitida, por condução ou convecção, ao ambiente.

**Fecho hidráulico:** camada líquida de nível constante que em um desconector veda a passagem dos gases.

**Fluxo luminoso:** é a componente de qualquer fluxo radiante que gera uma resposta visual. Sua unidade no SI é lúmen (lm)

**Fossa séptica:** tanque de sedimentação, fechado, através do qual o esgoto sanitário passa lentamente de modo a permitir que matérias em suspensão se depositem no fundo, resultando a sua transformação em substâncias gasosas e líquidas (que depois são conduzidas aos sumidouros ou valas de infiltração).

**Gabarito:** altura máxima que a construção pode atingir.

**Gesso acartonado:** painéis de gesso revestido por papel cartão com espessura em geral de 12mm, parafusados em perfis metálicos, fixados no teto, parede e piso.

**Iluminância (E):** é a medida da quantidade de luz incidente numa superfície por unidade de área. Sua unidade no SI é lúmen/m<sup>2</sup> ou lux.

**Indicador:** duas definições são destacadas: **1)** é a especificação quantitativa e qualitativa para medir o atingimento de um objetivo (FINEP, 2002); e **2)** é a expressão (numérica, simbólica ou verbal) empregada para caracterizar as atividades (eventos, objetos, pessoas), em termos quantitativos e qualitativos, com o objetivo de determinar o seu valor (ISO, 1998).

**Índice de Aproveitamento (IA):** é um número que, multiplicado pela área do lote, indica a quantidade máxima de metros quadrados que podem ser construídos em um lote, somando-se as áreas de todos os pavimentos.

**Luminância (L):** é a medida do brilho de uma superfície. É definida como a intensidade luminosa por unidade de área aparente de uma superfície numa dada direção. Sua unidade no SI é candela/m<sup>2</sup> (cd/m<sup>2</sup>)

**Manutenabilidade:** grau de facilidade de um sistema, elemento ou componente em ser mantido ou recolocado no estado no qual pode executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sobre condições determinadas, procedimentos e meios prescritos.

**Manutenção:** conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de seus sistemas constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários.

**Maxim-air:** esquadria cujo eixo que é horizontal fica na parte mais alta e basculável para o exterior.

**Misturador:** peça de utilização destinada a misturar água quente na água do sistema predial de água fria, de modo a obter-se água na temperatura desejada pelo usuário.

**Padrão Referencial de Qualidade do Ar Interior:** marcador qualitativo e quantitativo de qualidade do ar ambiental interior, utilizado como sentinela para determinar a necessidade da busca das fontes poluentes ou das intervenções ambientais.

**Peças de utilização:** componente colocado próximo ao ponto de utilização que permite a utilização da água e, em certos casos, permite também o ajuste da sua vazão. Incluem-se nessa definição componentes tais como: torneiras, misturadores, registros de pressão, caixas e válvulas de descarga, e outros.

**Plano de trabalho:** o plano de trabalho ou de referência é o plano em que as medições e os cálculos de luz são feitos. Exceto indicação em contrário, assume-se que o plano de referência seja horizontal a uma altura de 0,75m, conforme a norma brasileira NBR 5413.

**Ponto de utilização:** extremidade à jusante do sub-ramal a partir de onde a água passa a ser considerada água servida.

**Protetor térmico:** dispositivo que durante o funcionamento anormal do aparelho de aquecimento instantâneo de água limita a temperatura da água aquecida. É de tal maneira construído que seu ajuste não pode ser alterado pelo usuário.

**Qualidade do Ar Ambiental Interior:** condição do ar ambiental de interior, resultante do processo de ocupação de um ambiente fechado com ou sem climatização artificial.

**Refletância à radiação solar ( $\rho$ ):** é o quociente da taxa de radiação solar refletida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície.

**Refluxo de água:** escoamento de água ou outros líquidos e substâncias, proveniente de qualquer fonte que não a fonte de abastecimento prevista, para o interior da tubulação destinada a conduzir água desta fonte.

**Requisitos de desempenho:** condições que expressam qualitativamente os atributos que o edifício habitacional e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam satisfazer às exigências do usuário.

**Retrossifonagem:** refluxo de água servida (proveniente de um reservatório, aparelho sanitário ou qualquer outro recipiente) para o interior de uma tubulação, devido à sua pressão ser inferior à atmosférica.

**Shaft:** espaço destinado para a passagem de cabos elétricos, cabos de telefonia, quadros elétricos, quadro telefônico/dados e instalação de *nobreak*, centrais telefônicas, servidor e outros equipamentos de computação e telefonia.

**Sistema de aquecimento de água por acumulação:** sistema onde a água é aquecida e armazenada em reservatórios térmicos para ser posteriormente utilizada pelos usuários. Incluem-se nesta definição, por exemplo, os “*boilers*” e os aquecedores de acumulação a gás.

**Sistema de aquecimento instantâneo de água:** sistema onde a água a ser utilizada se aquece de forma instantânea pela sua passagem pela fonte de aquecimento. Incluem-se nesta definição, por exemplo, aparelhos elétricos como chuveiros e torneiras, aquecedor de passagem a gás, etc.

**Sistema de aterramento:** conjunto de todos condutores e peças condutoras com os quais é feita a ligação elétrica com a terra.

**Sistema hidrossanitário:** sistemas hidráulicos prediais destinados a suprir os usuários com água potável e a coletar e afastar os esgotos sanitários. Inclui-se também o sistema de coleta e destino das águas pluviais.

**Sumidouro:** tanque de disposição, fechado, que recebe os efluentes provenientes das fossas sépticas e os infiltra no solo.

**Taxa de ocupação (TO):** é a relação percentual que indica a máxima área de construção, em projeção horizontal, que pode ser ocupada em relação à área do terreno. Ou seja, ela representa a porcentagem do terreno sobre o qual há edificação, não sendo permitido ocupar todo o terreno com uma construção.

**Transmitância à radiação solar ( $\tau$ ):** é o quociente da taxa de radiação solar que atravessa um elemento pela taxa de radiação solar incidente sobre este mesmo elemento.

**Tubulação:** conjunto de componentes basicamente formado por tubos, conexões, válvulas e registros, destinado a conduzir água.

**Vala de infiltração:** camada de terra vegetal, aerada, logo abaixo da superfície do solo, que recebe os efluentes provenientes das fossas sépticas e os infiltra no solo.

**Vida útil:** período de tempo durante o qual o edifício, ou seus sistemas mantém o desempenho esperado, quando submetidos apenas às atividades de manutenção pré-definidas em projeto

**Vidro laminado:** é constituído por duas ou mais lâminas de vidro fortemente unidas através de calor e pressão, à películas de Polivinil Butiral (PVB), garantindo que na quebra a película não se rompa e que os fragmentos gerados mantenham-se aderidos ao PVB, não devassando o vão, reduzindo drasticamente o risco de acidentes e evitando que o ambiente fique exposto ao tempo.

**Volante ou manopla:** parte de uma peça de utilização ou componente similar cuja função é permitir sua abertura ou fechamento pelo usuário.

**Zona Bioclimática:** região geográfica homogênea quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre ambiente construído e conforto humano.

# Resumo

---

Os princípios de construção sustentável figuram como uma das alternativas globalmente utilizadas frente a ameaça do aquecimento global e as conseqüentes alterações climáticas. Praticamente cada país desenvolvido possui sua metodologia de avaliação ambiental de edifícios e os países em desenvolvimento começaram, mais recentemente, a também desenvolver as suas. O foco nos países em desenvolvimento é a avaliação da sustentabilidade, que pressupõe o equilíbrio entre os aspectos ambientais, sociais e econômicos relacionados às construções. O objetivo principal deste trabalho é propor uma metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios de escritórios, estabelecendo requisitos, critérios e parâmetros de desempenho que auxiliem na elaboração de novos projetos para esta tipologia de edifícios. Para atendimento do objetivo proposto, foi elaborada uma lista de verificação (*checklist*) dividida em seis categorias (Uso e ocupação do solo; Água; Energia; Materiais e recursos; Transporte e acessibilidade; e Qualidade do ambiente interno e saúde), baseada em requisitos de sustentabilidade incluídos em diferentes metodologias internacionais e em documentos complementares como normas, legislações e publicações técnicas brasileiras. Os requisitos constantes no *checklist* foram analisados por especialistas acadêmicos e técnicos para avaliação da sua relevância e adequação ao contexto brasileiro. Estes requisitos foram aplicados em 17 edifícios de escritórios de Florianópolis-SC para levantamento de dados para definição de parâmetros de referência (*benchmarks*), que serviram de base para a proposição da metodologia de avaliação da sustentabilidade. Os principais resultados obtidos foram: 1) a determinação, implementação e validação de requisitos e critérios para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios escritórios de Florianópolis, permitindo a repetibilidade do método em outros locais onde se deseja realizar avaliações; 2) a avaliação do panorama da construção de edifícios de escritórios de Florianópolis quanto à sustentabilidade, que se mostrou muito aquém do desempenho esperado; 3) a definição de parâmetros de referência a serem atendidos por edifícios mais sustentáveis em Florianópolis; 4) o estabelecimento de critérios para uma ferramenta de auxílio a projetistas no desenvolvimento de projetos mais sustentáveis; 6) a proposição de uma metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de novos edifícios de escritórios de Florianópolis.

**Palavras-chave:** sustentabilidade, edifícios de escritórios, metodologia para avaliação da sustentabilidade

# *Abstract*

---

The increasing concern regarding climatic changes and the future of the planet have led to the adoption of sustainable construction principles being a globally attractive alternative. Almost every developed country has its own building environmental assessment method and the developing countries have started, more recently, to develop their own. The main objective of this thesis is to present a proposal for a sustainable office buildings assessment method from the design stage. To achieve the objectives, a checklist was drawn up based on existing environmental office buildings assessment methods and complementary references. The checklist includes six categories: Land use; Water; Energy; Materials and resources; Transport and accessibility; and Indoor environmental quality and health. The checklist was evaluated by academic and technician specialists regarding its adequacy and relevance to the Brazilian context. The checklist was applied to 17 office buildings in a data survey and these data resulted in benchmarks that were used as the basis for the proposed method to evaluate the building sustainability of office designs. The main results were: 1) establishment, implementation and validation of requisites and criteria for building sustainability assessment, allowing the method repeatability; 2) evaluation of office buildings located in Florianópolis-SC, southern Brazil, which show that buildings have far from the desired performance in terms of sustainability; 3) benchmarks definition; 4) tool to guide designers towards sustainable designs; and methodology to evaluate sustainable office building design in Florianópolis.

**Keywords:** sustainable buildings; office buildings; sustainable assessment; Brazilian office buildings

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A ameaça do aquecimento global, as conseqüentes alterações climáticas e a preocupação com o futuro do planeta estão mais do que nunca conduzindo a uma reestruturação em diversas esferas da sociedade. Nos últimos anos, o assunto deixou de ser restrito ao círculo de cientistas dentro das universidades e elevou-se para o centro do debate político e da estratégia de grandes corporações em todo o mundo.

Dados do quarto relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2007) apresentado em maio de 2007, em Bangkok, Tailândia, mostram as alterações provocadas no clima pela intervenção humana e uma projeção do que vem pela frente em virtude do aumento das emissões globais de gases causadores do efeito estufa. Dentre as opções de curto e médio prazos, o Relatório classifica com alto grau de certeza que edifícios eficientes e a mudança no estilo de vida e padrões de consumo da população podem reduzir consideravelmente as alterações promovidas ao clima. Este fato evidencia a importância da aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável<sup>1</sup> em todas as indústrias, e em especial à indústria da construção civil, visto que a forma como as edificações são projetadas, construídas e operadas influencia diretamente no consumo de recursos naturais, no conforto e na saúde da população que nelas interage.

Qualquer atividade humana necessita de um ambiente construído adequado para sua operação e os produtos da construção civil freqüentemente alcançam grandes dimensões (barragens, aeroportos, rodovias e cidades inteiras). Além disso, edifícios e obras civis - considerados os produtos físicos com maior vida útil que a sociedade produz - alteram a natureza, a função e a paisagem de áreas urbanas e rurais.

Bourdeau (2000) considera a indústria da construção civil de tal importância que a maioria das outras áreas industriais perde em comparação. As habitações e as necessárias infra-estruturas para transportes, comunicação, suprimento de água, esgoto e energia para atender as necessidades da crescente população do mundo propõem o desafio central da construção sustentável. A Agenda Habitat II enfatiza que a indústria da construção é a maior contribuinte do desenvolvimento sócio-econômico de cada país e no Brasil não é diferente. Esta indústria é responsável por 15,5% do PIB brasileiro e, considerando seus efeitos

---

<sup>1</sup> O desenvolvimento sustentável pressupõe o equilíbrio das dimensões ambientais, sociais e econômicas, o chamado *triple bottom line* ou tripé da sustentabilidade.

indiretos e indutores na cadeia produtiva, esse valor chega a 19,8% do PIB, o que corresponde a cerca de um quinto da riqueza gerada no país (CONSTRUBUSINESS, 2003). Deste montante, a construção de edifícios e obras é responsável pela parcela mais significativa, aproximadamente 60% da riqueza gerada.

Os impactos da indústria da construção no meio ambiente estão bem documentados (UNEP, 2003; USEPA, 2004; WINES, 2000; JOHN, 2000; IPCC, 2007) e está claro que a indústria não os ignora. O setor consome 1/6 do suprimento mundial de água potável, 1/4 da madeira e 2/5 dos combustíveis fósseis e materiais manufaturados (WINES, 2000). Estes impactos ocorrem em toda a cadeia produtiva, desde a concepção dos edifícios (e obras em geral) até a sua demolição. As decisões de projeto, como a localização da obra, sua implantação em função da topografia, sua orientação no terreno e a especificação de materiais e componentes, afetam diretamente o consumo de recursos naturais e energia, a otimização ou não da execução da obra e o efeito no seu entorno (corte, aterro, insolação). Somado a isso, as matérias-primas e insumos empregados representam por si só grandes consumos de recursos naturais e de energia. Durante a construção ocorre a geração de uma grande quantidade de resíduos, fator agravado pelas perdas dos processos não otimizados. Na operação e manutenção da edificação há um constante consumo de água, energia e geração de resíduos. Por fim, na etapa de demolição, mais resíduos são gerados, em grandes volumes.

Agopyan (2000) aponta como sendo do início da década de 90 as primeiras medidas consistentes em prol de uma construção mais sustentável no Brasil, com estudos sistemáticos e resultados mensuráveis sobre a reciclagem, redução de perdas e de energia. O autor observa algumas mudanças significativas como: a redução do consumo energético na produção de insumos como o cimento e a cerâmica de revestimento; a utilização de resíduos na produção de componentes como barras de aço e cimento; a preocupação para a redução das perdas e desperdício nos canteiros de obras; a decisão do Ministério do Meio Ambiente em regulamentar a disposição dos resíduos de construção e demolição (RCD)<sup>2</sup> e o lançamento no mercado de produtos economizadores de água e energia. A atitude observada no âmbito do governo federal, que no ano de 2000 ampliou o escopo do PBQP-H - Programa Brasileiro de

---

<sup>2</sup> A Resolução 307/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA - é uma regulamentação de responsabilidade para com os resíduos provenientes das atividades da construção civil. Como no caso de pilhas e baterias, que devem ser recolhidas pelo fabricante para não causar danos ambientais, esta resolução determina que o manuseio e destinação dos resíduos das obras são responsabilidades dos construtores. O construtor deve evitar a geração de resíduos, reutilizando e reciclando sempre que possível, e dar destinação adequada aos resíduos inevitavelmente gerados. Em nenhuma circunstância os resíduos poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de bota-fora, em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei (BRASIL, 2002b).

Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional para PBQP-Habitat - englobando desta maneira as áreas de saneamento, infra-estrutura e transportes urbanos - também pode ser considerado um sinal de que a produção de habitações não mais é tratada como uma atividade isolada, mas como parte da criação do habitat urbano.

Apesar de serem muito úteis, representando uma mudança de mentalidade, essas medidas ainda são consideradas pontuais. Em 2007 o Brasil fez um grande avanço, suprimindo uma carência há anos discutida, e aprovou a Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos<sup>3</sup>. Entretanto, observa-se que na construção civil internacional a tendência de considerar o meio ambiente já está presente não só pelas leis e normas a serem seguidas, mas pela escassez de recursos que exige melhor controle e uso racional dos materiais. Além disso, incentivos fiscais são concedidos a empresas que incluem entre as suas estratégias a preocupação com o meio ambiente.

É dentro desta perspectiva que se enquadram as chamadas **edificações mais sustentáveis**<sup>4</sup>, concebidas para fazer o uso racional de recursos naturais (materiais, água e energia), utilizar materiais ecologicamente corretos, atentar para o conforto dos usuários, reduzir os custos ao longo da vida útil do empreendimento e alterar o mínimo possível o ambiente no qual estão inseridas. O primeiro ponto a se considerar na busca por esse tipo de edificação é que as preocupações devem começar desde as etapas iniciais de planejamento e projeto, prosseguirem durante a construção e participarem da etapa de operação e manutenção. O planejamento e projeto (concepção) da edificação figuram como etapas fundamentais, oportunidades em que os agentes envolvidos devem discutir soluções integradas para atingir um elevado desempenho da edificação durante sua vida útil,

---

<sup>3</sup> O mecanismo de avaliação a ser adotado para avaliação da eficiência energética de edificações é o da Etiquetagem, no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. A regulamentação é de caráter voluntário para edificações novas e existentes, e passará a ter caráter obrigatório para novas edificações no prazo máximo de cinco anos a partir da data de sua entrada em vigor (BRASIL, 2007). A metodologia para regulamentação da eficiência energética de edifícios residenciais está em desenvolvimento.

<sup>4</sup> Duas definições de edifícios sustentáveis são destacadas: **1)** edifício sustentável é aquele que supre requisitos de desempenho especificados enquanto minimiza a perturbação e melhora a função de ecossistemas locais, regionais e globais, durante e após a construção e vida útil. Além disso, otimiza a eficiência em gestão de recursos e desempenho operacional e minimiza riscos à saúde humana e ao ambiente (ASTM, 2001 *apud* BURNETT, 2004). **2)** edificações sustentáveis são aquelas que têm um mínimo impacto desfavorável no ambiente construído e natural, em termos do próprio edifício, de seus arredores imediatos e do amplo cenário regional e global. Desta forma, uma edificação sustentável envolve a consideração de todo o ciclo de vida do edifício, levando em consideração a qualidade ambiental, funcional e futuros valores. Os autores acrescentam que o projeto de edifícios sustentáveis é, por conseguinte, a integração cuidadosa da arquitetura com a engenharia elétrica, mecânica e estrutural. Além de expressar preocupação com os tradicionais aspectos estéticos, orientação solar, proporções, textura, sombras e luz, a equipe de projeto precisa preocupar-se também com os custos de longo prazo: ambientais, econômicos e humanos (JOHN *et al.* 2005).

considerando aspectos ambientais, sociais, econômicos, o entorno, a gestão dos recursos e a especificação dos materiais. O envolvimento preliminar de todos os membros da equipe de projeto é crucial para o sucesso de um edifício de alto desempenho, não sendo possível operar eficientemente um edifício que não foi projetado para tal. Por esta razão, a presença dos operadores do edifício também é crucial desde o ponto zero da realização do projeto.

Neste contexto, a introdução de mecanismos para a gestão dos requisitos de sustentabilidade ao longo do processo de projeto e mudanças no tratamento de questões ambientais representam importantes oportunidades de desenvolvimento para o setor da construção de edifícios. Entre as principais ações neste sentido, pode-se destacar:

- adoção de um novo paradigma de projeto, no qual as soluções são avaliadas considerando o ciclo de vida do ambiente construído - incluindo custos e impactos de manutenção e operação das edificações e não apenas seus custos iniciais;
- discussão de soluções integradas, analisando as potenciais conseqüências das decisões tomadas;
- especificação de materiais e componentes que resultem em menor impacto ambiental e maior durabilidade ao longo do seu ciclo de vida;
- utilização de soluções que aumentem a flexibilidade das edificações e facilitem reformas e modernizações, como por exemplo a reposição de componentes e subsistemas;
- introdução de melhorias nos projetos e na gestão da produção, reduzindo a geração de resíduos nos canteiros de obras e proporcionando destinação adequada àqueles inevitavelmente gerados; e
- reutilização ou reciclagem de resíduos industriais e agrícolas pela construção civil, incluindo os próprios resíduos produzidos na construção e demolição de edificações.

## **1.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**

A preocupação com o impacto do desenvolvimento no meio ambiente não é nova. Nos últimos anos, a discussão global tem se formado em torno de estratégias necessárias para garantir desafios inter-relacionados de desenvolvimento social, econômico e ambiental, mas este diálogo teve origem na fusão do movimento ambiental e do desenvolvimento internacional pós II Guerra Mundial. Muitas pessoas consideram 1962 como o ano em que se começou a entender quão próximo estão o meio ambiente e o desenvolvimento. Neste ano, Rachel Carson publicou o livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), apresentando pesquisas

sobre toxicologia, ecologia e epidemiologia e desmistificando a suposição que o ambiente tem infinita capacidade de absorver poluentes (IISD, 1997).

Ao longo do tempo percebeu-se que a visão de progresso (que se confundia com o domínio e a transformação da natureza, cujos recursos naturais eram vistos como ilimitados) e a preservação ambiental (que se limitava à criação de parques e áreas especiais destinadas à preservação de amostras da natureza para evitar a extinção de espécies) passaram a ser insuficientes. Inicialmente, o engajamento com o meio ambiente estava associado a claras e visíveis catástrofes, mas lentamente foi-se compreendendo que qualquer consumo excessivo ou ineficiente de recursos é um abuso ao meio ambiente (SJÖSTRÖM, 2000). A visão de desenvolvimento sustentável<sup>5</sup> surgiu como decorrência da percepção sobre a incapacidade desse modelo de desenvolvimento e de preservação ambiental se perpetuar e até mesmo garantir a sobrevivência da espécie humana. O avanço do conhecimento sobre os efeitos de poluentes orgânicos, a destruição da camada de ozônio e o efeito estufa decorrentes de gases produzidos e liberados pelo homem demonstrou que a preservação da natureza exigia uma reformulação mais ampla dos processos produtivos e de consumo. Isso implicou em uma reformulação da visão do impacto ambiental das atividades humanas, passando também a incorporar todos os impactos das atividades de produção e de consumo - desde a extração da matéria-prima, os processos industriais, o transporte e o destino dos resíduos de produção e do produto após a sua utilização (JOHN, 2001).

A partir dos anos 70 observa-se a evolução da preocupação internacional em relação às conseqüências da então atual forma de desenvolvimento, em virtude da constatação da velocidade de deterioração - e até mesmo da eliminação - de alguns recursos ambientais. Convenções internacionais passam a ser realizadas e metas definidas para a desaceleração do consumo de recursos naturais. Dentre elas pode-se citar a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (Estocolmo, 1972); a Convenção de Viena para Proteção da Camada de Ozônio (Viena, 1985); o Protocolo de Montreal (Montreal, 1987); a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento – ECO-92<sup>6</sup> (Rio de Janeiro, 1992),

---

<sup>5</sup> A primeira definição de desenvolvimento sustentável foi apresentada em 1987, pela *World Commission on Environment and Development* – WCED, também conhecida como Comissão Brundtland. A primeira ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland preparou um informe intitulado *Our common future* onde se introduziu pela primeira vez o termo *sustainable development* ou desenvolvimento sustentável, no qual o “desenvolvimento deve responder às necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987).

<sup>6</sup> Um dos resultados da ECO-92 ou Rio-92 foi a publicação da Agenda 21, um programa de ação que constitui a mais abrangente tentativa já realizada de promover, em escala global, um novo padrão de desenvolvimento, conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. Para a elaboração deste documento houve a colaboração e envolvimento de 179 países durante o período de dois anos.

Conferência das Nações Unidas<sup>7</sup> (Istambul, 1996) e o Protocolo de Kyoto (1997). Como decorrência, a noção de desenvolvimento sustentável avançou para todos os setores da sociedade.

No que diz respeito à indústria da construção, o entendimento ou interpretação da sustentabilidade tem passado por mudanças ao longo dos anos. Inicialmente, a ênfase estava em como lidar com recursos limitados - especialmente energia - e como reduzir os impactos sobre o meio ambiente. Na década passada, o enfoque estava baseado em requisitos mais técnicos da construção como materiais, componentes do edifício, tecnologias construtivas e conceitos de projetos relacionados à energia. A seguir, a compreensão do significado dos aspectos não técnicos (também chamados de *soft issues*) começou a crescer e as questões sociais e econômicas passaram a ser consideradas cruciais para o desenvolvimento sustentável nas construções, devendo receber tratamento específico em qualquer definição. Mais recentemente, também os aspectos culturais e as implicações do patrimônio cultural do ambiente construído passaram a ser considerados relevantes para a construção sustentável (SJÖSTRÖM, 2000).

A Agenda 21 para a Construção Sustentável destaca a significância das dimensões sócio-cultural e econômica da construção sustentável e a necessidade de um tratamento explícito dessas questões não técnicas nas políticas de construção e práticas de gerenciamento. Os principais desafios, apontados pela Agenda, que a indústria da construção deve superar em busca do desenvolvimento sustentável são (CIB, 2000):

- (1) **Gerenciamento e organização:** considerados aspectos-chave da construção sustentável, devendo comprometer não apenas os aspectos técnicos mas também os aspectos sociais, legais, econômicos e políticos. As barreiras para o progresso são consideradas grandes e os desafios a serem enfrentados lidam com diferentes aspectos como processo de projeto, qualidade ambiental da construção, re-engenharia do processo construtivo, desenvolvimento de novos conceitos construtivos, recursos humanos, processo de tomada de decisões, exigências dos proprietários e clientes, educação, conscientização pública, normas, regulamentos e pesquisa.
- (2) **Produtos e edifícios:** dizem respeito a como otimizar as características dos edifícios e dos produtos de forma a melhorar o desempenho sustentável, levando-se em consideração fatores básicos como o clima, cultura, tradições construtivas e fase de

---

<sup>7</sup> Na Agenda Habitat II, publicada em Istambul, os profissionais definiram a aplicação do desenvolvimento sustentável para o setor da construção, pondo em evidência riscos para a saúde por parte de certos materiais como o amianto. A repercussão foi imediata, despertando interesse da opinião pública na preservação do meio ambiente e na criação de um entorno saudável (GAUZIN-MULLER, 2002).

desenvolvimento industrial. Quanto à produção de componentes e sistemas, é ressaltada a importância da redução do volume de material, energia e emissões dos produtos em uso e a melhoria em questões de reparação e reciclagem. Ressalta ainda que a qualidade do ambiente interno deve ser aprimorada para alcançar condições de vida saudáveis e produtivas no interior dos edifícios.

- (3) *Consumo de recursos*: medidas de economia de energia, programas de recuperação e reforma extensivos e necessidade de transporte são identificados como grandes desafios relacionados ao uso de energia. Além disso, a redução do uso de recursos minerais é incentivada pelo uso de materiais renováveis ou recicláveis, seleção apropriada de matérias-primas e previsão da vida útil. O gerenciamento da água em edifícios deve ser desenvolvido, assim como o gerenciamento do uso do solo.
- (4) *Impactos da construção no desenvolvimento urbano sustentável*: refere-se ao fornecimento de infra-estrutura, edifícios e insumos; qualidade do ambiente, qualidade de vida, qualidade da moradia e aspectos administrativos. O crescimento urbano, o gerenciamento do lixo e de outras cargas ambientais da indústria da construção, vinculadas à produção, operação e desmontagem dos edifícios e obras civis, também estão incluídos. Por fim, os aspectos sociais, culturais e econômicos são abordados, enfatizando que uma construção mais sustentável pode ser encarada como uma contribuição para a diminuição da pobreza, criando um ambiente de trabalho saudável e seguro, distribuindo equitativamente custos sociais e benefícios da construção, facilitando a criação de empregos, desenvolvimento de recursos humanos, conquistando benefícios financeiros e melhorias para a comunidade.

Kaatz *et al.* (2006) afirmam que a aplicação de métodos para a avaliação da sustentabilidade de edifícios representa um dos meios de implementação da Agenda 21, uma vez que as avaliações facilitam a integração de considerações de sustentabilidade na tomada de decisões para a viabilização de novos empreendimentos.

### 1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Para que seja possível construir **edificações mais sustentáveis**, antes de tudo é necessário que seja criado um referencial que estabeleça a partir de quais critérios analisar a inclusão de preocupações ambientais, sociais e econômicas na concepção e execução de uma edificação.

Silva (2003) identifica como primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho ambiental de edifícios a constatação de que, mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de edifícios ecológicos (*green buildings*) não possuíam meios para verificar quão “verdes” eles eram de fato. Os métodos de avaliação de edifícios foram, então, inicialmente concebidos para prover uma avaliação objetiva do uso de recursos, cargas ecológicas e qualidade do ar interno dos edifícios, dentro de um contexto mais amplo de medição do desempenho (COLE, 2005). O segundo grande impulso veio com o consenso de que a classificação de desempenho combinada a sistemas de certificação é um dos métodos mais eficientes para elevar o nível de desempenho ambiental, tanto do estoque construído quanto de novas edificações.

Atualmente, praticamente todos os países desenvolvidos possuem seu sistema de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios. Mais recentemente, os países em desenvolvimento também iniciaram a elaboração de metodologias próprias, com escopo voltado para avaliação da **sustentabilidade** das edificações. Dentre elas pode-se citar as iniciativas da África do Sul (GROBLER; SINGH, 1999; GIBBERD, 2002), Brasil (SILVA, 2003), Chile (CARVAJAL, 2005), China (LIU *et al.*; 2006) e Índia (IGBC, 2007).

O trabalho desenvolvido por Silva (2003) sobre avaliação da sustentabilidade de edifícios é pioneiro no Brasil. A autora reuniu diretrizes, propôs uma base metodológica e deu início ao desenvolvimento de um método para avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros ao longo do seu ciclo de vida. Os limites do modelo proposto foram definidos para **abranger a etapa de construção e uso do edifício**<sup>8</sup>, assim como **a avaliação dos agentes envolvidos no processo, iniciando pela empresa construtora**. O modelo sugerido aplicar-se-ia a edifícios com **ocupação acima de 80% e com tempo de uso entre 1 e 3 anos**, para assumir que o desempenho estimado na avaliação não tenha sido afetado por eventual perda de eficiência ao longo do tempo e permitir o uso de dados do consumo de água e energia emitidas nas contas das concessionárias.

Apesar da existência de diversos modelos internacionais para a avaliação ambiental de edifícios de escritórios, Silva (2003) confirma a hipótese de que estes não são adequados para a aplicação no Brasil, não sendo possível copiar, traduzir ou simplesmente aplicar um método estrangeiro no contexto brasileiro - ou de qualquer outro país fora do país onde foi desenvolvido. Por mais consagradas que sejam as metodologias estrangeiras, a dificuldade de adequação aos locais de avaliação vai além da retirada ou inclusão de requisitos a avaliar e os

---

<sup>8</sup> Alguns aspectos de planejamento e projeto são considerados, mas não no mesmo nível de detalhamento.

resultados das adaptações revelam-se muito diferentes dos métodos originais. Elas podem ser utilizadas no Brasil ou em outros países, não havendo impedimentos legais ou restrições oficiais. Entretanto, a maioria dos aspectos seria julgada com base em normas e práticas de tais países<sup>9</sup>, definidas com base em aspectos culturais, tradição construtiva e normas que diferem significativamente da realidade brasileira. O risco da homogeneização e a conseqüente perda das características regionais dos países, nestes casos, estão sempre presentes. Conseqüentemente, a importação dos métodos pode conduzir, no curto prazo, ao detrimento do progresso ambiental dos países onde estão sendo aplicados, uma vez que os métodos invariavelmente carregam consigo implícitas bases culturais dos seus países criadores (COLE, 2005).

Outra justificativa para o tema em questão é a carência de normas e referenciais de sustentabilidade relacionados à construção de edifícios brasileiros. Nem mesmo o projeto de norma de desempenho de edifícios<sup>10</sup> (ABNT, 2007) estabelece critérios e métodos de avaliação da adequação ambiental dos edifícios, restringindo-se a citar algumas poucas recomendações. Desta forma, o conceito de sustentabilidade - nem sempre abordado de maneira objetiva - permite que, muitas vezes, seja utilizado apenas como instrumento de *marketing*. Figueiredo (2000) atribui o fato à dificuldade na aplicação dos conceitos associados ao termo, tanto por barreiras criadas por interesses econômicos como pela falta de critérios práticos e funcionais que permitam a sua incorporação às edificações de maneira mais consistente.

Pelas razões acima expostas, acredita-se que iniciativas que façam uso claro e objetivo de critérios e parâmetros de desempenho das edificações possam trazer o desenvolvimento sustentável de um plano subjetivo para um nível mais efetivo e realista, tornando possível, desde a concepção do projeto, um empreendimento voltado à economia de energia e água, redução da produção de resíduos nos canteiros de obras, redução de custos ao longo da vida útil do empreendimento e bem estar do usuário. Adicionalmente, a formalização de um sistema de avaliação da sustentabilidade de edifícios possibilita:

---

<sup>9</sup> O LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), por exemplo, toma por referência princípios ambientais e de uso de energia consolidados em normas e recomendações de organismos como a ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*), a ASTM (*American Society for Testing and Materials*), a EPA (*U.S. Environmental Protection Agency*) e o DOE (*U.S. Department of Energy*).

<sup>10</sup> No momento da redação deste texto, o projeto de norma de desempenho de edificações - cujo escopo é direcionado para edificações habitacionais de até cinco pavimentos - encontrava-se em período de consulta pública nacional na Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. A avaliação do desempenho do projeto de norma refere-se a: desempenho estrutural; segurança contra incêndio; segurança no uso e na operação; estanqueidade; desempenho térmico; desempenho acústico; desempenho lumínico; durabilidade e manutenibilidade; saúde, higiene e qualidade do ar; funcionalidade e acessibilidade; conforto tátil e antropodinâmico; e adequação ambiental.

- estabelecer medidas de sustentabilidade para requisitos relevantes ao contexto brasileiro;
- tornar o conceito de edifício sustentável mais objetivo, por meio do estabelecimento de padrões de mensuração das características a ele relacionadas;
- buscar a prática integrada de todos os projetos da edificação;
- proporcionar discussões entre os agentes envolvidos em um estágio preliminar da concepção do empreendimento;
- reconhecer iniciativas sustentáveis na indústria da construção;
- aumentar a percepção dos consumidores para os benefícios das edificações sustentáveis;
- estimular a competição entre empresas;
- identificar focos de desperdícios e técnicas para eliminá-los ou minimizá-los antes de serem gerados ou, quando necessário, identificar as opções de eliminação após a sua geração;
- aumentar a reputação e confiança na empresa por demonstrar ações responsáveis; e
- eliminar opções custosas e reduzir os custos de reformas.

#### **1.4 PROBLEMATIZAÇÃO**

Todas as atividades realizadas pelo ser humano têm impactos ou carregam o risco de ter impactos. A questão chave é identificar o nível de risco ou impacto aceitável pela sociedade, um tema que leva em consideração os custos (riscos) e benefícios das atividades. O *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD, 1996) exemplifica com os automóveis: a sociedade valoriza seus benefícios e aceita o custo em termos de ferimentos ou perda de vidas em acidentes, mas ao mesmo tempo espera que os riscos e impactos sejam reduzidos a níveis tão baixos quanto possíveis.

Este contexto traduzido para o setor da construção de edifícios faz com que uma questão chave seja formulada:

***O que deve uma edificação assegurar para ser considerada sustentável?***

## 1.5 OBJETIVOS

### 1.5.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho é propor uma metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de novos edifícios de escritórios, tendo como base a avaliação de edifícios de escritórios de Florianópolis.

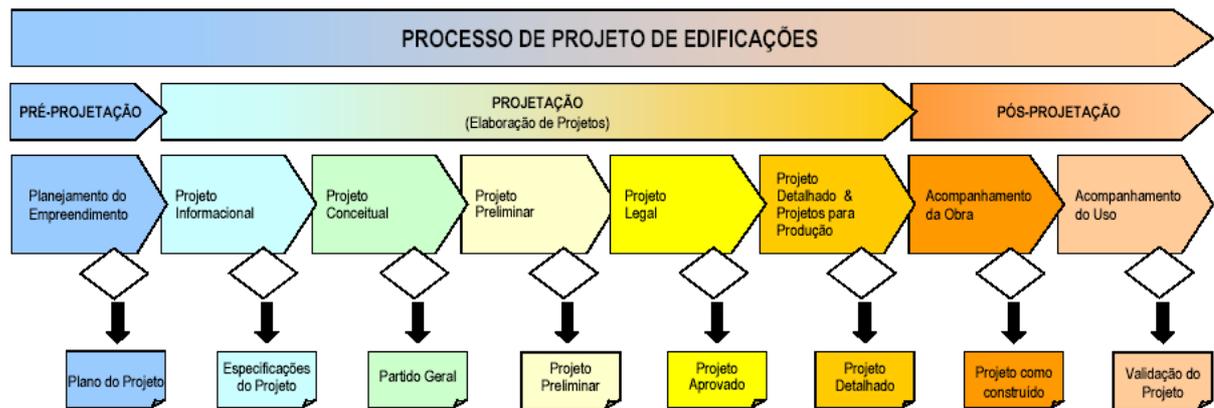
### 1.5.2 Objetivos específicos

Objetivos específicos foram traçados para atendimento do objetivo proposto:

- determinar requisitos e critérios para avaliação de edifícios mais sustentáveis;
- implementar e validar os requisitos e critérios em levantamentos de dados;
- avaliar o panorama da construção civil de Florianópolis quanto à sustentabilidade;
- definir parâmetros de referência (*benchmarks*) a serem atendidos por edifícios mais sustentáveis em Florianópolis;
- estabelecer critérios para uma ferramenta de auxílio a projetistas no desenvolvimento de projetos mais sustentáveis, visando à eficiência energética, à otimização do uso da água, do solo e dos materiais, à redução de desperdícios e ao conforto dos usuários das edificações.

## 1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Nesta pesquisa o foco é direcionado ao **projeto de novas edificações**, embora o estoque de edifícios existentes (residenciais, comerciais e industriais) seja bastante grande e, em muitos casos, carente de reformas para otimização de seu desempenho. Quando se refere a projeto, a exemplo do que propõem diversos autores e é sintetizado por Romano (2003), entende-se como o resultado de três macrofases: a pré-projeção, a projeção e pós-projeção. A primeira corresponde à fase de planejamento do empreendimento, o estudo de viabilidade e a definição do produto. A segunda envolve a elaboração dos projetos do produto-edificação (arquitetônico, estrutural, instalações) e os projetos para produção (fôrmas, vedações, impermeabilizações, canteiro de obras). Já a pós-projeção envolve o acompanhamento da construção da edificação e o acompanhamento do uso. **Para este trabalho, sempre que se falar em projeto deve-se entender como as duas primeiras macrofases do processo de projeto (pré-projeção e projeção).** A Figura 1.1 representa graficamente as fases do processo de projeto e seus principais resultados.



**Figura 1.1: Macrofases do processo de projeto de edificações (ROMANO, 2003)**

Este trabalho é direcionado a edifícios comerciais, especificamente **edifícios de escritórios**. Não foram consideradas variáveis de outras tipologias como edificações uni ou multi residenciais, indústrias, *shopping centers*, supermercados e escolas. Os edifícios de escritórios foram selecionados como objeto de pesquisa em função: **1)** da considerável participação no consumo de energia elétrica, principalmente em função da ocupação mais densa do que em edifícios residenciais (um grande número de pessoas ocupam um único espaço), resultando em mais pessoas consumindo mais energia para condicionamento do ar e iluminação; **2)** da maior facilidade de acesso às unidades individuais para levantamento de dados; **3)** do alto custo de operação das edificações a longo prazo; **4)** da continuidade ao trabalho iniciado por Silva (2003).

Os projetos selecionados para serem avaliados são da cidade de **Florianópolis**. O mesmo levantamento de dados pode ser realizado em outras localidades para verificação da situação da construção local quanto à sustentabilidade.

O estudo limitou-se a projetos com **condicionamento artificial de ar**, uma vez que nenhum dos edifícios selecionados para estudo era naturalmente ventilado (é prática construtiva de Florianópolis usar condicionadores de ar em edifícios comerciais) e, de maneira geral, o consumo energético destes edifícios é maior. Sendo assim, não foram consideradas variáveis de edifícios totalmente naturalmente ventilados.

## 1.7 ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO DA TESE

O trabalho encontra-se estruturado em sete capítulos. O primeiro introduz a pesquisa, apresentando considerações gerais sobre a indústria da construção civil e sua relação com a

sustentabilidade. Nele encontram-se a justificativa do tema, os objetivos do trabalho (geral e específicos), as delimitações do tema e a estrutura de apresentação do trabalho.

No capítulo 2 é apresentada a revisão de literatura, que inicia identificando as legislações ambientais relacionadas à construção civil e as principais iniciativas brasileiras visando à construção mais sustentável. A seguir, o capítulo é dedicado à análise de metodologias existentes para avaliação ambiental e da sustentabilidade de edifícios de escritórios. Uma comparação entre as metodologias e a discussão de pontos fortes e fracos de cada uma encerram o capítulo.

No capítulo 3 é detalhada a metodologia utilizada para desenvolvimento da pesquisa.

O capítulo 4 apresenta os requisitos selecionados para compor uma lista de verificação (*checklist*) utilizada para levantamento de dados em edifícios de escritórios de Florianópolis-SC. Os requisitos, identificados na análise das metodologias discutidas no capítulo 2 e em documentos complementares (normas, legislações e trabalhos técnicos brasileiros), são agrupados em seis categorias: 1) Uso e ocupação do solo; 2) Água; 3) Energia; 4) Materiais e recursos; 5) Transporte e acessibilidade; e 6) Qualidade do ambiente interno e saúde. Ainda neste capítulo são apresentadas avaliações de especialistas de cada categoria sobre a pertinência e relevância dos requisitos selecionados ao contexto brasileiro e, por fim, o *checklist* final (após a revisão com as considerações dos especialistas) usado para o levantamento dos dados.

No quinto capítulo é apresentada a amostra de edifícios selecionada para aplicação do *checklist* e os resultados obtidos com o levantamento de dados. As discussões acerca dos resultados e a definição dos parâmetros de referência (*benchmarks*) definidos para cada requisito também são apresentadas neste capítulo.

No capítulo 6 é proposta a metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de novos edifícios de escritórios brasileiros. Nele são apresentadas as diretrizes para sua implementação, desde o escopo de aplicação até o formato de apresentação do resultado final da avaliação, expresso por um perfil de desempenho do edifício. No final do capítulo são apresentados exemplos do desempenho de três edifícios em relação à metodologia proposta.

Por fim, o sétimo e último capítulo apresenta as conclusões sobre a pesquisa desenvolvida e sugestões para trabalhos futuros.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Este capítulo apresenta o levantamento bibliográfico realizado para dar suporte ao desenvolvimento da tese. São apresentadas informações obtidas em artigos, livros, teses, revistas e *sites* da internet sobre construção sustentável, edificações sustentáveis e avaliação ambiental e da sustentabilidade de edifícios, tanto em nível nacional como internacional. As metodologias<sup>11</sup> para avaliação ambiental e da sustentabilidade de edifícios comerciais foram analisadas para comparação entre seus métodos de avaliação e para identificação dos requisitos e critérios nelas exigidos.

### **2.2. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E INICIATIVAS VISANDO A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NO BRASIL**

As legislações ambientais no Brasil<sup>12</sup>, datadas a partir do ano de 1965, tratam de assuntos relacionados ao código florestal, à proteção da fauna, da flora e dos recursos hídricos, ao licenciamento ambiental, às áreas de preservação permanente, às diretrizes gerais da política urbana, entre outras. Especificamente para o setor da construção merecem destaque a Resolução 307/02 do CONAMA (BRASIL, 2002b) - que trata da gestão dos resíduos da construção civil - e a Lei 10.295 (regulamentada pelo Decreto nº 4.059 de 19 de dezembro de 2001) (BRASIL, 2001). Esta Lei, criada após a crise energética de 2001, dispõe sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia, estabelecendo que os níveis máximos de consumo de energia - ou mínimos de eficiência energética - de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país, bem como as edificações construídas, serão estabelecidos com base em indicadores técnicos e regulamentação específica coordenados pelo Ministério de Minas e Energia. A partir desta Lei foi desenvolvida a Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (BRASIL, 2007).

---

<sup>11</sup> Os termos “métodos”, “sistemas”, “metodologias” e “ferramentas” são frequentemente usados como sinônimos para descrever técnicas de avaliação ambiental. Cole (2005) afirma que é difícil atribuir muito significado ao uso destes termos nas técnicas de avaliação, pois muitas vezes são selecionados baseados na procura de um termo distinto ao invés de atentar para a precisão da terminologia.

<sup>12</sup> As legislações encontram-se disponíveis no site do Ministério do Meio Ambiente – [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)

Ações em prol de construções mais sustentáveis e metodologias de avaliação da sustentabilidade de edificações brasileiras vêm avançando nos últimos anos. Em agosto de 2007 foi lançado publicamente o **Conselho Brasileiro de Construção Sustentável - CBCS**, que conta com a participação de diversos membros representantes da academia e do setor produtivo da indústria da construção. O CBCS é uma associação civil sem fins lucrativos que tem por objetivo social contribuir para a promoção do desenvolvimento sustentável por meio da geração e disseminação de conhecimento, orientação técnica, capacitação, realização de eventos, articulação e formação de redes mobilizando a cadeia produtiva da construção civil, seus clientes e consumidores (CBCS, 2007).

No setor residencial encontram-se, atualmente, mais iniciativas práticas brasileiras em relação à sustentabilidade do que no setor comercial, podendo-se destacar:

- a Casa Eficiente, localizada em Florianópolis-SC, resultado de uma parceria firmada entre a ELETROSUL/ELETROBRAS/PROCEL e o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da UFSC (MACIEL *et al.*, 2006; PROJETO CASA EFICIENTE, 2006);
- o Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis – CETHS, projeto desenvolvido pelo grupo de pesquisa em Edificações e Comunidades Sustentáveis do NORIE, vinculado ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil (CPGEC) e ao Departamento de Engenharia Civil da UFRGS (SATTLER *et al.*, 2003; CETHS, 2001);
- assinatura de protocolo de cooperação<sup>13</sup>, em setembro de 2007, entre a Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU) e a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, para implantação de medidas visando o desenvolvimento sustentável no setor da construção civil. De acordo com o protocolo, a CDHU se compromete a respeitar critérios ambientais, desde o projeto até as fases de construção e de ocupação do empreendimento pelos moradores, devendo servir como modelo para todo o setor da construção. A Secretaria do Meio Ambiente viabilizará a capacitação de profissionais da CDHU sobre práticas ambientais adequadas e concederá o Certificado de Conformidade Ambiental aos empreendimentos que atenderem às diretrizes do protocolo;
- Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável, cujo objetivo é desenvolver soluções adequadas à realidade brasileira para tornar a construção

---

<sup>13</sup> Essa atitude é considerada importante pois permite à CDHU usar a força do seu poder de compra, exigindo a qualificação de seus prestadores de serviços e o atendimento aos requisitos pré-determinados. Atitude semelhante ocorreu na introdução de conceitos de gestão da qualidade na construção. A CDHU passou a exigir de seus fornecedores a conformidade com os requisitos estabelecidos nos Programas Setoriais da Qualidade (PSQs), impulsionando o Programa da Qualidade na Construção Habitacional do Estado de São Paulo (QUALIHAB) cuja idéia foi estendida, 2 anos mais tarde, ao Brasil como um todo através do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat - PBQP-H (FOSSATI, 2004).

habitacional mais sustentável. O foco da pesquisa está nos conjuntos habitacionais unifamiliares de interesse social (empreendimentos para baixa e média renda), procurando abranger também a construção auto-gerida. O Projeto envolve pesquisadores de cinco universidades públicas brasileiras, empresas e associações de classe da indústria da construção<sup>14</sup> no desenvolvimento de requisitos em oito categorias: água; energia; seleção de materiais, componentes e sistemas; canteiro de obras; qualidade do ar externo e infraestrutura; qualidade do ambiente interno e saúde; gestão social; e gestão do empreendimento. Ao final do Projeto pretende-se atingir as seguintes metas: 1) levantamento do estado da arte; 2) identificação de inovações tecnológicas necessárias; 3) identificação de alternativas de políticas públicas; 4) desenvolvimento de metodologia de avaliação da sustentabilidade de habitações; 5) manuais de projeto, execução, uso e manutenção de habitações mais sustentáveis; e 6) manual simplificado para habitação mais sustentável auto-gerida (PROJETO..., 2007).

Para o setor comercial destaca-se a tese de doutoramento “Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica”, desenvolvida por Silva (2003) e considerado o trabalho pioneiro sobre sustentabilidade no Brasil. Outro trabalho de destaque é a dissertação de mestrado “Diretrizes para incorporar conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis”, onde Montes (2005) estabelece diretrizes para incorporação de conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis. Acerca de metodologias visando a construção sustentável de edifícios brasileiros, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) desenvolveu e está aplicando a dois grandes edifícios de escritórios de São Paulo um método para avaliação do desempenho ambiental de edifícios<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> O Projeto é financiado pelo convênio entre a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) e a FUSP (Fundação da Universidade de São Paulo) e tem previsão de conclusão em março de 2008. Participam do Projeto: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Goiás (UFG), Universidade de Uberlândia (UFU), CEDIPLAC, Construtora Takaoka e Sinduscon Florianópolis. O Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE da Universidade Federal de Santa Catarina participa no estudo da categoria energia.

<sup>15</sup> Informação obtida na apresentação de Fulvio Vittorino no evento organizado pela Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo sobre construção civil sustentável, com o tema “Projeto e Desempenho: Conforto Ambiental em Edificações”, ocorrido em 02 de outubro de 2007. Informações disponíveis em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2007/10/03\\_debate.htm](http://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2007/10/03_debate.htm)

Seguindo a tendência mundial de exigências relacionadas ao meio ambiente por setores públicos e agências financiadoras<sup>16</sup>, o Banco Real lançou em julho de 2007 o Real Obra Sustentável, um modelo de relacionamento que promove a adoção de boas práticas socioambientais no setor da construção civil. O programa engloba ações como a aplicação do “Questionário de Risco Socioambiental” na análise do financiamento para a construção, estudos de viabilidade do projeto e vistorias técnicas ambientais durante todo o período de sua execução. Dentro deste programa foi desenvolvido o Guia de Boas Práticas na Construção Civil, um manual com informações para buscar a eficiência ambiental, social e econômica na hora de planejar e construir (BANCO REAL, 2007).

Apesar destas iniciativas e da inadequação da aplicação de metodologias internacionais no Brasil (constatada por Silva (2003)), as certificações estrangeiras - em especial o LEED - vêm sendo utilizadas atualmente como referência para certificação de edificações sustentáveis no setor comercial.

### 2.3 AVALIAÇÃO AMBIENTAL X AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS

Apesar de projetos e desenvolvimento de construções sustentáveis começarem a ganhar evidência na última década, essa preocupação remonta há mais de um século. No final do século XIX são identificadas estruturas como o *London's Crystal Palace* (em Londres) e a *Galleria Vittorio Emanuele II* (em Milão) que utilizaram sistemas passivos de energia como telhados ventilados e câmara subterrânea de ar refrigerado para moderar a temperatura interna do ar. No início do século XX, arranha-céus como o *New York's Flatiron Building* e o *New York Times Building* (em Nova Iorque) lançaram mão de janelas recuadas para minimizar a incidência dos raios solares (BDC, 2003). Mas foi em 1990, no Reino Unido, que foi desenvolvida a primeira metodologia de avaliação ambiental de edifícios. O *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* - **BREEAM** serviu de base a outras metodologias de avaliação ambiental orientadas para o mercado, como o **HK-BEAM** (Hong Kong), o **LEED** (Estados Unidos), o *Green Star* (Austrália) e o **CASBEE** (Japão). Estes sistemas, desenvolvidos para serem facilmente incorporados por projetistas e pelo

---

<sup>16</sup> Quando inicialmente criados, os sistemas de avaliação apresentavam-se, entre inúmeras outras características, como ferramentas de caráter voluntário. Atualmente, o desempenho ambiental dos edifícios está sendo exigido por setores públicos, bancos, instituições financeiras e seguradoras e teve efeito indutor nos fornecedores da indústria da construção (COLE, 2005). Avaliações favoráveis podem levar as empresas a obter vantagens em empréstimos e taxas de seguros e aumentar o valor de suas ações.

mercado em geral, têm uma estrutura simples, geralmente formatada como uma lista de verificação (*checklist*) e vinculados a algum tipo de certificação de desempenho. Além destes, existem os métodos centrados no desenvolvimento metodológico e fundamentação científica (orientados para pesquisa) como o *Building Environmental Performance Assessment Criteria* - **BEPAC** (França) e o **GBTool** (consórcio internacional) (SILVA, 2003).

Silva *et al.* (2003) observam que, apesar de construídas sobre uma base comum, as metodologias existentes apresentam diferenças entre si, determinadas principalmente por quatro razões: **1)** os níveis de pressão sobre os aspectos ambientais variam de um país para outro; **2)** as práticas construtivas e de projeto são diferentes; **3)** as condições climáticas, latitudes, aspectos sociais<sup>17</sup> e econômicos são diferentes; **4)** a receptividade dos mercados à introdução dos métodos é diferente.

A busca da sustentabilidade no campo da avaliação de edifícios tem sido claramente marcada pela transformação estrutural e operacional dos requisitos dos métodos de avaliação (COLE, 2005). Como resultado, é possível distinguir entre métodos de avaliação de edifícios verdes (*green buildings*), predominantemente preocupados com a avaliação do desempenho do edifício baseado em critérios ambientais declarados, e os métodos de avaliação da sustentabilidade, que começam a endereçar uma maior gama de questões ambientais, sociais e econômicas relacionadas ao edifício. Kaatz *et al.* (2006) apontam diferenças fundamentais entre métodos de avaliação ambiental e da sustentabilidade que dizem respeito à “filosofia” da avaliação: os métodos de avaliação ambiental tendem a focar no edifício em termos de seu padrão de desempenho e características físicas; já os métodos de avaliação da sustentabilidade dão maior ênfase ao processo e transformações que ocorrem nos limites do sistema edificado.

Os métodos para avaliação dos edifícios nos países desenvolvidos têm sua prioridade voltada para a avaliação **ambiental**, enquanto que os modelos dos países em desenvolvimento procuram avaliar a **sustentabilidade** dos edifícios. Gibberd (2002) afirma que a função que a indústria da construção precisa desempenhar para promover desenvolvimento sustentável depende do contexto a que está inserida. Em países desenvolvidos, a maioria das necessidades básicas humanas já foi atingida e, em muitos casos, excedida. A ênfase nesses países tem sido manter padrões de qualidade de vida enquanto reduz-se o consumo de recursos e os impactos ambientais. Já nos países em desenvolvimento, a média dos padrões de qualidade de vida está muito abaixo dos países desenvolvidos e, muitas vezes, necessidades básicas do ser humano

---

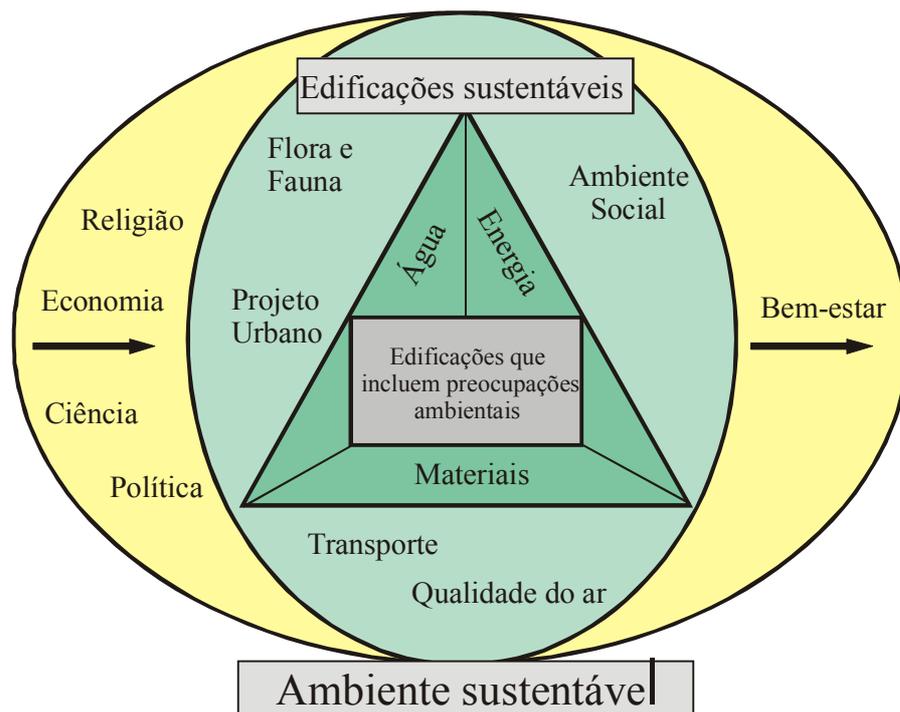
<sup>17</sup> Du Plessis (2001) exemplifica que na África, temas abordados na maioria dos debates sobre sustentabilidade no mundo desenvolvido, como energia embutida e clima interno, estão tão distantes da lista de prioridades que são praticamente invisíveis tendo em vista os aspectos sociais que lá precisam ser primeiramente desenvolvidos.

não são atendidas. Conseqüentemente, o conceito de *green building* não é suficiente e a ênfase nestes casos deve ser um desenvolvimento que **atenda às necessidades básicas enquanto evita impactos ambientais negativos.**

Kaatz *et al.* (2006) asseguram que há um reconhecimento emergente da necessidade de redefinir e reendereçar sustentabilidade na prática de avaliações de edifícios, tanto no nível conceitual como no operacional. De outra forma, a sustentabilidade continuará a ser tratada como uma categoria separada na avaliação de projetos de empreendimentos, paralelamente a outras considerações como custos ou aspectos técnicos.

A obtenção e medição de todos os impactos e interdependências através do espectro de critérios (que varia do desempenho técnico aos custos e benefícios do desenvolvimento humano), atrelando-os especificamente a um edifício é uma tarefa muito difícil de lidar na prática (KAATZ *et al.*, 2006). Todavia, métodos de avaliação de edifícios podem ajudar no desenvolvimento de edifícios melhor adaptados aos seus cenários físicos e que impactem positivamente nos contextos sócio-econômicos e ambientais. Os autores julgam apropriado mudar a terminologia de “avaliação de edifícios sustentáveis” (*sustainable building assessment*) para “avaliação da sustentabilidade de edifícios” (*building sustainability assessment*): aquele deixa implícito que um edifício é sustentável; enquanto este enfatiza um conjunto de aspectos relacionados ao sistema sócio-técnico de um projeto de edifício.

Rovers (2001) distingue a definição de *edificações sustentáveis* em três níveis: edificações que incluem preocupações ambientais, edificações sustentáveis e ambiente sustentável (Figura 2.1). O autor considera a primeira definição - edificações que incluem preocupações ambientais - o ponto central quando se inicia um empreendimento. Deve ser levada em consideração a redução do impacto do uso de energia, água e recursos materiais (incluindo rejeitos), os três pontos principais que precisam ser gerenciados para que se reduzam os impactos ambientais diretamente relacionados a atividades de construção. O segundo nível - edificações sustentáveis - inclui tudo relacionado a construções e o meio ambiente: flora, fauna, infra-estrutura, qualidade do ar, projeto urbanístico, etc. A idéia é que não seja possível uma construção na concepção sustentável se esta não for saudável para seus ocupantes, se necessitar de grandes distâncias de transporte dos materiais e se não for atrativa, pois as pessoas não procurarão por ela. O terceiro nível - ambiente sustentável - incorpora o ambiente construído em nosso modo de vida diário de uma maneira que garanta um padrão de vida sustentável e signifique que políticas e ações econômicas trabalham juntas para aumentar o bem-estar geral.



**Figura 2.1: Níveis de construção sustentável (ROVERS, 2001)**

#### **2.4 METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO AMBIENTAL E DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS**

As avaliações ambientais de edifícios, inicialmente aplicáveis a edifícios comerciais, ramificaram-se para uma gama de diferentes tipologias. Dependendo da metodologia, avaliações podem ser conduzidas em: novas edificações (multiresidenciais, comerciais, industriais, públicas); grandes reformas; projetos condominiais, campus universitários ou empresariais, instalações governamentais; operação e manutenção de edifícios existentes; projetos de interiores de escritórios de alto desempenho; projeto e construção de edifícios de escritórios de grandes lajes, com entrega apenas de “núcleo e envelope”; projeto e construção de edifícios residenciais unifamiliares; desenvolvimento de loteamentos, urbanismo e equipamentos comunitários; escolas; hospitais e laboratórios. Da mesma forma, a edificação pode ser avaliada em qualquer etapa do ciclo de vida, desde as fases mais preliminares de projeto até a desconstrução, avaliando o edifício como um todo ou parte dele. Silva (2003) observa, entretanto, que a maioria das metodologias adequa-se melhor à avaliação de projetos ou de novos edifícios, trabalhando no desempenho potencial e utilizando simulações computacionais para avaliação deste desempenho.

A Tabela 2.1 sintetiza uma comparação realizada por Foliente *et al.* (2004) como forma de estruturação da base comum de aplicabilidade das metodologias de avaliação do desempenho ambiental de edifícios.

**Tabela 2.1: Metodologias de avaliação ambiental de edifícios e sua aplicabilidade (adaptado de FOLIENSTE *et al.*, 2004)**

		NABERS	Green Star	GBTool	BREEAM	LEED	CASBEE	ECO-PROFILE	BEAT
TIPOLOGIA DA EDIFICAÇÃO	Comercial	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Residencial	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Misto ou outro	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-
OBJETO AVALIADO	Nível do produto	-	-	-	-	-	-	-	✓
	Parte(s) da edificação	✓	-	-	✓	✓	-	-	✓
	Todo o edifício	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ETAPA DO CICLO DE VIDA	Planejamento	-	-	✓	✓	-	✓	-	-
	Projeto	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Operação e Manutenção	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Desconstrução	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓

NABERS - Austrália

ECO-PROFILE - Noruega

BEAT - Dinamarca

A seguir são descritas (em ordem cronológica de surgimento) seis metodologias para avaliação ambiental de edifícios de escritórios, com ênfase na etapa de projeto, utilizadas como fonte de pesquisa neste trabalho:

1. BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*; Reino Unido (BRE, 2006): o primeiro sistema de avaliação ambiental de edifícios e que serviu de base para outros sistemas orientados ao mercado;
2. GBTool – *Green Building Tool*; consórcio internacional (IISBE, 2005): primeiro sistema orientado à pesquisa e chamado de “segunda geração” de sistemas de avaliação de edifícios;
3. LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*; Estados Unidos (USGBC, 2006): atualmente o método com maior potencial de crescimento, pelo investimento maciço que está sendo feito para sua difusão e aprimoramento;
4. CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*; Japão (JSBC, 2006): sistema inspirado na GBTool e que trabalha com um índice de eficiência ambiental do edifício (*Building Environmental Efficiency –BEE*);

5. *Green Star Office Design*; Austrália (GBCA, 2005): baseado em metodologias existentes como o BREEAM e o LEED;
6. *NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE® Bureau et Enseignement*, França (CSTB, 2005): metodologia diferenciada que avalia o sistema de gestão do empreendimento e proporciona a possibilidade de adaptar a avaliação do desempenho ambiental ao perfil de contexto de cada empreendimento, permitindo que os projetos foquem as realidades específicas de seu entorno e prioridades destacadas pelos empreendedores.

Adicionalmente, foram analisadas uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade de edifícios e um modelo proposto para edifícios brasileiros. O primeiro, *Sustainable Building Assessment Tool* (SBAT) foi desenvolvido na África do Sul (GIBBERD, 2002) e é a primeira iniciativa para desenvolvimento de sistemas de avaliação da sustentabilidade de edifícios de países em desenvolvimento. O segundo, é um modelo proposto por Silva (2003) para o Brasil, considerado o trabalho pioneiro sobre avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros.

#### **2.4.1 *Building Research Establishment Environmental Assessment Method – BREEAM OFFICES 2006***

O BREEAM foi lançado em 1990, no Reino Unido, por pesquisadores do *Building Research Establishment* (BRE) e do setor privado, em parceria com a indústria. É o mais antigo e serviu de base para diversos métodos de avaliação ambiental de edifícios. O reconhecimento “ao mais bem sucedido programa para disseminação de edifícios sustentáveis, que influencia outras iniciativas relacionadas ao redor do mundo” foi comprovado pelo Prêmio *The Best Program Award* recebido na *World Sustainable Building Conference*, realizada em Tóquio, em 2005. Só no Reino Unido, 65.000 edifícios foram certificados até fevereiro de 2007 e outros 270.000 estão registrados para avaliação (BRE, 2007).

O sistema é revisado periodicamente para atualização em relação a avanços em pesquisa e tecnologia, à experiência acumulada, alterações nas prioridades de regulamentações e do mercado, e para garantir que continue representando práticas de excelência no momento da avaliação. A primeira revisão ocorreu em 1993 e atualmente o BREEAM *Offices* encontra-se na versão 2006.

No site do BREEAM está disponível para *download* um *checklist* simplificado que auxilia a estimar os pontos que o edifício receberia em cada categoria, a pontuação geral e a

classificação do edifício, no caso de uma avaliação. O sistema de pontos usados no *checklist* é uma aproximação do sistema de pontuação e ponderação do BREEAM *Offices 2006*. A metodologia completa é acessível apenas aos avaliadores credenciados, que verificam o atendimento de itens mínimos de desempenho e atribuem os créditos correspondentes. No caso de uma avaliação formal, todos os itens são verificados - através de evidências - por um agente credenciado junto ao BREEAM.

#### 2.4.1.1 Categorias e requisitos para obtenção de créditos

O BREEAM possui uma estrutura de avaliação dividida em 8 categorias principais, com requisitos para a obtenção de créditos dentro de cada categoria (Tabela 2.2).

**Tabela 2.2: Categorias e requisitos avaliados pelo BREEAM Offices 2006**

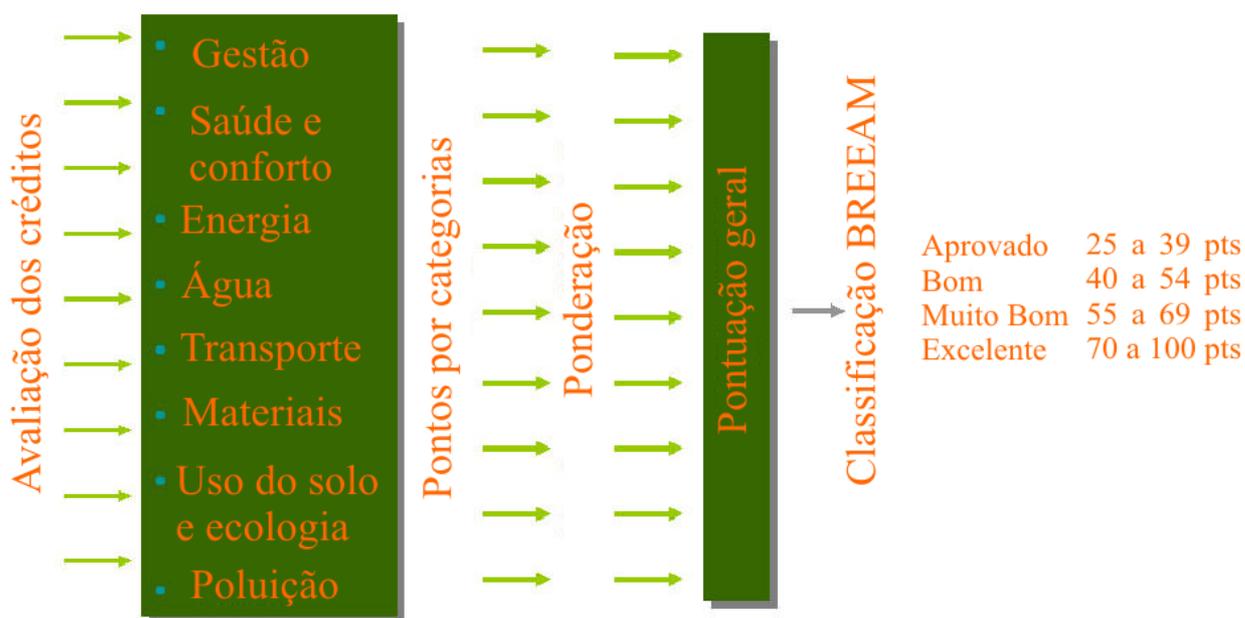
<b>CATEGORIAS</b> (% dos pontos)	<b>REQUISITOS AVALIADOS</b>
<b>Gestão</b> (15%)	Comissionamento; separação e reciclagem de resíduos no canteiro; Manual do usuário e do condomínio; monitoramento e controle de CO <sub>2</sub> <sup>18</sup> , energia, consumo de água, transporte e desperdício nas atividades do canteiro de obras
<b>Saúde e Conforto</b> (15%)	Aspectos relacionados à iluminação e ventilação natural, níveis de conforto térmico e acústico e minimização dos riscos de contaminação por <i>legionella</i>
<b>Energia</b> (13,63%)	Redução das taxas de emissão de CO <sub>2</sub> e eficiência do sistema de iluminação
<b>Transporte</b> (11,37%)	Localização do edifício; emissão de CO <sub>2</sub> relacionada aos transportes e facilidades para ciclistas
<b>Água</b> (5%)	Redução do consumo de água e sistema de detecção de vazamentos
<b>Materiais</b> (10%)	Reuso de fachadas e estruturas de edifícios existentes; implicações ambientais da seleção de materiais; espaços destinados a armazenamento de materiais recicláveis
<b>Uso do Solo</b> (15%)	Direcionamento de crescimento urbano (evitar <i>greenfields</i> e áreas de alto valor ecológico e encorajar a recuperação de <i>brownfields</i> <sup>19</sup> )
<b>Poluição</b> (15%)	Redução da poluição luminosa, da água e do ar (excluindo CO <sub>2</sub> , tratado na categoria Energia); utilização de fontes de energia renováveis ou de baixa emissão de poluentes

<sup>18</sup> Dióxido de carbono.

<sup>19</sup> A expressão “*brownfield site*” é usada para designar propriedades imobiliárias em que expansão, redensolvimento ou reuso possam ser complicados pela presença potencial ou verificada de substâncias perigosas, poluentes ou contaminantes.

### 2.4.1.2 Pontuação, ponderação e classificação

Os pontos são atribuídos para cada requisito, de acordo com o desempenho atingido, num total de 100 pontos<sup>20</sup>. A quantidade de créditos em cada categoria não reflete a importância relativa entre elas, que é dada por fatores de ponderação<sup>21</sup> atribuídos a cada categoria, possibilitando os créditos de serem agrupados para produzir uma pontuação geral única. Este número permite o enquadramento do edifício em uma das classes de desempenho propostas pelo método: aprovado, bom, muito bom e excelente (Figura 2.2).



**Figura 2.2: Estrutura de avaliação do BREEAM Offices 2006 (BRE, 2006)**

A avaliação é realizada por meio de auditorias externas de avaliadores treinados e credenciados ao BRE. Quando uma avaliação é conduzida na etapa de projeto, o BRE recomenda que uma revisão pós-construção seja realizada para assegurar que o resultado final alcance as aspirações dos projetistas.

### 2.4.2 Green Building Tool - GBTool 2005

O *Green Building Tool* – GBTool é um *software* de implementação do método de avaliação criado pelo *Green Building Challenge* – GBC, um consórcio resultante da união de esforços de 14 países que está desenvolvendo e testando, desde 1996, um novo método de

<sup>20</sup> Pontuação possível de ser obtida no *checklist* simplificado disponível para *download*.

<sup>21</sup> Os pesos das ponderações de cada categoria não são declarados, restringindo-se aos avaliadores do BREEAM.

avaliação do desempenho ambiental de edifícios<sup>22</sup>. O GBC iniciou sob a administração do *Natural Resources Canada*, mas a partir de 2002 sua responsabilidade passou para o *International Initiative for Sustainable Built Environment* – iiSBE.

O *GBTool* é uma segunda geração de sistemas de avaliação de edifícios, projetado para abrandar as limitações e incluir áreas da avaliação do desempenho do edifício previamente ignoradas ou pouco cobertas pelos métodos existentes e para refletir as prioridades, tecnologias, tradições construtivas e até valores culturais existentes em diferentes países ou regiões em um mesmo país (COLE, 1999; LARSSON, 2001). A estrutura do *GBTool* compreende uma base comum de avaliação, mas com aspectos que devem ser personalizados para refletir as características regionais e locais de onde o edifício sob avaliação está localizado. Para tanto, o *software* com base no Microsoft Excel é modificado por equipes nacionais e testado em estudos de caso, apresentados e discutidos em conferências internacionais. O *GBTool* pode ser aplicado em edifícios de diferentes tipologias e em quatro etapas do ciclo de vida do edifício: pré-projeto, projeto, construção e operação da edificação.

Durante 1997 e 1998 o *GBTool* foi testado em 34 edifícios dos 14 países participantes e os resultados foram apresentados na GBC'98, uma conferência internacional realizada em 1998 em Vancouver, Canadá. O *Green Building Challenge 2000* foi a continuação do GBC'98 e, após um período de 18 meses de revisões, modificações e testes do *GBTool*, os resultados das avaliações dos edifícios foram apresentados na conferência *Sustainable Buildings 2000* (SB 2000), realizado em Maastricht, na Holanda. O terceiro ciclo de pesquisa e difusão dos resultados envolveu pesquisas conduzidas em 16 países, entre eles o Brasil, cujos resultados foram divulgados na conferência internacional SB'02/GBC'02, realizada em 2002 em Oslo, Noruega. O quarto ciclo iniciou em 2003 e foi concluído com a SB'05, em Tóquio, Japão e o quinto ciclo será o SB'08, a ser realizado em setembro de 2008, em Melbourne, Austrália.

Segundo Larsson (2001), o produto principal deste processo será primeiramente no nível de **pesquisa e desenvolvimento** - especificamente um completo entendimento de aspectos envolvidos no desenvolvimento de tal sistema, assim como uma contínua troca de idéias pelos pesquisadores da área. Neste ponto recai uma das diferenças entre o *GBTool* e a primeira geração de sistemas de avaliação ambiental de edifícios, uma vez que o GBC está pautado na criação de uma base metodológica e não fornece certificação e nos outros sistemas há alguma forma de classificação de desempenho vinculada a um sistema de certificação. Entretanto, o

---

<sup>22</sup> Atualmente o *GBTool* cobre uma ampla gama de questões relacionadas à sustentabilidade de edifícios e não apenas questões ambientais.

autor explica que o setor de organizações públicas e privadas é encorajado a usar os resultados da aplicação do *GBTool* para desenvolver uma nova geração de sistemas de certificação comercial, esperando resultados positivos na prática.

Uma segunda característica que diferencia o *GBTool* de outros sistemas de avaliação é que, antes de iniciar a avaliação, devem ser inseridos dados relacionados ao contexto urbano (a ferramenta assume que fatores de contexto urbano são relevantes para o julgamento durante a fase de pré-projeto e projeto. Por exemplo, não há lógica em prover um bicicletário se a utilização de bicicletas não é praticável ou não aceita como um meio de transporte na região), contexto do terreno e dados específicos do edifício<sup>23</sup>, que são utilizados para os cálculos das outras planilhas e também para indicar quais requisitos são não aplicáveis ao projeto sob avaliação (GBC, 2005). Alguns cálculos, como simulações energéticas, devem ser conduzidas em programas específicos e os resultados inseridos na seção apropriada do *GBTool*.

A terceira e principal característica de diferenciação do *GBTool* é sua flexibilidade para adaptação a diferentes contextos. Valores *defaults* foram definidos com base no contexto canadense mas, **para utilizar o sistema, equipes nacionais devem primeiramente ajustar dois pontos principais: o peso dos parâmetros (ponderações) engastados no sistema e a escala de desempenho (*benchmarks*)**, com isso assegurando resultados relevantes a condições locais.

A estrutura do *GBTool* é dividida em duas partes: o Módulo A, que inclui os *benchmarks* e as ponderações de cada critério ajustadas por terceiras partes de acordo com as condições do local de avaliação; e o Módulo B, utilizado para proceder a avaliação de acordo com os termos estabelecidos no Módulo A. Os parâmetros estabelecidos no Módulo A não podem ser alterados por usuários no Módulo B.

#### 2.4.2.1 Categorias e requisitos para obtenção de créditos

Os pontos chaves do *GBTool* 2005 são estruturados hierarquicamente em três níveis para avaliação do desempenho: temas principais, categorias e critérios, apresentados na Tabela 2.3.

---

<sup>23</sup> É solicitada uma série de dados do edifício como área (de piso, paredes e aberturas, número de pavimentos, requisitos funcionais de áreas); características arquitetônicas (ocupações do edifício, descrição das medidas utilizadas para minimizar a energia dos materiais usados, áreas existentes destinadas à separação e armazenamento de resíduos, o ângulo visível de céu através da janela); características dos sistemas técnicos e consumo de energia (caracterização dos sistemas técnicos do edifício, incluindo os sistemas de condicionamento de ar, sistemas de controle e iluminação); característica dos materiais utilizados (pesos, volumes, densidades e energias incorporadas); características relacionadas com as operações e manutenção do edifício (incluindo a localização dos espaços, o número de ocupantes, as horas de operação, entre outros); custos de ciclo de vida; custos econômicos, entre outros.

**Tabela 2.3: Aspectos avaliados no GBTool e ponderação *default* dos temas**

TEMAS	CATEGORIAS	CRITÉRIOS AVALIADOS
Seleção do terreno, planejamento e desenvolvimento do projeto (10%)	Seleção do terreno	Seleção de terreno com valor ecológico; terras agricultáveis; terrenos vulneráveis a inundações; terreno próximo a corpos d'água; terreno degradados por contaminação ambiental; proximidade do terreno a transportes públicos; distância entre centros de empregos e áreas residenciais; proximidade de facilidades comerciais e culturais; e proximidade a áreas verdes públicas
	Planejamento do projeto	Avaliação de renováveis; uso de processo de projeto integrado; preparação do relatório de Avaliação de Impacto Ambiental; planejamento do sistema de gestão de águas de escoamento; planejamento do sistema de tratamento de água; planejamento de um sistema de espera para utilização de águas cinzas; planejamento de coleta e reciclagem de resíduos sólidos; orientação solar maximizando o potencial de estratégias solares passivas
	Projeto urbano e desenvolvimento da região	Densidade da região; planejamento de usos mistos do empreendimento; relação do projeto com o entorno; compatibilidade do projeto urbano com valores culturais locais; manutenção de patrimônios históricos e edifícios existentes; planejamento de suporte ao uso da bicicleta; planejamento de políticas governamentais sobre o uso de veículos particulares; provisão de espaço público verde; planejamento de uso de plantas nativas; planejamento de uso de árvores para sombreamentos e sequestro de CO <sub>2</sub>
Energia e consumo de recursos (25%)	Ciclo de vida total de energias não renováveis	Energia primária não-renovável embutida em materiais de construção; energia primária não-renovável prevista para uso do edifício em operação
	Previsão de demanda de picos energéticos no edifício em operação	
	Energia renovável	Planejamento de uso de energia gerada por fontes renováveis produzida fora do canteiro; planejamento de uso de sistemas de energia renováveis produzidas no canteiro
	Comissionamento dos sistemas do edifício	
	Materiais	Reuso de estruturas existentes; reutilização de materiais; uso de materiais reciclados proveniente de fontes fora do canteiro; uso de biomateriais obtidos de fontes sustentáveis; uso de cimento com adições de recicláveis; uso de materiais produzidos localmente; projetar pensando na desconstrução, reuso ou reciclagem de materiais
	Água potável	Redução do uso da água para irrigação; planos de medição e gestão para limitar o uso de água potável em sistemas do edifício e necessidades dos usuários
Cargas ambientais (25%)	Emissões de gases do efeito estufa	Emissões de gases do efeito estufa embutidos em materiais de construção; previsão de emissões de gases do efeito estufa provenientes de todos os usos energéticos da operação anual do edifício
	Outras emissões atmosféricas	Características de projeto minimizam emissões de substâncias causadoras de destruição da camada de ozônio, emissões acidificantes e foto-oxidantes durante a operação do edifício
	Resíduos sólidos	Minimizar resíduos sólidos resultantes dos processos de construção e demolição; características de projeto minimizam resíduos sólidos resultantes da operação do edifício
	Água da chuva, água de escoamento, esgoto	Limitar o descarte de efluentes líquidos produzidos durante a operação do edifício; maximizar a retenção da água da chuva para reuso posterior; minimizar escoamento de água para fora dos limites do terreno
	Impactos no canteiro	Medidas para minimizar interferência em cursos d'água e outras características do terreno; minimizar impactos do processo construtivo para evitar erosões; condições adversas do vento em torno de edifícios altos; minimizar perigo de resíduos tóxicos
	Outros impactos locais e regionais	Impactos do edifício em acessos à iluminação natural ou potencial de energia solar em propriedades adjacentes; limitar mudanças térmicas em cursos d'água e aquíferos subterrâneos; efeito de ilhas de calor em superfícies pavimentadas e coberturas; poluição luminosa

**Tabela 2.3 (continuação): Aspectos avaliados no GBTool e ponderação default dos temas**

Qualidade do ambiente interno (15%)	Qualidade do ar interior	Seleção de materiais de revestimentos internos com mínima emissão de gases poluentes; projetar características para limitar poluição entre ocupações; projetar características para controlar poluentes gerados pelas atividades de ocupação; projetar para limitar concentrações de CO <sub>2</sub> ; provisão de monitoramento da qualidade do ar interno durante a operação do edifício
	Ventilação	Maximizar a eficiência da ventilação em edifícios naturalmente ventilados; garantir um nível satisfatório de qualidade do ar e ventilação em edifícios condicionados mecanicamente
	Temperatura do ar e umidade relativa	Manter temperatura do ar e umidade relativa aceitável em áreas condicionadas mecanicamente; manter a temperatura do ar aceitável em áreas naturalmente ventiladas
	Iluminação e iluminação natural	Assegurar níveis aceitáveis de iluminação natural em áreas de ocupação primária; minimizar ofuscamento; níveis de iluminação e qualidade da iluminação
	Ruídos e acústica	Atenuação dos ruídos pelo envelope exterior do edifício; ruídos de equipamentos em áreas de ocupação primária; atenuação de ruídos em áreas de ocupação primária; desempenho acústico em áreas de ocupação primária
Funcionalidade e controlabilidade dos sistemas (5%)	Funcionalidade e eficiência	Funcionalidade do <i>layout</i> ; eficiência espacial; eficiência da volumetria
	Projetar para manter funções essenciais do edifício	
	Controlabilidade	Provisão de sistema de controle gerencial do edifício; capacidade de operação parcial de sistemas técnicos do edifício; controle local dos sistemas de iluminação; controle pessoal de sistemas técnicos pelos ocupantes
Desempenho a longo prazo (10%)	Flexibilidade e adaptabilidade	Abilidade de modificar sistemas técnicos do edifícios; adaptabilidade da estrutura do edifício, do pé direito, do envelope e sistemas técnicos; adaptabilidade a mudanças futuras no tipo de suprimento de energia
	Manutenção do desempenho de operação	Manutenção do desempenho do envelope; planejamento de medições, monitoramento e verificações de desempenho; registros de documentação e projetos <i>as built</i> ; provisão e manutenção de registros do edifício; treinamento do pessoal de operação do edifício
Aspectos sociais e econômicos (10%)	Custos e aspectos econômicos	Custo do ciclo de vida do edifício; planejar medidas para minimizar o custo de construção, de manutenção e operação do edifício; planejar medidas para maximizar suporte à economia local
	Aspectos sociais	Planejar medidas para minimizar acidentes durante a construção e maximizar a segurança dos usuários do edifício; acesso a pessoas portadoras de necessidades especiais; acesso a vistas externas dos locais de trabalho

#### 2.4.2.2 Pontuação, ponderação e classificação

A pontuação é atribuída por comparação com uma escala de desempenhos de referência (*benchmarks*). Os parâmetros de desempenho são basicamente de dois tipos: os que podem ser expressos em valores numéricos (critérios quantitativos) e outros que são melhores descritos em forma de texto (critérios qualitativos). O *GBTool* tenta expressar a maioria dos parâmetros possíveis em forma numérica mas, em alguns casos, isto não é possível. Em todos os casos, valores de desempenho são relacionados a uma escala que varia de -1 a +5, com a seguintes interpretação:

**-1:** nível de desempenho insatisfatório, abaixo do mínimo desempenho aceitável

- 0: mínimo desempenho aceitável (usualmente, mas nem sempre definido por regulamentações)
- 3: boas práticas
- 5: melhores práticas

Os níveis de desempenho fixados a cada pontuação irão variar em função da localização e muitas vezes pela tipologia do edifício e é por isso que o *GBTool* requer terceiras partes locais para definir níveis de desempenho apropriados. No caso de parâmetros numéricos, isto é feito pela definição de dois valores numéricos nos níveis 0 e +5 (Figura 2.3), que então definem a inclinação da reta que define os valores dos níveis de desempenho -1 e +3.

G1.4 Measures planned for affordability of residential rental or cost levels				
Intent	To assess whether rents or costs of the Design will be affordable for the target market.		Applicable phases (Active if green)	
Indicator	For Residential Occupancy, the projected total occupancy cost (rental cost or total carrying charges and upkeep of a purchased unit), as a percentage of modal household income in the urban region.		Dsn	Ops.
Information sources and notes	For Office buildings, will the completed building be affordable for the target market? From a broader social perspective, the affordability of residential occupancies relative to average incomes is also a concern.		Euro	
Applicability	For Total Building, all sizes			
	Residential Occupancy		Percent	Score
Negative			30%	-1
Acceptable practice	Analysis of design documentation indicates that the gross housing cost, including rent or financing costs plus basic utilities, as a percentage of gross income will exceed :		30%	0
Good Practice			25%	3
Best Practice			22%	5

**Figura 2.3: Benchmark para um parâmetro numérico do *GBTool*, mostrando duas células amarelas para entrada de valores locais.**

A Figura 2.4 apresenta um exemplo de *benchmark* descrito na forma textual.

D2.1 Design features to maximize effectiveness of ventilation in naturally ventilated occupancies				
Intent	To ensure that the number, placement and type of windows or other openings in a naturally-ventilated building are capable of providing a high level of air quality and ventilation.		Applicable phases (Active if green)	
Indicator	Area and location of windows that provide natural ventilation.		Dsn	Ops.
Information sources and notes	Cross-ventilation is defined as spaces where openable windows are located on at least two separate walls.			
	Whole Building Design Guide			
Applicability	Total Building, all sizes, under user-defined height limit.		Height limit, floors	20
	Total Project			Score
Negative	The aggregate area of openings from primary occupancy areas to the exterior is less than 5% of the aggregate primary floor area, and less than 50% of all primary spaces have cross-ventilation.			-1
Acceptable practice	The aggregate area of openings from primary occupancy areas to the exterior is at least 5% of the aggregate primary floor area, and more than 50% of all primary spaces have cross-ventilation.			0
Good Practice	The aggregate area of openings from primary occupancy areas to the exterior is at least 5% of the aggregate primary floor area, and at more than 75% of all primary spaces have cross-ventilation.			3
Best Practice	The aggregate area of openings from primary occupancy areas to the exterior is at least 10% of the aggregate primary floor area, and more than 90% of all primary spaces have cross-ventilation.			5

**Figura 2.4: Benchmark para um parâmetro textual do *GBTool***

Além dos parâmetros de desempenho, as ponderações são outro aspecto customizado pelas equipes nacionais. A importância relativa das diferentes categorias é considerada através de critérios de ponderação ajustados pelas equipes para garantir que os resultados reflitam o contexto de avaliação específico.

As Figuras 2.5 e 2.6 apresentam um trecho das planilhas para estabelecimento das ponderações dos temas, das categorias e dos critérios de avaliação, de acordo com a relativa importância do aspecto analisado ao local onde a ferramenta será utilizada. Algumas ponderações de níveis mais baixos são determinadas automaticamente pelo *GBTool*, dependendo de fatores específicos de contexto ou características do projeto. Por exemplo, se não há ciclovias próximas ao edifício, a ponderação do critério para facilidades aos ciclistas é determinada como zero; da mesma forma que critérios a respeito de sistemas mecânicos de condicionamento de ar são determinados zero se o edifício é naturalmente ventilado. Nestes casos, todos os pesos nas categorias são redistribuídos entre outros critérios remanescentes ativamente (GBC, 2005).

Weighting of Issues and Categories GBT05-Demo		English Interface	Design Phase is active		
	Values range from 0 (not applicable) to 5 (most important), with the value 2 representing the normal default or null value, except for Mandatory parameters, which range from 3 to 5. Click on box at right to select Default or your own weighting values.	<b>Using Defaults</b>			
	Instructions: First decide if you want to use the defaults If you want to set your own weights 1. First set relative importance for highest level Issues 2. Then set values for Categories within each Issue area 3. To set lowest level weights, go to WtB worksheet	<b>Suggested Default values</b>	<b>Percent of group</b>	<b>Weighted percent</b>	<b>Select your own weighting values.</b>
					<b>Mandatory</b>
<b>Issues</b>		<b>Active</b>			
A	Site Selection, Project Planning and Development	3	12.5%	3	
B	Energy and Resource Consumption	5	20.8%	5	M
C	Environmental Loadings	5	20.8%	5	M
D	Indoor Environmental Quality	4	16.7%	5	M
E	Functionality	2	8.3%	0	
F	Long-Term Performance	2	8.3%	0	
G	Social and Economic aspects	3	12.5%	0	
<b>Categories</b> (note that some categories are only operative in certain phases)					
A Site Selection, Project Planning and Development					
A1	Site Selection	2	33%	4.2%	3
A2	Project Planning	2	33%	4.2%	3
A3	Urban Design and Site Development	2	33%	4.2%	3
B Energy and Resource Consumption					
B1	Total Life Cycle Non-Renewable Energy	5	25%	5.2%	5
B2	Predicted electrical peak demand for building operations	3	15%	3.1%	3
B3	Renewable Energy	3	15%	3.1%	3
B4	Commissioning of building systems	3	15%	3.1%	3
B5	Materials	3	15%	3.1%	3
B6	Potable Water	3	15%	3.1%	3

**Figura 2.5: Trecho da planilha original do *GBTool* para estabelecimento das ponderações dos temas e das categorias**

Weighting of Criteria, GBT05-Demo				Design Phase					
				Notes visible					
Click buttons 1, 2 or 3 at upper left to change level of detail. This does not work if copy protection is on.	Weighting on (•) or off	Extent of potential effect (global or regional = 3, urban or nbhd. = 2, building or site = 1)	Intensity of potential effect (strong or direct = 3, moderate or indirect = 2, weak = 1)	Duration of potential effect (>50 yr = 3, >10 yr = 2, <10 yr = 1)	This sheet provides assistance in weighting of parameters. Each low-level Criterion is scored according to weak or strong links (1 to 3) with three major environmental effect areas. All weighted scores will be affected by specific building in Module B.  Remember to complete sheet WTA first!	Issue weights	Category weights	Criteria weights within Category	Criteria weights, total system
•	2	2	3	A3.1 Planned development density		19.7%	0.8%		
•	2	2	2	A3.2 Plan for mixed uses within the project	Based on building area	13.1%	0.5%		
•	2	2	2	A3.3 Relationship of design with existing streetscapes	Modified by Context 5	0.0%	0.0%		
•	2	2	2	A3.4 Compatibility of urban design with local cultural values		13.1%	0.5%		
•	1	2	2	A3.5 Maintenance of heritage value of existing building		6.6%	0.3%		
•	2	1	1	A3.6 Planned support for bicycle use	Modified by Context 7	0.0%	0.0%		
•	2	2	1	A3.7 Planned policies governing use of private vehicles		6.6%	0.3%		
•	2	2	3	A3.8 Provision of public green space		19.7%	0.8%		
•	1	1	1	A3.9 Planned use of native plantings		1.6%	0.1%		
•	2	2	3	A3.10 Planned use of trees for solar shading and sequestration of carbon dioxide		19.7%	0.8%		
•	2	2	3	A3.11 Maintenance or development of wildlife corridors	Based on site area	0.0%	0.0%		
<b>M</b>	<b>B Energy and Resource Consumption</b>				<b>20.8%</b>				
<b>M</b>				<b>B1 Total Life Cycle Non-Renewable Energy</b>		<b>25.0%</b>			
<b>M</b>	3	2	1	B1.1 Predicted non-renewable primary energy embodied in construction materials		25.0%	1.3%		
<b>M</b>	3	2	3	B1.2 Predicted non-renewable delivered energy used for building operations		75.0%	3.9%		
				B2 Predicted electrical peak demand for building operations		15.0%	3.1%		
				B3 Renewable Energy		15.0%			
•	3	3	1	B3.1 Plans for use of off-site energy that is generated from renewable sources		33.3%	1.0%		
<b>M</b>	3	3	2	B3.2 Plans for use of on-site renewable energy systems		66.7%	2.1%		
				B4 Commissioning of building systems	B4 based on building area	15.0%	3.1%		
				B5 Materials		15.0%			
•	3	3	3	B5.1 Planned re-use of existing structures		31.0%	1.0%		
•	3	2	2	B5.2 Planned re-use of salvaged materials	Modified by Context 27	0.0%	0.0%		

**Figura 2.6: Trecho da planilha original do GBTool para estabelecimento das ponderações dos critérios**

Com as definições das ponderações e parâmetros de desempenho feitas pelas equipes nacionais no Módulo A do GBTool, os projetistas, construtores ou outros usuários podem realizar auto-avaliações do desempenho do projeto usando o Módulo B. A Figura 2.7 mostra o módulo de avaliação para o exemplo de *benchmark* mostrado na Figura 2.4, onde o edifício receberia três pontos por atender ao parâmetro de desempenho que representa boas práticas.

D2.1 Design features to maximize effectiveness of ventilation in naturally ventilated occupancies		Active	39.1%	
Intent	To ensure that the number, placement and type of windows or other openings in a naturally-ventilated building are capable of providing a high level of air quality and ventilation.		Applicable phases (Active if green)	
Indicator	Area and location of windows that provide natural ventilation.		Dsn	Ops.
Information sources and notes	Cross-ventilation is defined as spaces where openable windows are located on at least two separate walls.		Occupancies used	
	Whole Building Design Guide			Office Retail
Applicability	Total Building, all sizes, under user-defined height limit.		Height limit, floors	20
Relevant Context Information				
Total Project				
Designers notes				
Relevant Design information	Total Building area naturally ventilated =2200 m2		Perform. Score	Wtd. Score
Actual Design value	The aggregate area of openings from primary occupancy areas to the exterior is at least 5% of the aggregate primary floor area, and at more than 75% of all primary spaces have cross-ventilation.		3.0	1.17
Negative	The aggregate area of openings from primary occupancy areas to the exterior is less than 5% of the aggregate primary floor area, and less than 50% of all primary spaces have cross-ventilation.			-1
Acceptable practice	The aggregate area of openings from primary occupancy areas to the exterior is at least 5% of the aggregate primary floor area, and more than 50% of all primary spaces have cross-ventilation.			0
Good Practice	The aggregate area of openings from primary occupancy areas to the exterior is at least 5% of the aggregate primary floor area, and at more than 75% of all primary spaces have cross-ventilation.			3
Best Practice	The aggregate area of openings from primary occupancy areas to the exterior is at least 10% of the aggregate primary floor area, and more than 90% of all primary spaces have cross-ventilation.			5

Figura 2.7: Exemplo de avaliação do parâmetro D2.1 do GBTool

A pontuação global do edifício é obtida pela agregação das pontuações com suas respectivas ponderações. Para tanto, a pontuação de cada categoria é obtida através da ponderação dos pontos de cada um dos critérios que a constituem, assim como a pontuação de cada um dos temas principais é obtida através da ponderação dos pontos de suas categorias. Por fim, a pontuação final do edifício é obtida através da ponderação dos pontos de todos os temas principais, conforme esquema representado pela Figura 2.8.

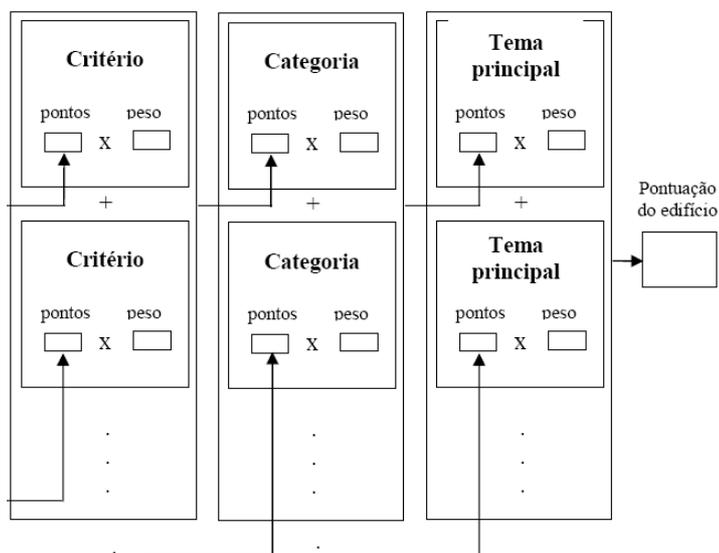


Figura 2.8: Estrutura de pontuação do GBTool (adaptado de KALBUSCH, 2006)

A comunicação dos resultados é feita de duas formas distintas: o resultado do desempenho relativo e o resultado do desempenho absoluto do edifício. No primeiro, são apresentadas as pontuações obtidas pelo edifício em cada tema principal avaliado, assim como a pontuação global do edifício. Estes resultados estão diretamente relacionados com a decisão dos pesos na avaliação, uma vez que as pontuações são calculadas após a ponderação de cada questão. A ferramenta gera um gráfico de barras que representa a pontuação de cada um dos temas principais. A Figura 2.9 apresenta um exemplo de comunicação de resultados do desempenho relativo de um edifício, com a pontuação de cada tema (A a G) e a pontuação total ponderada (2.0).

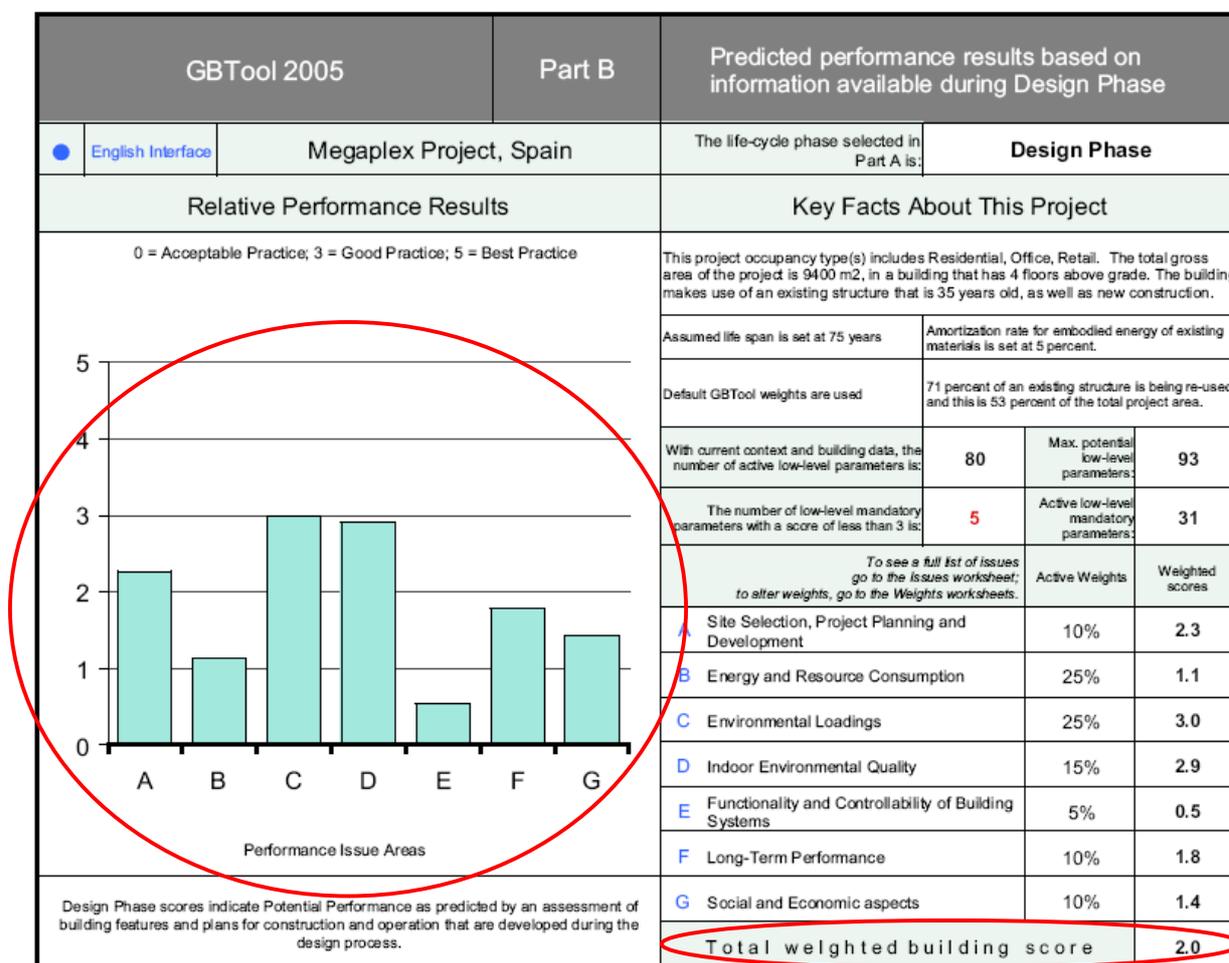


Figura 2.9: Exemplo de planilha de resultados do desempenho relativo do edifício

O resultado do desempenho absoluto do edifício é feito por meio de indicadores de sustentabilidade ambiental, que são medidas absolutas do desempenho que caracterizam as práticas sustentáveis do edifício e que facilitam a comparação internacional entre edifícios. Na

versão 2005 do *GBTool*, 12 indicadores são avaliados, dos quais os nove primeiros são valores determinados por *área* e por *área e ocupação*:

1. Consumo total de energia primária incorporada, GJ
2. Consumo anual de energia primária incorporada, MJ/ano
3. Consumo anual de energia primária para operação do edifício, MJ/ano
4. Consumo anual de energia primária não-renovável para operação do edifício, MJ/ano
5. Consumo anual de energia primária incorporada e para operação do edifício, MJ/ano
6. Energias renováveis totais usadas para operação do edifício, MJ/ano
7. Consumo anual de água potável para operação do edifício, m<sup>3</sup>/ano
8. Uso anual de água cinza e água da chuva para operação do edifício, m<sup>3</sup>/ano
9. Emissão anual de gases do efeito estufa para operação do edifício, kg.CO<sup>2</sup> equivalente por ano
10. Temperatura em áreas de ocupação primárias naturalmente ventiladas por mais de 90% das horas ocupadas, °C
11. Proporção de área de estruturas existentes reutilizadas no novo projeto, %
12. Proporção de área do projeto provido por reuso de estruturas existentes, %

#### ***2.4.3 Leadership in Energy and Environmental Design – LEED for New Construction and Major Renovations (LEED-NC) Version 2.2 Rating System***

O LEED foi desenvolvido pelo *U. S. Green Building Council* (USGBC) e a versão-piloto (*LEED 1.0*) foi lançada em abril de 1999. O *LEED for New Construction and Major Renovations*<sup>24</sup> (LEED-NC) 2.0 foi introduzido em março de 2000, baseado no teste piloto conduzido em 12 edifícios que receberam certificação e que resultou na reestruturação dos critérios de desempenho e da estrutura interna do método. O LEED-NC versão 2 teve duas revisões significativas: LEED-NC versão 2.1, em 2002, e o atualmente em uso LEED-NC 2.2, publicado em novembro de 2005.

Esta metodologia de avaliação é baseada em especificações de desempenho e a avaliação é realizada, assim como no BREEAM, através da obtenção de créditos para o atendimento de critérios pré-estabelecidos. As referências provêm de normas e recomendações de organismos de terceira parte com credibilidade reconhecida, como a ASHRAE, ASTM, USEPA e o DOE.

---

<sup>24</sup> O *LEED-NC* é utilizado para edifícios de escritórios, institucionais (bibliotecas, museus, igrejas, entre outros), hotéis e edifícios residenciais com mais de quatro pavimentos.

A singularidade do LEED e o apoio de associações e fabricantes de materiais e produtos favoreceram sua ampla disseminação nos Estados Unidos (com derivações para os estados de Minnesota e Califórnia e para a cidade de Seattle<sup>25</sup>, por exemplo), no Canadá (LEED *Canada for New Construction and Major Renovations* e LEED *Canada for Commercial Interiors*) e na Índia (LEED *India for New Construction and Major Renovations*).

Em 2004, os edifícios registrados no LEED foram responsáveis por US\$ 7,15 bilhões - em torno de 2,7% dos US\$ 264 bilhões do mercado de construção comercial nos Estados Unidos. Entretanto, estimativas sugerem que se forem considerados os projetos que seguiram os requisitos do LEED mas não os registraram formalmente, o total do mercado de *green buildings* pode girar em torno de 30% de todas as construções não residenciais (MCGRAW-HILL CONSTRUCTION, 2005, APUD COLE, 2006).

Em 2005, na ausência de um referencial nacional e mesmo tendo sido verificada a inadequação da aplicação de metodologias estrangeiras no Brasil (SILVA, 2003; HERNANDES, 2006; SILVA, 2007b), o LEED foi escolhido para certificação de eco-eficiência do projeto de ampliação do CENPES, centro de pesquisas da PETROBRAS no Rio de Janeiro. A utilização do LEED como padrão de referência para a certificação do CENPES impulsionou a utilização do referencial americano em outros edifícios comerciais brasileiros. No momento há apenas um edifício brasileiro certificado pelo LEED: o de uma agência do banco ABN AMRO Real, inaugurada em janeiro de 2007, em Cotia, na Grande São Paulo. Outros 24 projetos brasileiros aparecem como registrados, em novembro de 2007, em algum sistema da família LEED, conforme mostra a Tabela 2.4 (USGBC, 2007).

---

<sup>25</sup> Apesar das metodologias regionais terem reconhecidos benefícios pela identificação de requisitos locais, Ball (2002) considera que esta diversidade pode causar confusões e reduzir o escopo de comparação entre edifícios certificados por diferentes sistemas. Também acrescenta que a constante introdução de novas metodologias tem a tendência de fugir da idéia central holística e rumar a fragmentações. O autor cita como exemplo os Estados Unidos, que tem não menos que 21 grupos separados de certificação, resultando na diluição das informações que as metodologias objetivam prover. Em contraponto, Cole (2005) argumenta que diferentes metodologias têm maiores ou menores pontos fortes e fracos, e as mais novas valhem-se deste conhecimento adquirido para incluir aspectos e elementos que permitam seu uso mais efetivo.

**Tabela 2.4: Projetos brasileiros registrados no LEED para certificação (USGBC, 2007)**

PROJETO	CONSTRUTOR/INCORPORADOR	CIDADE	SISTEMA
Banco Real Agência Bancária	ABN AMRO BANK	São Paulo - SP	LEED NC 2.2
Colégio Cruzeiro		Rio de Janeiro - RJ	LEED NC 2.1
Curitiba Office Park		Curitiba - PR	LEED CS 2.0
Delboni Auriemo - Dumont Villares		São Paulo - SP	LEED NC 2.2
Eldorado Business Tower	Gafisa S/A	São Paulo - SP	LEED CS 2.0
Morgan Stanley	Banco Morgan Stanley Dean Witter S.A.	São Paulo - SP	LEED CI 2.0
Plaza Mayor Alto da Lapa	Even Construtora e Incorporadora Ltda	São Paulo - SP	LEED NC 2.2
Primavera Office Building		Florianópolis - SC	LEED NC 2.1
Príncipe de Greenfield		Porto Alegre - RS	LEED NC 2.2
Rochaverá Corporate Towers	Tishman Speyer Properties	São Paulo - SP	LEED CS 2.0
Rochaverá Corporate Towers - Fase II	Tishman Speyer Properties	São Paulo - SP	LEED CS 2.0
SBIBHAE - Edifício 1		São Paulo - SP	LEED NC 2.2
SBIBHAE - Edifício 2		São Paulo - SP	LEED NC 2.2
SBIBHAE - Edifício 3		São Paulo - SP	LEED NC 2.2
SBIBHAE - Unidade Morumbi		São Paulo - SP	LEED EB 2.0
SBIBHAE - Unidade Perdizes		São Paulo - SP	LEED NC 2.2
Sede SERASA	SERASA	São Paulo - SP	LEED EB 2.0
The Gift - Green Square	Even Construtora e Incorporadora Ltda	São Paulo - SP	LEED NC 2.2
Torre São Paulo		São Paulo - SP	LEED CS 2.0
Ventura Corporate Towers	Tishman Speyer Properties	São Paulo - SP	LEED CS 2.0
Ventura Corporate Towers 2	Tishman Speyer Properties	São Paulo - SP	LEED CS 2.0
WT - Águas claras		Nova Lima - MG	LEED CS 2.0
WT - Henrique Valadares		Rio de Janeiro - RJ	LEED CS 2.0
WT - Nações Unidas		São Paulo - SP	LEED CS 2.0

*LEED-NC (for New Construction and Major Renovation); LEED-CS (Core and Shell); LEED-CI (Commercial Interiors); LEED-EB (Existing Buildings)*

#### 2.4.3.1 Categorias e requisitos para obtenção de créditos

O LEED possui uma estrutura simples, apresentada em forma de um *checklist* facilmente utilizável para o desenvolvimento de projetos. O critério mínimo para classificação é o cumprimento de 7 pré-requisitos. Após esta etapa o edifício pode receber até 69 pontos, distribuídos em 6 categorias (Tabela 2.5).

**Tabela 2.5: Categorias e requisitos avaliados pelo *LEED for New Construction and Major Renovations (LEED-NC) Version 2.2 Rating System***

CATEGORIAS (% dos pontos)	REQUISITOS AVALIADOS
<p><b>Sítios sustentáveis</b> (20%)</p>	<p><b>Pré-requisito:</b> Prevenção da poluição nas atividades de construção  <b>Requisitos:</b> 1) Seleção do terreno                  2) Desenvolvimento de áreas urbanas com infra-estrutura existente                  3) Reabilitação de áreas degradadas por contaminação ambiental                  4) Transporte alternativo                  5) Limitação da perturbação do solo                  6) Maximização de espaços abertos                  7) Gestão da água da chuva                  8) Redução das ilhas de calor                  9) Redução da poluição luminosa</p>
<p><b>Uso eficiente da água</b> (7%)</p>	<p>1) Paisagismo eficiente                  2) Utilização de tecnologias inovadoras para a redução do esgoto produzido                  3) Redução no consumo de água</p>
<p><b>Energia e atmosfera</b> (25%)</p>	<p><b>Pré-requisitos:</b> 1) Comissionamento de sistemas energéticos da edificação; 2) Eficiência energética mínima; 3) Gestão de gases refrigerantes  <b>Requisitos:</b> 1) Otimização do desempenho energético                  2) Utilização de energia renovável produzida no local                  3) Comissionamento adicional                  4) Gestão adicional de gases refrigerantes                  5) Medição e verificação de desempenho dos sistemas                  6) Utilização de fontes de energia renováveis (<i>green power</i>) de concessionárias</p>
<p><b>Materiais e recursos</b> (19%)</p>	<p><b>Pré-requisitos:</b> Área para separação, coleta e armazenagem de materiais para reciclagem, incluindo (no mínimo) papel, papelão, vidro, plástico e metais  <b>Requisitos:</b> 1) Reuso do edifício (manutenção da estrutura, envelope e elementos internos de edifícios existentes, no caso de reformas)                  2) Gestão dos resíduos de construção e demolição                  3) Reutilização de recursos                  4) Uso de materiais com conteúdo reciclado                  5) Uso de materiais regionais                  6) Uso de materiais de rápida renovação                  7) Uso de madeira certificada</p>
<p><b>Qualidade do ambiente interno</b> (22%)</p>	<p><b>Pré-requisitos:</b> 1) Desempenho mínimo da qualidade do ar interno; 2) Controle ambiental da fumaça de cigarro  <b>Requisitos:</b> 1) Monitoramento da eficiência do sistema de ventilação e das emissões de CO<sub>2</sub>                  2) Aumento nas taxas de ventilação                  3) Desenvolvimento e implementação de um Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interno para as fases de construção e pré-ocupação do edifício                  4) Uso de materiais de baixa emissão de compostos orgânicos voláteis                  5) Uso de madeiras sem adição de formaldeído                  6) Controle de fontes químicas e poluentes internos                  7) Controle dos sistemas pelos usuários                  8) Conforto térmico dos usuários                  9) Iluminação natural e vistas para o exterior</p>
<p><b>Inovação e processo de projeto</b> (7%)</p>	<p>Introdução de inovações ao projeto, como desempenho acima do requerido pelo LEED; iniciativas ambientais não contempladas pelo LEED; ter pelo menos um LEED <i>Accredited Professional</i> participando da equipe do empreendimento; utilização de estratégias ou tecnologias inovadoras que demonstrem significativo benefício ambiental</p>

### 2.4.3.2 Pontuação, ponderação e classificação

A classificação obtida pelo edifício na avaliação é apresentada na Tabela 2.6.

**Tabela 2.6: Classificação para certificação LEED**

Classificação	Pontos (total 69 pts)
Certificado	26 a 32 pts (40-50%)
Prata	33 a 38 pts (51-60%)
Ouro	39 a 51 pts (61-80%)
Platina	≥ 52 pts (≥ 81%)

Todas as categorias têm o peso definido pelo número de requisitos exigidos. Isto é, não há ponderação entre categorias, mas o número variável de itens dentro delas define implicitamente seus pesos.

A certificação é válida por 5 anos e após este período deve haver a solicitação de avaliação em outro programa, como o *LEED Existing Buildings* ou *LEED Commercial Interiors*.

### 2.4.4 *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency – CASBEE for New Construction (CASBEE-NC 2004v1.02)*

O CASBEE é um método desenvolvido em 2002 no Japão e em constante atualização pelo *Japan Sustainable Building Consortium – JSBC*. Em 2005 iniciou o processo de certificação de edifícios pelo CASBEE e, até dezembro de 2007, haviam sido realizadas 23 certificações (JSBC, 2008).

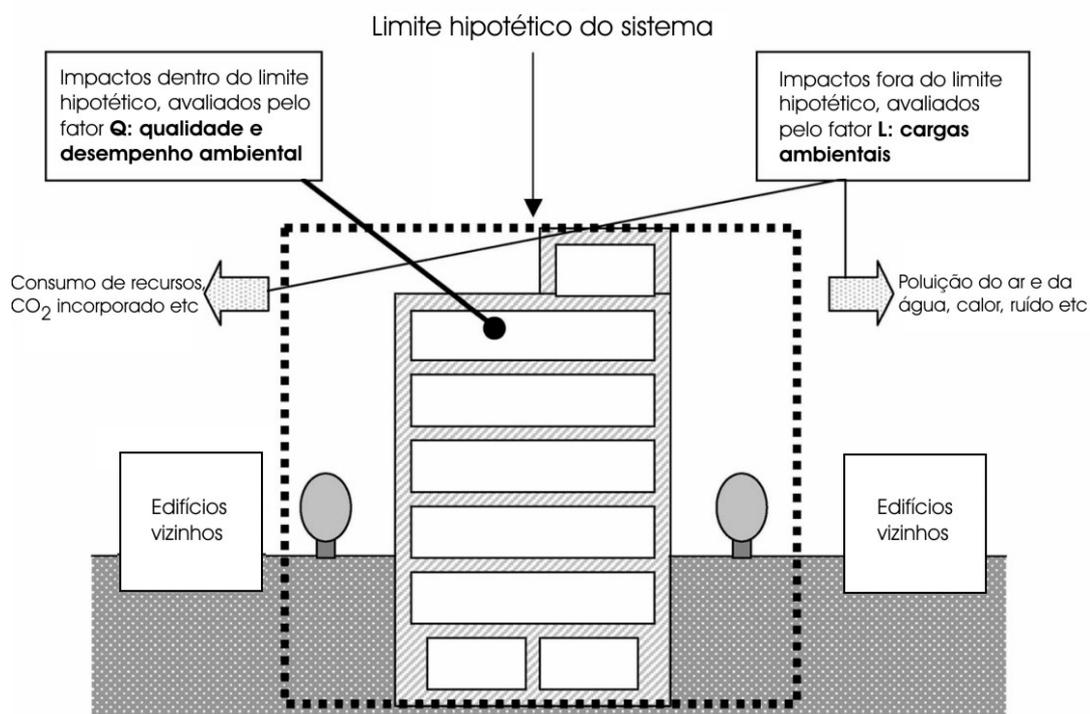
O CASBEE avalia diversas tipologias de edifícios (escritórios, escolas, hospitais e multi-residenciais, entre outros) e é composto por quatro ferramentas de avaliação relacionadas às fases do ciclo de vida do edifício<sup>26</sup>. O CASBEE-NC, objeto de estudo neste trabalho, encontra-se atualmente na versão 2006. Como neste momento esta edição está disponível apenas em japonês, foi utilizada a versão de 2004 para a análise do sistema, que se encontra disponível para *download* no site do JSBC (JSBC, 2006).

<sup>26</sup> **Ferramenta 0:** *CASBEE for Pre-design* - CASBEE-PD, que avalia o pré-projeto, o planejamento do edifício, escolha do terreno, etc; **Ferramenta 1:** *CASBEE for New Construction* - CASBEE-NC, que avalia as especificações de projeto e o desempenho previsto de novas construções; **Ferramenta 2:** *CASBEE for Existing Buildings* - CASBEE-EB, que avalia especificações desempenho atuais durante a operação de edifícios existentes; e **Ferramenta 3:** *CASBEE for Renovation* - CASBEE-RN, que avalia as melhorias de especificação e desempenho do projeto e construção de reformas.

As avaliações dos edifícios são realizadas em três estágios distintos. A primeira avaliação é feita ao final do projeto preliminar; a segunda ao final do projeto executivo e a terceira quando completada a etapa de construção. Os resultados da avaliação do CASBEE-NC são válidos por três anos após o término da construção. Depois deste período, os edifícios devem ser avaliados segundo o CASBEE-EB.

A estrutura de avaliação baseada no desempenho dos edifícios, onde são fixados parâmetros para cinco níveis de desempenho, deriva do *GBTool*. Segundo Silva (2003), este é um exemplo do atendimento ao objetivo principal do *Green Building Challenge* em fornecer uma base metodológica sólida para orientar o desenvolvimento de métodos de avaliação locais.

A principal diferença do CASBEE para os outros métodos avaliados neste capítulo está na utilização do conceito de ecossistemas fechados, isto é, para determinar a capacidade ambiental relacionada ao edifício a ser avaliado, é proposto um espaço hipotético fechado delimitado pelas fronteiras do terreno do edifício. Tem-se então a definição e distinção clara de dois tipos de espaços: o espaço dentro dos limites do terreno (propriedade privada) e o espaço fora dos limites do terreno (propriedade pública). Com relação a estes dois espaços, o CASBEE define dois fatores a eles relacionados. Um é o fator de **cargas ambientais (L; *Building Environmental Loads*)**, definido como o impacto ambiental negativo que se estende para fora do espaço hipotético; o outro é a melhoria da **qualidade e desempenho ambiental do edifício (Q; *Building Environment Quality and Performance*)**, definido como as melhorias do ambiente para os usuários do edifício. A Figura 2.10 exemplifica o conceito utilizado pelo CASBEE de espaço hipotético fechado.



**Figura 2.10: Espaço hipotético delimitado pelos limites do terreno**

Para integrar a avaliação destes dois fatores, associados aos espaços internos e externos do sistema hipotético, o CASBEE utiliza o conceito de **indicador de eficiência ambiental do edifício** (*Building Environmental Efficiency - BEE*), obtido por meio da Equação 2.1:

$$BEE = \frac{Q}{L} \quad \text{Eq. 2.1}$$

Por estas características particulares, Cole (2005) discorre que a avaliação do edifício pelo CASBEE é apresentada não como uma representação de características ambientais do edifício como um “produto” (como geralmente é tratado em outras metodologias existentes), mas sim e mais explicitamente como uma mensuração de implicações ambientais associadas à provisão de uma série de “serviços”.

O CASBEE tem sido amplamente utilizado por agências governamentais japonesas e, para tanto, pode ser modificado de acordo com condições locais, como clima e prioridades no plano de ação. As modificações são geralmente feitas modificando a ponderação dos coeficientes. Dois exemplos de regionalização são o CASBEE Nagoya e o CASBEE Osaka, que sofreram alteração no modelo original para adequação em relação a materiais oriundos de indústrias locais e efeito das ilhas de calor, respectivamente.

2.4.4.1 Categorias e requisitos para obtenção de créditos

As categorias e requisitos avaliados no CASBEE são apresentados na Tabela 2.7. O fator **Q** (qualidade e desempenho ambiental) é dividido em três categorias: Q-1 (ambiente interno); Q-2 (qualidade dos serviços); e Q-3 (ambiente externo ao edifício mas dentro do terreno). O fator **LR** (redução das cargas ambientais do edifício) também é desmembrado em três categorias: LR-1 (energia); LR-2 (recursos e materiais); e LR-3 (ambiente externo ao terreno). No total são 80 subitens avaliados.

**Tabela 2.7: Categorias e requisitos avaliados no CASBEE**

	Categoria	Requisitos avaliados
<b>Q: QUALIDADE AMBIENTAL</b>	<b>Q-1: Ambiente interno</b>	1. Ruído e acústica
		1.1. Ruído
		1.2. Isolamento sonoro
		1.3. Absorção sonora
		2. Conforto térmico
		2.1. Controle de temperatura
		2.2. Controle da umidade
		2.3. Tipo de sistema de condicionamento de ar
		3. Iluminação natural e artificial
		3.1. Iluminação natural
		3.2. Medidas anti-ofuscamento
		3.3. Níveis de iluminância
		3.4. Controlabilidade dos sistemas de iluminação
		4. Qualidade do ar
		4.1. Controle de fontes poluentes
		4.2. Ventilação;
	4.3. Planejamento de controle de poluentes durante a operação do edifício	
	<b>Q-2: Qualidade dos serviços</b>	1. Habilidade dos serviços
		1.1. Funcionalidade e usabilidade
		1.2. Conforto
		2. Durabilidade e confiabilidade
		2.1. Resistência a terremotos
		2.2. Vida útil dos componentes
		2.3. Confiabilidade
		3. Flexibilidade e adaptabilidade
		3.1. Layout espacial
	3.2. Carga das lajes	
3.3. Adaptabilidade de sistemas		
<b>Q-3: Ambiente externo (dentro do terreno)</b>	1. Preservação e criação de ecossistemas	
	2. Paisagismo	
	3. Características locais e conforto externo	
	3.1. Atenção a características locais e melhoria do conforto	
3.2. Melhoria do ambiente térmico do terreno		

**Tabela 2.7 (continuação): Categorias e requisitos avaliados no CASBEE**

<b>Categoria</b>		<b>Requisitos avaliados</b>
<b>L: CARGAS AMBIENTAIS</b>	<b>LR-1: Energia</b>	1. Carga térmica do edifício
		2. Utilização de energia natural
		2.1. Uso direto de energia natural
		2.2. Uso de energias renováveis
		3. Eficiência dos sistemas prediais
		3.1. Sistemas de aquecimento, ventilação e condicionamento de ar
		3.2. Sistema de ventilação
		3.3. Sistema de iluminação
		3.4. Sistema de água quente
		3.5. Elevadores
		3.6. Equipamentos para melhoria da eficiência energética
		4. Operação eficiente
		4.1. Monitoramento
		4.2. Sistema de gerenciamento da operação do edifício
	<b>LR-2: Recursos e materiais</b>	1. Água
		1.1 Redução do consumo de água
		1.2. Água da chuva e águas cinzas
		2. Uso de materiais de baixa carga ambiental
		2.1. Materiais reciclados
		2.2. Madeira sustentável
		2.3. Materiais com baixo impacto à saúde dos usuários do edifício
		2.4. Reuso de estruturas existentes
		2.5. Reuso de componentes e materiais
		2.6. Uso de CFCs e halons
	<b>LR-3: Ambiente externo (fora do terreno)</b>	1. Poluição do ar
		2. Ruído, vibrações e odores
		2.1. Ruídos e vibrações
2.2. Odores		
3. Obstrução ao vento e à luz do sol		
4. Poluição luminosa		
5. Efeito ilha de calor		
6. Carga na infra-estrutura local		

#### 2.4.4.2 Pontuação, ponderação e classificação

O desempenho dos edifícios é avaliado segundo uma escala de 5 níveis. Para cada item são atribuídos de um a cinco pontos, segundo critérios de pontuação pré-determinados. De maneira geral, o nível 1 é obtido quando o edifício satisfaz a regulamentação básica e outras condições mínimas necessária. A pontuação 3 corresponde a um edifício comum, que atende a requisitos técnicos e sociais vigentes no momento da avaliação. A pontuação 5 representa as melhores práticas de mercado, possíveis de serem obtidas com tecnologias e conhecimentos atuais. As pontuações 2 e 4, por sua vez, correspondem a níveis de desempenho intermediários. Em alguns itens de avaliação pode não haver níveis de desempenho definidos,

indicados como “não aplicável”. Como na maioria das metodologias, o CASBEE também procura priorizar os critérios quantitativos, mas critérios qualitativos também são utilizados. A Tabela 2.8 apresenta exemplos de requisitos com seus respectivos níveis de desempenho.

**Tabela 2.8: Exemplos de requisitos avaliados e seus níveis de desempenho**

<b>Q - QUALIDADE AMBIENTAL</b>	
<b>Q-1: AMBIENTE INTERNO</b>	
<b>3 - Iluminação natural e artificial</b>	
3.3 - Níveis de iluminação	
3.3.1 - Iluminância	
Nível 1	Menor que 500lux
Nível 2	500 lux ou mais, menor que 600lux
Nível 3	600lux ou mais, menor que 750lux ou maior que 1.500lux
Nível 4	750lux ou mais, menor que 1.000lux
Nível 5	1.000lux ou mais, menor que 1.500lux

<b>Q - QUALIDADE AMBIENTAL</b>	
<b>Q-2: QUALIDADE DOS SERVIÇOS</b>	
<b>3 - Flexibilidade e adaptabilidade</b>	
3.3 - Adaptabilidade de sistemas	
3.3.1 - Facilidade de renovação do sistema de condicionamento de ar	
Nível 1	Dutos do sistema de condicionamento de ar não podem ser substituídos sem danificar elementos estruturais
Nível 2	Em alguns casos, os dutos do sistema de condicionamento de ar podem ser substituídos sem danificar elementos estruturais, mas este método não pode ser aplicado a todos os dutos
Nível 3	Espaços e guias para usos futuros foram providos, de forma que praticamente todos os dutos do sistema de condicionamento de ar possam ser substituídos sem danificar elementos estruturais. Alternativamente, não há equipamentos de condicionamento de ar central
Nível 4	São usados dutos de condicionamento de ar externos ou espaços previstos no forro, de forma que os dutos podem ser substituídos sem danificar elementos estruturais ou acabamento de superfícies
Nível 5	Integração entre arquitetura e equipamentos, instalação de equipamentos no piso ou outras medidas permitem fácil substituição dos dutos do sistema de condicionamento de ar sem danificar o acabamento de superfícies

<b>LR - REDUÇÃO DAS CARGAS AMBIENTAIS</b>	
<b>LR-2: RECURSOS E MATERIAIS</b>	
<b>1 - Água</b>	
1.2 Água da chuva e águas cinzas	
1.2.1 Sistema de utilização da água da chuva	
Nível 1	(Não aplicável)
Nível 2	(Não aplicável)
Nível 3	Não há sistema para reutilização de água
Nível 4	Água da chuva é utilizada
Nível 5	Uso da água da chuva reduz o consumo de água potável em 20%

Para avaliação do edifício, duas planilhas são preenchidas no estágio de projeto: a planilha principal (com preenchimento de características do edifício, como tipologia, localização e área) e a planilha de pontuação. Nesta planilha, os resultados da avaliação de cada item avaliado são dados como pontuação para **Q** (qualidade e desempenho do edifício) e **LR** (redução das cargas ambientais do edifício). O indicador **LR** avaliado não representa o **L** (cargas ambientais do edifício), mas o nível de redução das cargas ambientais do edifício impostas fora do limite do sistema.

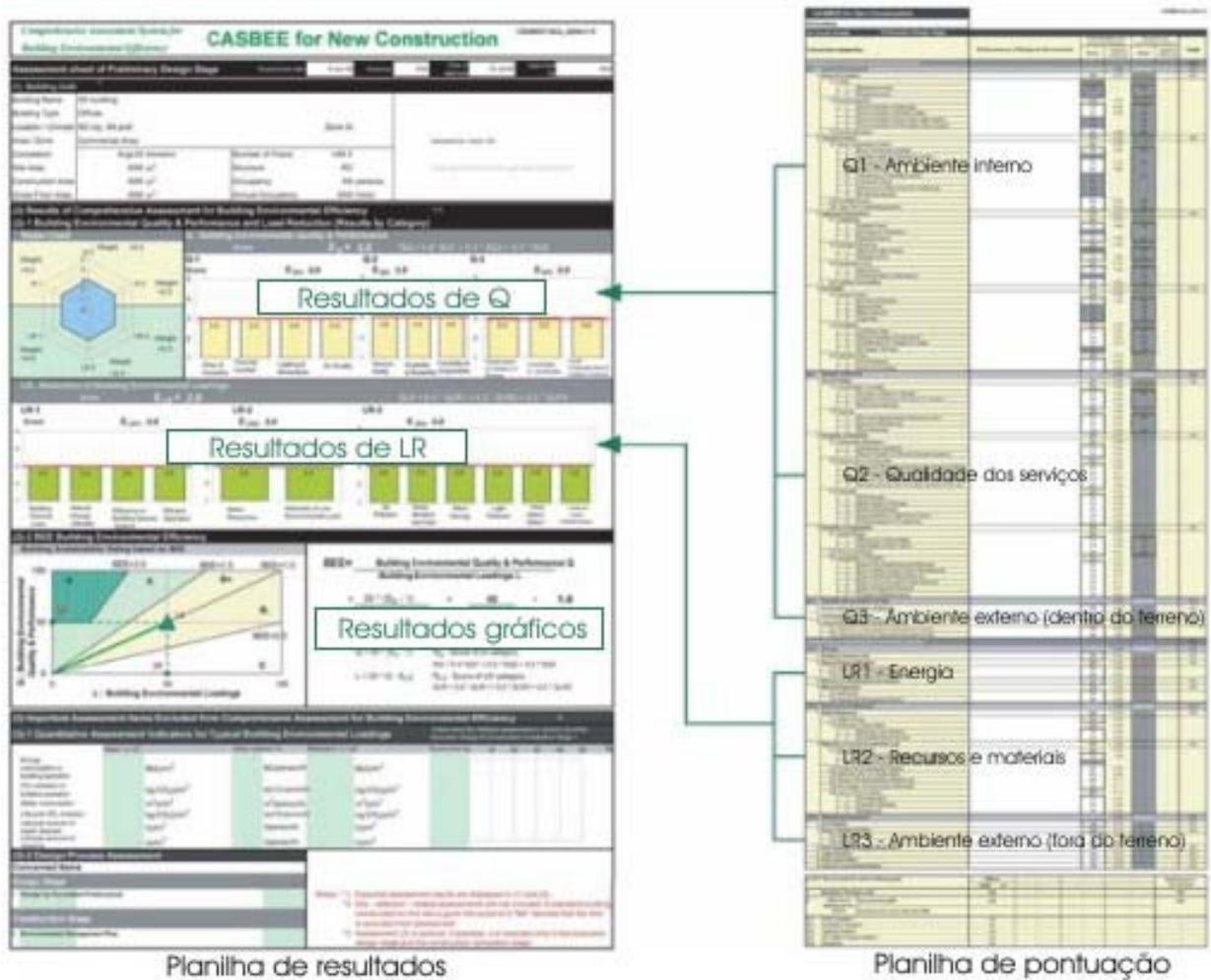
Depois de atribuídas as pontuações a cada item, ocorre a ponderação dentro da categoria correspondente. Os coeficientes de ponderação são definidos através do conhecimento científico atrelado a valores e percepções de outras partes interessadas, como projetistas, construtores e administradores de edifícios. A Tabela 2.9 apresenta os coeficientes de ponderação definidos para a edição 2004 do CASBEE.

**Tabela 2.9: Coeficientes de ponderação definidos para o CASBEE**

<b>Categoria</b>	<b>Coeficiente de ponderação</b>
Q-1: Ambiente interno	0,4
Q-2: Qualidade dos serviços	0,3
Q-3: Ambiente externo (dentro do terreno)	0,3
LR-1: Energia	0,4
LR-2: Recursos e materiais	0,3
LR-3: Ambiente externo (fora do terreno)	0,3

A pontuação de cada item de avaliação é multiplicada pelo coeficiente de ponderação e agregado em **SQ** (pontuação total para Q) e **SLR** (pontuação total para LR).

A apresentação dos resultados é feita de duas formas: por categoria, sumarizados em gráficos de radar, gráficos de barras e valores numéricos; e pelo BEE, calculado através dos resultados de Q e L. A Figura 2.11 apresenta um exemplo de planilha de pontuação (à direita) e da planilha de resultados (à esquerda), com os gráficos e valores numéricos gerados pela ferramenta.



**Figura 2.11: Planilhas de resultados e pontuação do CASBEE (JSBC, 2006)**

Para a segunda forma de apresentação, o BEE é definido pela Equação 2.2:

$$BEE = \frac{Q}{L} = \frac{25 * (SQ - 1)}{25 * (5 - SLR)} \quad \text{Eq. 2.2}$$

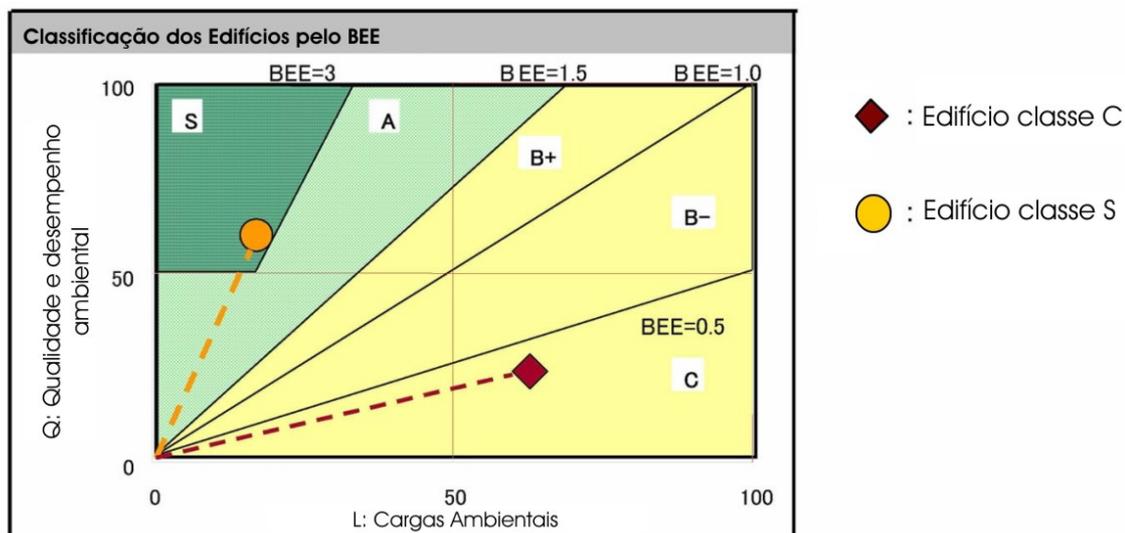
Onde:

SQ = Pontuação da categoria Q

SLR = Pontuação da categoria LR

O uso do BEE possibilita, além da avaliação numérica, a apresentação simples e clara dos resultados do desempenho ambiental dos edifícios. Os valores do BEE são representados em um gráfico plotando L (cargas ambientais) no eixo x e Q (qualidade e desempenho ambiental do edifício) no eixo y. O resultado do BEE é expresso como o gradiente de uma linha reta passando pela origem (0,0). Quanto maior o valor de Q e menor o valor de L, maior o desempenho ambiental do edifício. Com este processo, torna-se possível apresentar

graficamente os resultados da avaliação ambiental do edifício usando áreas delimitadas por estes gradientes. A Figura 2.12 mostra os resultados das avaliações de edifícios definidos no diagrama como classe C (edifício comum), classe B<sup>-</sup>, classe B<sup>+</sup>, classe A e classe S (excelente desempenho).



**Figura 2.12: Classificação ambiental do edifício baseado no BEE (JSBC, 2006)**

#### 2.4.5 Green Star – Green Star Office Design Rating Tool v2

O *Green Star Office Design Rating Tool* foi desenvolvido pelo *Green Building Council of Australia* - GBCA, baseado em sistemas de avaliação pré-existentes: utiliza a estrutura das categorias de avaliação, atribuição de ponderações às categorias e utilização de pontuação global como o BREEAM e a pontuação para inovações do LEED.

Um dos principais fatores que desencadearam o desenvolvimento desta ferramenta foi que, na Austrália, os edifícios comerciais produzem 8,8% das emissões nacionais de gases causadores do efeito estufa. Esta parcela significativa contribui para dificultar o atendimento das metas internacionais firmadas para redução de emissão destes gases. Dentre os edifícios comerciais, os edifícios de escritórios e hospitais são responsáveis por 40% das emissões (GBCA, 2007).

O primeiro edifício australiano a receber a certificação foi o *Brindabella Business Park*, em setembro de 2004, na primeira versão da ferramenta. Atualmente o *Green Star Office Design Rating Tool* está na versão 2 e a proposta do conselho é realizar atualizações anuais, após análise dos comentários públicos realizados no decorrer do ano.

Apesar de a certificação *Green Star* requerer um processo formal, qualquer interessado pode fazer *downloads* gratuitos no site do GBCA e usar as ferramentas para avaliar e melhorar o desempenho ambiental de seus projetos.

#### 2.4.5.1 Categorias e requisitos para obtenção de créditos

Para o projeto de um novo edifício de escritórios ser elegível à certificação deve:

- avaliar o edifício inteiro e não apenas parte dele;
- ser um edifício comercial Classe 5, conforme determinado no *Building Code* da Austrália;
- atender a no mínimo 45 pontos na auto avaliação;
- alcançar no mínimo 4 estrelas no *Australian Building Greenhouse Rating (ABGR)*<sup>27</sup>;
- não ser construído em terras de alto valor ecológico e/ou social.

Os projetos são então avaliados em oito categorias ambientais mais algum possível requisito de inovação. Em cada categoria os pontos são atribuídos para iniciativas que demonstram que um projeto atende aos objetivos gerais e critérios específicos, conforme descrito na Tabela 2.10.

**Tabela 2.10: Categorias e requisitos avaliados pelo *Green Star Office Design Rating Tool v2***

CATEGORIAS (% dos pontos)	REQUISITOS AVALIADOS
<b>Gestão</b> (9%)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) inclusão de um profissional credenciado pelo <i>Green Star</i> na equipe de projeto;</li> <li>2) comissionamento dos sistemas da edificação</li> <li>3) calibração do edifício por um período de 12 meses de operação</li> <li>4) provisão de manual do usuário e do condomínio</li> <li>5) Plano de Gestão Ambiental e ISO 14001 implementada à construção do edifício</li> <li>6) Plano de Gestão de Resíduos de Construção</li> </ol>
<b>Água</b> (10%)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) redução no consumo de água potável</li> <li>2) sistemas de medição do consumo de água para os principais usos de água</li> <li>3) sistema de detecção de vazamentos</li> <li>4) redução do consumo de água para irrigação</li> <li>5) redução do consumo de água potável na torre de resfriamento</li> <li>6) armazenamento temporário de água suficiente para sistemas de combate a incêndio</li> </ol>
<b>Materiais</b> (15%)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) área para separação, coleta e reciclagem de resíduos produzidos nos escritórios</li> <li>2) reúso de fachada e estrutura em <i>retrofits</i> de edifícios</li> <li>3) conteúdo reciclado do concreto e no aço</li> <li>4) minimização do uso de PVC pela substituição por materiais alternativos</li> <li>5) utilização de madeira reutilizada pós-consumo e/ou madeira certificada</li> </ol>

<sup>27</sup> Anteriormente ao *Green Star* a Austrália já utilizava a classificações de desempenho indicada por número de estrelas (numa escala de 1 a 5 estrelas) no *Australian Building Greenhouse Rating (ABGR)*. O ABGR estabelece referências de desempenho para eficiência energética de edifícios e conseqüentes emissões de gases causadores de efeito estufa (CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/ano). Este sistema de avaliação também observa variações para os diferentes estados e territórios australianos.

**Tabela 2.10 (cont.): Categorias e requisitos avaliados pelo *Green Star Office Design Rating Tool v2***

CATEGORIAS (% dos pontos)	REQUISITOS AVALIADOS
<b>Energia</b> (18,2%)	<p><b>Pré-requisito:</b> atingir no mínimo 4 estrelas na avaliação do <i>Australian Building Greenhouse Rating</i> (ABGR)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) eficiência energética acima do estabelecido pela avaliação 4 estrelas do ABGR</li> <li>2) medição setorizada (para usos energéticos da edificação com mais que 100kVa)</li> <li>3) densidades de potência de iluminação</li> <li>4) limitação da abrangência das zonas luminosas</li> <li>5) redução na demanda energética no horário de ponta</li> </ol>
<b>Qualidade do ambiente interno</b> (20,5%)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) taxas de ventilação e eficiência das trocas de ar</li> <li>2) controle e monitoramento do CO<sub>2</sub></li> <li>3) iluminação natural</li> <li>4) controle de ofuscamento</li> <li>5) instalação de reatores de alta frequência nas luminárias fluorescentes</li> <li>6) níveis de iluminância</li> <li>7) vistas externas</li> <li>8) avaliação dos níveis de conforto térmico,</li> <li>9) controle do conforto térmico individual</li> <li>10) realização de pesquisa e remoção de asbestos</li> <li>11) níveis de ruído interno</li> <li>12) uso materiais com baixo conteúdo de VOCs</li> <li>13) uso de produtos de madeiras compostas de baixa emissão de formaldeído</li> <li>14) prevenção de mofo</li> <li>15) sistema de exaustão para remoção de poluentes internos</li> </ol>
<b>Transporte</b> (8,3%)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) limitação de estacionamento para veículos individuais</li> <li>2) provisão de estacionamento para carros pequenos</li> <li>3) facilidades para ciclistas</li> <li>4) proximidade do edifício a transportes públicos</li> </ol>
<b>Uso do solo e ecologia</b> (4,5%)	<p><b>Pré-requisito:</b> valor ecológico do terreno</p> <p><b>Requisitos:</b> 1) reúso do solo</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2) recuperação de áreas contaminadas</li> <li>3) não alteração do valor ecológico do terreno</li> <li>4) balanceamento de corte e aterro no terreno e não retirada de camada superior</li> </ol>
<b>Emissões</b> (10,5%)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) utilização de gases refrigerantes com baixo potencial de destruição da camada de ozônio e baixo potencial de aquecimento global</li> <li>2) instalação de um sistema de detecção de vazamentos de gases refrigerantes</li> <li>3) controle da poluição de cursos d'água</li> <li>4) redução do fluxo de esgoto a ser tratado pelo município</li> <li>5) redução da poluição luminosa</li> <li>6) não utilização de torres de resfriamento servindo o edifício</li> <li>7) uso de isolantes térmicos sem substâncias causadoras de destruição da camada de ozônio na sua manufatura ou composição</li> </ol>
<b>Inovação</b> (5 pontos = 4%)	<p>Introdução de inovações ao projeto, como desempenho acima do requerido pelo <i>Green Star</i>, iniciativas ambientais não contempladas pelo <i>Green Star</i>, utilização de estratégias ou tecnologias inovadoras que demonstrem um significativo benefício ambiental</p>

#### 2.4.5.2 Pontuação, ponderação e classificação

As ferramentas do *Green Star* atribuem pontos quando os requisitos específicos de cada categoria são atendidos. A pontuação final (global) de um projeto é determinada por:

1. Cálculo da pontuação das categorias: A pontuação de cada categoria é baseada na percentagem de pontos atingidos, conforme Equação 2.3<sup>28</sup>.

$$Pontuação\_da\_categoria = \frac{N^{\circ} pontos\_atingidos}{N^{\circ} pontos\_disponíveis} \times 100 \quad \text{Eq. 2.3}$$

Nem todos os créditos são aplicáveis para todos os projetos e muitos deles têm uma opção N.A. (não aplicável). Nessas situações, os pontos para estes créditos são excluídos do número de pontos disponíveis usados para calcular a pontuação da categoria. Isto previne distorções nas pontuações das categorias (para mais ou para menos) relacionadas a assuntos que não se aplicam naquele determinado projeto ou edifício.

2. Aplicação da ponderação: Uma ponderação é aplicada a cada categoria, com exceção da categoria Inovação (uma vez que a inovação pode ocorrer em qualquer outra categoria). Esta ponderação balanceia a inerente ponderação que ocorre devido ao número de pontos disponíveis em cada categoria avaliada. A ponderação varia com a localização geográfica do edifício, para refletir a importância da categoria em cada estado ou território. Por exemplo, a água potável tem maior significância no sul da Austrália do que em territórios do norte, portanto, a categoria Água tem maior peso no sul. Os pesos atribuídos a cada categoria pelo GBCA (Tabela 2.11) foram derivados considerando documentos científicos relevantes e consulta a partes interessadas. Os pesos podem variar em até 5% para mais ou para menos, conforme o estado ou território em que se localiza o edifício avaliado.

**Tabela 2.11: Média da ponderação utilizada pelo *Green Star* (GBCA, 2007)**

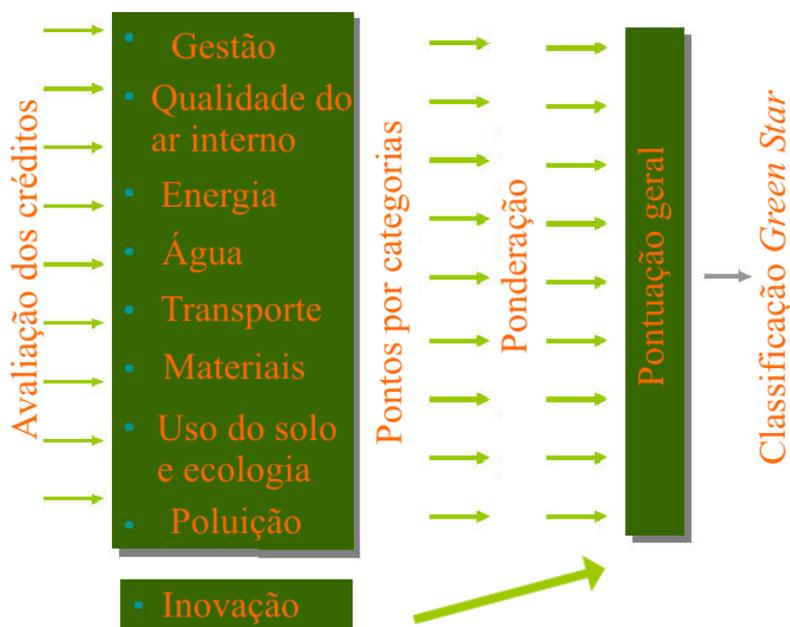
<b>Categoria</b>	<b>Peso</b>
Gestão	10%
Qualidade do ambiente interno	20%
Energia	25%
Transporte	10%
Água	12%
Materiais	10%
Uso do solo e ecologia	8%
Emissões	5%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

<sup>28</sup> Por exemplo: se 15 pontos forem atingidos em energia, num total de 24, a pontuação da categoria seria 62,5%.

A pontuação ponderada da categoria é calculada pela Equação 2.4<sup>29</sup>:

$$Pontuação\_ponderada\_da\_categoria = \frac{Pontuação\_da\_categoria(\%) \times Fator\_de\_ponderação(\%)}{100} \quad \text{Eq. 2.4}$$

3. Agrupamento das categorias ponderadas: A pontuação final é determinada pelo agrupamento da pontuação de todas as categorias ponderadas, adicionando algum possível ponto de inovação que pode ter sido alcançado (Figura 2.13). A pontuação máxima possível para as categorias ponderadas é 100, com 5 pontos adicionais disponíveis para inovação.



**Figura 2.13: Estrutura de avaliação do *Green Star Office Design Rating Tool v2* (GBCA, 2007)**

A classificação no *Green Star* é determinada pela comparação da pontuação geral com a escala abaixo:

- Uma estrela = 10 a 19 pontos
- Duas estrelas = 20 a 29 pontos
- Três estrelas = 30 a 44 pontos
- Quatro estrelas = 45 a 59 pontos (melhores práticas)
- Cinco estrelas = 60 a 74 pontos (excelência na Austrália)
- Seis estrelas = 75 pontos ou mais (liderança mundial)

A certificação é concedida aos edifícios que atingem a pontuação de 4, 5 ou 6 estrelas.

<sup>29</sup> Usando o mesmo exemplo anterior, a pontuação ponderada da categoria seria:  $(62,5 \times 25 / 100) = 15,625$ .

#### 2.4.6 *NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE® Bureau et Enseignement*

O processo de certificação de “Empreendimentos Comerciais de Elevado Desempenho Ambiental” baseou-se nos referenciais elaborados em 2002 pelo *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (CSTB) e foi testado em 20 empreendimentos franceses, entre 2003 e 2004, com a finalidade de validar a metodologia de certificação HQE<sup>®30</sup> na França. Sua versão oficial, como norma integrante da Associação Francesa de Normatização (AFNOR), foi publicada em fevereiro de 2005 e o primeiro certificado da norma *NF Bâtiments Tertiaires Démarche HQE®* foi emitido em março de 2005. A atividade de certificação do HQE dos edifícios do setor de serviços que se iniciou no CSTB foi transferido, em 1º de maio de 2006, para uma nova empresa chamada Certivéa, a filial de certificação de agentes e de empreendimentos de construção do grupo CSTB.

A certificação é composta por duas partes inter-relacionadas: o referencial *SMO – Système de Management d’Operation* (Sistema de Gestão do Empreendimento); e o referencial *QEB – Qualité Environnementale du Bâtiment* (Qualidade Ambiental do Edifício). O primeiro pode ser considerado universal, válido para o Brasil, por exemplo, praticamente tal como publicado. Já o segundo é adaptado às construções e às legislações francesas (CARDOSO, 2003).

O referencial SMO é uma particularidade da certificação francesa, onde não somente o edifício é certificado, mas também o empreendimento em todo o seu desenvolvimento. Através do SMO são declaradas ações e fatores que permitirão que os objetivos referentes à qualidade ambiental do edifício se realizem durante todo o empreendimento. Também através dele, as diretrizes de ações a serem tomadas são passadas aos consultores ambientais, engenheiros, arquitetos e a todos os profissionais ligados ao empreendimento. Em suma, o SMO é a base para o empreendedor na gestão do empreendimento, assegurando que a qualidade ambiental, definida pelo referencial QEB, seja alcançada.

Além do referencial SMO, uma segunda característica marcante da certificação francesa é que ela impõe que todas as categorias apresentem um desempenho pelo menos igual ao normalizado, regulamentar ou correspondente às práticas usuais. Além disso, não há escala de atribuição do certificado: o empreendimento é ou não é ambientalmente correto, respondendo a um perfil ambiental coerente.

---

<sup>30</sup> A Associação HQE<sup>®</sup> - *Haute Qualité Environnementale des Bâtiments* constitui o fórum setorial de discussões sobre questões ambientais na construção civil e é composta por agentes envolvidos na realização de empreendimentos, como a administração pública direta, as entidades de fornecedores de produtos e serviços, ministérios interessados pela questão, instituições de pesquisa, entre outros.

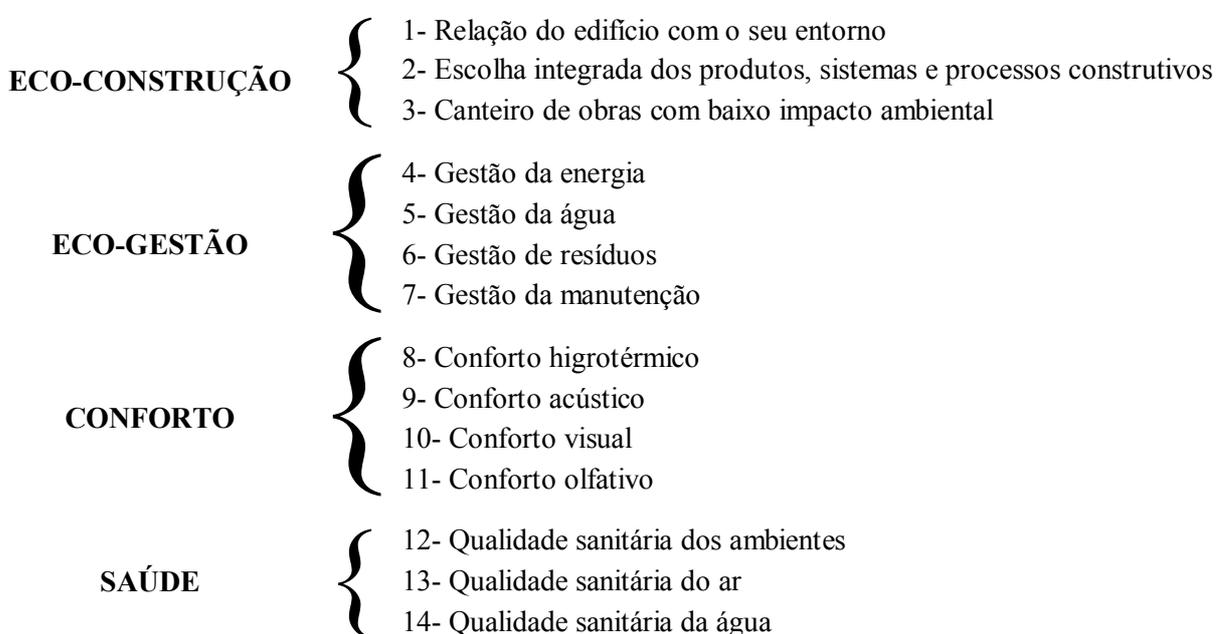
Outro ponto inovador do referencial francês é a flexibilidade garantida pela possibilidade de priorizar o atendimento a categorias mais relevantes para o empreendedor, desde que devidamente acompanhadas por justificativas.

O método francês diferencia-se de outros sistemas de certificação por ter o escopo ampliado para além das preocupações ambientais, de conforto e saúde, requerendo a realização de análise de custos globais da operação.

Assim como no CASBEE, a avaliação vai além da verificação do atendimento aos índices de desempenho relativos às características do produto final edificado, avaliando o edifício em três ocasiões distintas: fases de programa, projeto e execução.

#### 2.4.6.1 Categorias e requisitos para obtenção de créditos

O referencial QEB contém as metas para que a qualidade ambiental seja alcançada pelo empreendimento. O entendimento adotado para o conceito de qualidade ambiental, nesta metodologia, representa a *qualidade ambiental* (relacionada ao edifício, incluindo a qualidade da construção e a de seu uso e operação), *sanitária e de conforto* (relacionadas aos usuários do edifício). As 14 categorias e os requisitos nelas exigidos são apresentados na Figura 2.14.



**Figura 2.14: Categorias e requisitos avaliados pelo HQE**

#### 2.4.6.2 Pontuação, ponderação e classificação

A certificação não se baseia em um sistema de pontuação e sim em *perfis ambientais* previamente definidos pelo empreendedor. A definição do perfil é feita a partir da análise das características do empreendimento; das vantagens e desvantagens com relação ao local onde será implantado; das exigências legais e regulamentares pertinentes; das necessidades e expectativas das partes interessadas; dos objetivos ambientais do empreendedor; e da avaliação de custos de investimentos e funcionamento do empreendimento.

Este perfil determina as categorias de preocupação ambiental, sanitária e de conforto que serão privilegiadas, dentre as 14. As categorias privilegiadas deverão ter um desempenho igual ou superior ao constatado em empreendimentos realizados na França, considerados como exemplos de excelência ambiental, ou ao menos superior ao das práticas usuais. Já as categorias não priorizadas terão um desempenho menor, igual ao normalizado ou regulamentar ou equivalente às práticas usuais.

Cada categoria pode ser classificada em três níveis possíveis de desempenho: **1) Base:** desempenho de nível normativo, regulamentar ou correspondentes às boas práticas correntes; **2) Performant:** nível intermediário, definido como os níveis superiores às boas práticas correntes; e **3) Très Performant:** nível superior, definido como os desempenhos máximos constatados recentemente em empreendimentos já realizados na França, considerados pelos agentes do setor como exemplos de práticas de alta qualidade ambiental e que sejam reproduzíveis em outros empreendimentos.

Para obter a certificação, o empreendedor deverá priorizar, dentre as 14 categorias, no mínimo 4 que responderão às exigências do nível *Performant*; 3 que responderão às exigências do nível *Très Performant* e as demais 7 deverão atender às exigências do nível *Base*. Esta estrutura promove a elaboração de *perfis ambientais* que priorizam a importância das categorias e é o recurso utilizado pela metodologia francesa ao invés de propor um método de ponderação dos critérios de avaliação. Um exemplo de perfil ambiental é apresentado na Figura 2.15.

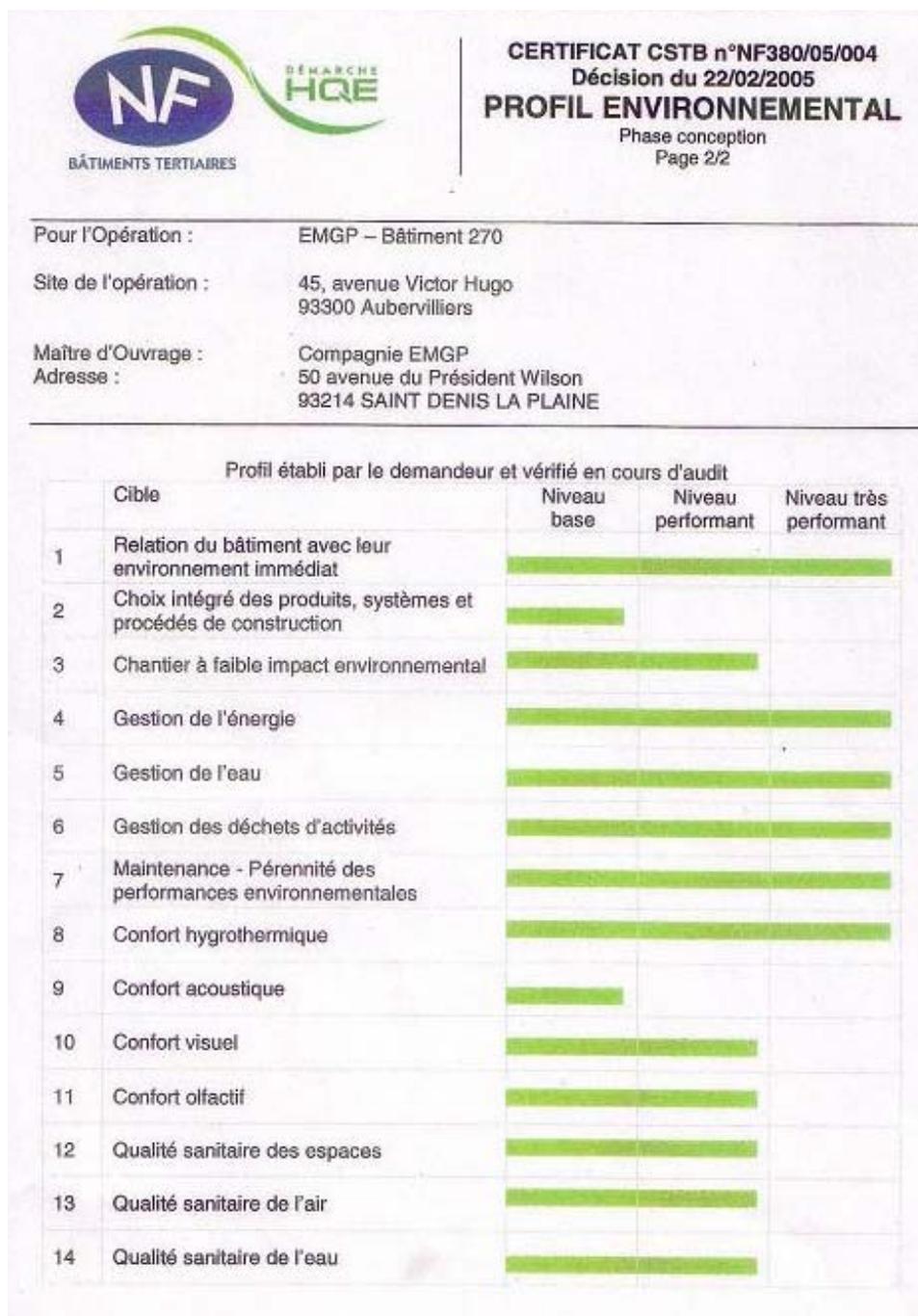


Figura 2.15: Exemplo de perfil ambiental de empreendimento

O resultado final para o empreendimento é a certificação ou não, não havendo nenhum nível hierárquico (maior ou menor desempenho ambiental). No caso de certificação, o empreendedor tem o direito de uso da marca<sup>31</sup> *NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE®* ao longo de toda a operação. Para tanto, a operação deve se submeter a três auditorias: ao final

<sup>31</sup> A marca NF (Norma Francesa) é propriedade da *Association Française de Normalisation* (AFNOR), a qual concede à *AFNOR Certification* uma licença de exploração desta marca coletiva de certificação. A marca *Démarche HQE®* caracteriza a imagem ambiental da certificação e é promovida pela *Association HQE®* e pela *AFNOR Certification*.

das fases planejamento, projeto e execução. As auditorias devem verificar a adequação, tanto do sistema de gestão implementado quanto das avaliações ambientais feitas pelo empreendedor, atestando a sua conformidade ao perfil ambiental mínimo estabelecido (CSTB, 2005).

#### **2.4.7 Sustainable Building Assessment Tool - SBAT**

O SBAT é uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade de edifícios desenvolvida em 1999 pelo *Council for Scientific and Industrial Research* (CSIR) da África do Sul. O objetivo do SBAT é avaliar não apenas o desempenho ambiental do edifício, mas também a contribuição do edifício em amparar e desenvolver sistemas mais sustentáveis nos seus arredores. Além das questões ambientais, avalia aspectos sociais e econômicos.

Como o próprio nome diz, o SBAT é uma **ferramenta** para auxílio no desenvolvimento de projetos e tomada de decisões e não atribui certificação aos edifícios avaliados. A ferramenta e as instruções de uso fazem parte do *Sustainable Buildings CD*, disponível no CSIR.

A ferramenta pode ser utilizada em todas as tipologias de edificações e em todas as etapas do ciclo de vida do edifício, desde o programa de necessidades até a desconstrução (em determinadas etapas alguns requisitos podem se tornar não aplicáveis).

##### 2.4.7.1 Categorias e requisitos para obtenção de créditos

A ferramenta é composta por 15 categorias consideradas essenciais para representar a sustentabilidade dos edifícios, arranjadas nos aspectos ambientais, sociais e econômicos (Tabela 2.12).

**Tabela 2.12: Categorias e requisitos avaliados pelo SBAT**

<b>ASPECTOS AMBIENTAIS</b>	Água	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Redução do consumo de água potável</li> <li>2) Utilização de pavimentos semi-permeáveis</li> <li>3) Uso de vegetação nativa</li> </ol>
	Energia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Minimização dos gastos energéticos com transporte</li> <li>2) Ventilação natural</li> <li>3) Eficiência energética e uso de equipamentos eficientes</li> <li>4) Uso de energias renováveis</li> </ol>
	Resíduos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Separação de resíduos para reciclagem</li> <li>2) Resíduos (esgoto e resíduos de construção e demolição) reciclados no local</li> </ol>
	Terreno	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Implantação do projeto em áreas previamente desenvolvidas</li> <li>2) Limitação da perturbação na vizinhança</li> <li>3) % do terreno coberto por vegetação</li> </ol>
	Materiais e componentes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Energia embutida</li> <li>2) Materiais e componentes de fontes renováveis (animais e vegetais) e com baixo potencial de destruição da camada de ozônio</li> <li>3) Reutilização de materiais</li> </ol>
<b>ASPECTOS SOCIAIS</b>	Conforto dos usuários	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Iluminação e ventilação natural</li> <li>2) Ruído interno e externo</li> <li>3) Conforto térmico</li> <li>4) Vistas para o exterior</li> </ol>
	Ambiente inclusivo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Proximidade aos transportes públicos</li> <li>2) Avisos compreensivos localizados nas entradas do edifício</li> <li>3) Acessibilidade</li> <li>4) Banheiros acessíveis</li> <li>5) Mobiliário e acessórios acessíveis</li> </ol>
	Acesso a facilidades	Usuários do edifício podem andar ou usar transporte público para ter acesso a facilidades (bancos, restaurantes, meios de comunicação,...)
	Participação e controle	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Controles acessíveis aos usuários</li> <li>2) Espaços sociais informais de reunião</li> <li>3) Grupo de usuários envolvidos no processo de projeto</li> </ol>
	Educação, saúde e segurança	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Espaços/facilidades disponíveis para educação</li> <li>2) Treinamento dos operários da construção</li> <li>3) Segurança da edificação</li> <li>4) Acesso a informações sobre saúde e segurança (HIV/AIDS)</li> <li>5) Materiais e componentes não têm impactos negativos na qualidade do ar interno</li> <li>6) Registro de acidentes ocupacionais e doenças</li> </ol>
<b>ASPECTOS ECONÔMICOS</b>	Economia Local	Mão-de-obra, materiais, componentes e manutenção contratados localmente
	Eficiência de uso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Capacidade do edifício usada diariamente</li> <li>2) Tempo de ocupação diária do edifício</li> <li>3) Espaço por ocupante</li> <li>4) Coordenação de tamanhos de componentes para minimizar o desperdício</li> </ol>
	Adaptabilidade e flexibilidade	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Alturas verticais</li> <li>2) Projeto flexível para uso dos espaços externos</li> <li>3) Divisões internas facilmente adaptáveis</li> <li>4) Planejamento modular permitindo fáceis adaptações internas</li> <li>5) Mobiliário modular pode ser configurado para diferentes usos</li> </ol>
	Custos correntes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Provisão do manual do usuário e treinamento inicial sobre os sistemas do edifício a todos os novos usuários</li> <li>2) Consumo e desperdício: análise do desempenho do edifício (água, eletricidade, desperdício, acidentes)</li> <li>3) Sistema de medição da água e energia</li> <li>4) Acesso fácil e seguro para manutenção e limpeza, usando equipamentos simples e materiais locais não perigosos</li> </ol>
	Custos capitais	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Necessidades locais; envolvimento de contratante e manufaturas locais</li> <li>2) Custos do edifício</li> <li>3) Custos capitais alocados para novas tecnologias sustentáveis</li> <li>4) Reutilização de edifícios existentes</li> </ol>

Gibberd (2003) em sua tese de doutoramento analisa cada um dos requisitos da ferramenta, indicando pontos fortes e pontos que deveriam ser revisados para melhor clareza e adequação de uso da ferramenta.

#### 2.4.7.2 Aplicação e apresentação dos resultados

Para aplicação da ferramenta no auxílio ao desenvolvimento de um projeto de um novo empreendimento, por exemplo, o usuário deve compor seus objetivos selecionando em uma tabela (*Target Setting Table*) um nível de desempenho desejável (variando de 1 a 5) para cada requisito: se o requisito for considerado irrelevante para o projeto, atribui-se 1; se for pouco importante, 2; e assim por diante, até o requisito ser considerado essencial (5) para aquele projeto.

Para avaliação do projeto propriamente dito, o usuário deve indicar a porcentagem de atendimento de cada requisito, variando de 0 a 100% (se o critério não for atendido atribui-se 0% e se for totalmente atendido, 100%). A planilha calculará o número de pontos obtidos para cada requisito e comporá o relatório final avaliando os aspectos sociais, econômicos e ambientais individualmente, e indicando um desempenho global do edifício em termos de sustentabilidade.

A ferramenta irá gerar relatórios gráficos que apresentam os objetivos e o desempenho alcançado pela edificação após sua avaliação (Figura 2.16).

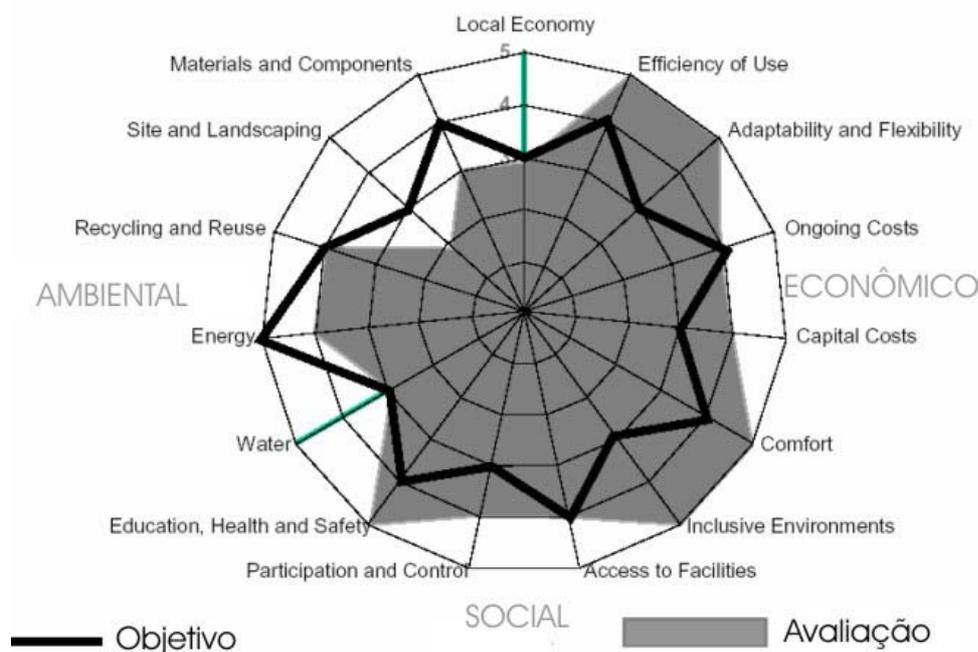
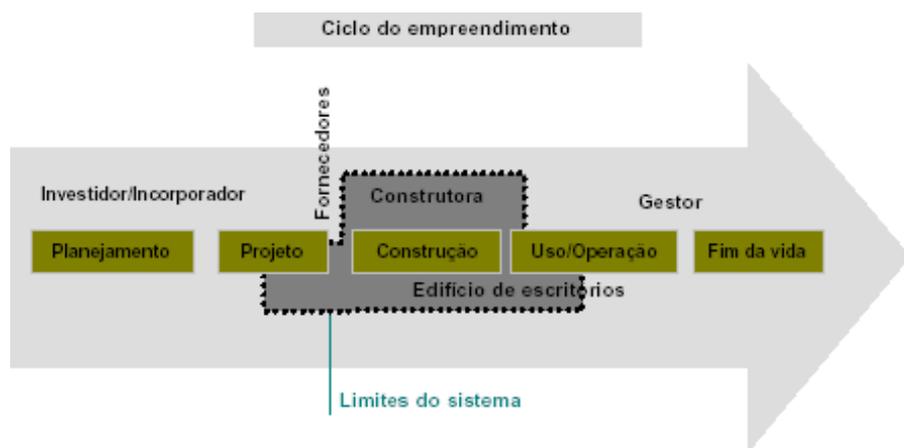


Figura 2.16: Exemplo de relatório gráfico gerado pelo SBAT

### 2.4.8 Modelo proposto por Silva (2003)

O trabalho de doutoramento de Silva (2003) propõe diretrizes e uma base metodológica para a avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros. O modelo destina-se a avaliar e classificar o desempenho potencial dos edifícios, ao longo de seu ciclo de vida, em relação a metas de sustentabilidade. Aplica-se a edifícios com ocupação acima de 80% e com tempo de uso entre 1 e 3 anos (para assumir que o desempenho estimado na avaliação não tenha sido afetado por eventual perda de eficiência ao longo do tempo e permitir o uso de dados do consumo de água e energia emitidas nas contas das concessionárias).

Os limites do sistema (Figura 2.17) foram definidos para manter o foco no empreendimento e enfatizar as etapas de construção e uso inicial de edifícios de escritórios. Alguns aspectos de planejamento e projeto são também considerados, porém não no mesmo nível de detalhamento que as etapas de construção, uso e operação. Além disso, inclui a avaliação da empresa construtora do empreendimento.



**Figura 2.17: Limites do sistema de avaliação proposto por Silva (2003)**

De acordo com Silva (2003), um ciclo completo de desenvolvimento de indicadores compreende quatro atividades: 1) derivação e seleção preliminar de indicadores; 2) seleção ou desenvolvimento de estrutura analítica; 3) implementação e validação dos indicadores propostos através de estudos de casos; 4) *benchmarking* dos valores dos indicadores e metas de desempenho. Devido a limitações de tempo e escopo, o foco do trabalho de Silva (2003) recaiu nas atividades 1 e 2. Já as atividades de implementação e validação e de *benchmarking* dos valores dos indicadores e metas foram deixados para trabalhos futuros.

#### 2.4.8.1 Categorias e requisitos para obtenção de créditos

Os requisitos a serem avaliados foram agrupados em cinco categorias principais: gestão do processo, desempenho ambiental, desempenho social, desempenho econômico e

comprometimento e proatividade da empresa construtora. As categorias e os requisitos propostos são apresentados na Tabela 2.13.

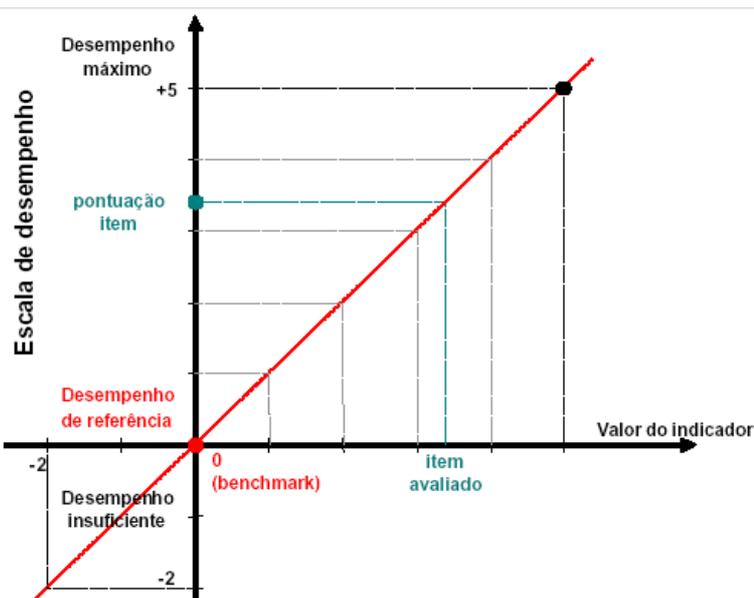
**Tabela 2.13: Categorias e requisitos propostos por Silva (2003)**

<b>GESTÃO DO PROCESSO (23%)</b>	<b>Integração de gestão ambiental ao planejamento do processo</b>
	- Implantação de práticas de melhoria ambiental do projeto e no canteiro de obras - Implantação de práticas de gestão de resíduos de uso - Sistema de gestão de uso da água e de energia implantados
	<b>Integração de práticas de controle de qualidade ao processo</b>
	- Controle da qualidade do projeto (coordenação de projetos) e no canteiro de obras - Planejamento da operação e manutenção do edifício - Ajuste de desempenho de sistemas prediais pré-ocupação
<b>DESEMPENHO AMBIENTAL (21%)</b>	<b>Consumo de recursos ao longo do ciclo de vida do edifício</b>
	- Uso do solo e alteração da ecologia e biodiversidade locais - Uso de energia ao longo do ciclo de vida - Consumo de água e gestão de efluentes ao longo do ciclo de vida - Consumo e responsabilidade no uso de materiais de construção - Perdas registradas nos serviços principais
	<b>Cargas ambientais geradas ao longo do ciclo de vida do edifício</b>
	- Emissão de substâncias causadoras de efeito estufa; que provocam dano à camada de ozônio; causadoras de acidificação; formadora de foto-oxidantes (formação de ozônio fotoquímico); com potencial de eutroficação; carcinogênicas (dano à saúde humana) - Resíduos sólidos - Efluentes
<b>DESEMPENHO SOCIAL (17%)</b>	<b>Impactos sobre os operários</b>
	- Situação empregatícia - Satisfação dos funcionários - Saúde ocupacional, segurança e local de trabalho
	<b>Impactos sobre os usuários do edifício</b>
	- Qualidade do ambiente interno, do ambiente externo e qualidade dos serviços
<b>DESEMPENHO ECONÔMICO (22%)</b>	<b>Impactos sobre a sociedade</b>
	- Relacionamento com a comunidade local, com clientes e usuários finais e com fornecedores
	<b>Produtividade</b>
	<b>Melhoria no produto oferecido</b>
<b>COMPROMETIMENTO E PROATIVIDADE (18%)</b>	- Processo de projeto/construção - Aumento da satisfação, bem-estar e valor para usuários finais e vizinhança
	<b>Investimento, agregação de valor e benefícios recebidos</b>
	- Valor agregado e retorno de capital - Investimentos diretos e indiretos - Benefícios resultantes de investimentos em sustentabilidade
	<b>Sustentabilidade como prioridade corporativa</b>
	<b>Proatividade em sustentabilidade</b>
<b>Valorização e investimento em recursos humanos</b>	
<b>Contribuição para a construção de comunidades estáveis</b>	
<b>Relacionamento com a sociedade</b>	

### 2.4.8.2 Pontuação, ponderação e classificação

A estrutura de avaliação e uma lista abrangente de indicadores a ela relacionados foram submetidas à consulta de partes interessadas da construção civil do Estado de São Paulo para que: 1) analisassem a viabilidade de emprego dos indicadores propostos e 2) realizassem julgamentos da importância relativa dos indicadores, com base em matrizes de comparação fornecidas. Trinta e sete pessoas participaram da etapa de julgamento e análise dos requisitos. A segunda tarefa foi mais trabalhada pelo grupo e são apresentados resultados na tese (obtenção de pesos para cada categoria e a percepção de relevância dos itens do módulo de desempenho ambiental); já sobre a primeira tarefa, algumas poucas considerações são feitas.

No modelo proposto, depois de definidos os *benchmarks* dos valores dos indicadores e metas (não discutidos no trabalho de Silva (2003)), a pontuação dos itens seria atribuída dentro de uma escala linear de desempenho. A Figura 2.18 mostra esta escala, que segue o modelo do *GBTool* versão 2002 (versão anterior à apresentada no item 2.4.2), de onde Silva (2003) propunha adaptar parte do módulo de avaliação ambiental do edifício.



**Figura 2.18: Escala linear de avaliação de desempenho**

Os intervalos representariam:

- 2: desempenho inferior ao desempenho de referência (*benchmark*);
- 0: desempenho de referência (*benchmark*);
- +1 a +4: níveis intermediários de desempenho (nota +1 representaria pequena melhora em relação ao *benchmark* definido e a nota +4 uma melhora significativa em relação ao *benchmark*);

**+5:** desempenho avançado em relação à prática corrente, definido de forma que possa ser alcançado por meio de tecnologias e práticas existentes.

As avaliações qualitativas, que não pudessem ser diretamente quantificadas, seriam avaliadas através de descrições verbais (critérios prescritivos) associadas aos intervalos da escala de desempenho, também variando de -2 a +5.

Cada requisito receberia uma pontuação que seria agregada até se obter uma classificação para o edifício e outra para a construtora. O atendimento do desempenho mínimo em cada etapa (>50%) seria o critério eliminatório. Os resultados dos itens dentro das categorias receberiam uma ponderação<sup>32</sup> para se obter a pontuação da categoria. Por sua vez, as pontuações das categorias seriam agregadas para formar um *índice de sustentabilidade*, variando entre 1 e 5, segundo a escala indicada na Tabela 2.14. O resultado seria apresentado tanto na forma de um perfil de desempenho quanto dos índices obtidos pelo edifício e pela empresa avaliados.

**Tabela 2.14: Escala para atribuição de índices de sustentabilidade de acordo com a pontuação obtida**

Faixas de pontos	Índices de sustentabilidade (IS)	Classes de desempenho
>90%	5	Classe A
81-90%	4	Classe B
71-80%	3	
61-70%	2	Classe C
50-60%	1	

Pontos de bônus seriam atribuídos como incentivo à adoção de boas práticas; de práticas inovadoras de projeto, construção e gestão; a itens que expressam alto grau de comprometimento com a sustentabilidade; que sejam considerados difíceis de serem alcançados, ou que necessitem de tempo para serem incorporados às práticas de mercado. Estes bônus seriam contabilizados à parte, pela adição de até 5 estrelas à classe de desempenho obtida, de acordo com a seguinte escala:

- > 80% dos pontos de bônus = 5 estrelas
- 61 - 80% dos pontos de bônus = 4 estrelas
- 41 - 60% dos pontos de bônus = 3 estrelas
- 21 - 40% dos pontos de bônus = 2 estrelas
- 1 - 20% dos pontos de bônus = 1 estrela

<sup>32</sup> Os pesos seriam determinados por consulta a um painel de especialistas e partes interessadas da construção civil.

O modelo de avaliação proposto está sintetizado na Tabela 2.15. A coluna “pontos críticos” identifica barreiras a serem superadas para atingir condições ideais de implementação.

**Tabela 2.15: Síntese do modelo proposto por Silva (2003)**

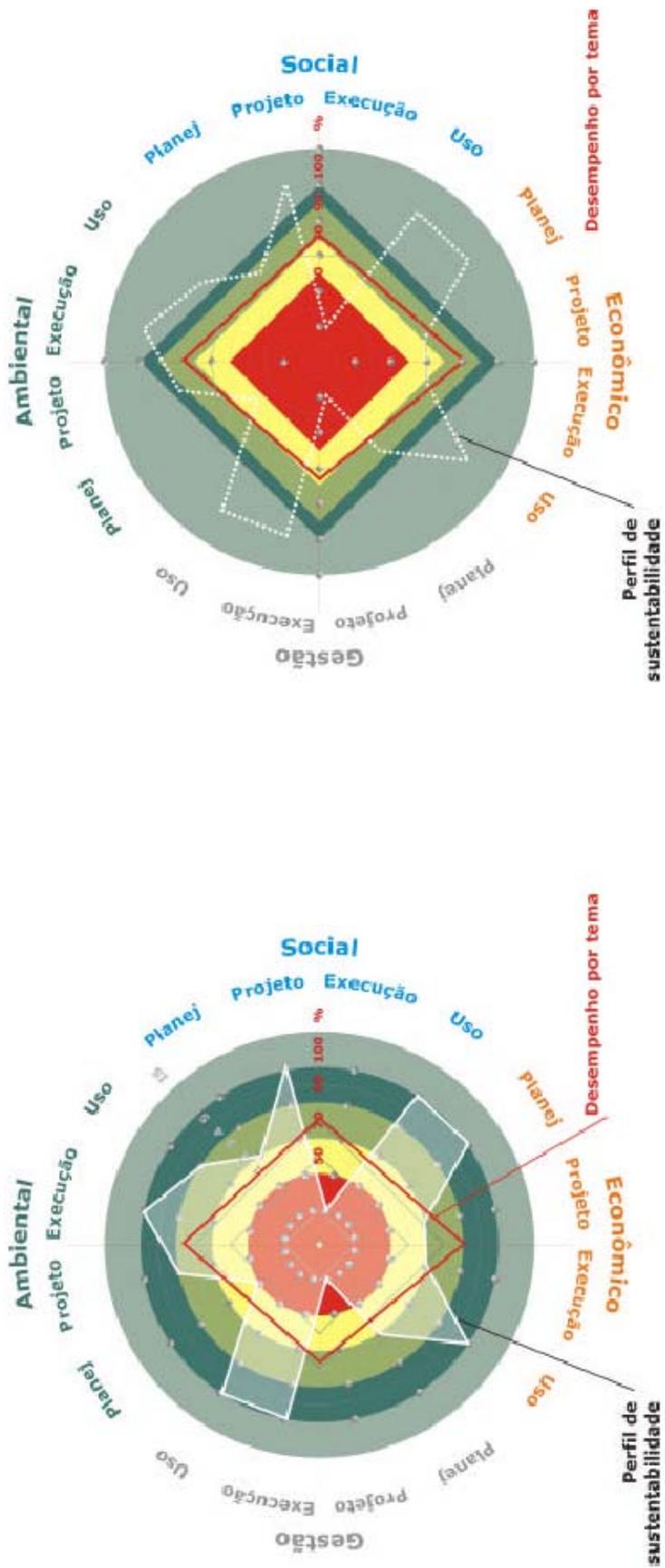
	Diretrizes	Implementação		Pontos críticos
	Aspectos metodológicos	Cenário imediato	Cenário futuro (projeção 5 anos)	
O que avaliar?	Escopo da avaliação	Sustentabilidade (aspectos ambientais, sociais e econômicos)		
	Aplicação	Classificação de desempenho		
	Limites do sistema	Foco no empreendimento (produto e processo)		Sensibilização dos agentes envolvidos no ciclo do empreendimento
		Edifício e construtora, considerando as etapas de projeto, construção e gestão	Limites do sistema envolvendo todos os agentes e etapas do ciclo do empreendimento	
Estrutura de avaliação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desempenho ambiental</li> <li>- Desempenho Social</li> <li>- Desempenho econômico</li> <li>- Gestão do processo</li> <li>- Comprometimento e proatividade</li> </ul>		Abordagem adotada: itens a avaliar e respectivos indicadores definidos com base em agenda setorial, diretrizes da UNCSO, da GRI e da CIRIA; análise dos métodos de avaliação existentes e consulta às partes interessadas	
Como avaliar?	Sistema de pontuação	Híbrido: critérios prescritivos + orientações de desempenho onde possível Pontuação evolutiva (Preq + Créditos + Bônus)	Orientado a desempenho	Falta de dados, normas e de cultura de avaliação por desempenho Necessidade de sensibilização (o método tem papel educativo importante)
	Uso de LCA	Não. Metas empíricas para uso de materiais, água e energia	Sim, onde aplicável	Inventário do ciclo de vida de materiais principais, fornecimento de água e energia (necessita pesquisa adicional)
	Ponderação	Explícita, com pesos declarados		Definição do critério de ponderação
Apenas no nível hierárquico mais alto (ambiental, social, econômico, gestão e comprometimento)		Em vários níveis hierárquicos	Abordagem adotada: emprego de processo de análise hierárquica (AHP)	
Quanto atingir?	Escala de desempenho	Metas empíricas a serem posteriormente validadas e periodicamente revistas definem escala de desempenho a partir de referências da prática típica e da prática de excelência		Necessita coleta de dados para caracterização do desempenho de referência e definição de metas
	Pontuação mínima	Critérios a serem revisados periodicamente Critério de elegibilidade: >50% dos pontos em cada categoria Classifica a partir de 50% do total de pontos ponderados		A revisão das metas necessita de dados
Como comunicar o resultado obtido?	Comunicação de resultados	<u>Comunicação numérica:</u> - 3 classes de desempenho (A, B e C) e índices de sustentabilidade (1 a 5) em função da pontuação - 1 a 5 estrelas, em função dos bônus <u>Comunicação gráfica:</u> - discos de sustentabilidade (perfis de desempenho)		

Os resultados da avaliação seriam expressos por discos de sustentabilidade, como mostrado no exemplo hipotético da Figura 2.19. A linha branca detalha o perfil de sustentabilidade do edifício em relação a todas as categorias e requisitos avaliados. O polígono vermelho representa o desempenho obtido para as quatro categorias principais: se o critério de elegibilidade for atendido (>50% dos pontos em cada etapa), os vértices do polígono estarão fora ou, no máximo, sobre as arestas do quadrado amarelo no centro do disco. A pontuação total ponderada relacionaria o empreendimento a uma das três classes de desempenho previstas.

Na parte superior da Figura 2.19, os discos de sustentabilidade destacam o perfil de desempenho (esquerda) e o desempenho por tema (direita). Na parte inferior, da esquerda para a direita, é feita indicação de: **(a)** classes de desempenho (classe C); **(b)** pontuação de bônus (2 estrelas); **(c)** pontuação global ponderada (55%); **(d)** índice global de sustentabilidade (1) **(e)** índice de sustentabilidade por tema (1, 2, 1 e 2), em função da pontuação obtida em cada um deles antes da ponderação (50%, 62%, 57%, 67%); **(f)** pesos utilizados (26%, 21%, 26%, 27%) para a obtenção da pontuação global.

A proposta é para avaliação realizada em duas etapas:

- 1) auto-avaliação: preenchimento dos formulários de avaliação pelos interessados;
- 2) revisão da auto-avaliação: feita por avaliadores credenciados. Homologação dos resultados com base em documentação e evidências de desempenho anexadas (caso se deseje a classificação do desempenho).



		1	2	1	2
<b>Classe</b> C <sup>**</sup>	índice global de Sustentabilidade <b>1</b>	55%			
		Ambiental	Social	Econômico	Gestão
		26%	21%	28%	27%
		50%	62%	57%	67%
		Postos		Pesos	

Figura 2.19: Apresentação dos resultados gráficos de uma avaliação hipotética (SILVA, 2003)

## 2.5 COMPARAÇÃO E DISCUSSÃO SOBRE AS METODOLOGIAS

Todas as metodologias de avaliação analisadas no item anterior partilham do mesmo objetivo primário: estimular a demanda de mercado por edifícios com melhor desempenho ambiental ou sustentável. Todavia, a análise das metodologias possibilitou a elaboração de uma tabela comparativa entre elas (Tabela 2.16) e o discorrer de alguns comentários sobre pontos-chave dos métodos:

- **Quanto ao escopo de avaliação**, o SBAT, Silva (2003) e o *GBT<sub>ool</sub>* focam nas três dimensões da sustentabilidade, enquanto que as demais restringem-se à avaliação de aspectos ambientais. Conforme discorrido no item 2.3, espera-se que os países em desenvolvimento evitem impactos ambientais negativos sem deixar de lado questões prioritárias de ordem social e econômica, e os dois primeiros métodos assim o fazem. O *GBT<sub>ool</sub>*, que em sua primeira versão avaliava apenas aspectos ambientais, ampliou seu escopo visto que é uma ferramenta de utilização internacional e inclui, portanto, países em desenvolvimento. Dos métodos utilizados em países desenvolvidos, o HQE é o único que inclui requisitos econômicos, exigindo uma análise de custos globais de operação do edifício.

- **Quanto ao conteúdo avaliado**, pôde-se perceber a recorrência de blocos comuns de avaliação (identificados por cores na Tabela 2.16). Todas as metodologias incluem preocupações com o uso do solo, energia, água, qualidade do ambiente interno e uso de materiais e recursos. A maior variação fica por conta dos pesos que cada categoria representa dentro do sistema, variando de acordo com o contexto geográfico, as práticas construtivas e de projeto, o clima, as prioridades de regulamentações e do mercado, expectativas de mercado e, principalmente, em função das agendas ambientais de cada país. Temas ambientais com efeitos globais, como as emissões de poluentes causadores do aquecimento global e danos à camada de ozônio são, de alguma, incluídos em todos os métodos de avaliação, pois são consensualmente reconhecidos como de grande importância (SILVA, 2003). O *GBT<sub>ool</sub>*, o SBAT e o modelo proposto por Silva (2003) incluem no escopo de avaliação aspectos sociais e econômicos, além dos ambientais. No entanto, a maior diferença no conteúdo das metodologias é do HQE, que inclui o referencial SMO - avaliando a gestão do empreendimento em todo o seu desenvolvimento – e a realização de análise de custos globais da operação e do modelo proposto por Silva (2003), que inclui a avaliação da empresa construtora, além do objeto edificado.

**Tabela 2.16: Tabela comparativa entre as metodologias analisadas**

	<b>BREAM</b>	<b>GBTtool</b>	<b>LEED</b>	<b>CASBEE</b>	<b>Green Star</b>	<b>HQE</b>	<b>SBAT</b>	<b>SILVA (2003)</b>
<b>Escopo de avaliação</b>	Ambiental	Ambiental, social e econômico	Ambiental	Ambiental	Ambiental	Ambiental e análise de custos globais de operação	Ambiental, social e econômico	Ambiental, social e econômico
	Uso do Solo	Seleção do terreno, planejamento e desenvolvimento do projeto	Sítios sustentáveis	Ambiente externo (dentro do terreno)	Uso do solo e ecologia	Relação do edifício com o seu entorno	Terreno	Consumo de recursos ao longo do ciclo de vida do edifício (inclui requisitos das 4 categorias)
	Energia	Energia	Energia (e atmosfera)	Energia	Energia	Gestão da energia	Energia	
	Água	Consumo de recursos (água)	Uso eficiente da água	Recursos e materiais (água)	Água	Gestão da água	Água	
	Materiais	Consumo de recursos (materiais)	Materiais e recursos	Recursos e materiais (materiais)	Materiais	- Escolha integrada dos produtos, sistemas e processos construtivos - Gestão de resíduos	- Materiais e componentes - Resíduos	
	Saúde e Conforto	Qualidade do ambiente interno	Qualidade do ambiente interno	Ambiente interno	Qualidade do ambiente interno	- Conforto higrotérmico, acústico, visual - Qualidade sanitária: dos ambientes, do ar, da água	- Conforto dos usuários - Ambiente inclusivo - Educação, saúde e segurança	Impactos sobre os usuários do edifício
	Poluição	Cargas ambientais	(Energia e) atmosfera	Ambiente externo (fora do terreno)	Emissões	Canteiro com baixo impacto ambiental	Acesso a facilidades	Cargas ambientais geradas ao longo do ciclo de vida do edifício
	Transporte	Desempenho a longo prazo	Inovação e processo de projeto	Qualidade dos serviços	Transporte	Gestão da manutenção	Participação e controle	Impactos sobre a sociedade
	Gestão	Aspectos sociais e econômicos			Gestão	Sistema de gestão do empreendimento	Adaptabilidade e flexibilidade	Melhoria no produto oferecido
		Funcionalidade e controlabilidade dos sistemas			Inovação		Eficiência de uso	Integração de práticas de controle de qualidade no processo
<b>Benchmarks</b>	Pré-definidos pelo BRE	Ajustáveis por terceiros partes de acordo com as condições do local onde o edifício está sendo avaliado	Pré-definidos pelo USGBC	Pré-definidos pelo JSBC	Pré-definidos pelo GBCA	Pré-definidos pelo CSTB	Pré-definidos pelo CSIR	Não definidos. Objeto de pesquisas futuras

**Tabela 2.16 (continuação): Tabela comparativa entre as metodologias analisadas**

	BREEAM	GBT001	LEED	CASBEE	Green Star	HQE	SBAT	SILVA (2003)
<b>Pontuação</b>	Atribuída a cada requisito e agrupada para determinar a pontuação por categoria. Após a ponderação fornece a pontuação geral do edifício	Atribuída a cada requisito segundo uma escala de desempenho que varia de -1 (desempenho insatisfatório) a +5 (melhores práticas)	Atribuída a cada requisito, num total de 69 pontos. Antes disso exige o atendimento a 7 pré-requisitos	Atribuída a cada requisito segundo uma escala de desempenho de 5 níveis. Agrupada nos fatores L (cargas ambientais) e Q (qualidade e desempenho ambiental do edifício) para cálculo do BEE	Atribuída a cada requisito e agrupada para determinar a pontuação por categoria. Após ponderação fornece pontuação geral do edifício	Atribuída a cada requisito, segundo uma escala de desempenho de 3 níveis: básico, intermediário e superior. Todos os edifícios avaliados devem atender a no mínimo o nível básico	Usuário indica a % de atendimento de cada requisito, de 0% (critério não atendido) a 100% (totalmente atendido). A planilha calcula o número de pontos obtidos em cada requisito e gera um relatório	Seria atribuída a cada requisito segundo uma escala de desempenho que varia de -2 (inferior ao <i>benchmark</i> ) a +5 (avanzado em relação às práticas correntes)
<b>Ponderação</b>	Pré-definida e fixa, mas os pesos não são declarados	Ajustáveis por terceiras partes de acordo com as condições do local onde o edifício está sendo avaliado	Implícita: as categorias têm o mesmo peso, mas o número de itens pontuados varia dentro de cada categoria	Pré-definida e fixa	Pré-definida pelo GBCA. Varia com a localização geográfica do edifício na Austrália	A elaboração de perfis ambientais que priorizam a importância das categorias e é o recurso utilizado em substituição à ponderação	Não há	Os pesos seriam determinados por consulta a um painel de especialistas e partes interessadas da construção civil
<b>Resultados da avaliação</b>	Pontuação única do edifício	Desempenho relativo (por tema e global) e desempenho absoluto do edifício (indicadores de sustentabilidade)	Pontuação única do edifício	Desempenho por categoria e pelo Indicador de eficiência ambiental do edifício (BEE)	Pontuação única do edifício	Perfis ambientais com no mínimo 4 categorias correspondendo ao nível intermediário; 3 ao nível superior e as demais 7 ao nível básico	Relatório indicando o perfil do desempenho do edifício, baseado nos objetivos e pontuação definidos pelo usuário	Perfil de desempenho e índices de sustentabilidade (IS) obtidos pelo edifício
<b>Classificação do edifício</b>	<i>Aprovado</i> : de 25 a 39% dos pontos <i>Bom</i> : 40 a 54% <i>Muito bom</i> : 55 a 69% <i>Excelente</i> : acima de 70%	Não há	<i>Certificado</i> : de 40 a 50% dos pontos <i>Prata</i> : de 51 a 60% <i>Ouro</i> : de 61 a 80% <i>Platina</i> : acima de 81%	Classificação em função do BEE: classe C (edifício comum), B-, B+, A e S (excelente desempenho)	<i>4 estrelas</i> : 45 a 59% dos pontos <i>5 estrelas</i> : 60 a 74% <i>6 estrelas</i> : acima de 75%	Não há: ou o empreendimento é ou não é ambientalmente correto	Não há	<i>Classe C</i> : de 50 a 60% dos pontos (IS=1) e de 61 a 70% (S=2) <i>Classe B</i> : de 71 a 80% dos pontos (IS=3) e de 81 a 90% (IS=4) <i>Classe A</i> : acima de 90% (IS=5) <u>Bônus</u> : 1 a 5 estrelas, em função dos pontos
<b>Atribui certificação?</b>	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não (o modelo não foi implementado)

- **Quanto aos parâmetros de desempenho (*benchmarks*)**, todas as metodologias procuram priorizar os critérios quantitativos mas, inevitavelmente, critérios qualitativos também são utilizados. Com exceção do *GBTool* – onde os *benchmarks* devem ser customizados por equipes locais – e de Silva (2003) – que não define valores de *benchmarks* – as demais metodologias os define com base em normas, legislações, regulamentações e práticas construtivas de seus países. Silva (2003) afirma que a definição de valores de referência e metas de desempenho é um ponto crítico, pela necessidade de dispor de grande quantidade de dados tratados e que sejam estatisticamente representativos. O estabelecimento de metas tende a ser mais simples em casos em que é possível medir com relativa facilidade, entretanto, de maneira geral, há pouca informação sobre o desempenho de edifícios em relação a diversos indicadores mais difíceis de avaliar quantitativamente. *Benchmarks* apropriados não devem representar metas muito ambiciosas, pois podem, ao invés de encorajar mudanças, acabar tendo efeito contrário. Por outro lado, metas muito baixas deixam de diferenciar práticas que vão além da prática corrente. Silva (2003) indica dois caminhos possíveis para a definição de pontuação mínima, desempenho de referência e metas de desempenho: **1)** valores iniciais definidos empírica e consensualmente: as avaliações realizadas entre uma revisão e outra do método retro-alimentam o ajuste para as versões posteriores, assim como os resultados de pesquisas pontuais conduzidas em paralelo; e **2)** construção de *benchmarks* com base em um processo de aquisição de dados confiáveis, atualizados e estatisticamente representativos conduzidos anteriormente. Apesar de a autora indicar o segundo procedimento como o ideal, todos os métodos existentes enquadram-se no primeiro caso, pois o segundo implica em custo, trabalho e tempo intensivos.

- **Quanto à pontuação**, o BREEAM, LEED e *Green Star* atribuem uma pontuação pré-definida a cada requisito, caso o edifício atenda às exigências especificadas. Se determinado requisito não for atendido, o edifício não recebe a pontuação a ele correspondente. Ao final da avaliação, a pontuação é agrupada (e ponderada, no caso do BREEAM e *Green Star*), resultando em uma pontuação geral do edifício. No LEED e no *Green Star* são exigidos pré-requisitos mínimos e sem o atendimento destes o edifício não poderá dar continuidade ao processo de certificação. A certificação é conferida com base no total de pontos obtidos, não sendo necessário atender a um número mínimo de créditos em cada uma das categorias. No SBAT, como é uma ferramenta de auxílio ao desenvolvimento de projetos sustentáveis, não há pontuação pré-definida: o usuário indica a porcentagem de atendimento de cada requisito, variando de 0% (critério não atendido) a 100% (totalmente atendido), e o *software* calcula o número de pontos obtidos em cada requisito, gerando um relatório com o desempenho global do edifício. Nas demais metodologias é utilizada uma escala de desempenho de cinco níveis (CASBEE), quatro níveis (*GBTool*) e de três níveis (HQE). O edifício recebe a pontuação de

acordo com o desempenho que demonstrar. O CASBEE também utiliza o conceito de ecossistemas fechados, expresso pelo indicador de eficiência ambiental do edifício (BEE) que procura balancear os impactos negativos (cargas ambientais geradas) atrelados à melhoria da qualidade e desempenho ambiental do edifício. Quanto aos pré-requisitos, o HQE exige no mínimo um desempenho básico em todas as categorias, correspondente ao desempenho de nível normativo, regulamentar ou correspondente às boas práticas correntes.

- **Quanto à ponderação**, Silva (2003) considera a área mais complexa da composição de um sistema de avaliação e ainda não há um método consensual para determinar objetivamente os fatores de ponderação apropriados. Os principais motivos apontados são: **1)** dificuldade em obter consenso sobre a importância relativa de diferentes efeitos; **2)** um determinado efeito pode ser não só dependente de materiais, mas também de características de uso; **3)** a importância pode variar geograficamente; **4)** há variações geográficas na energia embutida<sup>33</sup>, atrelada a diferentes requisitos de transporte e variações de eficiência energética na manufatura. Dado o exposto, os métodos utilizam as ponderações de diferentes maneiras para agregar o desempenho do edifício em uma pontuação global e exprimir a importância relativa entre variáveis. No LEED as categorias têm o mesmo peso, mas o número de itens pontuados varia dentro de cada categoria. A concentração de créditos em determinadas categorias define implicitamente um critério de pontuação. No BREEAM, CASBEE e *Green Star* a ponderação é fixa e pré-definida pelos comitês responsáveis pelo desenvolvimento dos métodos. No *Green Star* as ponderações são ajustadas pelo GBCA de acordo com a localização geográfica do edifício na Austrália, procurando refletir a importância de cada categoria ao contexto em que o edifício está inserido. No *GBTool* a importância relativa das diferentes categorias também é explícita e a ponderação-*default* é baseada em dados canadenses. Esta ponderação deve ser ajustada por equipes nacionais que forem utilizar a ferramenta, para garantir que os resultados reflitam o contexto de avaliação específico do país ou região onde o edifício sob avaliação está localizado. Em Silva (2003), os pesos seriam determinados por consulta a um painel de especialistas e partes interessadas da construção civil, seguindo o exemplo dos outros métodos que utilizam ponderações. O HQE e o SBAT não atribuem ponderações, uma vez que não agregam o desempenho do edifício em uma pontuação única e sim apresentam um perfil de desempenho do edifício frente a todas as características avaliadas. No HQE o empreendedor é quem prioriza, dentre as 14 categorias, no mínimo 4 que atenderão às exigências do nível intermediário, 3 que atenderão às exigências do nível superior e as demais 7 atenderão às exigências do nível básico, gerando o perfil de desempenho do edifício.

---

<sup>33</sup> Energia embutida (ou energia incorporada) é a energia consumida por todos os processos associados à produção de um edifício, da aquisição de recursos naturais à entrega do produto, incluindo extração, manufatura dos materiais e equipamentos, transporte e funções administrativas (CHEN *et al.*; 2006).

Comparando os pesos destinados a cada categoria, percebe-se que o LEED enfoca mais a questão energética enquanto que o *Green Star* coloca em primeiro plano a qualidade do ar interno às edificações. No *GBTool* as maiores ponderações são atribuídas às cargas ambientais e energia e conservação de recursos. O *CABEE* também enfatiza as categorias energia e ambiente interno. Em Silva (2003) há um equilíbrio entre as cinco categorias propostas, variando de 17% (na categoria Desempenho Social) a 23% (Gestão do Processo).

- **Quanto à divulgação dos resultados**, o *BREEAM*, o *LEED* e o *Green Star* o fazem mediante a apresentação de uma pontuação única do edifício e o *HQE* e o *SBAT* apresentam perfis de desempenho do edifício. No *CASBEE*, *GBTool* e Silva (2003), o resultado da avaliação combina um indicador de sustentabilidade (ou indicador de eficiência ambiental – *BEE* – no *CASBEE*) e perfis de desempenho por categoria e global.

- **Quanto à classificação do edifício**, as metodologias utilizam diferentes nomenclaturas para designar os níveis de classificação, de acordo com a pontuação obtida. No *CASBEE* a classificação é feita de acordo com cinco níveis: classes C (menor desempenho), B<sup>-</sup>, B<sup>+</sup>, A e S (melhor desempenho). No *BREEAM* e no *LEED* os edifícios são classificados em um dos quatro níveis (aprovado, bom, muito bom e excelente no *BREEAM* e certificado, prata, ouro e platina no *LEED*). Já no *Green Star* e em Silva (2003), o edifício pode-se enquadrar em três níveis de classificação: 4 estrelas, 5 estrelas e 6 estrelas no primeiro; e classe C, B e A no segundo método. O *HQE* diferencia-se das demais metodologias pois não há níveis de classificação do edifício: ou o empreendimento avaliado é, ou não é ambientalmente correto, segundo um perfil ambiental pré-definido pelo empreendedor onde todas as categorias atendem a no mínimo o nível básico. No *GBTool* e no *SBAT* não há classificação do edifício, pois são ferramentas que não atribuem certificação.

## **2.5.1 Críticas, pontos positivos e pontos negativos das metodologias a serem observados na proposição de uma metodologia brasileira**

### 2.5.1.1 LEED

O *LEED* - talvez por ser a metodologia mais disseminada, de fácil utilização e aplicada em outros países que não seu país de origem (os Estados Unidos) - recebe constante atenção e, conseqüentemente, críticas de quem os utiliza (meio técnico) e de quem os avalia metodologicamente (meio acadêmico).

Schendler e Udall (2005), baseados em experiências de dois projetos certificados pelo LEED, exploram o que consideram errado e iniciam uma discussão de como corrigir o que consideram problemas no LEED. Neste artigo provocativo, os autores afirmam que talvez o mundo **não precise de uma certificação ambiental de edificações tanto quanto precise de especificações para edificações ambientalmente corretas** e designam o LEED como “um doente terminal onde a eutanásia deve ser considerada, assim como a substituição por um programa mais eficiente”. Os autores acrescentam que a intenção do LEED é louvável mas a execução tem sido desapontadora. Dentre os problemas descritos, que fazem com que as edificações sustentáveis sejam mais difíceis de serem alcançadas do que deveriam, destacam: o alto custo (monetário<sup>34</sup>, de tempo e esforço) da certificação; o foco na obtenção de pontos para a certificação e não na responsabilidade ambiental<sup>35</sup>; a complexidade da simulação energética requerida; a burocracia engessada (que resulta na lentidão do processo e em montanhas de documentos) e o desencaminhamento dos benefícios das edificações sustentáveis por permitir que apenas os requisitos desejáveis sejam atendidos (além dos pré-requisitos, obviamente) sem que o resultado final seja afetado<sup>36</sup>. Além disso, referenciam outros trabalhos que apontam deficiências em créditos específicos. Dentre as sugestões de melhorias, os autores acreditam em fazer mais dos pontos-chave obrigatórios para reduzir a obsessão por pontos e encorajar o projeto integrado; simplificar os protocolos para simulação energética e substituir as avaliações de documentos à distância por avaliações *in situ*.

Lewis (2005) concorda com alguns dos problemas descritos por Schendler e Udall e acrescenta outros pontos que julga esquecidos pelos autores. Entretanto, prefere caracterizar o

---

<sup>34</sup> A certificação LEED adiciona de 1% a 5% ao orçamento de edifícios que pleiteiam a certificação nos Estados Unidos, em função de consultorias, comissionamento da nova edificação para assegurar que o sistema mecânico desempenhe conforme projetado (obrigatório pelo LEED), simulação energética, registro e certificação (SCHENDLER; UDALL, 2005).

<sup>35</sup> O fato de o usuário ter direito a incorporar até 5 pontos a mais em seu projeto (na categoria inovação e processo de projeto) cria uma dificuldade na avaliação final, já que os pontos podem ser colocados para sua própria conveniência, e não para a do meio ambiente. Esta colocação também é válida para o *Green Star* que, assim como o LEED, também apresenta uma categoria que atribui até 5 pontos para inovações em projetos.

<sup>36</sup> O empreendedor ou projetista pode focar em duas ou três categorias, atingindo a classificação desejada, e ignorar as demais. Em determinadas condições, portanto, o resultado da avaliação pode ser incompleto e não necessariamente refletir o desempenho global do edifício. Tal observação é válida também para o BREEAM e o *Green Star*, que exigem uma pontuação mínima para a classificação do edifício (25% e 45% dos pontos, respectivamente), mas que pode ser obtida conforme melhor convier ao empreendedor. O sistema HQE francês até permite que sejam escolhidos os créditos que serão alcançados em detrimento de outros (desde que devidamente justificados), mas um desempenho básico é requerido em todas as categorias. A inconsistência do sistema de pontuação do LEED, nesse aspecto, é fazer isso de modo não transparente. Por exemplo, mesmo em uma região com graves problemas de falta de água potável é perfeitamente possível construir um edifício que alcance a mais alta classificação - Platinum - sem que, no entanto tenha qualquer preocupação com o uso racional desse recurso. Da mesma forma, a instalação de um bicicletário de US\$ 395,00 recebe um ponto equivalente a um sistema de recuperação de calor de US\$ 1,3 milhões que ajudará a economizar US\$ 500.000,00 anuais em energia, fazendo com que sejam priorizadas as opções menos custosas.

LEED não como “quebrado, mas sim como um começo imperfeito de um padrão esperançosamente melhor”. Considerações também são feitas ao fato de as exigências dos projetos não serem regionais, criando com isso dificuldades na avaliação final, uma vez que as características e prioridades variam de região para região.

Stein e Reiss (2004) temem que a viabilidade do sistema LEED possa ser comprometida e perca credibilidade a longo prazo, em função de três problemas principais: 1) edifícios que ganham mais créditos que outros não necessariamente tem melhores benefícios ambientais; 2) algumas técnicas encorajadas pelo LEED não são os meios mais efetivos para reduzir impactos ambientais; e 3) os custos e benefícios advindos da certificação LEED permanecem não documentados e incertos.

John e Agopyan (2005) afirmam que o LEED concede créditos substanciais quando materiais reciclados são utilizados no edifício. Isto implica em aceitar que todo reciclado é ambientalmente positivo, o que nem sempre é verdade e pode induzir a grandes erros. Um produto reciclado pode ter uma vida útil curta ou liberar cargas ambientais durante a reciclagem mais altas do que um produto produzido de um material virgem. O requisito também assume que a reciclagem de produtos pós-industriais traz menos benefícios ambientais que os pós-consumo, o que na maioria das vezes é errado porque o resíduo pós-consumo é altamente contaminado e requer maior consumo de energia no processo logístico.

Por fim, Olgyay (2004 APUD HERNANDES, 2006) acrescenta que o sistema LEED pode encobrir o real impacto ambiental de um determinado edifício, já que mesmo edifícios de tamanhos muito diferentes (um com 20.000m<sup>2</sup> e outro com 2.000m<sup>2</sup>, por exemplo) podem receber exatamente a mesma classificação, mesmo tendo nitidamente impactos diferentes.

#### 2.5.1.2 BREEAM e Green Star

Além dos pontos já comentados no item anterior sobre o BREEAM e o *Green Star* (escolha dos aspectos que se deseja atender, ignorando outros pontos importantes e incorporação de até 5 pontos a mais na categoria inovação – no caso do *Green Star*), outras questões específicas podem ser observadas nestes métodos.

O *Green Star* é dotado de uma opção de créditos “não aplicáveis”, quando determinado aspecto não se aplica ao edifício em avaliação, o que não existe no BREEAM e no LEED. Este é um ponto positivo<sup>37</sup> em relação aos outros dois métodos, pois ajuda a evitar distorções nas avaliações.

---

<sup>37</sup> Esta característica também é observada no *GBTool*, cujo item 2.4.2 apresenta o exemplo da instalação do bicicletário em locais onde a utilização de bicicletas não é praticável ou não aceita como um meio de transporte.

Outro ponto positivo do *Green Star* em relação ao BREEAM e o LEED é a possibilidade de variação dos pesos em até 5% para mais ou para menos, conforme a região onde está sendo aplicado. Mas, diferentemente do *GBTool* - onde cada equipe deve personalizar as ponderações antes de utilizar a ferramenta - no *Green Star* a variação nos pesos é realizada pelo GBCA, fundamentada em documentos científicos relevantes e consulta a partes interessadas.

É sabido que o desenvolvimento ideal das metodologias de avaliação é migrar dos critérios prescritivos para critérios de desempenho (como fazem o *GBTool*, CASBEE, HQE e é proposto no modelo de Silva (2003)). Entretanto, visto que a aplicação dos conceitos de avaliação de desempenho é mais complexa, a maior parte das metodologias é prescritiva e orientada a dispositivos ou estratégias, e trabalham com listas de verificação (*checklists*) que concedem créditos em função da aplicação de determinadas estratégias de projeto ou especificação de determinados equipamentos (que é o caso do LEED, BREEAM e *Green Star*). Segundo Silva (2003), esta é uma estratégia com nível de complexidade muito menor, que presume que uma coletânea de estratégias e equipamentos **provavelmente** levará a alguma melhoria de desempenho, ainda que ela não possa ser estimada. Apesar de serem mais facilmente incorporadas como ferramentas de projeto, as listas orientadas a dispositivos vêm sendo vigorosamente contestadas durante o desenvolvimento de novos sistemas de avaliação. O problema do formato *checklist* + critérios prescritivos é que o fato de um edifício atender completamente à lista de verificação não necessariamente garante o melhor desempenho global. Larsson e Cole (2005) também apontam como uma das limitações estruturais do BREEAM e do LEED (e esta autora estende-os também para o *Green Star*), o fato de eles não serem estruturados para lidar com diferentes níveis de avaliação, dificultando avaliações dos critérios em maior grau de profundidade.

### 2.5.1.3 GBTool

Um grande avanço do *GBTool* em relação aos sistemas existentes na época de seu desenvolvimento foi sua estrutura de avaliação baseada em níveis de desempenho. Os critérios não mais são avaliados sob o prisma “atende” ou “não atende” o requisito, mas sim segundo uma escala de desempenho, do desempenho insatisfatório às melhores práticas. Apesar da estrutura baseada no desempenho dos critérios ser considerada ideal, um número muito grande de níveis de desempenho pode, ao invés de facilitar a avaliação, gerar confusões e dificultar a definição objetiva de cada nível. Até a versão 2002 era utilizada uma escala de cinco níveis (do -2 ao +5), que a versão 2005 - analisada neste trabalho – reduziu para quatro

níveis (do -1 ao +5). Tal alteração ocorreu provavelmente em virtude da constatação da dificuldade de definir os cinco níveis de desempenho pelas equipes que vêm utilizando a ferramenta durante os anos de seu desenvolvimento.

Uma característica particular do *GBTool*, que o distingue dos outros sistemas de avaliação, é sua estrutura genérica que requer que uma terceira parte ajuste-o para adequá-lo a condições aplicáveis a edifícios em diferentes regiões. Isto significa que uma avaliação conduzida usando o sistema tem pouca validade a não ser que tal calibração das características seja primeiramente realizada (IISBE, 2005). No processo de customização da ferramenta, uma série de questões-chave precisa ser legitimamente definida e inserida pelas terceiras partes, o que inclui a seleção apropriada das ponderações, os *benchmarks* dos critérios e os valores de emissões. Entretanto, a customização não é uma tarefa fácil de ser realizada e necessita ser criteriosa, uma vez que serve de orientação para todos os cálculos dos resultados. Desta flexibilidade proposta pelo GBC observam-se pontos positivos (adequação da ferramenta ao contexto ao qual o edifício sob avaliação está inserido; rastreabilidade dos pesos e *benchmarks* utilizados, compondo um banco de dados internacional; possibilidade de identificação de áreas deficientes nos edifícios e tomada de decisões frente ao desempenho dos mesmos) mas também pontos negativos.

Silva (2003) utilizou a versão 2002 do *GBTool* para o estudo exploratório de sua tese de doutoramento. Nos dois estudos de caso foram avaliados os temas Uso de recursos, Cargas ambientais e Qualidade do ambiente interno - os três temas obrigatórios do *GBTool* 2002 - e os resultados foram apresentados na SB'02, em Oslo. Sobre a experiência da utilização prática da ferramenta, a autora considerou a definição da escala de desempenho, mais precisamente o *benchmark* correspondente à prática típica (nota zero), um ponto crítico enfrentado não só por ela, mas por todas as equipes do GBC. Cada equipe acabou adotando uma abordagem própria, como a busca de um edifício existente, com função e padrão de ocupação idênticos ou a concentração de esforços para a definição de *benchmarks* apenas dos itens com maior peso, por exemplo. A autora pondera que, em muitos países participantes, a existência de um amplo e detalhado conjunto de normas técnicas - ainda que não solucione completamente o problema - permite assumir valores para a prática típica e padrões da indústria para boa parte dos itens relevantes. Somado a isso, alguns países já contam com inventários do ciclo de vida de materiais de construção, que permitem informar com maior precisão a energia e emissões neles incorporados. No caso do Brasil, a defasagem ou ausência de normas técnicas e de dados nacionais dificultou sobremaneira a definição teórica dos *benchmarks*. Já a nota máxima para cada requisito - correspondente à prática de excelência (nota 5) - foi definida

com mais facilidade, com base na vanguarda de tecnologias, materiais e equipamentos existentes (sem levar em consideração seu custo de implementação). A autora explica que os *benchmarks* foram estimados com o maior rigor possível, considerando a limitação de normalização e dados nacionais. Quando existentes, foram utilizados valores de normas ABNT, códigos de obras, dados nacionais publicados e recomendações sem poder normativo feitas por órgãos como o PROCEL. Como segundo recurso foram utilizados valores obtidos em normas ASHRAE e em ferramentas internacionais como o *LCAid*, o ATHENA<sup>38</sup>, o *EnergyStar* e o *Austin GreenBuilder*. Por fim, foram feitas consultas a especialistas, fabricantes de equipamentos e profissionais do mercado. Nos casos em que nenhuma destas fontes permitiu estimar valores nacionais, foram utilizados os valores-*default* oferecidos pelo *GBTool*, com a ciência de que eles não necessariamente refletiriam os números brasileiros.

Deste primeiro ponto observa-se que a customização da ferramenta não foi realizada na totalidade, visto que é consenso a grande deficiência de normalizações e dados nacionais e que se teve de recorrer a *benchmarks* internacionais. Pode-se afirmar, portanto, que mesmo com tamanha flexibilidade para definição de *benchmarks*, estes podem não representar a realidade do local onde está se realizando a avaliação e, conseqüentemente, levar a distorções nos resultados das avaliações e comparações não precisas entre edifícios.

Para a determinação da ponderação adaptada à realidade brasileira, Silva (2003) realizou uma consulta a um painel de especialistas que utilizou uma ferramenta de suporte ao processo de análise hierárquica<sup>39</sup>. O painel de especialistas, composto por seis votantes, utilizou a ferramenta para derivação dos pesos no nível hierárquico mais alto, ou seja, entre os temas de desempenho. Para as categorias dentro de cada tema foram mantidos os pesos-*default* do *GBTool* (nos níveis inferiores na hierarquia do *GBTool* – dentro das categorias – os pesos não são alterados pelos usuários<sup>40</sup>). Sobre esta questão nota-se que, dependendo da quantidade de

---

<sup>38</sup> O *LCAid* (Austrália) e o ATHENA (Canadá) são ferramentas computacionais de suporte a decisão e auxílio ao projeto, especialidades no uso de LCA (*Life Cycle Analysis*, ou análise do ciclo de vida) para medir ou comparar o desempenho ambiental de materiais e componentes da construção civil.

<sup>39</sup> A descrição completa do processo de análise hierárquica (*Analytic Hierarchy Process* – AHP) utilizado pode ser vista em Silva (2003).

<sup>40</sup> A pontuação geral do edifício é determinada pela utilização de uma ponderação sucessiva de pontuações obtidas nos sub-critérios, critérios, categorias e temas principais (nível hierárquico mais elevado). Segundo Silva (2003), este acúmulo sucessivo de ponderações essencialmente subjetivas tem sido controverso desde o início do GBC, mas sua influência foi até certo ponto atenuada pela fixação dos pesos nos níveis mais baixos: os fatores de ponderação dos itens dentro das categorias (critérios e sub-critérios) são divididos igualmente, e apenas os pesos dos temas e das categorias são personalizados.

especialistas consultados e sua área de atuação<sup>41</sup>, os resultados dos pesos atribuídos a cada tema podem variar. Outro fator problemático relacionado à personalização dos *benchmarks* e das ponderações é que, no caso do estudo conduzido por Silva (2003), refletiria a realidade da cidade de São Paulo. Para utilizar o *GBTool* em outras localidades do Brasil, que apresenta diferenças gritantes entre uma região e outra – e até mesmo dentro de uma mesma região - tais valores deveriam ser novamente personalizados.

Silva (2003) ainda aponta outras dificuldades práticas importantes da aplicação do *GBTool*:

- necessidade de uma revisão detalhada das referências adotadas pela ferramenta e o rastreamento de erros. Estas tarefas são dificultadas pela grande quantidade de fórmulas distribuídas nas várias planilhas que compõem o *GBTool*, muitas delas calculadas automaticamente e não acessíveis pelo usuário. “Apesar de reduzir o esforço necessário para completar as avaliações, a grande quantidade de automatização inserida na ferramenta aumentou significativamente o potencial de erros de fórmulas, que podem diminuir a confiança do resultado obtido com a ferramenta” (SILVA, 2003).
- as avaliações exigem uma grande quantidade de informações, nem sempre disponíveis e organizadas no Brasil<sup>42</sup>. Muitos cálculos são feitos automaticamente, a partir de um número mínimo de entradas dadas pelo usuário, tornando os resultados obtidos questionáveis quando, na falta de informações na quantidade, detalhamento e precisão exigidas pelo *GBTool*, são feitas adaptações e inferências pelo usuário ou pela própria ferramenta de avaliação;
- fatores importantes para o clima e hábitos locais (como simplesmente abrir janelas para ventilar, por exemplo), características geográficas (por exemplo, o valor-*default* para o fator de luz do dia é facilmente alcançável por aberturas mínimas e a escala de pontuação é facilmente estourada na latitude de São Paulo) e tradições construtivas (a avaliação de RCD considera apenas as perdas inerente às tecnologias construtivas e não o desperdício que é considerável no Brasil) não são adequadamente valorados;

---

<sup>41</sup> Por exemplo, especialistas em eficiência energética tendem a incluir a energia como um fator de primeira grandeza a ser considerado. Especialistas em água tendem a atribuir maior peso a questões relacionadas ao uso eficiente deste recurso, e assim por diante, de acordo com a especialidade dos consultados.

<sup>42</sup> Pinheiro, *et al.* (2003), quando da utilização do *GBTool* para avaliação de edifícios em Portugal, também apontam como uma das limitações a intensidade quanto aos dados necessários para a avaliação, que se torna bastante complicada: os problemas passam principalmente pelas lacunas que se observam em relação à informação disponível sobre os edifícios, quer em termos de dados de projeto, quer em termos de dados de funcionamento do edifício.

- para alguns itens, a faixa de valores aceitos pela *GBTool* não atende a normas brasileiras (por exemplo, o valor máximo da ferramenta para o nível de iluminação ambiente é inferior ao prescrito na NBR 5413/92);
- as suposições assumidas pela ferramenta podem levar a resultados que não refletem a realidade brasileira, não sendo possível confiar ou tirar conclusões a partir dos dados de energia e emissões incorporadas nos materiais<sup>43</sup> calculados pelo *GBTool* para nenhum dos estudos de caso brasileiro.

Lee e Burnett (2006) também apontam críticas ao *GBTool* 2002 quando da customização para sua utilização em Hong Kong. Primeiramente, os autores questionam a inclusão na ferramenta de elementos externos ao edifício e, deste modo, fora do controle do projetista ou construtor<sup>44</sup>. Em segundo lugar, os autores também criticam a definição aberta do *benchmark* zero e a pontuação máxima (+5) da escala de desempenho. De acordo com os autores, o desempenho “típico” pode ser definido de diferentes maneiras e, em Hong Kong assim como no Brasil, os dados de muitas das questões avaliadas são ainda indisponíveis e incompletas. Um terceiro ponto criticado pelos autores é que, embora a ponderação tenha um efeito significativo na agregação dos resultados, não há um esquema de ponderação sistemático ou explícito para reconhecer a significância do desempenho de tantos critérios da qual a pontuação total é derivada. Algumas aproximações são possíveis, como o consenso da indústria e análise hierárquica do processo. Entretanto, julgamentos subjetivos de um pequeno

---

<sup>43</sup> A avaliação da energia incorporada nos materiais é feita com base em um estimador que, na falta de dados de LCA calculados, usa como padrão dados canadenses (que podem ser muito diferentes dos dados nacionais). A estimativa de GHG (gases causadores do efeito estufa) a partir da conversão da energia incorporada é coerente para os processos de produção que utilizam fontes fósseis de energia (óleo, gás, carvão), o que nem sempre é o caso dos materiais brasileiros, cuja produção frequentemente emprega hidroeletricidade e lenha. Uma avaliação correta depende necessariamente de dados de LCA, não disponíveis atualmente (nem quando Silva (2003) realizou o estudo, nem nos dias de hoje) para materiais nacionais. Como o valor de energia incorporada e a taxa de conversão de energia incorporada para CO<sub>2</sub> incorporado utilizados no cálculo não foram obtidos de dados de LCA de materiais brasileiros, o cálculo induz a um acúmulo de erros que torna os dados pouco aproveitáveis (SILVA, 2003).

<sup>44</sup> Lee e Burnett (2006) citam como exemplo a avaliação de GHG durante a construção e operação do edifício. Os GHG são diretamente proporcionais à qualidade do combustível utilizado, a eficiência da matriz geradora e o nível de consumo de eletricidade. Em 2002, 70% da energia gerada em Hong Kong era proveniente do carvão e não há opção de compra de energia de fontes renováveis das concessionárias. Portanto, a redução dos GHG fica na dependência do aumento de fontes de energia limpa na matriz energética local. Outro exemplo citado pelos autores é que a quantidade de eletricidade que um edifício consome pode ser afetada pela infra-estrutura disponível e pelas políticas governamentais. Na maior parte de Hong Kong há restrição de uso de água potável nos sistemas de condicionamento de ar, mas esta restrição foi quebrada em seis bairros. Nestes bairros, os edifícios poderão usar sistemas de condicionamento de ar com refrigeração a água, que levarão a reduções no consumo de energia. Edifícios em outros bairros, entretanto, estarão confinados ao uso de sistemas menos eficientes de refrigeração do sistema de condicionamento de ar. Problemas semelhantes são apontados quanto à avaliação de emissões de poluentes (SO<sub>x</sub>/NO<sub>x</sub>) do setor de geração de energia, características atmosféricas nos bairros e disponibilidade de serviços municipais para atender a demanda do edifício, que são dependentes do governo ou de companhias de utilidade de Hong Kong.

grupo de especialistas foram adotados pela maioria das equipes participantes para estabelecer a ponderação entre categorias e temas principais.

Em concordância com Silva (2003), conclui-se que “seria excelente se fosse possível utilizar, no Brasil, uma ferramenta tão completa quanto o *GBTool*, mas, exatamente por sua abrangência e complexidade, ela está longe de ser um instrumento de uso corriqueiro. Mais apropriado é utilizar o *GBTool* em seu propósito original, e desenvolver um método local a partir do embasamento teórico-científico que ele oferece.”

#### 2.5.1.4 Modelo proposto por Silva (2003)

O modelo proposto por Silva (2003) traz uma incontestável contribuição para a busca da sustentabilidade nas construções brasileiras, abrindo caminho e gerando interesse pelo assunto por diversos pesquisadores e agentes atuantes no setor da construção, inclusive a autora deste trabalho. Os conceitos abordados e elucidados com clareza, as diretrizes e a base metodológica elaborada, sem sombra de dúvidas foram ao encontro do que o trabalho se propôs, de “servir de bússola que ajude a orientar a direção dos desenvolvimentos futuros, antes de ser o mapa exato da estrada” (SILVA, 2003). Entretanto, passados cinco anos da proposição do modelo e tendo o assunto “sustentabilidade nas construções” passado a tema prioritário nas discussões a cerca da construção de edifícios, algumas considerações sobre o modelo podem ser feitas.

O primeiro ponto a observar é que o modelo ficou inacabado<sup>45</sup>, deixando para trabalhos futuros a definição dos *benchmarks* - um ponto crucial e sem os quais não há como realizar avaliações nos edifícios. Atualmente, o mercado encontra-se em uma busca acelerada por um modelo de avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros - principalmente para edificações comerciais - e, talvez por estar inacabado ou pela complexidade do modelo proposto, ao invés de utilizá-lo, novos modelos estão sendo criados ou adaptados de outros países.

A segunda questão diz respeito justamente à complexidade do modelo. Silva (2003) explica que “em condições ideais, seria conveniente aproveitar a lógica e parte do conteúdo do *GBTool* para a composição do módulo ambiental incluído no modelo de avaliação de sustentabilidade de edifícios”. E assim o fez para o modelo que propôs. Entretanto, esta autora considera a estrutura do *GBTool* demasiadamente complexa para ser incorporada facilmente

---

<sup>45</sup> Cabe lembrar que não era objetivo do trabalho de Silva (2003) definir os *benchmarks*, e sim criar diretrizes e uma base metodológica para o desenvolvimento de um sistema de avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros.

ao mercado, tendo em vista todas as observações feitas no item anterior mas principalmente por ser um modelo voltado à pesquisa e à criação de uma base metodológica - não fornecendo certificação como em outros sistemas - que encoraja a utilização **dos resultados da aplicação do GBTool** para desenvolver uma nova geração de sistemas de certificação comercial (LARSSON, 2001). Além disso, a tentativa de abranger uma quantidade muito grande de critérios acaba dificultando ainda mais a sua utilização prática. Estes pontos vão contra dois dos quatro princípios essenciais<sup>46</sup> defendidos por Silva (2003) como ideal para a qualidade de um método de avaliação de edifícios: ser viável praticamente e ser absorvido e difundir-se rapidamente.

A cerca dos critérios avaliados no tema Desempenho ambiental, esta autora acredita que muita ênfase foi dada às emissões, na categoria Cargas ambientais geradas ao longo do ciclo de vida do edifício (quase metade dos pontos, 48%). Esta preocupação, visivelmente oriunda do GBTool, está presente em quase todas as metodologias internacionais. Mas é justamente Silva (2003) que esclarece que “certos aspectos perdem a validade ou, por outro lado, itens nem sempre considerados pelos métodos internacionais são importantes no contexto brasileiro e devem ser incluídos na avaliação.” Os exemplos citados em Silva (2001) e Silva *et al.* (2002) ilustram bem esta discussão. Para mencionar apenas um deles:

*Todos os métodos enfatizam a importância das emissões de CO<sub>2</sub> durante o uso do edifício; o GBC é o único que vai além e permite considerar o CO<sub>2</sub> incorporado nos materiais. Esta é claramente uma preocupação de países de clima frio (com grande demanda por aquecimento, durante períodos relativamente longos) e/ou que tenham matrizes energéticas fortemente centradas no uso de combustíveis fósseis e que, por estas razões, têm compromissos rigorosos firmados no Protocolo de Kioto. No caso brasileiro, o controle de CO<sub>2</sub> durante a operação do edifício não tem a mesma validade, já que: a emissão de CO<sub>2</sub> pelo Brasil não é tão significativa diante da dos países desenvolvidos; na maior parte do território nacional, a energia utilizada é eletricidade proveniente principalmente de fontes hidráulicas e não poluentes (apesar da recente alteração de cenário, com maior participação de fontes termelétricas), e é possível que no ciclo de vida de edifícios no Brasil, a emissão de CO<sub>2</sub> durante a produção dos materiais de construção seja preponderante.*

---

<sup>46</sup> Silva (2003) defende a idéia de que a qualidade de um método de avaliação de edifícios é determinada por quatro princípios essenciais: **1)** para ser tecnicamente consistente, um método de avaliação deve ser adaptado a dados nacionais relevantes; **2)** para ser viável praticamente, um método de avaliação deve ser adaptado ao mercado, práticas de construção e tradições locais; **3)** para ser absorvido e difundir-se rapidamente, um método de avaliação deve ser desenvolvido em parceria com as principais partes interessadas (investidores, empreendedores, construtores e projetistas); e **4)** para ser apropriado ao contexto nacional, os itens avaliados no método devem ser ponderados para refletir prioridades e interesses nacionais.

Por fim, o último ponto a salientar (que já foi discutido no item anterior) é a dificuldade de definir *benchmarks* brasileiros para uma escala muito grande de níveis de desempenho, neste caso, pontuações atribuídas do -2 a +5.

#### 2.5.1.5 SBAT

O grande destaque positivo do SBAT é a inclusão de aspectos sociais e econômicos - além dos ambientais - na ferramenta. Esta autora acredita que o SBAT atenda ao objetivo a que se propõe, isto é, seja uma importante ferramenta para auxiliar os projetistas e construtores a avaliar se seus projetos estão atingindo os objetivos almejados. O SBAT não atribui certificação, mas esta autora chama a atenção para o fato da subjetividade da auto-avaliação poder criar diferenças gritantes em relação a uma avaliação feita por terceiras partes, pelo usuário superestimar o potencial sustentável de sua edificação.

#### 2.5.1.6 CASBEE

A principal diferença do CASBEE para os outros métodos é a introdução do conceito de ecossistemas fechados, definindo o espaço dentro dos limites do terreno (que define o fator Q - qualidade e desempenho ambiental do edifício) e o espaço fora dos limites do terreno (que define o fator L - cargas ambientais). O indicador de eficiência ambiental do edifício - BEE integra estes dois fatores e é uma alternativa muito interessante de agrupamento dos resultados e comparação com outros edifícios. Certa dificuldade, entretanto, pode surgir na delimitação clara destes dois espaços.

Outro ponto positivo observado no CASBEE é a avaliação realizada em três etapas distintas: ao final do projeto preliminar, ao final do projeto executivo e a terceira quando completada a etapa de construção. Esta autora acredita que, desta forma, pode-se avaliar com maior precisão se o que foi planejado e projetado foi realmente construído.

Assim como já observado no *Green Star* como ponto positivo, o CASBEE proporciona a possibilidade de regionalização do método (realizada pelo JSBC), alterando o modelo original para adequação em relação a diferentes localidades onde é utilizado.

A estrutura de avaliação baseada no desempenho dos edifícios, onde são fixados parâmetros para cinco níveis de desempenho, deriva do *GBTool*. Novamente salienta-se que, apesar da avaliação por desempenho ser louvável, a definição de cinco níveis é muito complexa para o atual estágio de disponibilidade de dados brasileiro.

### 2.5.1.7 HQE

A primeira peculiaridade do HQE, de compor a certificação em duas partes inter-relacionadas (os referenciais *SMO* e *QEB*) é uma estratégia muito interessante, pois não somente o edifício é certificado, e sim o empreendimento durante todo o seu desenvolvimento. O SMO serve de base para o empreendedor na gestão do empreendimento, assegurando que a qualidade ambiental, definida pelo referencial QEB, seja alcançada.

Como já observado no CASBEE como ponto positivo, a avaliação não ocorre somente no produto final edificado, mas em três ocasiões distintas: fases de programa, projeto e execução.

A terceira e, do ponto de vista desta autora, a principal característica marcante da certificação francesa é impor que todas as categorias apresentem um desempenho básico - igual ao normalizado, regulamentar ou correspondente às práticas usuais. Neste modelo não é possível ignorar categorias (como ocorre em outras metodologias e já foi discutido no item 2.5.1.1), fazendo com que o resultado final da avaliação seja um edifício que atenda a pelo menos o mínimo desejável em todas as questões avaliadas.

Outra característica que esta autora aponta como merecedora de destaque é a estratégia utilizada para proporcionar flexibilidade de adaptação do modelo a diferentes contextos, garantida pela possibilidade de priorizar o atendimento a categorias mais relevantes para o empreendedor e para o contexto no qual o edifício está inserido. É claro que, tal escolha tem de ser justificada pelo empreendedor e verificada por terceiras partes, para que não ocorra a priorização de categorias mais fáceis ou mais baratas de serem atendidas ou que não levem em consideração algum aspecto merecedor de ênfase em uma determinada região. Esta autora também destaca os perfis ambientais gerados pela priorização das categorias como um recurso conveniente utilizado pela metodologia francesa em substituição à proposição de um método de ponderação dos critérios de avaliação.

A estrutura de avaliação, assim como no *GBTtool*, CASBEE e no modelo proposto por Silva (2003), também é baseada em níveis de desempenho. Entretanto, a avaliação é realizada segundo uma escala de três níveis (básico, intermediário e superior). A escala de desempenho reduzida em relação às três metodologias citadas é considerada por esta autora a mais indicada para ser utilizada no Brasil neste momento, até que se possa atingir um nível de informações e base de dados que permitam ampliar a escala objetivamente.

Um ponto considerado negativo por esta autora é o fato de não haver escala de atribuição do certificado: o empreendimento é ou não é ambientalmente correto. Acredita-se

que, para o Brasil, seja importante haver um esquema de diferentes classificações (como ocorre no BREEAM, LEED, CASBEE e *Green Star*), como forma de estimular o mercado na busca por edifício cada vez mais sustentáveis, mas sem deixar de valorizar empreendimentos que se diferenciem do mercado.

## 2.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

No início deste capítulo foram apontadas algumas iniciativas brasileiras visando uma construção mais sustentável, tanto no setor residencial ou como no comercial. Dentre elas, a criação do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável representa um importante passo rumo à maior sustentabilidade da indústria da construção como um todo, uma vez que amplia a disseminação de conhecimentos e a mobilização da cadeia produtiva da construção civil.

A seguir foi realizada uma discussão sobre o escopo de avaliação (ambiental x sustentabilidade) adotado em metodologias internacionais, de onde se pôde concluir que, em países em desenvolvimento, o mais apropriado é focar nos três aspectos que equilibram o tripé da sustentabilidade: aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Focando nas metodologias para avaliação de edifícios, foram descritos, analisados, comparados e discutidos oito modelos para avaliação de edifícios de escritórios, com ênfase na etapa de projeto: BREEAM (Reino Unido), *GBTool* (consórcio internacional), LEED (Estados Unidos), CASBEE (Japão), *Green Star* (Austrália), HQE (França), SBAT (África do Sul) e modelo proposto por Silva (2003) para o Brasil.

Analisando as metodologias apresentadas neste capítulo, foi possível constatar diferenças significativas na estrutura, no sistema de pontuação, na ponderação das categorias, na classificação e na apresentação dos resultados das avaliações. Entretanto, percebeu-se a recorrência de blocos comuns de categorias e requisitos avaliados, cuja maior variação é no nível de cobertura e abrangência dispensado a cada um em função de características e prioridades de cada país. Em relação aos pesos destinados a cada categoria, de maneira geral, as metodologias dão mais ênfase às questões energéticas, de emissões e qualidade do ambiente interno. Pôde-se perceber também que os pontos mais críticos do desenvolvimento de qualquer sistema são a definição dos *benchmarks* e das ponderações atribuídas às categorias.

A análise das metodologias e a revisão de literatura propiciaram a identificação de pontos positivos e pontos negativos de cada uma. O item 2.5.1 também reúne críticas desta autora e de outros autores. Tal análise teve como objetivo criar uma base metodológica e

identificar características que devem ser levadas em consideração quando da proposição de uma metodologia de avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros.

Por todas as peculiaridades apresentadas pela metodologia francesa HQE esta autora acredita que, dentre os modelos existentes no mercado atualmente, este seja o que reúne melhores características conceituais e estruturais e, conseqüentemente, promova melhores avaliação e resultados de desempenho de edificações sustentáveis. A característica que determina que todas as categorias apresentem pelo menos um desempenho básico (igual ao normalizado, regulamentar ou correspondente às boas práticas correntes), já é, por si só, promotora de significativo diferencial. Além disso, a avaliação de desempenho em uma escala de três níveis, a gestão de todo o empreendimento, os três momentos distintos de avaliação, a priorização de categorias em função do contexto do empreendimento e o perfil de desempenho utilizado para a apresentação dos resultados são os pontos fortes do modelo.

Outro objetivo da análise das metodologias foi a identificação de requisitos e critérios nelas exigidos, que serviram de base para a elaboração do capítulo 4 - Determinação dos requisitos de sustentabilidade a avaliar.

### **3. METODOLOGIA DE PESQUISA**

#### **3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Este capítulo apresenta a metodologia de pesquisa aplicada para desenvolvimento da tese. Para atendimento dos objetivos propostos, a pesquisa foi estruturada em três etapas: **1)** determinação dos requisitos de sustentabilidade a avaliar; **2)** levantamento de dados para definição de parâmetros de referência (*benchmarks*); e **3)** proposição da metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios de escritórios. A Figura 3.1 ilustra as etapas da metodologia de pesquisa, que são detalhadas a seguir.

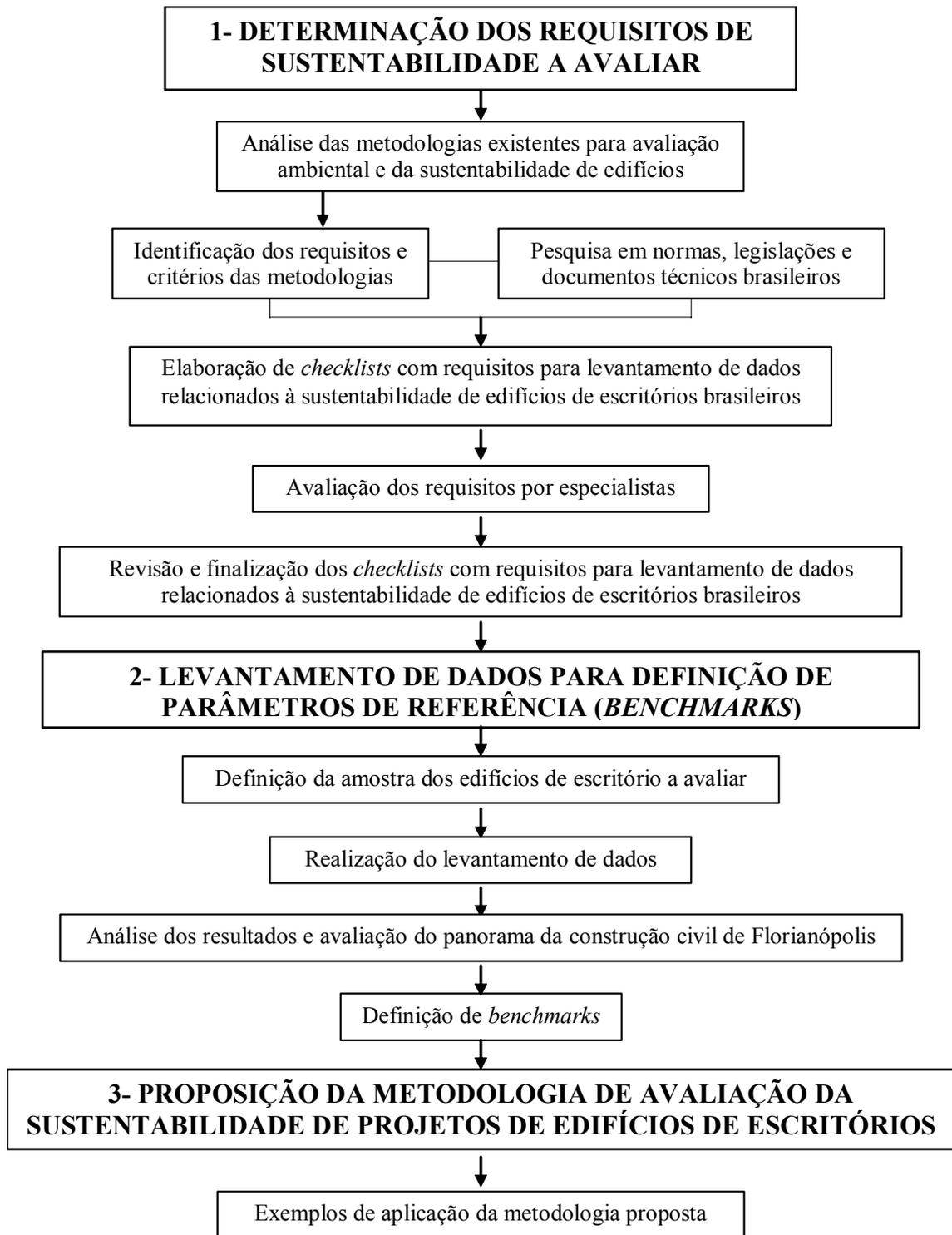


Figura 3.1: Etapas da metodologia de pesquisa

## **3.2 DETERMINAÇÃO DOS REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE A AVALIAR**

Os requisitos de sustentabilidade a avaliar nas edificações foram definidos com base na análise dos requisitos constantes nas metodologias estudadas no capítulo 2 e em documentos complementares como normas, legislações, regulamentações, teses e demais publicações técnicas brasileiras. Estes documentos foram analisados para identificação dos requisitos aplicáveis ao contexto brasileiro, procurando abranger aspectos ambientais, sociais e econômicos relacionados à implantação de um novo empreendimento. Os requisitos foram estruturados na forma de um *checklist* para cada uma das seis categorias: **1)** Uso e ocupação do solo; **2)** Água; **3)** Materiais e Recursos; **4)** Transporte e acessibilidade; **5)** Energia; e **6)** Qualidade do ambiente interno e saúde. Os *checklists* serviram de roteiro para as avaliações de cada categoria, identificando o requisito, o que deve ser avaliado na edificação e como fazer o levantamento dos dados.

### **3.2.1 Escolha dos especialistas para avaliação dos requisitos**

Para avaliar se os requisitos que compõem os *checklists* são pertinentes ao contexto brasileiro, foram selecionados profissionais do meio acadêmico - especialistas em cada categoria - e do meio técnico - atuantes na área de conhecimento relacionada. Todos os profissionais, relacionados na Tabela 3.1, estão envolvidos com o tema sustentabilidade das construções, participam ou já participaram da elaboração de projeto que seguia as especificações do LEED.

**Tabela 3.1: Especialistas para avaliação dos requisitos de cada categoria**

CATEGORIA	ESPECIALISTA ACADÊMICO		ESPECIALISTA TÉCNICO	
	NOME	INSTITUIÇÃO	NOME	FUNÇÃO
<b>Uso e ocupação do solo</b>	Sônia Afonso	Departamento de Arquitetura - Universidade Federal de Santa Catarina	Silvia Ribeiro Lenzi	Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis - IPUF. Arquiteta e integrante da equipe de planejamento do Plano Diretor de Florianópolis
<b>Água</b>	Eneid Ghisi	Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações-LABEEE	Henrique Orofino da Luz Fontes	Diretor da Saldanha e Fontes Engenharia Ltda (escritório de projetos hidrossanitários de Florianópolis)
	Marina Sangoi de Oliveira Ilha	Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP		
<b>Materiais e Recursos</b>	Vanderley Moacir John	Departamento de Engenharia de Construção Civil - Escola Politécnica - Universidade de São Paulo	Olavo Kucker Arantes	Diretor de Planejamento da Bautec Construções e Incorporações Ltda e Diretor do Meio Ambiente do SINDUSCON/Florianópolis
<b>Transporte e acessibilidade</b>	Lenise Grando Goldner	Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina	Everaldo Valenga Alves	Engenheiro Civil - Gerência do Sistema Viário do Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis - IPUF
<b>Energia</b>	Roberto Lamberts	Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações-LABEEE	Carlos Eduardo Lippel	Diretor da Lippel Engenharia Ltda (escritório de projetos elétrico, luminotécnico e de telecomunicações de Fpolis)
			Ricardo Cherem	Diretor da Cherem The Engenharia Ltda (escritório de projetos de condicionamento de ar de Florianópolis)
<b>Qualidade do Ambiente interno e saúde</b>	Racine Tadeu Araújo Prado	Departamento de Engenharia de Construção Civil - Escola Politécnica - Universidade de São Paulo	Ricardo Cherem	Diretor da Cherem The Engenharia Ltda (escritório de projetos de condicionamento de ar de Florianópolis)
	Fernando Oscar Ruttkay Pereira	Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Santa Catarina. Laboratório de Conforto Ambiental		
	Elvira Barros Viveiros da Silva	Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Santa Catarina. Laboratório de Conforto Ambiental		

### 3.2.2 Avaliação dos requisitos pelos especialistas

Aos especialistas de cada categoria foi solicitada uma avaliação dos requisitos descritos no *checklist*, a fim de verificar a pertinência dos requisitos para levantamento dos dados e a possibilidade/viabilidade de inclusão destes em uma metodologia para avaliação da

sustentabilidade de projetos de edifícios de escritórios brasileiros. A avaliação consistiu nos seguintes itens:

1. incluiria algum requisito não coberto pelo *checklist*?
2. excluiria algum requisito que não se aplica à realidade brasileira ou que não diferencia uma edificação sustentável de outra não sustentável?
3. a forma de medição proporciona o levantamento dos dados necessários?
4. a norma/material de referência está adequada ou utilizaria outra fonte?<sup>47</sup>

Aos profissionais de Florianópolis foi realizada uma entrevista individual para obtenção das respostas. Os demais responderam por e-mail ou Skype.

O *checklist* completo (com os requisitos de todas as categorias) foi enviado aos profissionais para que pudessem ter uma visão global dos dados que se pretende levantar nos edifícios. Entretanto, foi solicitado que avaliassem apenas as categorias de sua especialidade.

Primeiramente foi solicitada a avaliação dos especialistas acadêmicos. Nas situações em que houve mudanças significativas, foram feitas atualizações no *checklist* antes da consulta aos especialistas técnicos. Não havendo grandes alterações, o mesmo *checklist* era enviado aos especialistas técnicos. Após a inclusão das considerações dos especialistas técnicos, o *checklist* foi revisado e este *checklist* final foi utilizado para o levantamento dos dados nos edifícios de Florianópolis. Em alguns casos, devido a demora na resposta dos especialistas, o levantamento de campo foi iniciado antes das avaliações dos especialistas, mas o *checklist* (e os levantamentos de campo dele decorrentes) foi adequado de acordo com as avaliações tão logo quanto possível.

### **3.3 LEVANTAMENTO DE DADOS PARA DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS DE REFERÊNCIA (*BENCHMARKS*)**

#### **3.3.1 Definição da amostra dos edifícios de escritório a avaliar**

A amostra dos edifícios a avaliar foi definida com base em um relatório de projetos aprovados da Secretaria Municipal de Urbanismo e Serviços Públicos de Florianópolis – SUSP. Todos os edifícios de escritórios da parte insular de Florianópolis, com três ou mais

---

<sup>47</sup> Nesta questão foi observado que o material de referência diz respeito à fonte que deu origem à inclusão do requisito no *checklist*, e não um parâmetro de desempenho a ser atingido. A determinação dos parâmetros de desempenho (*benchmarks*) a serem atingidos por uma edificação sustentável constitui uma etapa posterior do trabalho.

pavimentos, com pavimento garagem<sup>48</sup> e cujos projetos foram aprovados entre 2000 e 2005 fazem parte da amostra.

A escolha de trabalhar com edifícios novos foi para avaliar se nos últimos anos algum requisito de sustentabilidade foi incorporado aos projetos dos edifícios de escritórios, identificar quais são estes requisitos e o que ainda falta ser incorporado visando construções mais sustentáveis (cabe ressaltar que o assunto **sustentabilidade das edificações** ganhou notoriedade no Brasil há poucos anos). Além disso, foi a partir do ano 2000 que as construtoras e alguns projetistas de Florianópolis começaram a participar de programas da qualidade, proporcionando maior rastreabilidade das informações a serem levantadas.

A amostra totalizou 17 edifícios: um na etapa de projeto; seis em construção e dez já em operação. Esta amostra abrange 11 construtoras, que podem ser consideradas as maiores de Florianópolis.

### 3.3.2 Realização do levantamento de dados

Os *checklists* de cada categoria serviram de guia para o levantamento de dados nos edifícios, realizado conforme instruções auto-explicativas<sup>49</sup> das colunas **Como avaliar** e **Como obter a informação** dos *checklists*. A Tabela 3.2 apresenta um exemplo de requisito incluído na categoria Água (os *checklists* completos são apresentados no capítulo 4).

**Tabela 3.2: Exemplo de requisito incluído no *checklist* da categoria Água**

Req	Requisito	O que avaliar	Como avaliar	Como obter a informação
<b>Água</b>				
A-1	Redução do consumo de água potável	1.2. Redução do consumo de água potável para irrigação	Verificar se o paisagismo é eficiente (utilização de espécies da flora local). Verificar a existência de tecnologias eficientes de irrigação; uso de água da chuva ou reuso de água para irrigação; ou não utilização de sistema de irrigação permanente instalado. Caso aplicável, verificar a porcentagem de redução do consumo de água potável para irrigação	Análise de projeto

<sup>48</sup> De acordo com informações obtidas na SUSP, não há uma relação de projetos aprovados de edifícios sem pavimento garagem e este tipo de construção não é comum na cidade.

<sup>49</sup> Devido à grande quantidade de requisitos, a forma de levantamento dos dados não será descrita uma a uma neste capítulo. Tal informação encontra-se nos *checklists* de cada categoria (no capítulo 4) e nas planilhas de apoio (no apêndice 1).

O levantamento de dados consistiu em: análise dos projetos *as built* (disponibilizados pelos construtores), entrevistas com projetistas, construtores e responsáveis pela administração dos edifícios, registros fotográficos e cálculos de variáveis. Nos edifícios que já estão concluídos, também foram realizadas visitas *in loco* para identificação e confirmação de algumas características dos projetos. Todos os dados levantados foram registrados nas planilhas de apoio do *checklist*, elaboradas detalhadamente para que todas as informações necessárias à avaliação dos requisitos fossem identificadas e registradas. A Tabela 3.3 apresenta um exemplo de planilha de apoio referente à coleta dos dados do requisito apresentado na Tabela 3.2. As planilhas de apoio completas são apresentadas no apêndice 1.

**Tabela 3.3: Exemplo de planilha de apoio ao *checklist* para registro dos dados**

ÁGUA				
A-1. Redução do Consumo de Água Potável				
A-1.1. Redução do consumo de água potável para irrigação				
Há vegetação a ser irrigada no terreno?		Sim ( )	Não ( )	
Caso afirmativo:	são utilizadas espécies da flora local?		Sim ( ) Não ( )	
	há sistema de irrigação permanente instalado?		Sim ( ) Não ( )	
	caso exista sistema permanente instalado:	são utilizadas tecnologias eficientes de irrigação?	Sim ( )	Não ( )
		Descrever quais:		
	a irrigação é feita com água da chuva captada?		Sim ( )	Não ( )
	a irrigação é feita com água de reuso?		Sim ( )	Não ( )
	caso esteja prevista irrigação com água da chuva ou de reuso, verificar a porcentagem de redução do consumo de água potável para irrigação:			
	caso a irrigação não seja feita com água da chuva ou de reuso, como será feita?			

Alguns requisitos, conforme exemplificado pelas Tabelas 3.2 e 3.3, demandaram respostas “sim” ou “não” mediante a observação das características dos edifícios. Outros requisitos exigiram a realização de cálculos ou medições para a obtenção das respostas desejadas. A Tabela 3.4 apresenta um exemplo deste tipo de requisito.

**Tabela 3.4: Exemplo de requisito incluído no *checklist* da categoria Energia**

Categoria: Energia				
Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
E-1	Eficiência Energética	Níveis de eficiência energética dos sistemas de iluminação, de condicionamento de ar e do envoltório da edificação	Determinar o nível de eficiência energética das edificações (A, B, C, D ou E) por meio da aplicação da metodologia proposta pela Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos	Aplicar a metodologia proposta pela Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, detalhada no Apêndice 2

### 3.3.2.1 Cálculo dos níveis de eficiência energética dos edifícios

No caso específico do cálculo dos níveis de eficiência energética dos edifícios, os edifícios que já estão concluídos foram visitados para realização do levantamento das características do sistema de iluminação e condicionamento de ar, uma vez que, não raro, o executado não coincide com os projetos luminotécnicos e de condicionamento de ar. Nestes edifícios foram visitadas todas as salas possíveis: algumas não puderam ser verificadas porque estavam fechadas; outras porque os responsáveis não autorizaram a entrada para realização do levantamento. Não foi realizada análise estatística para verificar se a amostra de salas visitadas é representativa, mas foi indicada a porcentagem de salas visitadas em relação ao número total de salas no edifício.

Para determinação do nível de eficiência energética das edificações, foi aplicada a metodologia proposta pela Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, versão 9<sup>50</sup> (BRASIL, 2007). A regulamentação baseia-se em três requisitos principais: eficiência e potência instalada do *sistema de iluminação*, eficiência do *sistema de condicionamento do ar* e desempenho térmico do *envoltório* do edifício. Estão incluídas considerações sobre orientação solar, forma e volumetria da edificação, cores e absorvância das superfícies, transmitância térmica dos materiais, área de janela na fachada, aberturas zenitais, ventilação, iluminação artificial, carga térmica, etc. Para a edificação ser elegível à etiquetagem são exigidos o cumprimento de requisitos mínimos. Verificado o atendimento a estes pré-requisitos, o nível de eficiência é

<sup>50</sup> Versão aprovada em outubro de 2007 pelo Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética - CGIEE.

calculado para os três requisitos principais (iluminação, condicionamento de ar e envoltório), levando em consideração também os pré-requisitos específicos de cada um.

### 3.3.3 Análise de resultados e definição de parâmetros de referência (*benchmarks*)

Os dados levantados com a aplicação dos *checklists* foram analisados e foi possível observar requisitos que já constituem práticas de mercado, os que aparecem pontualmente em alguns edifícios e os requisitos não atendidos por nenhuma das edificações.

A partir dos resultados do levantamento de dados, da pesquisa em normas técnicas, legislações federais e municipais e bibliografias específicas, foram definidos parâmetros de desempenho de referência (*benchmarks*) - mensuráveis quantitativamente, sempre que possível - que comporão a metodologia proposta para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios de escritórios. Em virtude da carência ou desatualização de alguns textos normativos, e na ausência de parâmetros locais ou nacionais, foram utilizados *benchmarks* consagrados internacionalmente pelas metodologias estudadas no capítulo 2.

O desempenho obtido pelas edificações frente aos requisitos foi classificado segundo três níveis:

**B** - boa prática corrente ou desempenho mínimo esperado de uma edificação sustentável;

**I** - desempenho intermediário;

**S** - desempenho avançado em relação à prática corrente, definido de forma que possa ser alcançado por meio de tecnologias e práticas existentes.

Foi considerado desempenho B quando: **1)** a maioria dos edifícios (mais da metade) atendeu ao requisito verificado, representando prática de mercado; **2)** o requisito não foi atendido pela maioria dos edifícios, mas é regido por normas ou legislações vigentes que determinam seu atendimento; **3)** o requisito não foi atendido pela maioria dos edifícios, mas é de fácil implementação, requer baixo investimento e proporciona alto benefício ambiental e/ou social.

Foi considerado desempenho S quando: **1)** apenas um edifício atendeu ao requisito; **2)** alguns edifícios atenderam ao requisito por meio de práticas superiores fundamentadas em inovações tecnológicas identificadas no levantamento de dados; **3)** o requisito não foi atendido por nenhum dos edifícios, mas o desempenho pode ser alcançado por meio de tecnologias e práticas existentes. Nesses casos, *benchmarks* das metodologias estudadas no

capítulo 2 foram utilizados como referência, sempre confrontando-as com a realidade brasileira.

O nível I, por sua vez, constitui um desempenho intermediário observado no levantamento de dados ou nas metodologias internacionais.

Além dos critérios de avaliação que configuram os níveis B, I e S foram determinados critérios de atendimento obrigatório, referentes a legislações e normas técnicas vigentes. Tais questões já deveriam ser obrigatórias em qualquer edifício, mas foram incluídas como critérios de sustentabilidade uma vez que os resultados do levantamento de dados mostraram que não raro são ignoradas ou desrespeitadas.

Os *benchmarks* definidos serviram de base para a proposição da metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios de escritórios.

### 3.4 PROPOSIÇÃO DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE PROJETOS DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS

A metodologia proposta segue basicamente os conceitos utilizados no referencial francês HQE. Além de ter sido considerada, após análise realizada no Captítulo 2, a estrutura mais apropriada para avaliação de edificações sustentáveis, os mesmos padrões também estão sendo utilizados pelo Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável. A estrutura de apresentação (sintetizada na Tabela 3.5) segue a seguinte hierarquia:

1) CATEGORIA

a) Sub-categorias

i. Requisitos de desempenho

1. indicadores

a. Critério de avaliação do nível Base

b. Critério de avaliação do nível Intermediário

c. Critério de avaliação do nível Superior

**Tabela 3.5: Modelo de apresentação da metodologia proposta**

X. CATEGORIA		Nível		
		B	I	S
X.1 SUBCATEGORIA				
X.1.1 Requisito de desempenho				
<i>indicador</i>	critério de avaliação que configura o nível Base			
	critério de avaliação que configura o nível Intermediário			
	critério de avaliação que configura o nível Superior			

Os critérios obrigatórios são apresentados conforme o modelo da Tabela 3.6.

**Tabela 3.6: Modelo de apresentação dos critérios obrigatórios**

<b>X. CATEGORIA</b>	<b>Nível</b>		
	<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>
<b>X.1 SUBCATEGORIA</b>			
<b>X.1.1 Requisito de desempenho</b>	<b>Obrigatório</b>		
critério obrigatório			

As categorias de avaliação definidas para a metodologia foram: Uso e ocupação do solo; Água, Energia, Materiais e recursos; Transporte e acessibilidade; e Qualidade do ambiente interno e saúde.

Completando a metodologia, foram determinados o escopo de aplicação, os momentos de avaliação, a hierarquização das categorias, a combinação das categorias para classificação do edifício e a apresentação dos resultados em forma de um perfil de desempenho.

## 4. DETERMINAÇÃO DOS REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE A AVALIAR

### 4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo é dedicado à determinação dos requisitos e critérios a serem considerados para o levantamento de dados nas edificações objeto de estudo neste trabalho. Eles foram determinados a partir da análise das metodologias para avaliação ambiental e da sustentabilidade de edifícios (descritas no capítulo 2), dos requisitos e critérios nelas especificados e da consulta a documentos complementares como normas, legislações, teses e publicações técnicas brasileiras. Alguns requisitos, que já deveriam ser práticas correntes por serem regulamentados por leis ou normas técnicas, também foram incluídos como requisitos a serem avaliados. Tais requisitos, considerados fundamentais à sustentabilidade, ainda são muitas vezes excluídos ou ignorados em alguns projetos.

Os requisitos foram agrupados em seis categorias de abrangência: **1)** Uso e ocupação do solo; **2)** Água; **3)** Materiais e Recursos; **4)** Transporte e acessibilidade; **5)** Energia; **6)** Qualidade do ambiente interno e saúde. Para cada uma das categorias foi elaborado um *checklist* para guiar o levantamento de dados. Cada *checklist* foi enviado a especialistas do meio acadêmico e técnico, da área de conhecimento correlacionada, para avaliação da relevância e pertinência dos requisitos ao contexto brasileiro. Todos os profissionais, relacionados na Tabela 3.1 do capítulo 3, estão envolvidos com o tema sustentabilidade das construções, participam ou já participaram de projeto que seguia as especificações do LEED. De maneira geral, as avaliações giraram em torno de comentários gerais sobre o conteúdo dos *checklists*; inclusão de algum requisito que julgaram essencial para avaliação da sustentabilidade de edifícios; exclusão de requisitos que não se aplicam à realidade brasileira ou são de difícil mensuração no momento; comentários sobre se a forma de medição proposta proporciona adequado levantamento dos dados; e sugestão de materiais de leitura para complementação do embasamento teórico.

A seguir são descritos os requisitos selecionados para compor os *checklists*. Para cada requisito foi identificada sua relevância à sustentabilidade e feitas referências de como uma ou mais das metodologias analisadas no capítulo 2 tratam cada questão. Ao final da descrição dos requisitos de cada categoria são apresentadas as avaliações dos especialistas e, por fim, é apresentado o *checklist* final utilizado no levantamento de dados (*checklist* finalizado após a inclusão das considerações dos especialistas).

## **4.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

### **4.2.1 Controle de sedimentação e erosão**

A ABNT (2007a) preconiza que a implantação do empreendimento deve considerar os riscos de desconfinamento do solo, deslizamentos de taludes, enchentes, erosões, assoreamento de vales ou cursos d'água, lançamentos de esgoto a céu aberto, contaminação do solo ou da água por efluentes ou outras substâncias, além de outros riscos similares. Independentemente dessas recomendações, devem ser obedecidas as exigências das normas NBR 8.044 (ABNT, 1983) e NBR 11.682 (ABNT, 1991), bem como da legislação vigente.

O objetivo do requisito é controlar a erosão para reduzir impactos negativos na qualidade da água e do ar, prevenindo: perdas de solo durante a construção (devido à ocorrência de chuvas e/ou erosão causada pelo vento); sedimentação da canalização de esgoto e pluvial; e poluição do ar com poeira e materiais particulados.

O BREEAM e o HQE requisitam a redução dos incômodos e das poluições no canteiro de obras. O LEED exige como pré-requisito a elaboração de um plano para a prevenção da poluição nas atividades de construção (controle da erosão do solo, sedimentação causada pela água e geração de poeira) associadas ao empreendimento. O *GBTool* requer que nem o processo construtivo, nem a operação do edifício resultem em significativa erosão do solo e distúrbio a cursos d'água ou outras características físicas do próprio terreno e terrenos adjacentes.

### **4.2.2 Área de implantação do projeto**

#### 4.2.2.1 Restrição e adequação de uso às áreas

A preservação da vegetação é fundamental para a proteção dos corpos d'água, por contribuírem para a estabilização das margens, redução do assoreamento e manutenção da qualidade da água. O Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965; BRASIL, 1989) e a Resolução 303/02 do CONAMA (BRASIL, 2002a) determinam as áreas de preservação permanentes, restringindo as áreas de implantação de projetos. Já os planos diretores de cada município estipulam a adequação das áreas ao uso pretendido de uma edificação, determinada pela avaliação simultânea da sua espécie, porte e periculosidade.

O objetivo do requisito é restringir o uso e ocupação do solo a áreas definidas como adequadas a edificações comerciais pelo zoneamento local e evitar a implantação do projeto

em áreas não edificáveis, reduzindo o impacto ambiental e a mudança do valor ecológico da área gerados pelo empreendimento.

Todas as metodologias analisadas fazem exigências como implantação da edificação em: locais com baixa probabilidade de inundações; áreas de baixo valor ecológico ou ecologicamente estáveis; terrenos que não sejam ser primeiramente adequados à agricultura; habitat de qualquer espécie protegida ou área anteriormente destinada a estacionamento público. O *GBTool* também pontua edificações que realizam uma avaliação de impacto ambiental no terreno de implantação do projeto. No *Green Star* a preocupação com o valor ecológico do terreno é pré-requisito e é exigido que se utilize uma área previamente construída ou que não possua grande valor ecológico (primeiramente agricultável ou nos limites de 100m de um terreno alagado).

#### 4.2.2.2 Intermédio de desenvolvimento de áreas urbanas com infra-estrutura existente

Objetiva evitar a dispersão da ocupação do solo pela utilização de áreas urbanas com infra-estrutura existentes, proteger áreas verdes, preservar habitats e recursos naturais e minimizar a utilização de transportes. O LEED determina que o projeto seja implantado em áreas urbanas com infra-estrutura existente, definidas como áreas de densidade mínima de 60.000 pés<sup>2</sup>/acre ou a ½ milha ( $\cong$  400m) de zonas residenciais e à ½ milha de pelo menos 10 serviços básicos<sup>51</sup>. Já o *GBTool* pontua edificações com usos mistos, sendo o melhor desempenho (5 pontos) atribuído a edifícios com três ou mais tipos de ocupação.

#### **4.2.3 Limites de ocupação do solo**

Os planos diretores municipais determinam os limites de ocupação do solo pela aplicação simultânea do índice de aproveitamento, da taxa de ocupação, da altura máxima das edificações, do afastamento obrigatório e do número mínimo de vagas para estacionamento de veículos.

O requisito tem por objetivo verificar se os projetos apresentam taxas de ocupação menos densas que as definidas pelo plano diretor, limitando a ocupação do solo e promovendo maior permeabilidade do terreno e adequada insolação e ventilação dos logradouros limítrofes. O LEED requer a maximização de espaços abertos, reduzindo o desenvolvimento

---

<sup>51</sup> São considerados serviços básicos os bancos, supermercados, hospitais, lavanderias, bombeiros, salões de beleza, bibliotecas, escolas, restaurantes, correios, academias de ginástica, museus, teatros, etc.

da pegada ecológica<sup>52</sup> e provendo espaços abertos com vegetação que exceda o requerido pelo zoneamento local em 25% ou, quando o zoneamento local não exige espaços abertos, provê-los com vegetação em 20% da área do projeto.

#### **4.2.4 Reabilitação de áreas degradadas por contaminação ambiental**

Áreas urbanas muitas vezes são abandonadas devido à contaminação ou potencial contaminação provocada por indústrias ou atividades municipais. Este requisito objetiva verificar se os projetos foram implantados em áreas degradadas por contaminação ambiental (mediante reabilitação dessas áreas), evitando a utilização de áreas não desenvolvidas. O BREEAM, LEED, GBTool e *Green Star* atribuem pontos a projetos onde seja feita a reabilitação de áreas degradadas por contaminação ambiental (*brownfields*), demonstrando que antes da implantação do projeto a área era contaminada e que procedimentos adequados foram tomados para descontaminar ou encapsular seguramente a área previamente à construção.

#### **4.2.5 Reuso do solo**

Este requisito objetiva reutilizar áreas previamente construídas a fim de evitar a utilização de áreas não desenvolvidas (*greenfields*). O BREEAM pontua projetos implantados em áreas previamente construídas ou utilizadas para usos industriais nos últimos 50 anos. No *Green Star* deve ser demonstrado que 75% do projeto está implantado em área previamente construída.

#### **4.2.6 Limitação da perturbação do solo**

##### 4.2.6.1 Limitação da perturbação do solo em áreas não edificadas

Afonso (1999) afirma que mesmo quando há interesse pelo uso da vegetação e da água nos projetos, isto se explica mais pelos aspectos estéticos (pela beleza que árvores, lagos e fontes possam exibir) ou pelo valor sentimental que estes elementos podem representar para os habitantes do que pela consciência ambiental. Segundo a autora, no Brasil, um projeto paisagístico adequado à situação da Mata Atlântica nativa e remanescente seria o que: **1)** considerasse a diversidade de espécies que dependem deste ecossistema para sobreviver; **2)** se certificasse de quanto tempo esta mata levou para atingir o seu porte e estimasse quanto

---

<sup>52</sup> *Footprint* ou “pegada ecológica” é definido como a área edificada, rodovias de acesso e estacionamentos.

tempo levaria para ser reconstituída; **3)** se informasse sobre os riscos de deslizamentos de solo e rocha que ocorreriam com a supressão da vegetação; **4)** avaliasse o custo das obras de engenharia necessárias para a contenção artificial das encostas. Por fim, a autora acrescenta que o projeto paisagístico mais adequado seria o que preservasse integralmente a vegetação existente.

A inclusão deste requisito objetiva verificar a manutenção da vegetação existente no terreno, que contribui para o sombreamento e seqüestro de CO<sub>2</sub>. Adicionalmente, verificar se cortes e aterros são balanceados dentro do terreno para reduzir a quantidade de material transportado do ou para o canteiro e seu conseqüente gasto energético e poluição provocados pelo transporte. O LEED e o *Green Star* solicitam que seja demonstrada a limitação da movimentação de terras (corte e aterro balanceados no terreno) e limitação da retirada de camada superior (vegetação e solo superficial). O *GBTtool* avalia a manutenção de vegetação que proporcionem sombreamento a uma altura de 5m na edificação.

#### 4.2.6.2 Limitação da perturbação do solo em áreas previamente edificadas

Objetiva balancear cortes e aterros dentro do canteiro e substituir parte das superfícies impermeabilizadas por vegetação nativa ou adaptada, a fim de contribuir para o escoamento natural da água da chuva. O LEED requer, em áreas previamente desenvolvidas, restabelecimento mínimo de 50% da área do terreno (excluindo o *building footprint*) pela substituição de superfícies impermeabilizadas por vegetação nativa ou adaptativa.

#### **4.2.7 Humanização das áreas dentro dos limites do terreno**

Objetiva proporcionar locais para descanso, lazer e educação aos usuários dentro dos limites do terreno. Silva (2003) e o SBAT fazem considerações sobre a inclusão de espaços sociais informais de reunião (cantinas, cafês), espaços para educação (salas para seminários, salas para leitura, livrarias), espaços sombreados, assentos para descanso e existência de áreas verdes. O desempenho do *GBTtool* para espaços externos (dentro do terreno) destinados à recreação informal dos usuários do edifício é expressa como a porcentagem da área total do terreno, de acordo com a seguinte escala: 10%, -1 ponto; 12%, 0 pontos; 17%, 3 pontos e 20%, 5 pontos.

#### **4.2.8 Manutenção do patrimônio cultural**

O requisito objetiva estimular a preservação de construções existentes com valor cultural, proporcionando herança cultural a futuras gerações.

O *GBTool* avalia o grau de degradação imposto às edificações de valor cultural existentes no terreno em função das características, sistemas e materiais utilizados no projeto do novo empreendimento.

#### **4.2.9 Impacto do edifício nas construções adjacentes**

O requisito objetiva reduzir o impacto do edifício às construções adjacentes, limitando sombreamentos indesejáveis e condições de vento excessivo próximo ao solo nos arredores de edifícios altos.

O *GBTool* avalia edifícios com mais de 10 andares, verificando a porcentagem mais alta em relação às construções adjacentes e a existência de obstáculos e outras medidas para contenção de vento excessivo nos arredores externos dos edifícios. O menor desempenho é atribuído a edifícios com mais de 10 andares de altura e 100% mais altos que os edifícios e outros obstáculos vizinhos, ou onde o terreno é muito exposto ao vento e quase nenhuma medida foi tomada para proteger áreas externas próximas da exposição a condições adversas. O melhor desempenho considera que o edifício possui mais de 10 andares, mas está na mesma altura ou mais baixo que os edifícios e outros obstáculos vizinhos, e o terreno não está exposto ao vento. Outro requisito do *GBTool* avalia o impacto do edifício ao acesso à iluminação natural ou energia solar em edifícios - existentes ou futuros - nos terrenos adjacentes.

#### **4.2.10 Avaliação dos especialistas aos requisitos da categoria Uso e ocupação do solo**

Os requisitos enviados para serem avaliados pelos especialistas estão descritos na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1: Requisitos da categoria Uso e ocupação do solo enviados aos especialistas**

<b>Categoria: Uso e ocupação do solo</b>				
<b>Ref.</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Requisito</b>	<b>Como avaliar</b>	<b>Como obter a informação</b>
S-1	Controle de sedimentação e erosão	Existência de um plano para controle de sedimentação e erosão no terreno a ser implantado o projeto	Verificar se foi desenvolvido um Plano para Controle da Sedimentação e Erosão. Quando corte ou aterros ocorrerem junto às divisas do terreno ou no alinhamento, verificar se foram executados muros de arrimo a fim de assegurar sua estabilidade, prevenir erosões e garantir a segurança dos imóveis e logradouros limítrofes	Entrevista com projetistas / análise de projeto
S-2	Área de implantação do projeto	2.1. Restrição e adequação de uso às áreas	Verificar a área de implantação do projeto e se esta não constitui uma Área de Preservação Permanente, Área dos Elementos Hídricos ou áreas especiais. Verificar se a área de implantação do projeto é adequada ao uso pretendido, de acordo com o Anexo II da LC 01/97	Análise da área de implantação do projeto / comparação com o Anexo II da LC 01/97
		2.2. Intermédio de desenvolvimento de áreas urbanas com infraestrutura existente	Verificar a área onde o projeto está implantado: se constitui uma Zona Urbanizada ou Zona de Expansão Urbana	Análise da área de implantação do projeto
S-3	Limites de ocupação do solo	3.1. Índice de aproveitamento	Verificar a área do terreno (AT) e a área construída (AC). $IA = AC/AT$ . Verificar se atende ao Anexo IV da LC 01/97	Análise de projeto
		3.2. Taxa de ocupação	Verificar a área do terreno (AT) e a projeção horizontal da área construída (PAC). $TO = (PAC/AT) \times 100$ . Verificar se atende ao Anexo IV da LC 01/97	Análise de projeto
		3.3. Altura máxima da edificação	Verificar o número de pavimentos e o pé-direito da edificação. Verificar se atende ao Anexo IV da LC 01/97	Análise de projeto
		3.4. Afastamento obrigatório	Verificar os afastamentos frontais, laterais e de fundos e a altura dos muros de vedação, caso existam. Verificar se atendem ao Anexo IV da LC 01/97	Análise de projeto
S-4	Reabilitação de áreas degradadas por contaminação ambiental	Projeto implantado em áreas previamente degradadas por contaminação ambiental	Verificar se a área de implantação do projeto, antes do desenvolvimento do empreendimento, era definida como contaminada e se procedimentos adequados serão tomados para descontaminar ou encapsular seguramente a área previamente à construção	Entrevista com projetistas / análise da área de implantação do projeto
S-5	Reuso do solo	Projeto implantado em área previamente construída	Verificar se o empreendimento está implantado em área previamente construída. Caso afirmativo, verificar se foram propostas soluções para reutilização dos materiais a serem retirados do canteiro	Entrevista com o construtor / análise da área de implantação do projeto
S-6	Limitação da perturbação do solo	6.1. Limitação da perturbação do solo em áreas não edificadas	Verificar se a movimentação de terras (corte e aterro) foi balanceada no terreno e não há retirada de camada superior, vegetação e aterro do canteiro. Caso seja prevista movimentação de terras, verificar a distância a ser transportada	Entrevista com projetistas / análise de projeto
		6.2. Limitação da perturbação do solo em áreas previamente edificadas	Verificar se corte e aterro foram balanceados. Verificar se foi realizado o restabelecimento de uma porcentagem da área do terreno (excluindo o perímetro edificado) pela substituição de superfícies impermeabilizadas por vegetação nativa ou adaptada ou por pavimentos semipermeáveis	Entrevista com projetistas / análise de projeto
S-7	Humanização das áreas dentro dos limites do terreno	Existência de locais sombreados e áreas de lazer para os usuários	Verificar nas áreas dentro dos limites do terreno se foram especificados espaços sombreados, assentos para descanso, áreas verdes, espaços sociais informais de reunião (cantinas, cafés) e espaços para educação (salas para seminários, salas para leitura, livrarias)	Análise de projeto
S-8	Manutenção do patrimônio cultural		Verificar se foram mantidas no projeto construções existentes de valor cultural	Análise de projeto
S-9	Impacto do edifício nas construções adjacentes		Verificar a altura do edifício em relação às construções adjacentes para evitar sombreamento indesejável e condições adversas de vento	Análise de projeto

O especialista acadêmico manteve todos os requisitos e incluiu no item S-1 a preocupação com as edificações construídas em encostas, para as quais se deve considerar a topografia e o controle da erosão, representada através do acompanhamento das curvas de nível para a implantação do projeto.

*Pensei em alguns conceitos que considero imprescindíveis na elaboração de projetos urbanos:*

*1) A topografia deve ser respeitada no lançamento dos projetos em escala regional, urbana e local, para evitar que áreas com altas declividades, rios e córregos, vegetação nativa e orla marítima sejam ocupados inadequadamente, ou privatizados;*

*2) Nas margens de rios, córregos, lagos, lagoas, lagunas e mar a vegetação nativa deve ser preservada e nos casos onde houver desmatamento deve ser reservada uma faixa non aedificandi a ser utilizada como parques e praças lineares de lazer ou conservação, de caráter público e plantado com espécies nativas;*

*3) Os terrenos com declividades superiores a 30% poderão ser ocupados, desde que seja com grandes lotes (acima de 5.000 metros quadrados), ocupados com baixas densidades (em torno de 10% de taxa de ocupação e 0,1 de índice de aproveitamento) preservando a vegetação nativa e utilizando tipologias adequadas, que liberem a área de grandes movimentações de terra, respeitando a cota das árvores existentes;*

*4) Os terrenos com declividades inferiores a 5%, em caso de urbanização, devem ser drenados. Os terrenos com declividades entre 5 e 10% podem receber um traçado viário ortogonal, enquanto os terrenos com declividades entre 10% e 30% devem receber um traçado viário que se acomode ao terreno, não ultrapassando 10% de declividade, evitando ruas perpendiculares às curvas de nível;*

*5) Deve haver um cuidado especial na transposição das linhas de drenagem natural, evitando a canalização e propondo estruturas em ponte dimensionadas para as maiores vazões previstas;*

*6) Devem ser reservados espaços livres públicos para as atividades de lazer e de conservação, que considerem os aspectos paisagísticos e ambientais das localidades, ampliando a qualidade de vida das comunidades envolvidas.*

O mesmo *checklist* foi enviado ao especialista técnico com uma alteração: na coluna “Como avaliar” do item S-1 foi incluído: “Nas edificações construídas em encostas, considerar a topografia e o controle da erosão, representada através das curvas de nível”. Nesta avaliação também foram mantidos todos os requisitos e foi acrescentada como pré-requisito a elaboração de um Estudo de Impacto e Vizinhança, de acordo com o estatuto da cidade e termo de referência<sup>53</sup>. Algumas observações foram feitas:

*Atender ao Plano Diretor nos requisitos S-3 (Limites de ocupação do solo) não é suficiente porque a legislação não está boa; o Plano não atende à sustentabilidade. Por exemplo, a ocupação do centro é de 100% e o incentivo às garagens "mata" a rua, criando becos sem movimentos e perigosos, sem a integração social que deveria ter.*

---

<sup>53</sup> O Plano Diretor de Florianópolis está passando por revisão e será incluída a necessidade de Estudo de Impacto de Vizinhança para atividades potencialmente poluidoras (ainda não estão definidos os limites de abrangência e como esta exigência recairá sobre as construções de edifícios comerciais).

*Além disso, é muito denso, não contempla a permeabilidade do solo, a ventilação natural entre prédios,... tem que ser totalmente revisto.*

*[...] os edifícios comerciais não tem tanto problema em atender ao Plano Diretor. O problema maior são as residências unifamiliares. Os grandes empreendimentos não investem em terrenos sem viabilidade para serem embargadas e sim investem em alterar o Plano em seu benefício<sup>54</sup>.*

*[...] O requisito S-7 (Humanização das áreas externas) é ótimo pois em geral as áreas comerciais “morrem” à noite e se são criadas interfaces, a cidade ganha.*

*[...] Resolução não tem força de Lei. O CONAMA é um órgão do poder Executivo e quem deveria tomar conta do Meio Ambiente são os poderes federal, estadual e municipal. Como ninguém o faz, só o CONAMA é que está fazendo, sem muito embasamento técnico. A Resolução 303, por exemplo, é muito rigorosa quando pede 30m<sup>55</sup> de qualquer fonte d'água; poderia ser reduzida para 15m. O que acontece é o efeito inverso: antes de pedir aprovação junto aos órgãos, os proprietários fecham os veios d'água para não inviabilizar a construção nos seus terrenos. Deveria ser como em Curitiba que trabalha com a vazão da bacia (e não com uma faixa mínima de 30m para todas as fontes d'água) e que usa os fundos de vale (que pela Resolução nada pode ser construído) para usos públicos.*

#### **4.2.11 Checklist final da categoria Uso e ocupação do solo**

Após a inclusão das considerações dos especialistas (indicadas em azul), o *checklist* final utilizado para o levantamento de dados é apresentado na Tabela 4.2. No apêndice 1 encontram-se as planilhas de apoio utilizadas para registro dos dados levantados.

---

<sup>54</sup> A Operação Moeda Verde tornou público o envolvimento de políticos, empresários e funcionários públicos acusados de negociar licenças ambientais e alterações do Plano Diretor de Florianópolis para implantação de grandes empreendimentos imobiliários. Quando este texto foi redigido, os envolvidos encontravam-se sob investigação da Polícia Federal e do Ministério Público.

<sup>55</sup> A Resolução 303/02 do CONAMA determina, entre outros, que constitui Área de Preservação Permanente a área situada em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de 30 metros para o curso d'água com menos de 10 metros de largura (BRASIL, 2002a).

**Tabela 4.2: Checklist final utilizado para o levantamento de dados da categoria Uso e ocupação do solo**

<b>Categoria: Uso e ocupação do solo</b>			
Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar
S-1	Controle de sedimentação e erosão	Existência de um plano para controle de sedimentação e erosão no terreno a ser implantado o projeto	Verificar se foi desenvolvido um Plano para Controle da Sedimentação e Erosão. Quando corte ou aterros ocorrerem junto às divisas do terreno ou no alinhamento, verificar se foram executados muros de arrimo a fim de assegurar sua estabilidade, prevenir erosões e garantir a segurança dos imóveis e logradouros limitrofes. <b>Nas edificações construídas em encostas, verificar se foi considerada a topografia e o controle da erosão, representada através das curvas de nível</b>
S-2	Área de implantação do projeto	2.1. Restrição e adequação de uso às áreas 2.2. Intermédio de desenvolvimento de áreas urbanas com infra-estrutura existente	Verificar a área de implantação do projeto e se esta não constitui uma Área de Preservação Permanente, Área dos Elementos Hídricos ou áreas especiais. Verificar se a área de implantação do projeto é adequada ao uso pretendido, de acordo com o Anexo II da LC 01/97 Verificar a área onde o projeto está implantado: se constitui uma Zona Urbanizada ou Zona de Expansão Urbana
S-3	Limites de ocupação do solo	3.1. Índice de aproveitamento 3.2. Taxa de ocupação 3.3. Altura máxima da edificação 3.4. Afastamento obrigatório	Verificar a área do terreno (AT) e a área construída (AC). $IA = AC/AT$ . Verificar se o índice de aproveitamento é menos denso que o definido no Anexo IV da LC 01/97 Verificar a área do terreno (AT) e a projeção horizontal da área construída (PAC). $TO = (PAC/AT) \times 100$ . Verificar se a taxa de ocupação é menos densa que a definida no Anexo IV da LC 01/97 Verificar o número de pavimentos e o pé-direito da edificação. Verificar se atende ao Anexo IV da LC 01/97 Verificar os afastamentos frontais, laterais e de fundos e a altura dos muros de vedação, caso existam. Verificar se os afastamentos são maiores que os definidos no Anexo IV da LC 01/97
S-4	Reabilitação de áreas degradadas por contaminação ambiental	Projeto implantado em áreas previamente degradadas por contaminação ambiental	Verificar se a área de implantação do projeto, antes do desenvolvimento do empreendimento, era definida como contaminada e se procedimentos adequados serão tomados para descontaminar ou encapsular seguramente a área previamente à construção
S-5	Reuso do solo	Projeto implantado em área previamente construída	Verificar se o empreendimento está implantado em área previamente construída. Caso afirmativo, verificar se foram propostas soluções para reutilização dos materiais a serem retirados do canteiro
S-6	Limitação da perturbação do solo	5.1. Limitação da perturbação do solo em áreas não edificadas 5.2. Limitação da perturbação do solo em áreas previamente edificadas	Verificar se a movimentação de terras (corte e aterro) foi balanceada no terreno e não há retirada de camada superior, vegetação e aterro do canteiro. Caso seja prevista movimentação de terras, verificar a distância a ser transportada Verificar se corte e aterro foram balanceados. Verificar se foi realizado o restauro/beleçamento de uma porcentagem da área do terreno (excluindo o perímetro edificado) pela substituição de superfícies impermeabilizadas por vegetação nativa ou adaptada ou por pavimentos semipermeáveis
S-7	Humanização das áreas dentro dos limites do terreno	Existência de locais sombreados e áreas de lazer para os usuários	Verificar nas áreas dentro dos limites do terreno se foram especificados espaços sombreados, assentos para descanso, áreas verdes, espaços sociais informais de reunião (cantinas, cafés) e espaços para educação (salas para seminários, salas para leitura, livrarias)
S-8	Manutenção do patrimônio cultural		Verificar se foram mantidas no projeto construções existentes de valor cultural
S-9	Impacto do edifício nas construções adjacentes		Verificar a altura do edifício em relação às construções adjacentes para evitar sombreamento indesejável e condições adversas de vento

### 4.3 ÁGUA

Estima-se que entre 1900 e 1995 o consumo total de água para as atividades humanas tenha crescido seis vezes - mais do que o dobro do crescimento da população mundial neste período (LEMOS, 2003). Segundo projeções da ONU, no ano de 2025 dois terços da população mundial (ou 5,5 bilhões de pessoas) viverão em locais que sofrem com algum tipo de problema relacionado à água.

Na tentativa de fazer uma correta gestão do uso da água e tentar frear o aumento excessivo consumo deste recurso, os requisitos relacionados a seguir foram incluídos no *checklist*.

#### 4.3.1 Redução do consumo de água potável

O objetivo deste requisito é limitar (ou eliminar) o consumo de água potável para usos que não requerem água com tal qualidade: irrigação de jardins, descargas de bacias sanitárias e mictórios, limpeza de ambientes (calçadas, vidros e fachadas), sistemas decorativos (fontes e chafarizes), proteção contra incêndio, torre de resfriamento de sistemas de condicionamento de ar e outras possíveis máquinas e equipamentos que utilizam água em seus processos. Além disso, a redução no consumo ajuda a diminuir a carga sobre o sistema de tratamento de efluentes local.

Dentre as opções para gestão do consumo da água em uma edificação, a inclusão de aparelhos que gastam menos água que os aparelhos convencionais é a prática mais difundida. O PNCDA (1999) identifica como tecnologias economizadoras de água as bacias sanitárias de volume de descarga reduzido (sistema a vácuo, sistema *dual flush*, com válvula de acionamento por sensor de presença); torneiras (dotadas de arejadores, com funcionamento hidromecânico, acionadas por sensor de presença, acionadas por pedal, torneiras de comando restrito); pulverizadores e registros reguladores de vazão, utilizados em lavatórios e pias de cozinha (peças com controle de vazão e melhor distribuição de água); chuveiros restritores de vazão e mictórios (com acionamento hidromecânico, por sensor de presença, com válvula de descarga temporizada, mictório sem água). Dentre elas, a bacia sanitária de volume reduzido assume fundamental importância e, desde 2003, somente bacias sanitárias com volume de descarga de 6 litros vêm sendo fabricadas no Brasil, em função de um acordo setorial realizado no PBQP-H.

O aproveitamento da água da chuva, o reaproveitamento de águas cinzas (provenientes de chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas e tanques) e de águas negras (originárias de efluentes com resíduos de bacias sanitárias) são outras alternativas para redução da demanda de água potável. Qualquer que seja a fonte alternativa de água, só deve ser utilizada após tratamento para garantia da segurança sanitária dos usuários. A NBR 13.969 (ABNT, 1997) prevê a possibilidade de reutilização de água e indica os parâmetros que a água deve ter, conforme o tipo de uso final.

Outro item a ser considerado visando a redução do consumo de água potável é a realização de um projeto paisagístico eficiente, que priorize o emprego de plantas nativas ou plantas bem adaptadas ao clima local, resultando na redução da necessidade de irrigação (uma vez que consomem menos água) e na redução de uso de fertilizantes e pesticidas.

A localização do aquecedor de água, de maneira a minimizar as distâncias aos pontos de consumo de água quente, também contribui para que quantidade menor de água seja desperdiçada ao se abrir a válvula ou registro. Esta quantidade de água desperdiçada é relativa à quantidade de água dentro da tubulação que não está na temperatura esperada de uso e irá para o sistema de coleta de esgoto sanitário sem ser utilizada. O desperdício de água ocorre também quando não há isolamento adequado da tubulação de água quente, já que, como a água não está na temperatura requerida (porque perdeu calor para o ambiente ao longo da tubulação), será descartada. A NBR 7.198 (ABNT, 1993) recomenda que o projeto e execução de tubulações, reservatórios de água quente e aquecedores sejam realizados de modo a racionalizar o consumo.

Todas as metodologias analisadas fazem referência à redução do consumo de água potável:

- o SBAT e o *GBT* pontuam o uso de vegetação nativa ou que consuma pouca água;
- o *GBT* avalia quatro outros requisitos para redução do consumo de água potável: **1)** edifícios com sistemas separados de água potável (para usos que requerem água com este padrão de qualidade) e águas cinzas (para irrigação e descargas de bacias sanitárias e micotórios); **2)** edifícios cujo volume de água potável previsto para ser utilizado no edifício seja minimizado (-1 ponto é atribuído a edifícios cujo consumo previsto seja de 6 litros por pessoa por dia (menor desempenho) e 5 pontos para edifícios cujo consumo seja de 2 l/pessoa/dia (melhor desempenho); **3)** o desempenho do edifício, segundo uma escala de consumo anual de água para irrigação, variando de 5,4m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (menor desempenho) a 3,2m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (melhor desempenho); e **4)** a maximização da retenção de água

da chuva para reuso posterior (volume anual previsto para retenção de 0,2 litros/m<sup>2</sup> (menor desempenho) e 5 litros/m<sup>2</sup> (melhor desempenho));

- o LEED e o *Green Star* requerem a redução de 50% e 90%, respectivamente, do consumo de água potável para irrigação de jardins, por meio de sistemas eficientes de irrigação<sup>56</sup>, uso de água da chuva ou água reciclada no local. Além disso, o LEED requer o uso de estratégias para utilização de 20% ou 30% menos água do que o calculado para a edificação (não incluindo irrigação) comparado com os parâmetros de desempenho fixados pelo *Energy Police Act*;
- o *Green Star* pede também que seja demonstrado: que o consumo de água potável previsto para usos sanitários foi reduzido por meio da reutilização de águas (cinzas e/ou negras) ou utilização de sistemas coletores de água da chuva; redução do consumo de água potável na torre de resfriamento; e redução do fluxo de esgoto a ser tratado pelo município; e
- o CASBEE pontua a utilização de equipamentos economizadores de água; utilização de água da chuva (melhor desempenho - nível 5 - requer 20% de substituição de água potável por água da chuva); e reuso de águas cinzas e negras.

### 4.3.2 Medição do consumo de água

A medição setorizada ou individualizada é, por si só, uma ferramenta de incentivo à economia de água<sup>57</sup> uma vez que o pagamento individual faz com que o usuário passe a ter consciência do uso da água e evite desperdícios. Além disso, facilita a otimização do desempenho referente ao consumo de água por meio da medição, monitoramento, detecção e correção de eventuais desperdícios e vazamentos.

Todas as metodologias incluem requisitos solicitando a instalação de medidores de consumo para os principais componentes utilizadores de água e instalação de sistema de detecção de vazamentos.

### 4.3.3 Sistema de gestão da água pluvial

A impermeabilização gerada pelas construções, profusão de ruas, calçadas e estacionamentos pavimentados faz com que aumente o escoamento superficial de água

---

<sup>56</sup> Sistemas eficientes de irrigação compreendem sistemas com sensores automáticos à água da chuva e controle da umidade do solo.

<sup>57</sup> Tal estratégia perde a função em locais onde a concessionária de água exija que o edifício pague uma taxa mínima.

pluvial, eliminando grande parcela da infiltração das águas no terreno natural e contribuindo para a ocorrência de enchentes. Essa deficiência na drenagem urbana acarreta prejuízos financeiros (construções e pavimentos destruídos, interrupção no abastecimento de energia, vias interditadas, congestionamentos e proliferação de doenças) e psicológicos (pois torna a população temerosa de possíveis desastres com qualquer precipitação) (CAMPOS; AMORIM, 2004).

Cidades como São Paulo (PMSP, 2002) e Rio de Janeiro (PMRJ, 2004) já incluem em sua legislação a preocupação com a água da chuva e exigem que as edificações com mais de 500m<sup>2</sup> de área impermeabilizada criem reservatórios para a retenção temporária da água. Essa medida objetiva contribuir para a redução dos níveis de enchentes, retendo a água em reservatórios e injetando-a na rede pluvial de forma controlada depois de cessada a chuva. Contudo, o processo seria bem mais racional se esta água, já armazenada, fosse aproveitada para fins não potáveis na edificação.

Durante as precipitações, parte do líquido é infiltrada no solo e absorvida pela terra e pelas raízes das plantas, outra parcela continua se infiltrando até as camadas dos lençóis freáticos e outra é conduzida e eliminada pela infra-estrutura de drenagem. A impermeabilização do solo impede a absorção da água e a recarga do aquífero de abastecimento público, o que pode provocar escassez de água. Além disso, o rápido escoamento da água pelos sistemas de drenagem impede a absorção da água pelo solo e o aumento da umidade, gerando climas urbanos menos úmidos que os rurais (ROMERO, 2001). Práticas que permitam a infiltração segura da água da chuva no solo devem ser empregadas também com o intuito de aliviar a carga na infra-estrutura local. A infiltração pode ocorrer através da utilização de pavimentos permeáveis ou dispositivos de drenagem que armazenam a água junto ao solo por tempo suficiente para que haja infiltração (trincheiras, valas e poços de infiltração). Somado a isso, a recuperação e tratamento das águas de escoamento superficial potencialmente poluídas, antes do descarte ou utilização, ajudam a manter as características da água em aquíferos subterrâneos, áreas inundadas e corpos d'água localizados no terreno ou proximidades a jusante que recebam a descarga.

Os objetivos deste requisito são: aumentar a infiltração da água nos limites do terreno, não sobrecarregando o sistema de drenagem pluvial com água escoada no horário de pico, ajudando a evitar enchentes; contribuir para a recarga dos aquíferos subterrâneos de abastecimento e ajudar a controlar a interrupção dos cursos d'água.

Todas as metodologias estudadas fazem menção a este requisito:

- o BREEAM requer o tratamento ou filtragem (de óleo, por exemplo) das águas escoadas em áreas com risco de poluição, como áreas de manobra de veículos, estacionamentos e lixeiras;
- o LEED apresenta dois requisitos: o controle da quantidade e da qualidade da água de escoamento. No primeiro deve-se promover a infiltração da água da chuva pela diminuição das superfícies impermeabilizadas (especificação de telhados verdes e pavimentos semipermeáveis) e utilização da água da chuva para usos não potáveis; no segundo deve-se realizar o tratamento da água da chuva antes de descartá-la.
- o *Green Star* pede que seja demonstrado o controle da poluição de cursos d'água pelo tratamento ou filtragem de toda a água que escoar do terreno;
- o HQE também fala em infiltração, retenção e gestão das águas superficiais poluídas;
- o *GBTool* pontua edificações que fazem a retenção da água da chuva nos limites do terreno e reinjetam-na no aquífero; e
- o SBAT menciona a utilização de pavimentos absorventes ou semi-permeáveis nos estacionamentos, caminhos e estradas.

#### **4.3.4 Manutenção dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**

Hermans (1999) afirma que se, durante o processo de projeto, atenção insuficiente for dispensada ao desempenho esperado do edifício, consideráveis esforços podem ter de ser feitos para manter o edifício em forma mais tarde. A manutenção, por exemplo, raramente é discutida durante o projeto e algumas tecnologias empregadas necessitam freqüentes e onerosas atividades de manutenção.

A NBR 5.626 (ABNT, 1998a) estabelece exigências e recomendações relativas à manutenção da instalação predial de água fria. Uma delas é que o projeto do sistema predial possibilite manutenção fácil e econômica. Para possibilitar a manutenção de qualquer parte da rede predial de distribuição, dentro de um nível de conforto previamente estabelecido, a norma recomenda a previsão de instalação de registros de fechamento (ou de outros dispositivos que cumpram a mesma função) no barrilete, nas colunas de distribuição e nos ramais de distribuição de água. Já a ABNT (2007f) prevê a necessidade de manutenção preventiva e corretiva nos sistemas, propondo que estes sejam inspecionáveis, em qualquer parte, sem que haja necessidade de quebra ou desmonte de partes do sistema.

Os objetivos deste requisito são: garantir adequada manutenção dos sistemas prediais e hidráulicos para garantir seu desempenho e aumentar sua vida útil; e facilitar o acesso para manutenção e substituição de materiais e componentes do sistema, evitando a geração de

resíduos resultantes da necessidade de criação de acessos não previstos e conseqüentes custos desnecessários nas manutenções.

O SBAT requer que a manutenção e a limpeza possam ser realizadas por meio de acesso fácil e seguro, usando equipamentos simples e materiais não perigosos aos usuários. Silva (2003) propõe o critério planejamento da operação e manutenção do edifício, onde são analisadas as facilidades previstas para as atividades de manutenção.

#### 4.3.5 Avaliação do primeiro especialista aos requisitos da categoria Água

Os requisitos enviados para serem avaliados pelo primeiro especialista acadêmico estão descritos na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3: Requisitos da categoria Água enviados ao primeiro especialista acadêmico**

Categoria: Água				
Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
A-1	Redução do consumo de água potável	1.1. Utilização de componentes economizadores de água	Verificar se são utilizados componentes economizadores de água nos lavatórios, bacias sanitárias, mictórios, chuveiros, outros	Análise de projeto
		1.2. Redução do consumo de água potável para irrigação	Verificar a existência de tecnologias eficientes de irrigação; uso de água da chuva para irrigação; uso de água reciclada no local ou não utilização de sistema de irrigação permanente instalado. Caso aplicável, verificar a % de redução do consumo de água potável para irrigação	Análise de projeto
		1.3. Redução do consumo de água potável para descarga de bacias sanitárias e mictórios	Verificar a existência de tecnologias eficientes nas descargas dos vasos sanitários e mictórios; uso de água da chuva para descargas; uso de águas cinzas e/ou negras para descarga. Caso aplicável, verificar a porcentagem de redução do consumo da água potável para usos sanitários	Análise de projeto
		1.4. Redução do consumo de água potável para tratamento do esgoto	Verificar a redução do uso de água potável provida pelo município para tratamento do esgoto através da utilização de sistemas inovadores de tratamento ou do tratamento de 100% da água residual no local	Análise de projeto
		1.5. Redução do consumo de água potável na torre de resfriamento	Verificar a redução do consumo de água na torre de resfriamento por meio do uso eficiente, da não utilização de torres de resfriamento de água ou se o sistema de resfriamento utiliza água não potável	Análise de projeto
		1.6. Redução do consumo de água potável nos sistemas de combate a incêndios	Verificar se há, no edifício, armazenamento temporário de água suficiente para sistemas de combate a incêndio	Análise de projeto
		1.7. Localização otimizada de aquecedores e isolamento da tubulação de água quente	Verificar a localização do aquecedor de água e o isolamento da tubulação de água quente	Análise de projeto
A-2	Medição do consumo de água	Medição setorizada	Verificar se é realizada medição setorizada (em cada sala) do consumo de água	Análise de projeto
A-3	Sistema de gestão da água pluvial	Existência de um plano e sistema de gestão da água pluvial	Verificar se foi desenvolvido um plano e sistema de gestão da água pluvial. Verificar a % de área impermeabilizada em relação à área total do terreno	Análise de projeto
A-4	Manutenção dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários	Facilidade de acesso para manutenção e substituição de materiais e componentes do sistema hidráulico e sanitário	Verificar se o acesso a sistemas técnicos centrais e distribuídos é facilitado, para manutenção e substituição, por meio de <i>shafts</i> , áreas técnicas, salas de controle, outros	Análise de projeto

Todos os requisitos foram considerados pertinentes pelo avaliador. Um requisito foi incluído no item A-1: Redução do uso de água potável para limpeza dos ambientes (lavração de calçadas, vidros e fachadas). Também foi incluída uma questão sobre o adequado dimensionamento dos reservatórios de água da chuva, caso existentes. Algumas observações feitas:

*[...] no item A-1.2 esclarecer o que são “tecnologias eficientes”. Geralmente é usada água da chuva para irrigação, mas sem armazenar: ela cai diretamente sobre a vegetação. No nosso clima considero isso uma estratégia eficiente, pois chove com bastante regularidade.*

*[...] no item A-1.3 esclarecer o que são “tecnologias eficientes”. Águas negras são aquelas que contêm fezes; não faz sentido manter esta verificação.*

*[...] no item A-1.6, se não existir armazenamento adequado, o projeto não é aprovado pelo corpo de bombeiros. Logo, a inclusão deste item é desnecessária. Acho importante verificar com os bombeiros se eles aceitariam que a RTI fosse com água pluvial<sup>58</sup>.*

*[...] há uma mistura de termos: “água reciclada”, “águas cinzas”, “água residual”, “esgoto”. Sugiro consultar normas específicas para esclarecimentos.*

Em conversa com o segundo especialista em um Congresso realizado em 2006 foi sugerida a leitura da dissertação *Crítérios de avaliação de sustentabilidade ambiental dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios de escritórios* (KALBUSCH, 2006), recentemente defendida na Escola Politécnica da USP. Os requisitos descritos a seguir, baseados na leitura da referida tese, foram então incluídos no *checklist* antes de enviá-lo a este especialista.

#### **4.3.6 Qualidade da água destinada ao consumo humano**

A contaminação da água pode ocorrer quando armazenada ou distribuída pelos componentes dos sistemas prediais, fazendo com que os padrões de potabilidade não sejam mais atendidos. Nas peças de utilização pode ocorrer a retrossifonagem, expondo a água potável ao contato com a água servida. A contaminação nas tubulações pode ocorrer quando não existe um posicionamento relativo adequado entre a tubulação de esgoto sanitário e de água, ou pela corrosão dos metais que constituem tubos, válvulas e registros. Nos reservatórios (os locais mais frágeis quanto à possibilidade de contaminação da água no sistema predial), a contaminação ocorre, na maioria dos casos, devido a falhas construtivas ou

---

<sup>58</sup> Em consulta ao Corpo de Bombeiros de Florianópolis foi informado que já houve aprovação de projetos com água pluvial para a Reserva Técnica contra Incêndio – RTI.

deficiências na manutenção. Pode ocorrer infiltração de água não potável no reservatório e a entrada de pequenos animais através do extravasor ou de falhas na vedação da tampa ou outro acesso. Outras causas de contaminação do reservatório são a poluição atmosférica devida à contaminação do ar por elementos tóxicos e partículas em suspensão e à falta de limpeza periódica dos reservatórios, com conseqüente acumulação de matéria orgânica no fundo do reservatório (SANTOS, 2002).

O requisito tem por objetivo respeitar os critérios de potabilidade e adequação a certos parâmetros de uso e assegurar a qualidade dos sistemas prediais. Tais atitudes limitam os riscos sanitários que contribuem para a alteração microbiológica ou química da água no sistema (alteração de materiais, retorno de água, pouco controle do funcionamento hidráulico e da temperatura, e patologias como corrosão e incrustação).

O *GBTool* pontua edificações que asseguram a provisão de água potável de qualidade aceitável, onde não existe um sistema de tratamento de água municipal.

#### 4.3.6.1 Organização e proteção dos sistemas prediais hidráulicos

O projeto deve assegurar que os sistemas prediais que transportam água potável sejam diferenciados dos sistemas que transportam água não-potável (águas pluviais, água de reuso ou água proveniente de outras fontes alternativas como poços). Esta estratégia reduz os riscos de ligação acidental - e a conseqüente utilização da água para finalidades que não as especificadas - e a contaminação da água potável transportada (gerando desperdício ao inutilizar água com padrão de potabilidade, principalmente se houve a necessidade de tratamento para que chegasse a tal padrão).

A NBR 6.493 (ABNT, 1994) fixa padrões para identificação de tubulações pelo emprego de cores diferentes, recomendando que a tubulação que transporta água potável seja diferenciada de forma inconfundível de outros tipos de tubulação. A recomendação para adoção das cores é que a tubulação de água fria receba pintura verde; de combate a incêndio, vermelha; eletrodutos, cinza escuro, etc. Outros padrões utilizados são pintura marrom para tubulação de águas pluviais e pintura preta para esgoto sanitário.

Relacionado à água de reuso, a NBR 13.969 (ABNT, 1997) também prevê a utilização de cores distintas das cores empregadas no sistema que transporta água potável e recomenda a clara identificação do sistema de reserva e distribuição desta água. A identificação deve ser realizada pelo emprego de placas indicativas nos reservatórios, na tubulação e nas torneiras, alertando os usuários de que se trata de água não potável. Para as torneiras, uma alternativa é

utilizar torneiras de acesso restrito, operadas com sistema de chaves destacáveis para evitar o consumo de forma incorreta (KALBUSCH, 2006).

Em relação à contaminação por agentes externos, a NBR 5.626 (ABNT, 1998a) recomenda que as tubulações enterradas de água potável distem horizontalmente no mínimo 3,0m de qualquer fonte potencialmente poluidora (tubulações enterradas de esgoto, fossas sépticas, sumidouros, valas de infiltração). Quando se fizer necessário o cruzamento de tubulações enterradas de água e esgoto, a tubulação de água deve apresentar sua geratriz inferior 30cm acima da geratriz superior da tubulação de esgoto.

O HQE requisita a organização e sinalização das redes por tipo de uso e a proteção das redes de água potável contra os retornos de água (proteção dos equipamentos ligados às redes, as redes e as conexões; separação da rede de água potável de outras fontes e redução dos riscos de ligação acidental).

#### 4.3.6.2 Controle da temperatura nos sistemas prediais hidráulicos

O objetivo deste requisito é minimizar os riscos relacionados à *legionella Pneumophila*<sup>59</sup> e a acidentes com queimaduras. Para inibir o desenvolvimento da bactéria as temperaturas devem ser superiores a 50°C, o que aumenta os riscos de ocorrência de acidentes envolvendo queimaduras. A intenção é conciliar os dois objetivos que se contradizem:

- isolar o sistema predial de água fria do sistema predial de água quente;
- manter todo o sistema predial de água quente a uma temperatura ótima: em todos os pontos a temperatura deve estar acima de 50°C, exceto nas duchas, onde a temperatura deve estar limitada a 50°C; e
- controle da manutenção da temperatura: a NBR 7.198 (ABNT, 1993) e a ABNT (2007f) fazem recomendações para um sistema de controle e gestão da temperatura nos sistemas.

O BREEAM requisita a minimização dos riscos de contaminação por *legionella*; Silva (2003) propõe que o controle de microorganismos na água seja pré-requisito; o HQE solicita a garantia da circulação e da estabilidade de temperatura das redes de água potável.

#### 4.3.6.3 Controle de tratamentos anti corrosão e anti incrustação

De acordo com Melo (2005 *apud* KALBUSCH, 2006), a incrustação tende a se formar com a elevação do pH e a dureza elevada da água (resultante da presença de íons de sais como

---

<sup>59</sup> Os fatores de risco de contaminação por *legionella Pneumophila*, segundo Van der Schee (2005, *apud* KALBUSCH, 2006) são: temperatura de água entre 25°C e 50°C; água estagnada nos sistemas; períodos longos sem a utilização do sistema; sedimentação e formação de biofilme.

o cálcio), principalmente para água quente. A corrosão pode modificar os parâmetros de qualidade da água e favorecer o desenvolvimento de bactérias. Portanto, o objetivo deste requisito é garantir a higiene dos sistemas prediais hidráulicos que transportam água potável, preservando a qualidade da água, a saúde dos usuários e os componentes dos sistemas prediais hidráulicos.

O HQE inclui entre seus requisitos: a otimização do tratamento anti corrosão e anti incrustação (representada pela adequação do tratamento à natureza da água e aos materiais componentes dos sistemas) e o controle do desempenho dos tratamentos anti corrosão e anti incrustação (pelo emprego de tubulação e torneira para medição do desempenho dos tratamentos).

#### 4.3.6.4 Evitar respingamentos e a geração de aerossóis

Os aparelhos sanitários, peças de utilização e outros componentes dos sistemas prediais hidráulicos devem fornecer água de modo a não ocorrer respingamentos ou a geração de aerossóis. Os respingamentos podem ocorrer em função de peças de utilização que não apresentem o fornecimento de água com adequada dispersão do jato e louças sanitárias que não estejam de acordo com as normas técnicas pertinentes (ABNT, 2007f).

#### 4.3.6.5 Evitar empoçamentos e refluxos

A ABNT (2007f) recomenda que os sistemas prediais hidráulicos e sanitários sejam projetados e executados de forma que não permitam o empoçamento e a conseqüente estagnação de água que possa ser foco de contaminações biológicas.

#### 4.3.6.6 Projeto dos reservatórios

O objetivo deste requisito é projetar os reservatórios de forma que garantam a potabilidade da água e evitar o desperdício gerado ao inutilizar água com padrão de consumo. Para tanto, os reservatórios de água devem ser protegidos (fechados com tampas) impedindo a entrada de animais e corpos estranhos, além de líquidos que possam contaminar a água potável. A tampa ou a superfície superior externa deve ter declividade mínima de 1:300 no sentido das bordas (não permitindo acúmulo de água sobre o reservatório) e deve ser elevada, no mínimo 10cm em relação ao piso acabado. Os reservatórios de água potável devem permitir inspeção e limpeza e possuir dispositivos de extravasão, limpeza e ventilação com as respectivas extremidades dotadas de crivo de tela com malha fina (ABNT, 2007f).

A NBR 5.626 (ABNT, 1998a) recomenda ainda que reservatórios de maior capacidade sejam divididos em dois ou mais compartimentos para permitir operações de manutenção sem que haja interrupção na distribuição de água. O CASBEE avalia a existência de dois reservatórios de água, sendo um deles elevado.

#### **4.3.7 Qualidade dos efluentes**

Um grave problema que ocorre em diversas cidades brasileiras é o não atendimento, por parte da rede pública de coleta, de partes do município ou do município como um todo. Em muitos casos, o efluente é lançado em corpos hídricos sem nenhum tipo de tratamento.

Para a coleta de esgoto sanitário em rede pública, o padrão de qualidade do efluente deve estar dentro do exigido pela legislação local. No caso da não existência de rede pública de coleta deve ser previsto um sistema de tratamento dos efluentes do edifício *in loco* que atenda, da mesma maneira, a legislação local pertinente. A Resolução 357/05 do CONAMA (BRASIL, 2005) e a legislação estadual por meio do Decreto nº 14.250 (SANTA CATARINA, 1981), estabelecem que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser descartados em corpos d'água (direta ou indiretamente), se obedecerem a condições estabelecidas, como pH, temperatura, vazão, proporção de materiais sedimentáveis e de óleos e graxas. A Resolução também estabelece padrões de lançamento de efluentes, relacionando substâncias orgânicas e inorgânicas com o respectivo valor máximo permitido por litro de efluente.

A NBR 13.969/97 (ABNT, 1997) atesta a possibilidade de lançamento de esgoto sanitário, após tratamento adequado, em galerias de águas pluviais, se atender a alguns requisitos pré-estabelecidos. Em contrapartida, a NBR 8.160 (ABNT, 1999b) estabelece que não haja nenhuma ligação entre o sistema predial de esgoto sanitário e o sistema predial de águas pluviais, uma vez que estas lançadas no sistema de coleta e tratamento de esgotos tornam o efluente mais diluído, o que pode sobrecarregar o sistema em termos de vazão e diminuir sua eficiência.

O objetivo deste requisito é garantir o padrão de qualidade exigido pela legislação para tratamento de efluentes e reduzir a carga sobre a infra-estrutura de coleta e tratamento de esgotos sanitários. O LEED apresenta dois requisitos relacionados ao tema: **1)** tratamento de 50% da água residual no local, que deve ser infiltrada no terreno ou reutilizada; **2)** redução do uso de água potável provida pelo município para tratamento do esgoto (em pelo menos 50%) ou tratamento de 100% da água residual no local. O SBAT também pede que uma

porcentagem de resíduos (esgoto e resíduos de construção e demolição) seja reciclada no local. O *GBT* pontua a inclusão de características no projeto que limitem a quantidade de efluentes líquidos a ser tratada pelo sistema municipal. O desempenho é medido de acordo com a previsão do volume de água por pessoa por dia a ser tratado: 44litros/pessoa/dia (-1 ponto); 40litros/pessoa/dia (0 pontos); 28litros/pessoa/dia (3 pontos) e 20litros/pessoa/dia (5 pontos).

#### **4.3.8 Confiabilidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**

##### 4.3.8.1 Continuidade do fornecimento de água

A ABNT (2007f) estabelece que deve ser garantido o abastecimento de água mesmo quando o fornecimento público seja passível de descontinuidade. Para tanto, o projeto dos sistemas prediais de suprimento de água deve prever reservatórios com capacidades compatíveis com o número de usuários do edifício e com o tempo de interrupção do fornecimento. O critério de avaliação é o dimensionamento adequado do volume de reservação de água, que deve ser calculado de modo a suprir as necessidades do edifício por pelo menos um dia. O volume mínimo do reservatório deve ser estabelecido conforme a NBR 5.626 (ABNT, 1998a).

##### 4.3.8.2 Provisão de água com a qualidade requerida pelo usuário, com vazões, pressões e temperaturas adequadas ao uso e no horário que o usuário necessita

O projeto de um sistema predial deve ser adequado às necessidades e exigências do usuário, atendendo as demandas relativas à vazão, pressão e volume adequados ao uso associado a cada ponto de utilização (ABNT, 2007f). Para tanto, Santos (2002) considera de fundamental relevância a correta definição de volumes e cotas dos reservatórios superiores, o cálculo adequado dos diâmetros das tubulações e o atendimento das pressões dinâmicas mínimas de cada aparelho sanitário. Este requisito objetiva proporcionar conforto aos usuários com fornecimento de água com temperatura, pressão, volume e vazão compatíveis com o uso associado a cada ponto de utilização no momento em que o usuário necessita.

##### 4.3.8.3 Geração de ruídos, grandes vibrações e sobrepressão nos componentes dos sistemas

Os ruídos gerados em sistemas prediais hidráulicos e sanitários não se restringem apenas aos ambientes sanitários, podendo causar incômodos aos ocupantes de outros ambientes do edifício. A NBR 5.626 (ABNT, 1998a) limita a velocidade de escoamento da água nos

sistemas prediais de suprimento de água fria em 3,0m/s, a fim de limitar os ruídos. A ABNT (2007f) preconiza o isolamento de tubulações, equipamentos e demais componentes sujeitos a esforços dinâmicos, de modo que não propaguem vibrações à estrutura de sustentação do edifício. O objetivo deste requisito é limitar os ruídos produzidos pelo funcionamento dos sistemas a níveis aceitáveis e restringir a ocorrência de vibrações dos equipamentos do sistema, de maneira a não causar desconforto aos usuários e danos materiais.

#### 4.3.8.4 Entrada de gases no interior dos ambientes sanitários

ABNT (2007f) apregoa que os ambientes sanitários não devem apresentar odores desagradáveis durante os períodos de não utilização. A estanqueidade aos gases por meio de desconectores e a liberação de gases a partir do sistema de ventilação estão relacionados ao impedimento do retorno de gases aos ambientes internos através da tubulação: as extremidades dos tubos ventiladores situados na cobertura do edifício devem ter distâncias da própria cobertura, das janelas e portas, de acordo com o previsto na NBR 8.160 (ABNT, 1999b). O objetivo deste requisito é evitar o desconforto gerado pela presença de odores desagradáveis no edifício.

No HQE, dois requisitos relacionam-se a esta questão: **1)** redução das fontes de odores desagradáveis provenientes de produtos de construção, equipamentos, mobiliários e outras fontes; **2)** garantia de ventilação eficaz: observância das exigências regulamentares; estanqueidade das tubulações de ventilação e do edifício (caso existam entradas de ar passivas); filtragem do ar insuflado (no caso da existência de sistema de aporte de ar); renovação diária completa do ar do edifício antes da entrada dos ocupantes (no caso da disponibilidade de sistema de ventilação que permita tal operação); renovação completa do ar do edifício antes da sua entrega após a execução; possibilidade de controle das vazões (no caso de ventilação garantida unicamente pela abertura de janelas); conforto olfativo nos ambientes que possuam fachadas expostas a ruídos e que por isso mantenham as janelas sempre fechadas (no caso de ventilação garantida unicamente pela abertura de janelas).

#### 4.3.8.5 Segurança: aterramento da tubulação metálica, de equipamentos, acessórios e de aquecedores elétricos

Com relação ao risco de choques elétricos, os sistemas prediais hidráulicos e equipamentos de aquecimento de água (aquecedores de passagem ou de acumulação) devem ser seguros aos seus usuários quando em operação e no uso normal. Para tanto, todas as tubulações, equipamentos e acessórios metálicos do sistema hidrossanitário devem ser direta

ou indiretamente aterrados. Quando houver a utilização de aparelhos aquecedores elétricos, estes devem ser interligados ao sistema de aterramento através de condutor de proteção e não devem apresentar corrente de fuga pelo aparelho que exceda 15mA (ABNT, 2007f).

### **4.3.9 Materiais componentes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**

#### 4.3.9.1 Qualidade e durabilidade dos materiais

A escolha dos materiais deve ser realizada conforme a regulamentação sanitária. Os materiais devem ser compatíveis com a natureza da água distribuída, pois o emprego dos materiais componentes dos sistemas prediais hidráulicos não pode interferir nas condições físico-químicas da água a ser consumida. Além disso, devem ser respeitadas as normas aplicáveis a cada material. Quanto à vida útil dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, a ABNT (2007f) recomenda que a qualidade do projeto e da execução garanta sua durabilidade no que se refere à manutenção das funções essenciais durante a vida útil, em condições normais de uso e operação.

O objetivo do requisito é garantir a durabilidade dos componentes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários e a consequente economia de recursos materiais, energia, geração de CO<sub>2</sub> e matéria-prima utilizados para fabricação de novos componentes. No HQE deve ser garantida a qualidade e a durabilidade dos materiais empregados nas redes internas: compatibilidade dos materiais com a regulamentação sanitária; escolha de materiais compatíveis com a água; aplicação de materiais com durabilidade assegurada.

#### 4.3.9.2 Ergonomia

A ABNT (2007f), no critério de adaptação ergonômica dos equipamentos, propõe que as peças de utilização possuam volantes com formatos e dimensões adequadas ao uso específico. Os aparelhos sanitários também devem estar adequadamente instalados de modo que respeitem as alturas e espaços mínimos para o conforto ergonômico dos usuários. O objetivo do requisito é prover altura adequada dos aparelhos sanitários e adaptação ergonômica dos equipamentos, proporcionando conforto aos usuários.

#### 4.3.9.3 Resistência mecânica dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários

Relacionado às solicitações mecânicas, a ABNT (2007f) fixa parâmetros às quais as tubulações suspensas, tubulações aparentes, peças de utilização e aparelhos sanitários devem resistir. O requisito visa garantir resistência às solicitações mecânicas durante o uso e diminuir a necessidade de substituição de componentes, que geraria maior utilização de recursos materiais.

#### 4.3.9.4 Segurança na utilização de peças e aparelhos sanitários

A ABNT (2007f) preconiza que os sistemas hidrossanitários sejam seguros aos seus usuários, prevenindo ferimentos e queimaduras decorrentes da manipulação de partes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários (este último já abordado no item 4.3.6.2). Para a prevenção de ferimentos, as peças de utilização e demais componentes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários que sejam manipuladas pelos usuários não devem possuir cantos vivos ou superfícies ásperas. Isto inclui as partes cobertas por canoplas que são passíveis de contato quando da manutenção ou troca de componentes.

#### 4.3.9.5 Estanqueidade à água

Os sistemas prediais hidráulicos e sanitários devem ser estanques à água quando submetidos às pressões normais de uso. A ABNT (2007f) determina critérios relacionados à estanqueidade das instalações de água, das peças de utilização, dos reservatórios, das instalações de esgoto e de águas pluviais. O requisito objetiva evitar vazamentos nos componentes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários quando submetidos à pressão de uso, gerando economia de água e conseqüente redução na carga sobre a infra-estrutura de distribuição de água, de coleta de esgotos sanitários e de drenagem pluvial.

#### 4.3.9.6 Manutenção da potabilidade da água

A ABNT (2007f) apresenta critérios de desempenho relacionados à contaminação da água a partir dos componentes das instalações e determina que não deve ser utilizado nenhum material ou componente que possa introduzir substâncias tóxicas ou impurezas na água potável em quantidade suficiente para causar doenças. Para tanto, nas juntas das tubulações de água não devem ser utilizados zarcão, chumbo ou outro material de vedação que possa contaminar a água, assim como se deve limitar a presença de metais pesados nas tubulações de PVC. Também não devem ser utilizados materiais que possam permitir o desenvolvimento de bactérias (ou outras atividades biológicas) que provoquem doenças nos usuários. Para tal, todo componente aparente dos sistemas prediais hidráulicos deve ser fabricado em material lavável e impermeável, para evitar a impregnação de sujeira, o desenvolvimento de bactérias ou atividades biológicas. O objetivo do requisito é evitar a contaminação da água transportada pelos sistemas prediais, garantindo a potabilidade da água e evitando danos à saúde dos usuários e desperdícios de água potável.

### 4.3.10 Avaliação do segundo e terceiro especialistas aos requisitos da categoria Água

Após a inclusão das considerações feitas pelo primeiro especialista e dos requisitos 4.3.6 a 4.3.9.6 (indicados em azul), o *checklist* apresentado na Tabela 4.4 foi enviado ao segundo especialista acadêmico.

**Tabela 4.4: Requisitos da categoria Água enviados ao segundo especialista acadêmico**

Categoria: Água				
Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
A-1	Redução do consumo de água potável	1.1 Utilização de componentes economizadores de água	Verificar se são utilizados componentes economizadores de água nos lavatórios, bacias sanitárias, mictórios, chuveiros, outros	Análise de projeto
		1.2. Redução do consumo de água potável para irrigação	Verificar se o paisagismo é eficiente (utilização de espécies da flora local). Verificar a existência de: tecnologias eficientes de irrigação; uso de água da chuva ou reuso de água para irrigação; ou não utilização de sistema de irrigação permanente instalado. Caso aplicável, verificar a % de redução do consumo de água potável para irrigação	Análise de projeto
		1.3. Redução do consumo de água potável para descarga de bacias sanitárias e mictórios	Verificar a existência de fontes alternativas de água (uso de água da chuva e/ou reuso de água) para descarga das bacias sanitárias e mictórios. Caso aplicável, verificar a porcentagem de redução do consumo da água potável para descargas. Verificar a existência de fontes alternativas de água (uso de água da chuva e/ou reuso de água) em outros pontos de consumo (torneiras, chuveiro, máquinas de lavar louça, máquina de lavar roupa,...)	Análise de projeto
		1.4. Redução do consumo de água potável para tratamento do esgoto	Verificar a redução do uso de água potável provida pelo município para tratamento do esgoto através da utilização de sistemas inovadores de tratamento ou do tratamento de 100% do esgoto no local. Verificar a utilização de tratamento ecológico do esgoto	Análise de projeto
		1.5. Redução do consumo de água potável na torre de resfriamento	Verificar a redução do consumo de água na torre de resfriamento por meio do uso eficiente, da não utilização de torres de resfriamento de água ou se o sistema de resfriamento utiliza água não potável	Análise de projeto
		1.6. Redução do consumo de água potável para limpeza de ambientes	Verificar a possibilidade de redução do consumo de água potável para limpeza de ambientes por meio do uso de água da chuva e/ou reuso de águas. Caso aplicável, verificar a porcentagem de redução do consumo da água potável	Análise de projeto
		1.7. Redução do consumo de água potável para abastecimento da reserva técnica contra incêndio	Verificar a redução do consumo de água potável para abastecimento da reserva técnica contra incêndio por meio do uso de água da chuva e/ou reuso de águas. Caso aplicável, verificar a porcentagem de redução do consumo da água potável	Análise de projeto
		1.8. Localização otimizada de aquecedores e isolamento da tubulação de água quente	Verificar a localização do aquecedor de água e o isolamento da tubulação de água quente	Análise de projeto
A-2	Medição do consumo de água	Medição setorizada	Verificar se é realizada medição setorizada (em cada sala) do consumo de água	Análise de projeto
A-3	Sistema de gestão da água pluvial	Existência de um plano e sistema de gestão da água pluvial	Verificar se foi desenvolvido um plano e sistema de gestão da água pluvial: verificar se há retenção das águas pluviais no período de pico das precipitações; se é realizado o tratamento ou filtragem de toda a água que escoar do terreno, eliminando contaminantes; e a % de área impermeabilizada em relação à área total do terreno	Análise de projeto
A-4	Manutenção dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários	Facilidade de acesso para manutenção e substituição de materiais e componentes do sistema hidráulico e sanitário	Verificar se o acesso a sistemas técnicos centrais e distribuídos é facilitado, para manutenção e substituição, por meio de <i>shafts</i> , áreas técnicas, salas de controle, outros	Análise de projeto

**Tabela 4.4 (continuação): Requisitos da categoria Água enviados ao segundo especialista acadêmico**

Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
A-5	Qualidade da água destinada ao consumo humano	5.1 Organização e proteção dos sistemas prediais hidráulicos	Verificar se as tubulações que transportam água potável são diferenciadas das tubulações que transportam água de fontes alternativas; se os reservatórios e torneiras são identificados alertando o usuário de que a água não é potável; e se existe ligação cruzada entre tubulações	Análise de projeto
		5.2 Controle da temperatura nos sistemas prediais hidráulicos	Verificar se há controle da temperatura da água do sistema predial de água quente. Verificar a temperatura máxima da água aquecida e a existência de dispositivos de segurança em aquecedores de acumulação elétricos e a gás	Análise de projeto
		5.3 Controle de tratamentos anti corrosão e anti incrustação	Verificar a possibilidade da realização de tratamento e controle anti corrosão e anti incrustação, em função da natureza da água e dos materiais componentes dos sistemas prediais hidráulicos, pelo emprego de tubulação e torneira para medição do desempenho dos tratamentos	Entrevista com responsáveis pela manutenção
		5.4 Evitar respingamentos e a geração de aerossóis	Verificar se as peças de utilização apresentam o fornecimento de água com adequada dispersão do jato e se as louças sanitárias estão de acordo com as normas técnicas pertinentes	Análise de projeto / consulta ao memorial descritivo / análise dos materiais especificados
		5.5 Evitar empoçamentos e refluxos	Verificar se os componentes do sistema não permitem empoçamento e refluxo de água	Análise de projeto / consulta ao memorial descritivo / análise dos materiais especificados
		5.6 Projeto dos reservatórios	Verificar se os reservatórios de água são fechados com tampas; a declividade da superfície superior externa; se permitem a inspeção e limpeza e se possuem dispositivos de extravasão, limpeza e ventilação com as respectivas extremidades dotadas de crivo de tela com malha fina	Análise de projeto
A-6	Qualidade dos efluentes	O padrão de qualidade dos efluentes do edifício	Verificar como é feita a coleta dos esgotos sanitários	Análise de projeto
A-7	Confiabilidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários	7.1 Continuidade do fornecimento de água	Verificar a existência de reservatório compatível com número de usuários do edifício. Verificar se o volume do reservatório supre as necessidades do edifício conforme NBR 5.626/98. Verificar o dimensionamento dos reservatórios de água da chuva, caso aplicável	Análise de projeto
		7.2 Provisão de água com a qualidade requerida, vazões, pressões e temperaturas adequadas ao uso e horários em que o usuário necessita	Verificar se os sistemas prediais hidráulicos e sanitários foram projetados de maneira a proporcionar conforto aos usuários, com temperatura, pressão, volume e vazão compatíveis com o uso associado a cada ponto de utilização	Análise de projeto
		7.3 Geração de ruídos, grandes vibrações e sobrepressão nos componentes dos sistemas	Verificar se o funcionamento dos sistemas geram ruídos ou vibrações que causam desconforto aos usuários: verificar a velocidade de escoamento da água nos sistemas; a sobrepressão no fechamento de válvulas de descargas; o isolamento das tubulações, equipamentos e outros componentes sujeitos a esforços dinâmicos, de forma que vibrações não sejam propagadas à estrutura de sustentação do edifício	Análise de projeto
		7.4 Entrada de gases para o interior dos ambientes sanitários	Verificar se existem desconectores para garantir a estanqueidade aos gases e se as extremidades dos tubos ventiladores foram projetadas para evitar liberação de gases a partir do sistema de ventilação	Análise de projeto
		7.5 Segurança: aterramento da tubulação metálica, de equipamentos, de acessórios e de aquecedores elétricos	Verificar se foi realizado o aterramento (direto ou indireto) das tubulações, equipamentos e acessórios metálicos; se os aquecedores elétricos foram interligados ao sistema de aterramento através de condutor de proteção; e se os aquecedores elétricos apresentam corrente de fuga menor que 15mA	Análise de projeto

**Tabela 4.4 (continuação): Requisitos da categoria Água enviados ao segundo especialista acadêmico**

Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
A-8	Materiais componentes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários	8.1 Qualidade e durabilidade dos materiais	Verificar se os materiais especificados para os sistemas prediais hidráulicos e sanitários são compatíveis com a natureza da água distribuída e se foram respeitadas as normas vigentes referentes aos materiais. Verificar se os materiais são produzidos por empresas em conformidade com o Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMaC) do PBQP-H ou certificadas NBR ISO 9001	Análise de projeto / consulta ao memorial descritivo / análise dos materiais especificados
		8.2 Ergonomia	Verificar se os aparelhos sanitários respeitam as alturas e espaços mínimos e máximos para o conforto ergonômico dos usuários	Análise de projeto / consulta ao memorial descritivo / análise dos materiais especificados
		8.3 Resistência mecânica dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários	Verificar se os componentes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários são resistentes às solicitações mecânicas, conforme os requisitos propostos pela parte 6 do Projeto de norma de Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos	Análise de projeto / consulta ao memorial descritivo / análise dos materiais especificados
		8.4 Segurança na utilização de peças e aparelhos sanitários	Verificar se as peças de utilização e demais componentes dos sistemas prediais hidráulicos manipulados pelos usuários possuem cantos vivos ou superfícies ásperas	Análise dos materiais especificados
		8.5 Estanqueidade à água	Verificar se os componentes utilizados nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários não apresentam vazamentos quando submetidos à pressão de uso	Análise dos materiais especificados
		8.6 Manutenção da potabilidade da água	Verificar as ações para escolha de materiais que evitem a contaminação da água, conforme parte 6 do Projeto de norma de Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos	Análise de projeto / consulta ao memorial descritivo / análise dos materiais especificados

O segundo especialista acadêmico incluiu no *checklist* considerações sobre reservatórios enterrados, no requisito A-5.6.

Foi sugerida a exclusão de:

- requisito A-1.4 pois se sobrepõe aos demais itens do A-1, uma vez que ao se reduzir o consumo de água automaticamente se reduz a quantidade de esgoto a ser tratada;
- questão referente ao tratamento ou filtragem da água que escoar do terreno no item A-3. O argumento usado é que o tratamento desta água, antes do descarte, ainda é utópico para o Brasil;
- requisito A-5.3, porque é de difícil avaliação e no Brasil são utilizadas principalmente tubulações plásticas;
- requisitos A-5.4, A-8.3, A-8.4 e A-8.5 pois basta verificar se os fabricantes dos componentes estão em conformidade com o PBQP-H (coberto no requisito A-8.1), pois lá existem relatórios periódicos indicando os fabricantes que atendem às normas técnicas;
- requisito A-8.6 pois repete outros requisitos descritos no decorrer do *checklist*.

Os requisitos A-5.5, A-7.2, A-7.3 e A-7.4 foram considerados de difícil avaliação pela análise de projeto, sendo necessária a aplicação de questionários aos usuários dos edifícios<sup>60</sup>. Por fim, a avaliação do segundo especialista acadêmico apontou que o requisito A-8.2 pode ser de difícil avaliação, argumentando que no Brasil não há um consenso sobre a ergonomia dos equipamentos sanitários<sup>61</sup>.

O *checklist* enviado ao especialista técnico contemplou as alterações supracitadas. Todos os requisitos foram considerados pertinentes e foi sugerido como pré-requisito o uso de componentes economizadores de água. Sobre a experiência de projetar segundo os requisitos do LEED, o especialista considerou a metodologia “bastante abrangente, mas chega a alguns excessos como tratar a água pluvial antes de retorná-la ao terreno. É exigente demais para ser considerado aqui (no Brasil)”. Apontou como principais diferenças entre projetar segundo o LEED e o método tradicional que utiliza “basicamente a separação de águas (tanto de abastecimento quanto de esgotamento) e a utilização de fontes alternativas, principalmente as de reuso”.

#### **4.3.11 Checklist final da categoria Água**

Após as considerações do segundo especialista acadêmico e do especialista técnico, o *checklist* final utilizado para o levantamento de dados é apresentado na Tabela 4.5 (os requisitos não considerados pertinentes foram excluídos e os acréscimos em relação ao *checklist* apresentado na Tabela 4.4 foram destacados em verde). No apêndice 1 encontram-se as planilhas de apoio utilizadas para registro dos dados levantados.

---

<sup>60</sup> Como neste trabalho o escopo é a avaliação do projeto, não foi realizada aplicação de questionários com os usuários dos edifícios.

<sup>61</sup> O requisito foi mantido e apenas as dimensões mínimas de banheiros, copas e aparelhos sanitários foram avaliadas (com base no Código de Obras local e na ABNT (2007a)).

**Tabela 4.5: Checklist final utilizado para o levantamento de dados da categoria Água**

Categoria: Água				
Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
A-1	Redução do consumo de água potável	1.1. Utilização de componentes economizadores de água	Verificar se são utilizados componentes economizadores de água nos lavatórios, bacias sanitárias, mictórios, chuveiros, outros	Análise de projeto
		1.2. Redução do consumo de água potável para irrigação	Verificar se o paisagismo é eficiente (utilização de espécies da flora local). Verificar a existência de: tecnologias eficientes de irrigação; uso de água da chuva ou reuso de água para irrigação; ou não utilização de sistema de irrigação permanente instalado. Caso aplicável, verificar a porcentagem de redução do consumo de água potável para irrigação	Análise de projeto
		1.3. Redução do consumo de água potável para descarga de bacias sanitárias e mictórios	Verificar a existência de fontes alternativas de água (uso de água da chuva e/ou reuso de água) para descarga das bacias sanitárias e mictórios. Caso aplicável, verificar a porcentagem de redução do consumo da água potável para descargas. Verificar a existência de fontes alternativas de água (uso de água da chuva e/ou reuso de água) em outros pontos de consumo (torneiras, chuveiro, máquinas de lavar louça, máquina de lavar roupa,...)	Análise de projeto
		1.4. Redução do consumo de água potável na torre de resfriamento	Verificar a redução do consumo de água na torre de resfriamento por meio do uso eficiente, da não utilização de torres de resfriamento de água ou se o sistema de resfriamento utiliza água não potável	Análise de projeto
		1.5. Redução do consumo de água potável para limpeza de ambientes	Verificar a possibilidade de redução do consumo de água potável para limpeza de ambientes por meio do uso de água da chuva e/ou reuso de águas. Caso aplicável, verificar a porcentagem de redução do consumo da água potável	Análise de projeto
		1.6. Redução do consumo de água potável para abastecimento da reserva técnica contra incêndio	Verificar a redução do consumo de água potável para abastecimento da reserva técnica contra incêndio por meio do uso de água da chuva e/ou reuso de águas. Caso aplicável, verificar a porcentagem de redução do consumo da água potável	Análise de projeto
		1.7. Localização otimizada de aquecedores e isolamento da tubulação de água quente	Verificar a localização dos aquecedores de água e o isolamento da tubulação de água quente	Análise de projeto
A-2	Medição do consumo de água	Medição setorizada	Verificar se é realizada medição setorizada (em cada sala) do consumo de água	Análise de projeto
A-3	Sistema de gestão da água pluvial	Captação das águas pluviais e medidas de infiltração da água no solo	Verificar se há retenção das águas pluviais durante as precipitações, com posterior utilização. Verificar se são utilizadas medidas de infiltração da água pluvial no solo. Verificar a % de área impermeabilizada em relação à área total do terreno	Análise de projeto

**Tabela 4.5 (continuação): Checklist final utilizado para o levantamento de dados da categoria Água**

Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
A-4	Manutenção dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários	Facilidade de acesso para manutenção e substituição de materiais e componentes do sistema hidráulico e sanitário	Verificar se o acesso a sistemas técnicos centrais e distribuídos é facilitado, para manutenção e substituição, por meio de <i>shafts</i> , áreas técnicas, salas de controle, outros	Análise de projeto
A-5	Qualidade da água destinada ao consumo humano	5.1. Organização e proteção dos sistemas prediais hidráulicos 5.2. Controle da temperatura nos sistemas prediais hidráulicos 5.3. Projeto dos reservatórios	Verificar se as tubulações que transportam água potável são diferenciadas das tubulações que transportam água de fontes alternativas; se os reservatórios e torneiras são identificados alertando o usuário de que a água não é potável; e se existe ligação cruzada entre tubulações Verificar se há controle da temperatura da água do sistema predial de água quente. Verificar a temperatura máxima da água aquecida e a existência de dispositivos de segurança em aquecedores de acumulação elétricos e a gás Verificar se os reservatórios de água são fechados com tampas; a declividade da superfície superior externa; se permitem a inspeção e limpeza e se possuem dispositivos de extravasão, limpeza e ventilação com as respectivas extremidades dotadas de crivo de tela com malha fina. <b>Verificar se os reservatórios são enterrados e, caso afirmativo, se há uma abertura que permite sua manutenção</b>	Análise de projeto Análise de projeto Análise de projeto
A-6	Qualidade dos efluentes	Sistema de coleta de esgoto	Verificar como é feita a coleta dos esgotos sanitários	Análise de projeto
A-7	Confiabilidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários	7.1. Continuidade do fornecimento de água 7.2. Provisão de água com a qualidade requerida, vazões, pressões e temperaturas adequadas ao uso e horários em que o usuário necessita 7.3. Geração de ruídos, grandes vibrações e sobrepressão nos componentes dos sistemas	Verificar a existência de reservatório compatível com número de usuários do edifício. Verificar se o volume do reservatório supre as necessidades do edifício conforme NBR 5.626/98. Verificar o dimensionamento dos reservatórios de água da chuva, caso aplicável Verificar se os sistemas prediais hidráulicos e sanitários foram projetados de maneira a proporcionar conforto aos usuários, com temperatura, pressão, volume e vazão compatíveis com o uso associado a cada ponto de utilização Verificar se o funcionamento dos sistemas geram ruídos ou vibrações que causam desconforto aos usuários: verificar a velocidade de escoamento da água nos sistemas e o isolamento das tubulações, equipamentos e outros componentes sujeitos a esforços dinâmicos, de forma que vibrações não sejam propagadas à estrutura de sustentação do edifício	Análise de projeto Análise de projeto Análise de projeto Análise de projeto

**Tabela 4.5 (continuação): Checklist final utilizado para o levantamento de dados da categoria Água**

Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
A-7	Confiabilidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários (continuação)	7.4. Entrada de gases para o interior dos ambientes sanitários	Verificar se existem desconectores para garantir a estanqueidade aos gases e se as extremidades dos tubos ventiladores foram projetados para evitar liberação de gases a partir do sistema de ventilação	Análise de projeto
		7.5. Segurança: aterramento da tubulação metálica, de equipamentos, de acessórios e de aquecedores elétricos	Verificar se foi realizado o aterramento (direto ou indireto) das tubulações, equipamentos e acessórios metálicos; se os aquecedores elétricos foram interligados ao sistema de aterramento através de condutor de proteção	Análise de projeto
A-8	Materiais componentes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários	8.1. Qualidade e durabilidade dos materiais	Verificar se os materiais especificados para os sistemas prediais hidráulicos e sanitários são compatíveis com a natureza da água distribuída e se foram respeitadas as normas vigentes referentes aos materiais. Verificar se os materiais são produzidos por empresas em conformidade com o Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMaC) do PBQP-H ou certificadas NBR ISO 9001	Análise de projeto / consulta ao memorial descritivo / análise dos fornecedores dos materiais especificados
		8.2. Ergonomia	Verificar se os aparelhos sanitários respeitam as alturas e áreas mínimas, conforme dimensionamento do Código de Obras local (artigos 102 e 103) e do projeto de norma (ABNT, 2007a), para o conforto ergonômico dos usuários	Análise de projeto / consulta ao memorial descritivo / análise dos fornecedores dos materiais especificados / comparação com o Código de Obras e a ABNT (2007a)

#### 4.4 MATERIAIS E RECURSOS

John (2001) afirma que nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que o macrocomplexo da construção civil, que lhe dá suporte, passe por profundas transformações, uma vez que esta indústria:

- consome grandes quantidades de materiais com significativo conteúdo energético, que necessitam ser transportadas a grandes distâncias. Na cidade de São Paulo, por exemplo, o esgotamento das reservas próximas à capital faz com que a areia natural já seja transportada de distâncias superiores a 100km, implicando em grande consumo de energia e geração de poluição;
- consome grande quantidade de matéria-prima e algumas reservas já estão bastante limitadas. As reservas mundiais de cobre, por exemplo, apresentam vida útil estimada em pouco mais de 60 anos;
- gera impactos ambientais como resíduos, ruído, poeira e poluentes industriais, desde as atividades de produção de matérias-primas e de canteiro até as atividades de manutenção e demolição. A produção de cimento e cal, por exemplo, envolve a calcinação de calcário, lançando grande quantidade de CO<sub>2</sub> na atmosfera;
- é responsável por cerca de 40% dos resíduos gerados na economia, produzidos nas atividades de construção, manutenção e demolição. Pinto (2000) estima que, para cada metro quadrado construído são gerados 150 quilos de resíduos, o que significa que qualquer construção com 250m<sup>2</sup> precisa remover aproximadamente 10 *containers*. Além disso, parte significativa desses resíduos é depositada ilegalmente, acumulando-se nas cidades, gerando custos e agravando problemas urbanos como enchentes e tráfego;
- do montante de resíduos de construção e demolição (RCD) gerado, mais de 90% pode ser reciclado e reutilizado. No Brasil, onde as técnicas de reciclagem de concreto começaram há cerca de 20 anos, menos de 5% do entulho é reciclado (PINTO, 1999).

Procurando minimizar este cenário, os requisitos relacionados a seguir foram incluídos no *checklist*.

##### 4.4.1 Locais para armazenamento de recicláveis

Uma solução de grande impacto ambiental positivo e baixo custo de implantação é a previsão de locais, adequadamente dimensionados, para armazenamento e separação do lixo reciclável (papel, vidro, plástico, metais e outros). Em 2005, 49,5% do papel que circulou no

país retornou à produção através da reciclagem. Esse índice corresponde à aproximadamente 2 milhões de toneladas e a maior parte do papel destinado à reciclagem, cerca de 86%, é gerado por atividades comerciais e industriais (CEMPRE, 2007).

Também é importante a separação de resíduos passíveis de contaminação como lâmpadas (pelo mercúrio), baterias de celular (pela radioatividade), pilhas e tintas (pelos metais pesados). Os locais devem ser de fácil acesso aos ocupantes do edifício e às empresas recicladoras.

Todas as metodologias requerem locais para armazenamento de recicláveis e para o LEED este é um pré-requisito. O BREEAM determina que os espaços destinados a armazenamento de materiais recicláveis tenham 2,00m<sup>2</sup> a cada 1.000,00m<sup>2</sup> de área do edifício, com no máximo 10,00m<sup>2</sup>. O *GBTool* requer que pontos de coleta de recicláveis sejam disponibilizados em cada andar - ou a cada 100m<sup>2</sup> - e que a área central destinada ao armazenamento de recicláveis seja acessível por caminhões que coletam os materiais. O *GBTool*, além dos resíduos inorgânicos, pontua projetos que planejem a coleta e reciclagem de resíduos orgânicos no empreendimento ou na comunidade local. Um terceiro requisito do *GBTool* avalia o planejamento para que resíduos tóxicos oriundos da operação do edifício sejam estocados da maneira segura.

#### **4.4.2 Reutilização de recursos**

Relacionado ao reuso de materiais de construção, os benefícios não se limitam apenas à redução na utilização de recursos naturais finitos, mas também na redução das atividades mineradoras e de extração (reduzindo o barulho, poeira e o consumo de terras), na quantidade de novos resíduos gerados, nos efeitos sobre os solos ocasionados pela disposição dos resíduos e na energia para extração e manufatura dos materiais (HILL *et al.*, 2001).

Estudos efetuados por Gao *et al.* (2001) mostraram que, para a maioria dos materiais empregados, a energia necessária para remanufaturar os materiais recicláveis é muito mais baixa do que aquela necessária para elaborar um produto novo, chegando a obter ganhos energéticos de pelo menos 10% e ganho na massa de produtos que deixaram de ser minerados da ordem de 50%. O estudo conclui que a redução do consumo energético varia de 7% (produtos da madeira) a 80% (alumínio).

Considerando o ciclo de vida de uma edificação, observa-se que a energia é utilizada: para manufaturar e transportar materiais e produtos para o edifício (energia embutida); no local, para a execução da estrutura; para operação do edifício, durante a sua vida útil; para

transporte de pessoas e bens entre os edifícios; e para demolição e transporte destes resíduos. Mesmo que a quantidade total de energia consumida no edifício durante seu ciclo de vida possa ser muitas vezes maior que a consumida durante a construção, Tiwari (2001) afirma que há inúmeras razões pelas quais o uso de energia no processo construtivo, e particularmente nos materiais usados no edifício, deve ser tratado como um problema importante na procura de alternativas para minimizar o uso de energia no ambiente construído como um todo.

O objetivo deste requisito é incorporar no projeto a especificação de materiais e produtos remanufaturados ou reutilizados, para reduzir a demanda por materiais virgens, os impactos associados à extração e processamento de novos recursos, o consumo de energia e a geração de resíduos. Todas as metodologias incluem a reutilização de recursos entre suas exigências: reutilização de fachadas, de estruturas, de materiais, produtos e mobília de edifícios existentes.

#### **4.4.3 Uso de materiais com conteúdo reciclado**

O uso de materiais reciclados na construção civil ainda é bastante limitado. Alguns exemplos de utilização de resíduos são no aço estrutural, cobre e alumínio (que utilizam sucata em sua fabricação), e no cimento, que utiliza escória de alto forno e pozolanas em elevadas proporções. Inicia-se a utilização de madeira reciclada para fôrmas de concreto armado e portas, bem como o plástico de garrafas PET para a fabricação de tubos de esgoto (CEOTTO, 2007). Um cuidado, entretanto, quanto ao uso de materiais com conteúdo reciclado, é atentar que muitos produtos com resíduos incorporados podem provir de empresas com processo ineficiente, que desrespeita a legislação ambiental, gera produtos sem qualidade ou de baixa durabilidade e que não respeitam normas técnicas (JOHN, 2007).

O objetivo deste requisito é aumentar a demanda por produtos, materiais e componentes do edifício que incorporem conteúdo reciclado (e que atendam as normas técnicas), reduzindo, deste modo, os impactos gerados pela extração e processamento de recursos virgens.

O LEED e o *GBTool* pontuam edificações que fazem uso de materiais com conteúdo reciclado; o BREEAM e o *Green Star*, a utilização de agregados reciclados; o *Green Star* e o *GBTool*, edificações que fazem uso de cimento com teor de recicláveis; e o *Green Star*, além disso, pontua edificações em que o aço utilizado contenha teor de recicláveis.

#### **4.4.4 Madeira sustentável**

Objetiva estimular o uso de madeiras de reflorestamento ou certificadas para materiais e componentes de madeira do edifício, evitando o uso de madeiras de espécies ameaçadas ou de origem ilegal.

Todas as metodologias incluem esta preocupação. O LEED especifica que, para materiais e componentes de madeira do edifício, deve-se utilizar no mínimo 50% de madeira certificada (válido para estruturas, pisos, acabamentos e mobília). O CASBEE também determina 50% de utilização de madeira de manejo sustentável como o melhor desempenho.

#### **4.4.5 Materiais de rápida renovação**

Objetiva reduzir o uso de matérias-primas finitas e de materiais com longo ciclo de renovação pela substituição por materiais de rápida renovação. O LEED requer o uso de materiais de rápida renovação (feitos de plantas colhidas num ciclo de 10 anos ou menos) para 5% do total estimado de todos os materiais e produtos usados no projeto.

#### **4.4.6 Minimização do uso de PVC**

Requisito incluído no *Green Star*, objetiva minimizar o uso de PVC substituindo-o por materiais alternativos.

#### **4.4.7 Gestão de Resíduos da Construção**

No tocante à gestão dos resíduos de construção, as discussões são crescentes não apenas pelo indesejável desperdício gerado, mas também pelo visível impacto nas áreas urbanas. Pinto (2000) enfatiza que este tema tem sido desenvolvido há alguns anos em países que tem a gestão da política ambiental mais consolidada, e cita exemplos da Bélgica (onde o RCD deve ser reciclado toda vez que a construção está localizada perto de locais de reciclagem); da Holanda, Dinamarca e outros países da Comunidade Européia (onde as taxas ambientais desencorajam a disposição do RCD em terrenos irregulares; taxas mais baixas são cobradas quando há redução do consumo de energia e taxas são abolidas quando o RCD é reutilizado ou reciclado). Hill *et al.* (2001) acrescentam que a taxa sobre o aterro, instituída em 1996 pelo governo do Reino Unido, tem aumentado o custo da disposição de resíduos, tornando o reuso e a reciclagem potencialmente mais economicamente viáveis.

No Brasil, a Resolução 307/02 do CONAMA (2002b) destaca-se como a primeira ação consolidada para a regulamentação do gerenciamento de resíduos sólidos de construção e demolição. Desde janeiro de 2005 todos os projetos de obras submetidos à aprovação dos municípios ou licenciamento dos órgãos competentes devem incluir um Projeto de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil - PGRCC. Além disso, com as novas regras, o gerador tem como exigir que o transportador contratado por ele também cumpra a responsabilidade de destiná-los a locais devidamente regularizados uma vez que não há mais tolerância para depósito em aterros, bota-foras, corpos d'água, áreas protegidas por lei, lotes vagos e outras destinações irregulares. O construtor deve se certificar junto ao município do credenciamento do transportador bem como se certificar de que o material tenha sido destinado a uma área licenciada pela Prefeitura. Basicamente, o projeto de gestão requer a identificação e quantificação dos resíduos, assim como triagem feita pelo gerador no próprio canteiro ou realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade. O gerador também é responsável pelo confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando, sempre que possível, as condições de reutilização e reciclagem.

Para possibilitar o gerenciamento do RCD, a Resolução 307 também determina a criação, por parte dos municípios e do Distrito Federal, de um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. O Plano distingue dois grupos de geradores de resíduos: os de grande porte - representado principalmente por empresas construtoras - e os de pequeno porte - que inclui os provenientes de pequenas reformas ou reparos<sup>62</sup>. Os geradores de grande porte têm que elaborar os PGRCC e submetê-los a aprovação dos órgãos competentes junto com os demais projetos da obra.

Adicionalmente, Pinto (2000) afirma que o projeto prévio do canteiro de obras é uma ferramenta fundamental de gestão da construção com preocupação em qualidade e no meio ambiente. Entretanto, o autor complementa que, para ser completo, não pode ignorar o resíduo resultante do processo, sendo necessário incluir a definição da área para separação e processamento no projeto do canteiro. Pequenas construções podem designar a construção de apenas uma área para centralização e processamento do entulho de várias construções, mas, via de regra, a construção de uma série de baias para separação do lixo é perfeitamente viável. A separação dos RCD por suas características é fundamental para encontrar soluções apropriadas (reuso, processamento ou remoção para locais apropriados) que irão proporcionar a valorização do resíduo e reduzir os custos de construção.

---

<sup>62</sup> Apesar de apenas os geradores de grande porte terem de elaborar os PGRCC, os geradores de pequeno porte são responsáveis por 70 a 80% do volume de RCD gerado no Brasil (PINTO, 1999).

Relativamente à reciclagem dos RCD, Pinto (2000) identifica a fração mineral deste resíduo como a parte mais significativa e a única que pode ser reciclada no próprio canteiro de obras. Alguns usos potenciais de agregados graúdos e miúdos originados de RCD reciclados são em aterro e reconstrução do solo, execução de fundações de pequena carga, subleito em áreas externas e pavimentos, sistemas de drenagem em estacionamentos e floreiras, pilares pequenos com pouca solicitação, entre outros.

A utilização da reciclagem pelo construtor, além de expressar sua responsabilidade ambiental, é economicamente vantajosa e possibilita um avanço dos construtores em seu esforço para imprimir qualidade aos seus processos e produtos. Nesse sentido, o Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e obras da Construção Civil (SiAC) do PBQP-H no item Plano da Qualidade da Obra exige, para o Nível A, a “definição dos destinos adequados dados aos resíduos sólidos e líquidos produzidos pela obra (entulhos, esgotos, águas servidas), que respeitem o meio ambiente”.

O objetivo deste requisito é incentivar a adoção de sistemas de gestão de resíduos no canteiro de obras, reduzindo a geração de resíduos e incentivando a separação e reciclagem. Todas as metodologias fazem menção à separação e reciclagem dos RCD.

#### **4.4.8 Escolha dos materiais**

##### 4.4.8.1 Critério para escolha dos materiais

John *et al.* (2005) afirmam que a escolha criteriosa de materiais ambientalmente sustentáveis para o edifício é a maneira mais fácil do arquiteto começar a incorporar princípios sustentáveis no projeto. Materiais naturais possuem geralmente menos energia embutida e toxicidade do que materiais manufaturados, exigindo menor processamento e sendo menos prejudiciais ao ambiente. Outra estratégia sustentável é dar preferência a materiais que tenham alto poder de reutilização - já que isso envolve menos consumo de energia - ao invés de materiais que tenham níveis de energia embutida baixos e que não sejam reutilizáveis. Yeang (2001 apud MONTES, 2005) reforça que é preciso ter em mente o ciclo de vida previsto para o edifício. O alumínio, por exemplo, tem maior energia embutida que o aço. Porém, ao término da vida útil do edifício, requer uma quantidade de energia consideravelmente menor para sua reciclagem do que a requerida pelo aço. Para obter alumínio a partir de alumínio reciclado é necessário 90% menos de energia do que para fazê-lo pela primeira vez. Igualmente, o uso de vidro reciclado poupa até 32% da energia total requerida na primeira manufatura. Em contrapartida, deve-se analisar e comparar os materiais

antes da especificação pois nem todo material com conteúdo reciclado é ambientalmente positivo: um produto reciclado pode ter uma vida útil curta ou liberar cargas ambientais durante a reciclagem mais altas do que um produto produzido de um material virgem (JOHN; AGOPYAN, 2005).

A tendência das metodologias é evoluir para a inclusão de requisitos de análise do ciclo de vida dos materiais (LCA – *Life Cycle Analysis*), energia embutida e comparação de materiais ecologicamente corretos. Algumas das metodologias já utilizam *softwares* auxiliares nestas questões. Em 1998, o BREEAM tornou-se o primeiro método de avaliação ambiental a incluir impactos embutidos de materiais de construção, incluindo *benchmarks* baseados no ENVEST<sup>63</sup> e promovendo um meio alternativo de recompensar os créditos referentes a materiais. No Brasil, há poucos estudos relacionados a LCA e energia embutida disponíveis, o que dificulta a comparação dos materiais nestes aspectos.

John e Agopyan (2005) acreditam que a avaliação do engajamento de produtores de materiais a ações corporativas de responsabilidade social pode ser uma maneira simples de avaliar a dimensão social dos materiais. Somado a isso, em países onde o setor informal da economia é importante, a ferramenta de seleção de materiais deveria incluir meios para prevenir a seleção de materiais produzidos e vendidos informalmente. Ainda sobre aspectos econômicos e sociais da escolha dos materiais, os autores afirmam que, embora a sustentabilidade social seja mais importante em países em desenvolvimento, é crucial que países desenvolvidos adotem esta idéia, uma vez que importam muitos materiais dos países em desenvolvimento. Os autores defendem a análise econômica – associada à avaliação ambiental - para a seleção de materiais mais sustentáveis, levando em consideração o conceito do custo do ciclo de vida - que inclui não apenas custos de construção mas também de operação, manutenção e desconstrução.

Adicionalmente, quanto maior a durabilidade das partes da edificação, mais tempo elas permanecerão em uso e conseqüentemente mais tempo levarão para se tornar resíduos, gerando menos custo com substituições. Outro aspecto importante é a manutenibilidade dos materiais: quanto mais fácil for a manutenção da edificação, mais tempo ela durará. Estes aspectos são conseguidos não só através de características dos métodos construtivos, mas também através dos projetos e do desenvolvimento de manuais de operação detalhados ainda na fase de concepção.

---

<sup>63</sup> O ENVEST é um *software* desenvolvido pelo *Building Research Establishment* (BRE) que mede impactos embutidos usando Ecopoints.

O objetivo do requisito é dar preferência a materiais duráveis, que limitem o impacto ambiental e que estejam em conformidade com as normas e legislações vigentes.

Todas as metodologias fazem alguma exigência relacionada à seleção de materiais. O BREEAM solicita a utilização de pelo menos 80% dos materiais de estruturas e fechamentos do edifício com avaliação A do *Green Guide to Specification* e utilização de materiais de fornecedores ambientalmente responsáveis (para produtos de madeira, que tenham certificação de terceira parte atestando que vem de fontes sustentáveis; para produtos não de madeira, que tenham Sistema de Gestão Ambiental certificando o estágio de processo e extração). O HQE requer a escolha integrada dos produtos de construção, incluindo critérios de qualidade ambiental, escolha de sistemas construtivos visando à durabilidade e à adaptabilidade do empreendimento e escolha de produtos de construção a fim de limitar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida do empreendimento. O SBAT especifica que materiais com alta energia embutida (alumínio e plástico, por exemplo) devam compor menos de 1% do peso total do edifício. O *GBTool* avalia o desempenho do edifício em função da energia embutida nos materiais da estrutura e envelope do edifício, medidos em GJ/m<sup>2</sup> e MJ/m<sup>2</sup>/ano. O CASBEE avalia a vida útil dos componentes do edifício, determinando o intervalo de tempo, em anos, necessário entre reformas ou substituição de componentes. A avaliação recai sobre materiais de revestimentos externos e internos, tubulações, cabeamento e equipamentos e serviços principais.

#### 4.4.8.2 Adequação à legislação e normas técnicas

O PBQP-H, por meio do projeto Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos – SiMaC, objetiva o combate à não-conformidade intencional às normas técnicas na fabricação de materiais e componentes para a construção civil. A maioria dos materiais que compõem a cesta básica do PBQP-H<sup>64</sup> estão organizados em Programas Setoriais da Qualidade - PSQs, através dos quais as entidades setoriais de fabricantes de produtos para a construção civil desenvolvem ações que visam ao desenvolvimento tecnológico do setor e ao combate à produção em não-conformidade com as normas técnica pertinentes.

---

<sup>64</sup> Os materiais da cesta básica do PBQP-H compreendem: 1) materiais e componentes estruturais e de alvenarias: cimento Portland, aço para armaduras de concreto, concreto dosado em central, cal hidratada, bloco de concreto, bloco cerâmico, componentes de madeira, laje pré-moldada e argamassas industrializadas; 2) materiais e componentes de coberturas e acabamentos: telha cerâmica, portas e janelas de aço/alumínio/PVC, cerâmicas de revestimento e vidros planos; 3) materiais e componentes de sistemas hidráulicos e elétricos: tubos e conexões de PVC, metais e louças sanitárias, fios e cabos elétricos e material elétrico (interruptores, tomadas e disjuntores) (BRASIL, 2006).

O objetivo do requisito é verificar a utilização de materiais da cesta básica em conformidade com as normas e legislações vigentes. O HQE inclui como preocupação a escolha de produtos, sistemas ou processos, cujas características sejam verificadas quanto à conformidade às normas técnicas.

#### **4.4.9 Economia local**

25% da energia (ou 2,5% do total da energia de uma construção) pode ser economizada em energia de transporte, selecionando materiais e produtos locais (ROVERS, 2001). Além disso, utilizar produtos, materiais e mão-de-obra locais promovem o desenvolvimento econômico da região, pois constituem uma fonte de empregos e benefícios sociais.

O objetivo do requisito é aumentar a demanda por produtos e materiais utilizados no edifício que são extraídos e manufaturados regionalmente, dando suporte à economia regional e reduzindo o impacto ambiental resultante do transporte.

O LEED requer o uso de no mínimo 20% dos materiais e produtos do edifício manufaturados regionalmente (num raio de 500 milhas = 800km) e no mínimo 50% dos materiais e produtos do edifício extraídos, colhidos ou recuperados (assim como manufaturados) num raio de 500 milhas do local do empreendimento. O SBAT faz referência a contratação de microempresas (com menos de 20 empregados) locais (nos limites de 50km). Os materiais (areia, tijolos e material de cobertura) devem ser provenientes de no máximo 50km; os componentes (janelas, portas) e o mobiliário devem ser produzidos localmente (no país). O *GBTool* também especifica a porcentagem, em peso, de agregados, areia, alvenaria, aço e vidro produzidos na região mas, diferentemente do LEED e do SBAT, não especifica a distância máxima que os materiais podem ser transportados. Tal exclusão é justificada pois o GBC não considera uma única distância aplicável a todos os locais onde a ferramenta pode ser utilizada. A pontuação é atribuída de acordo com a seguinte escala: 42% dos materiais produzidos na região, -1 ponto; 50%, 0 pontos; 74%, 3 pontos e 90%, 5 pontos. Além da porcentagem em peso, o *GBTool* avalia a porcentagem em custo dispendido regionalmente para a construção do edifício.

#### **4.4.10 Flexibilidade e adaptabilidade**

Sjöström (2000) considera o aumento da vida útil do edifício o maior desafio a alcançar para uma construção mais sustentável. Ele não se refere apenas ao aumento da durabilidade física da construção, mas também à sua durabilidade funcional, que demanda flexibilidade e

capacidade para ser modernizada. Anderson e Brandt (1999) afirmam que a sociedade é caracterizada por rápidas mudanças no estilo de vida e padrões de uso que também resultam em mudanças nos requisitos dos edifícios e na infra-estrutura. Tais mudanças podem ser decorrentes de uso futuro, aumento na demanda de usuários, futuros requisitos legais, desenvolvimento de novas tecnologias, entre outros.

Nesse sentido, conceitos como a racionalização, modulação, planta livre e estrutura desvinculada dos fechamentos adquirem um papel importante, principalmente quando se trata de grandes edificações, nas quais deve ser dada liberdade de adaptação futura para diferentes usos. Adicionalmente, possibilitam futuras reformas com baixo impacto aos ocupantes e ao meio em que a edificação está inserida. Ceotto (2007) discorre que, independente do uso de um edifício, algumas características de projeto são importantes para manter a possibilidade de reciclagem: o vão entre pilares, o pé-direito e a abundância de espaços em *shafts*. O vão entre pilares, quanto maior melhor, principalmente em edifícios comerciais, nos quais deve ser de no mínimo 10m. Além disso, devem ser evitadas vigas, para que numa reforma esse não seja um fator impeditivo de se remover uma parede. O pé-direito deve ser de, no mínimo, 2,70m livres (piso a forro) nos edifícios comerciais. Ainda é necessário prever altura mínima de 15cm para piso elevado e 50cm livres no entre-forro (abaixo da estrutura e acima do forro). As soluções com elementos pré-fabricados também devem ser estimuladas.

A desconstrução do edifício, raramente considerada na etapa de projeto, pode ser bastante facilitada por aspectos que venham a ser considerados durante o planejamento e projeto. Nestas etapas, deve-se focalizar na facilidade da demolição e descarte das partes da edificação e prever as formas de caracterização (componentes recicláveis, reutilizáveis e aqueles que serão descartados), triagem, acondicionamento, transporte e destinação dos resíduos com baixo impacto ambiental. Métodos construtivos com componentes leves e desmontáveis, além de facilitarem a flexibilidade e adaptação da edificação, proporcionam a diminuição da quantidade de resíduos, de emissão de materiais particulados, do nível de ruído, dos riscos ao operário, torna a demolição mais produtiva e possibilita a reutilização dos materiais.

O objetivo deste requisito é facilitar a adaptação de estruturas e sistemas prediais a alterações dos requisitos dos usuários e evoluções tecnológicas.

Todas as metodologias trazem consigo, de alguma forma, a preocupação com a flexibilidade e adaptabilidade da edificação a outros usos. O SBAT, por exemplo, requer que o projeto do edifício seja coordenado com tamanhos de materiais e componentes que visem minimizar o desperdício; espaços com pé direito de 3m ou mais; projeto flexível para uso dos

espaços externos; divisões internas não portantes que podem ser facilmente adaptadas; edifício com estrutura modular, envelope e serviços permitindo fáceis adaptações internas; e mobiliário modular, podendo ser configurado para diferentes usos. O *GBTool* e o *CASBEE* também avaliam o desempenho do edifício em função da carga das lajes e pé-direito. No *GBTool*, por exemplo, o menor desempenho é atribuído para cargas menores ou iguais a  $0,7\text{kN/m}^2$  e o melhor desempenho para  $0,9\text{kN/m}^2$ . Já o pé direito é avaliado com menor desempenho de 3,0m no *GBTool* e 2,5m no *CASBEE* e melhor desempenho de 3,6m no *GBTool* e 2,9m no *CASBEE*. O *HQE* e o *GBTool* vão além e fazem menção a facilidades para demolição, desconstrução seletiva e reutilização ou reciclagem dos materiais.

#### **4.4.11 Acesso a materiais e componentes para manutenção**

Ceotto (2007) identifica algumas ações que garantem a manutenibilidade do edifício em quaisquer circunstâncias e a possibilidade de sua modernização usando sistemas que ainda não foram concebidos. Segundo o autor, os *shafts* devem ser independentes (hidrossanitários, incêndio, elétrica, comunicação e automação), visitáveis e com no mínimo 50% de área a mais do que a necessidade atual.

O objetivo do requisito é prover facilidades para adequada manutenção do edifício, procurando ampliar o desempenho dos sistemas prediais. O *HQE* faz referência à facilidade de limpeza e de manutenção de produtos e equipamentos incorporados ao edifício; facilidade de acesso para limpeza e manutenção do edifício e de instalações; simplicidade de concepção e de uso das instalações; disponibilização de meios para assegurar o desempenho durante a fase de uso. No *CASBEE* é avaliada a facilidade de acesso, para substituição de componentes, a sistemas de condicionamento de ar, tubulações hidráulicas e cabeamentos elétricos e de telecomunicações. A escala de desempenho varia desde componentes que não podem ser substituídos sem danos a elementos estruturais (pior desempenho) até substituição de componentes sem danos estruturais e a acabamentos finais (melhor desempenho).

#### **4.4.12 Avaliação dos especialistas aos requisitos da categoria Materiais e recursos**

O *checklist* da Tabela 4.6 foi enviado ao especialista acadêmico que determinou como pré-requisito todos os requisitos que tem demanda legal (o MR-7, por exemplo).

**Tabela 4.6: Requisitos da categoria Materiais e recursos enviados aos especialistas**

<b>Categoria: Materiais e Recursos</b>				
<b>Ref.</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Requisito</b>	<b>Como avaliar</b>	<b>Como obter a informação</b>
<b>MR-1</b>	Locais para armazenamento de recicláveis	Existência de locais para separação e armazenamento de materiais recicláveis	Verificar a existência de área, adequadamente dimensionada e com bom acesso aos ocupantes do edifício e às empresas recicladoras, dedicada à separação, coleta e armazenamento de resíduos de uso recicláveis, incluindo: papel; vidro; plástico; metais, pilhas e baterias	Análise de projeto
<b>MR-2</b>	Reutilização de recursos	Utilização de materiais e componentes remanufaturados ou reutilizados	Verificar se materiais e componentes (vigas, postes, assoalhos de madeira, esquadrias, portas, tijolos, etc) especificados para a edificação são reutilizados ou remanufaturados. Verificar a % do volume de materiais totais	Entrevista com projetistas / análise dos materiais especificados
<b>MR-3</b>	Uso de materiais com conteúdo reciclado	<b>3.1.</b> Agregados reciclados	Verificar se os agregados especificados para o concreto são agregados reciclados. Caso afirmativo, verificar a porcentagem do total, a procedência (km) e a estrutura onde foram especificados	Entrevista com projetistas / análise dos agregados especificados
		<b>3.2.</b> Conteúdo reciclado do concreto	Verificar se o concreto (pré-fabricado e produzido no canteiro) especificado para o edifício possui a adição de subprodutos da indústria. Caso afirmativo, verificar a porcentagem de recicláveis do volume total, o material utilizado na adição e sua procedência (km)	Entrevista com projetistas / análise do concreto especificado
		<b>3.3.</b> Conteúdo reciclado do aço	Verificar se o aço especificado para o edifício possui conteúdo de recicláveis. Caso afirmativo, verificar a porcentagem de recicláveis do volume total utilizado e sua procedência (km)	Entrevista com projetistas / análise do aço especificado
<b>MR-4</b>	Madeira sustentável	Utilização de madeira reutilizada ou certificada	Verificar a especificação de madeira certificada ou de reflorestamento em estruturas, pisos, esquadrias, acabamentos e aplicações temporárias não alugadas, como escoras e fôrmas para concreto, passagem de pedestres e tapumes. Verificar se não foram especificadas madeiras constantes na lista de espécies ameaçadas	Entrevista com projetistas / análise das madeiras especificadas
<b>MR-5</b>	Materiais de rápida renovação	Utilização de materiais de rápida renovação: piso de bambu, piso de linóleo, fibras	Verificar a especificação de materiais e produtos de rápida renovação (feitos de plantas colhidas num ciclo de 10 anos ou menos) e calcular a % do custo em relação ao custo dos materiais totais do edifício	Entrevista com projetistas / análise dos materiais especificados
<b>MR-6</b>	Minimização do uso de PVC	Minimização do uso do PVC em componentes do edifício	Verificar se houve a substituição do PVC em elementos de serviço principais (tubos, conduítes e cabos) por materiais alternativos	Entrevista com projetistas / análise dos materiais especificados
<b>MR-7</b>	Gestão de Resíduos da Construção	Existência de um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil	Verificar se foi desenvolvido e implementado um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, em conformidade com a Resolução 307 do CONAMA. Caso afirmativo, verificar se está prevista a reciclagem da fração mineral dos RCDs no canteiro	Entrevista com projetistas / análise do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
<b>MR-8</b>	Escolha dos materiais	<b>8.1.</b> Critério para escolha dos materiais	Verificar quais os critérios considerados para a escolha dos materiais especificados para o edifício: energia embutida, análise do ciclo de vida, materiais de fornecedores que demonstram responsabilidade sócio-ambiental, outros	Entrevista com o construtor e projetistas
		<b>8.2.</b> Adequação à legislação e normas técnicas	Verificar se os produtos e componentes utilizados na edificação são adequados às legislações e normas técnicas vigentes. Verificar se os materiais utilizados na edificação são produzidos por empresas qualificadas no PBQP-H ou certificadas NBR ISO 9001	Entrevista com projetistas / consulta ao memorial descritivo / análise dos fornecedores dos materiais especificados

**Tabela 4.6 (continuação): Requisitos da categoria Materiais e recursos enviados aos especialistas**

Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
MR-9	Economia local	Utilização de materiais, produtos e componentes extraídos, fabricados ou manufaturados regionalmente	Verificar a procedência dos materiais especificados (distância em km do local de fabricação/extração até a área de implantação do projeto): areia, brita, cimento, cal, concreto, aço, blocos cerâmicos, blocos de concreto, madeira, telhas, tubos para canalização, vidros, gesso, portas e janelas	Entrevista com projetistas / análise da procedência dos materiais especificados
MR-10	Flexibilidade e adaptabilidade	Flexibilidade e facilidade de adaptação do edifício a novos usos	Verificar a facilidade de adaptação de sistemas de condicionamento de ar, dos sistemas de iluminação, telecomunicações, flexibilidade do <i>layout</i> , existência de espera para ligação futura a sistemas de energia renovável. Verificar se houve preocupação com o fim do ciclo de vida da edificação com baixo impacto ambiental (providências para desmontagem e desconstrução seletiva)	Entrevista com projetistas / análise de projeto
MR-11	Acesso a materiais e componentes para manutenção	Facilidade para manutenção e substituição de materiais e componentes	Verificar se o acesso a sistemas técnicos centrais e distribuídos é facilitado, para manutenção e substituição, por meio de <i>shafts</i> , áreas técnicas, salas de controle, outros	Entrevista com projetistas / análise de projeto

Foi sugerida a exclusão do requisito MR-6, pela seguinte argumentação:

*As análises do ciclo de vida (ACV) das janelas de PVC da Europa e do LEED mostram que o dano ambiental do uso do PVC não é muito considerável. Quando este requisito foi incluído em algumas metodologias, foi em virtude da Europa queimar lixo urbano em incineradores de baixa temperatura, liberando dioxina. No Brasil não se queima lixo urbano e os incineradores usam altas temperaturas. O preparo do churrasco, por exemplo, a uma temperatura de aproximadamente 400°C também gera dioxina... Outro argumento para a exclusão deste requisito é que quando se usa tubos de PET, as conexões continuam sendo de PVC com solda eletrosoldadas e estão ocorrendo muitos problemas de vazamentos por causa disso. Também porque as empresas fornecedoras da tubulação PET não têm programas de qualidade. O mesmo problema das conexões ocorre com o PEX, além destes servirem só para água quente e esgoto e não para as prumadas das tubulações de água fria.*

Outras sugestões foram:

- mudar **concreto** para **cimento** no item MR-3.2 e observou que em Florianópolis quase só é utilizado cimento CP-IV, que já tem adição de cinza volante. No requisito MR-3.3 observou que o aço Gerdau já tem reciclados incorporados, portanto, MR-3.2 e 3.3 já são práticas de mercado;
- no requisito MR-5 sugeriu a inclusão de **pinus** e **eucalipto** como materiais de rápida renovação. Acrescentou que “o piso de bambu é importado, tem o problema de gastos

energéticos, emissões no transporte e de não ser local. Também poderia ser incluído o piso laminado, mas daí o problema é com os compostos orgânicos voláteis”;

- não incluir **preço** como critério de avaliação no requisito MR-8.1 “pois se o comprador vai pelo menor preço, não avalia mais nada”;
- no requisito MR-9 não saberia dizer a distância para ser considerado local. “Para São Paulo, por exemplo, se consegue tudo num raio de 250 km. No interior da Baía, não se conseguiria nada num raio de 50km”.

Para o especialista técnico foi enviado o *checklist* com as alterações sugeridas, com exceção da exclusão do item MR-6. Todos os requisitos foram considerados pertinentes para avaliação de edifícios no Brasil, inclusive o MR-6. Com relação a este requisito, foi sugerida a sua manutenção como forma de evitar a expansão do uso do PVC para componentes que não as tubulações do sistema predial hidráulico e sanitário (forros e esquadrias, por exemplo). Por fim, foi sugerido que os itens MR-1 a MR-7, MR-8.2, MR-10 e MR-11 fossem pré-requisitos.

#### **4.4.13 Checklist final da categoria Materiais e Recursos**

Após as considerações dos especialistas (indicadas em azul), o *checklist* final utilizado para o levantamento de dados é apresentado na Tabela 4.7. No apêndice 1 encontram-se as planilhas de apoio utilizadas para registro dos dados levantados.

**Tabela 4.7: Checklist final utilizado para o levantamento de dados da categoria Materiais e recursos**

<b>Categoria: Materiais e recursos</b>				
<b>Ref.</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Requisito</b>	<b>Como avaliar</b>	<b>Como obter a informação</b>
<b>MIR-1</b>	Locais para armazenamento de recicláveis	Existência de locais para separação e armazenamento de materiais recicláveis	Verificar a existência de área, adequadamente dimensionada e com bom acesso aos ocupantes do edifício e às empresas recicladoras, dedicada à separação, coleta e armazenamento de resíduos de uso recicláveis, incluindo: papel, vidro, plástico, metais, pilhas e baterias	Análise de projeto
<b>MIR-2</b>	Reutilização de recursos	Utilização de materiais e componentes remanufaturados ou reutilizados	Verificar se materiais e componentes (vigas, postes, assoalhos de madeira, esquadrias, portas, tijolos, etc) especificados para a edificação são reutilizados ou remanufaturados. Verificar a % do volume de materiais totais	Entrevista com projetistas / análise dos materiais especificados
<b>MIR-3</b>	Uso de materiais com conteúdo reciclado	<b>3.1.</b> Agregados reciclados <b>3.2.</b> Conteúdo reciclado do cimento	Verificar se os agregados especificados para o concreto são agregados reciclados. Caso afirmativo, verificar a porcentagem do total, a procedência (km) e a estrutura onde foram especificados <b>Verificar se o cimento especificado para fabricação do concreto (pré-fabricado e produzido no canteiro) possui a adição de sub-produtos da indústria. Caso afirmativo, verificar a porcentagem de recicláveis do volume total, o material utilizado na adição e sua procedência (km)</b>	Entrevista com projetistas / análise dos agregados especificados
<b>MIR-4</b>	Madeira sustentável	Utilização de madeira de reflorestamento ou certificada	<b>3.3.</b> Conteúdo reciclado do aço Verificar a especificação de madeira certificada ou de reflorestamento em estruturas, pisos, esquadrias, acabamentos e aplicações temporárias não alugadas, como escoras e fôrmas para concreto, passagem de pedestres e tapumes. Verificar se não foram especificadas madeiras constantes na lista de espécies ameaçadas	Entrevista com projetistas / análise do aço especificado
<b>MIR-5</b>	Materiais de rápida renovação	Utilização de materiais de rápida renovação: <b>pinus, eucalipto, bambu, fibras, etc</b>	Verificar a especificação de materiais e produtos de rápida renovação (feitos de plantas colhidas num ciclo de 10 anos ou menos) e calcular a % do custo em relação ao custo dos materiais totais do edifício	Entrevista com projetistas / análise dos materiais especificados
<b>MIR-6</b>	Minimização do uso de PVC	Minimização do uso do PVC em componentes do edifício	Verificar se houve a substituição do PVC em elementos de serviço principais (tubos, condutes e cabos) por materiais alternativos. <b>Verificar se foram utilizados componentes de PVC em forros e esquadrias. Verificar se os componentes de PVC não utilizam estabilizantes a base de chumbo</b>	Entrevista com projetistas / análise dos materiais especificados
<b>MIR-7</b>	Gestão de Resíduos da Construção	Existência de um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil	Verificar se foi desenvolvido e implementado um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, em conformidade com a Resolução 307 do CONAMA. Caso afirmativo, verificar se está prevista a reciclagem da fração mineral dos RCDs no canteiro	Entrevista com projetistas / análise do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

**Tabela 4.7 (continuação): Checklist final utilizado para o levantamento de dados da categoria Materiais e recursos**

Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
MR-8	Escolha dos materiais	8.1. Critério para escolha dos materiais	Verificar quais os critérios considerados para a escolha dos materiais especificados para o edifício: energia embutida, análise do ciclo de vida, materiais de fornecedores que demonstram responsabilidade sócio-ambiental, outros	Entrevista com projetistas
		8.2. Adequação à legislação e normas técnicas	Verificar se os produtos e componentes especificados para a edificação respeitam as legislações e normas técnicas vigentes. Verificar se os materiais são produzidos por empresas qualificadas no PBQP-H ou certificadas NBR ISO 9001	Entrevista com projetistas / consulta ao memorial descritivo / análise dos fornecedores dos materiais especificados
MR-9	Economia local	Utilização de materiais, produtos e componentes extraídos, fabricados ou manufaturados regionalmente	Verificar a procedência dos materiais especificados (distância em km do local de fabricação/extração até a área de implantação do projeto): areia, brita, cimento, cal, concreto, aço, blocos cerâmicos, blocos de concreto, madeira, telhas, tubos para canalização, vidros, gesso, portas e janelas	Entrevista com projetistas / análise da procedência dos materiais especificados
MR-10	Flexibilidade e adaptabilidade	Flexibilidade e facilidade de adaptação do edifício a novos usos	Verificar a facilidade de adaptação de sistemas de condicionamento de ar, dos sistemas de iluminação, telecomunicações, flexibilidade do <i>layout</i> , existência de espera para ligação futura a sistemas de energia renovável. Verificar se houve preocupação com o fim do ciclo de vida da edificação com baixo impacto ambiental (providências para desmontagem e desconstrução seletiva)	Entrevista com projetistas / análise de projeto
MR-11	Acesso a materiais e componentes para manutenção	Facilidade para manutenção e substituição de materiais e componentes	Verificar se o acesso a sistemas técnicos centrais e distribuídos é facilitado, para manutenção e substituição, por meio de <i>shafts</i> , áreas técnicas, salas de controle, outros	Entrevista com projetistas / análise de projeto

## 4.5 TRANSPORTE E ACESSIBILIDADE

A localização dos edifícios e as opções de transporte dos que o utilizam impactam consideravelmente nas emissões geradas em função dos deslocamentos dos usuários dos edifícios. Desta maneira, vê-se na ligação viária (acessos para pedestres e ciclistas e transportes coletivos) e na provisão de estacionamentos, alternativas para a adequação do projeto à infra-estrutura e ao contexto sócio-cultural existentes. Grandes edificações têm como característica concentrar, em espaços restritos, um grande contingente de atividades, produzindo viagens que refletem numa escala significativa necessidades de infra-estrutura viária e sistemas de transportes.

### 4.5.1 Provisão de estacionamento

O tráfego motorizado, particularmente o individual, tem sido um dos principais agentes de degradação ambiental, contribuindo para a poluição do ar, incômodos provocados pelo ruído, vibração, segregação espacial e intrusão visual (PORTUGAL; GOLDNER, 2003).

#### 4.5.1.1 Limitação dos espaços para estacionamentos

O objetivo deste requisito é promover a utilização de meios alternativos de transporte pela limitação de espaços disponíveis para estacionamentos. O LEED pontua edifícios cujo dimensionamento dos estacionamentos atenda, mas não exceda, requisitos mínimos de zoneamento local. Já o *Green Star* requer provisão de estacionamento pelo menos 25% menor que o máximo permitido pelo planejamento local. O *GBTool* inclui um requisito para desencorajar o uso de veículos particulares por meio da aplicação de taxas e redução do número de espaços de estacionamento. O desempenho é avaliado da seguinte forma:

- **-1 ponto:** existência de mais espaços para estacionamentos que o definido pela legislação local, e não há planos de incentivos para carros ou vans que transportam mais de uma pessoa (*car-pooling* ou *van-pooling*);
- **0 pontos:** espaços para estacionamentos definidos em conformidade com a legislação local, e há um plano genérico para carros ou vans que transportam mais de uma pessoa;
- **3 pontos:** espaços para estacionamentos definidos em conformidade com a legislação local, taxas são planejadas para controlar o uso dos veículos, e há um plano detalhado para carros ou vans que transportam mais de uma pessoa;
- **5 pontos:** espaços para estacionamentos definidos em conformidade com a legislação local, taxas são planejadas para controlar o uso dos veículos, incentivos são planejados

para usuários de transportes públicos e há um plano detalhado para carros ou vans que transportam mais de uma pessoa.

#### 4.5.1.2 Estacionamento para carros pequenos

O objetivo do requisito é incentivar a utilização de veículos pequenos e mais eficientes quanto ao gasto de combustível. O *Green Star* requer a provisão de 25% do total dos espaços de estacionamento para carros pequenos (2,3m x 5,0m) e/ou motocicletas.

#### 4.5.1.3 Estacionamento preferencial

Objetiva incentivar a utilização de veículos de combustível alternativo e o transporte de mais de uma pessoa por veículo. O LEED pontua edifícios que atendam a um dos três critérios: **1)** provisão de veículos de baixa emissão para 3% dos funcionários e estacionamento preferencial para estes veículos; **2)** provisão de 5% das vagas de estacionamento preferencialmente para veículos de baixa emissão ou com combustíveis alternativos; **3)** instalação de estações de reabastecimento de combustíveis alternativos para 3% do total da capacidade de estacionamento.

### **4.5.2 Facilidades para pedestres**

Em muitas cidades brasileiras, mais de 30% dos deslocamentos diários da população são feitos exclusivamente a pé e até 50% das vítimas fatais dos acidentes de trânsito são pedestres atropelados. Além disso, todos os deslocamentos utilizando transportes coletivos - e mesmos os deslocamentos por automóveis - também incluem trechos percorridos a pé para acesso entre os destinos e origens dos passageiros e os pontos de ônibus, estações de trem e estacionamentos (GOLD, 2003). Por esta razão, Gold (2003) considera a rede de calçadas como sendo o elemento mais fundamental do sistema de transportes, sugerindo que deveria haver uma preocupação especial com a qualidade das mesmas nos níveis de projeto, construção, operação e manutenção.

A qualidade da calçada para pedestres pode ser definida e medida principalmente por três fatores (GOLD, 2003): **1) Fluidez**: uma calçada com fluidez apresenta largura e espaço livre compatíveis com os fluxos de pedestres, que conseguem andar com velocidade constante; **2) Conforto**: uma calçada com conforto apresenta um piso liso e antiderrapante, mesmo quando molhado. O piso é quase horizontal, com declividade transversal para escoamento de águas pluviais de não mais de 2%. Não há obstáculos dentro do espaço livre

ocupado pelos pedestres, obrigando os pedestres a desviar do seu caminho; **3) Segurança:** uma calçada segura não oferece aos pedestres nenhum perigo de queda ou tropeço.

Gold (2003) sintetiza alguns dos fatores determinantes da qualidade de calçadas:

- **Largura das calçadas:** a largura desejável depende do número de pedestres esperados e o espaço que ocupam. Levando em consideração **1)** a necessidade de se evitar contato dos pedestres com o acabamento possivelmente áspero da construção lindeira; **2)** a necessidade de se evitar atritos entre pedestres e veículos trafegando próximos à guia; e **3)** o espaço necessário para mobiliário urbano (como postes e telefones públicos), a largura mínima recomendável é de 2,3m.
- **Largura da área de separação:** áreas de separação entre o tráfego veicular e o de pedestres são desejáveis para prover níveis de conforto, segurança pública e de segurança aos pedestres;
- **Pavimento do Passeio:** concreto é a superfície preferida para os passeios pois provém maior vida útil aliada à menor manutenção;
- **Inclinação:** os passeios devem ser o mais planos que a prática possa permitir;
- **Rampas:** são desejáveis em todas as travessias, tanto nas interseções quanto nas entre-quadradas. Rampas acomodam não somente pessoas em cadeiras de roda, mas também todos os pedestres, especialmente considerando ambulantes, carrinhos de mão, carrinhos de bebê, malas com rodas, idosos e pedestres com redução de mobilidade;
- **Obstáculos ao longo da via:** pode não ser identificado pelos pedestres, principalmente os com deficiências visuais. Obstáculos aéreos devem ser retirados da rota dos pedestres e os que invadem os passeios devem ter altura mínima igual a 2,1m;
- **Iluminação:** boa iluminação pública aumenta a visibilidade, conforto e segurança pública dos pedestres caminhando nas calçadas à noite;
- **Drenagem:** a micro-drenagem permite o escoamento superficial direto da água precipitada evitando que a água fique acumulada no passeio;
- **Mobiliário urbano:** a disposição dos elementos ao longo das calçadas deve respeitar uma área de desobstrução mínima de 1,20m. Quando árvores são plantadas deve ser ponderado o tamanho das raízes e a área livre a fim de não levantar a calçada.

Smith (1999) acredita que o argumento para se trabalhar próximo de uma região comercial, ou mesmo próximo de casa, é forte uma vez que 1 hora de deslocamento matinal e uma no final do dia equivalem a 40 horas por mês (1 semana de trabalho). De acordo com o autor, reduzir o deslocamento melhora a qualidade de vida e, por este fato, a localização do edifício pode se traduzir em uma chave primária de sucesso. Se a organização ganha uma

semana extra de produtividade em função da localização - e mesmo se estas horas forem gastas pelos funcionários com seus próprios tempos -, os funcionários estarão mais satisfeitos e capazes de produzir mais no trabalho. O autor afirma ainda que gastar um ou dois milhões extras por uma propriedade pode não ser uma má decisão.

O objetivo do requisito é facilitar o acesso a pessoas que caminham até o local de trabalho e reduzir a poluição e impactos causados pelo uso de automóveis. O SBAT requer a localização do edifício próximo a zonas residenciais, ciclovias e transportes públicos. O *GBTool* avalia o desempenho de acordo com a distância do edifício a centros geradores de empregos e áreas residenciais, e atribui a seguinte pontuação: distância de 3.400m, -1 ponto; 3.000m, 0 pontos; 1.800m, 3 pontos e 1.000m, 5 pontos.

#### **4.5.3 Facilidades para ciclistas**

Cidades como Amsterdã (Holanda), Copenhagem (Dinamarca) e Bogotá (Colômbia) possuem o pedestre e o ciclista como prioridades, não os automóveis. Para tanto, é necessária uma infra-estrutura que privilegie estes meios de transporte, pois são mais baratos, mais rápidos, mais saudáveis aos usuários, não poluem, promovem a integração social e não diferenciam o poder econômico e social dos usuários.

O objetivo do requisito é promover o uso de bicicletas pelos ocupantes e visitantes do edifício, assegurando adequadas facilidades aos ciclistas para incentivar seu uso.

Todas as metodologias fazem referência a esta questão. O *Green Star*, por exemplo, solicita a provisão de bicicletário para 5% ou mais dos usuários dos edifícios (baseado em uma pessoa a cada 7m<sup>2</sup>), chuveiros acessíveis (um para cada 10 bicicletas) e vestiários com cadeados (um para cada espaço disponível para bicicleta). Um ponto adicional é atribuído para estacionamento de bicicletas para visitantes. O LEED especifica que estas facilidades estejam no edifício ou a, no máximo, 200 jardas ( $\cong$ 183m). No *GBTool* o desempenho do projeto é avaliado de acordo com facilidades existentes aos ciclistas (bicicletários protegidos das intempéries e com travas para as bicicletas), em locais onde haja ciclovias<sup>65</sup>. As pontuações definidas em relação à porcentagem de usuários do edifício servida são: 4%, -1 ponto; 5%, 0 pontos; 8%, 3 pontos e 10%, 5 pontos.

---

<sup>65</sup> Caso não exista ciclovia próxima, o critério é considerado não aplicável. Já no LEED isso não acontece: as facilidades para ciclistas são pontuadas mesmo que não seja possível utilizar a bicicleta como meio de transporte.

#### 4.5.4 Proximidade aos transportes públicos

Este requisito visa promover o desenvolvimento de projetos próximos e de fácil acesso às redes de transporte público, para incentivar seu uso.

Todas as metodologias fazem referência a esta questão. O LEED pontua edifícios implantados a ½ milha (800m) de metrô ou trens ou a ¼ de milha (400m) de uma ou mais paradas de duas ou mais linhas de ônibus. O SBAT também define como 400m a proximidade aos transportes públicos. O desempenho é avaliado no *GBTTool* de acordo com os seguintes *benchmarks*: distância do edifício ao transporte público de 580m, -1 ponto; 500m, 0 pontos; 260m, 3 pontos e 100m, 5 pontos. No *Green Star* a avaliação das edificações localizadas próximas a transportes públicos requer a análise do número de rotas servidas e frequência média de serviço dos transportes durante 2 horas de pico matutinas e vespertinas, em dias de semana.

#### 4.5.5 Acesso de veículos para carga e descarga

As calçadas atendem principal e prioritariamente aos pedestres. Porém, normalmente passam pela frente dos acessos veiculares de todos os edifícios. O descarregamento de mercadorias muitas vezes ocorre por cima das calçadas e em algumas cidades com grande utilização de bicicletas encontram-se trechos de “calçadas compartilhadas”. Assim, em termos de qualidade, as calçadas devem atender prioritariamente às necessidades dos pedestres, mas, ao mesmo tempo, devem ser projetadas para suportar a passagem de veículos motorizados para acesso às propriedades lindeiras (GOLD, 2003).

O objetivo do requisito, incluído no modelo proposto por Silva (2003), é facilitar o acesso a veículos de serviço para entregas, carga e descarga de materiais.

#### 4.5.6 Geração de fluxo e sobrecarga da infra-estrutura viária

Uma vez que o Pólo Gerador de Tráfego - PGT tem como característica particular a forte produção de tráfego veicular, pode-se relacioná-lo a um potencial gerador de impactos ambientais, especialmente no seu entorno ou na sua área de influência (PORTUGAL; GOLDNER, 2003). A produção de viagens depende do tamanho e da natureza do empreendimento, bem como das características sócio-econômicas e da infra-estrutura das áreas de influência e adjacentes ao empreendimento. A verticalização dos edifícios centraliza as viagens, evita grandes distâncias de deslocamento, reduz o gasto com combustíveis e a poluição. Em contrapartida, concentra as viagens.

O objetivo do requisito é verificar se a edificação gera fluxo sobrecarregando a estrutura viária e se está localizada em região compatível ao seu porte. O BREEAM requer um estudo de quantas viagens o edifício atrai e quais os meios de locomoção utilizados pelos usuários.

#### **4.5.7 Acesso a facilidades**

Objetiva proporcionar fácil acesso dos usuários do edifício a bancos, restaurantes, educação, meios de comunicação, recreação e outros serviços básicos. O SBAT e o LEED requerem que a distância dessas facilidades ao edifício seja de, no máximo, 400m. O SBAT também faz menção à existência de banheiros acessíveis nos limites de 50m. O desempenho do *GBTtool* é avaliado de acordo com a proximidade a facilidades comerciais e culturais, atribuindo a seguinte pontuação: distância de 1.600m, -1 ponto; 1.500m, 0 pontos; 1.200m, 3 pontos e 1.000m, 5 pontos. O *GBTtool* também avalia o desempenho de edifícios próximos a espaços verdes públicos, destinados a recreação e esportes. A escala de pontuação é: distância de 1.100m, -1 ponto; 1.000m, 0 pontos; 700m, 3 pontos e 500m, 5 pontos.

#### **4.5.8 Acessibilidade e democratização do espaço construído**

Objetiva possibilitar o acesso e a integração de deficientes físicos ou com alguma dificuldade de locomoção ao edifício, às suas áreas externas a às dependências da edificação servidas por elevadores. Relacionado a esta questão, o SBAT requer ambientes inclusivos que possuam: **1)** avisos compreensivos localizados em todas as entradas do edifício; **2)** espaços acessíveis a portadores de necessidades especiais e usuários de cadeiras de rodas; **3)** mobiliário e acessórios (mesa de recepção, copa, auditório) totalmente acessíveis. O *GBTtool* também demonstra preocupação com a acessibilidade de usuários de cadeiras de rodas e deficientes visuais, avaliando a edificação em função da inclusão de facilidades nos acessos, banheiros e circulações.

#### **4.5.9 Segurança**

Objetiva proporcionar segurança aos usuários do edifício. Neste ponto, o SBAT requer rotas ao redor do edifício bem iluminadas e visualmente supervisionadas; perímetro seguro, sem crimes; e controle de acesso ao edifício.

#### **4.5.10 Avaliação dos especialistas aos requisitos da categoria Transporte e acessibilidade**

Os requisitos enviados para serem avaliados pelos especialistas estão descritos na Tabela 4.8.

**Tabela 4.8: Requisitos da categoria Transporte e acessibilidade enviados aos especialistas**

<b>Categoria: Transporte e Acessibilidade</b>				
<b>Ref.</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Requisito</b>	<b>Como avaliar</b>	<b>Como obter a informação</b>
T-1	Provisão de estacionamento	1.1. Limitação dos espaços para estacionamentos	Verificar o número de vagas existentes para estacionamento e comparar com os Padrões para Estacionamento determinados no anexo V da LC 01/97. Verificar se a provisão de espaços para estacionamento é de 25% a 50% menor que o máximo permitido pelo planejamento local	Análise de projeto / comparação com o Anexo V da LC 01/97
		1.2. Estacionamento para carros pequenos	Verificar a % de espaços para estacionamento de carros que transportam até 5 passageiros (2,4m x 5,0m) e/ou motocicletas	Análise de projeto
		1.3. Estacionamento preferencial	Verificar a existência de estacionamento preferencial para veículos com combustíveis alternativos e para veículos que transportam mais de uma pessoa	Análise de projeto
T-2	Facilidades para pedestres	Facilidade de acesso a pessoas que caminham até o local de trabalho	Verificar a existência de faixas de pedestre e a localização da edificação próxima a zonas residenciais	Análise dos arredores da área de implantação do projeto
T-3	Facilidades para ciclistas	Facilidade de acesso a pessoas que utilizem bicicletas como meio de transporte ao trabalho	Verificar a existência de ciclovias próximas ao edifício; locais para armazenamento de bicicletas, chuveiros acessíveis e vestiários com cadeados	Análise de projeto
T-4	Proximidade aos transportes públicos	Facilidade de acesso aos transportes públicos	Verificar: <b>1)</b> distância da entrada do edifício ao transporte público mais próximo/mais utilizado; <b>2)</b> o número de rotas servidas; <b>3)</b> frequência média de serviço dos transportes públicos durante 2 horas de pico matutinas e vespertinas em dias de semana	Análise da área de implantação do projeto / consulta ao quadro de horário e às linhas dos transportes urbanos
T-5	Acesso de veículos para carga e descarga	Facilidade de acesso para veículos de serviço para carga e descarga de materiais	Verificar o número de vagas existentes para acesso de veículos de carga e descarga e comparar com os Padrões para Estacionamento determinados no Anexo V da LC 01/97. Verificar se o local para carga/descarga é apropriado	Análise de projeto
T-6	Geração de fluxo e sobrecarga da infra-estrutura viária	Pólos Geradores de Tráfego (PGT)	Verificar a área construída e analisar se a edificação constitui um PGT de acordo com o Anexo VIII da LC 01/97	Análise de projeto / comparação com o Anexo VIII da LC 01/97
T-7	Acesso a facilidades	7.1. Acesso a bancos	Verificar se os usuários podem andar (distância máxima de 400m) ou usar transporte público para ter acesso a bancos	Análise dos arredores da área de implantação do projeto
		7.2. Acesso a restaurantes	Verificar se os usuários podem andar (distância máxima de 400m) ou usar transporte público para realizarem suas refeições	Análise dos arredores da área de implantação do projeto
		7.3. Acesso a educação	Verificar a existência de espaços/facilidades disponíveis para educação (salas para seminários/leitura/livrarias)	Análise dos arredores da área de implantação do projeto
		7.4. Acesso a meios de comunicação	Verificar se os usuários podem andar (distância máxima de 400m) ou usar transporte público para ter acesso a serviços de comunicação (correio/telefone/internet)	Análise dos arredores da área de implantação do projeto
		7.5. Acesso a recreação	Verificar se os usuários podem andar (distância máxima de 400m) ou usar transporte público para conseguir recreação/atividades físicas	Análise dos arredores da área de implantação do projeto
T-8	Acessibilidade e democratização do espaço construído	Eliminação de barreiras físicas ao acesso e trânsito de pessoas portadoras de necessidades especiais	Verificar se as edificações dão condição de acessibilidade às pessoas portadoras de necessidades especiais e se foram atendidas as normas NBR 9.050/04 e 13.994/00	Análise de projeto
T-9	Segurança	Segurança do edifício	Verificar se as rotas usadas ao redor do edifício são bem iluminadas e visualmente supervisionadas	Análise dos arredores da área de implantação do projeto

O primeiro ponto da análise do especialista acadêmico aos requisitos desta categoria foi a sugestão da revisão do requisito T-1.1.

*Considero que a diminuição do número de vagas de estacionamento no Brasil não é adequada, pois carregará o sistema viário ao redor da edificação com veículos estacionados. A principal justificativa é que o transporte coletivo não é bom e, conseqüentemente, não é alternativa para as classes média e alta. A falta de vagas acabará por gerar maiores problemas no tráfego, com estacionamento lateral (que é um redutor de capacidade) e até estacionamentos ilegais.*

No requisito T-2 foi sugerido o acréscimo de, no caso de existência de semáforo próximo à faixa de pedestres, questões referentes a dispositivos para facilitar a travessia de pedestres (semáforo para pedestre e botoneira). Ao requisito T-6 acrescentou que fosse feita a análise da localização da edificação em relação ao sistema viário (capacidade viária e segurança viária).

*Sempre que possível deve-se adotar modelos de geração de viagens desenvolvidos para a realidade brasileira. Caso não existam, sugiro utilização do TRIP GENERATION do ITE (Institute of Transportation Engineers), que possui modelos para diferentes tipos de edificações. Verificar a localização da edificação em relação ao sistema viário, que torna maior o impacto em vias de pouca capacidade ou perigosas (em termos de acidentes de trânsito).*

No requisito T-9 sugeriu a inclusão de verificação da presença de câmeras de vigilância, portaria 24 horas, circuito fechado de TV digital e outros mecanismos de segurança dos usuários do edifício. Além disso, acrescentou um requisito sobre “Segurança viária”, sugerindo a verificação da localização da edificação próxima a pontos críticos de acidentes de trânsito (locais em que acontecem atropelamentos, acidentes por excesso de velocidade e falta de sinalização).

O *checklist* com as alterações sugeridas pelo especialista acadêmico foi submetido ao especialista técnico. Este, em sua avaliação, manteve todos os requisitos e indicou como pré-requisito o item T-6. Os comentários realizados sobre os demais requisitos foram:

- verificar as larguras das circulações, inclinações das rampas e raio das curvas das áreas dedicadas a estacionamento, pois “em edificações localizadas no centro da cidade (principalmente), a circulação de veículos em alguns estacionamentos é quase impossível”;

- considerou o requisito T-1.3 importante, mas sugeriu avaliação futura pois no momento provavelmente ninguém o faz;
- no requisito T-2, incluir a análise da efetividade das calçadas, rampas de acesso e espaços para estacionamento de deficientes;
- no requisito T-3, dar preferência aos funcionários mas não esquecer dos clientes;
- no requisito T-4, verificar a distância e a qualidade dos acessos;
- no requisito T-5 comentou que todos os edifícios deveriam possuir local para embarque e desembarque, e não apenas os PGTs como exige o plano diretor local;
- no requisito T-6 acrescentou a verificação da classificação funcional da via e capacidade da via (nível de serviço);
- no requisito T-9 acrescentou a verificação da sinalização vertical e horizontal das vias, principalmente nas travessias de pedestres.

#### **4.5.11 Checklist final da categoria Transporte e acessibilidade**

Após as considerações dos especialistas (indicadas em azul), o *checklist* final utilizado para o levantamento de dados é apresentado na Tabela 4.9. No apêndice 1 encontram-se as planilhas de apoio utilizadas para registro dos dados levantados.

Tabela 4.9: Checklist final utilizado para o levantamento de dados da categoria Transporte e acessibilidade

Categoria: Transporte e acessibilidade				
Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
T-1	Provisão de estacionamento	1.1. Provisão de espaços para estacionamentos	Verificar o número de vagas existentes para estacionamento e comparar com os Padrões para Estacionamento determinados no Anexo V da LC 01/97. Verificar as larguras das circulações, inclinações das rampas e raio das curvas das áreas destinadas a estacionamento	Análise de projeto / comparação com o Anexo V da LC 01/97
		1.2. Estacionamento para carros pequenos	Verificar a % de espaços para estacionamento de carros que transportam até 5 passageiros (2,4m x 5,0m) e/ou motocicletas	Análise de projeto
		1.3. Estacionamento preferencial	Verificar a existência de estacionamento preferencial para veículos com combustíveis alternativos e para veículos que transportam mais de uma pessoa	Análise de projeto
T-2	Facilidades para pedestres	Facilidade de acesso a pessoas que caminham até o local de trabalho	Verificar a existência de faixas de pedestre, a efetividade das calçadas e a localização da edificação próxima a zonas residenciais. No caso de existência de semáforo próximo à faixa de pedestres, verificar a existência de dispositivo para pedestre (semáforo para pedestre, botoneira) para facilitar a travessia	Análise dos arredores da área de implantação do projeto
T-3	Facilidades para ciclistas	Facilidade de acesso a pessoas que utilizem bicicletas como meio de transporte ao trabalho	Verificar a existência de cicloviárias próximas ao edifício; locais para armazenamento de bicicletas, chuveiros acessíveis e vestiários com cadeados	Análise de projeto / análise dos arredores da área de implantação do projeto
T-4	Proximidade aos transportes públicos	Facilidade de acesso aos transportes públicos	Verificar: 1) distância da entrada do edifício ao transporte público mais próximo/mais utilizado; 2) número de rotas servidas; 3) frequência média de serviço dos transportes públicos durante 2 horas de pico matutinas e vespertinas em dias de semana; 4) o trajeto do ponto de ônibus ao edifício é adequado	Análise da área de implantação do projeto / consulta ao quadro de horário e às linhas dos transportes urbanos
T-5	Acesso de veículos para carga e descarga	Facilidade de acesso para veículos de serviço para carga e descarga de materiais	Verificar o número de vagas existentes para acesso de veículos de carga e descarga e comparar com os Padrões para Estacionamento determinados no Anexo V da LC 01/97. Verificar se o local para carga/descarga é apropriado	Análise de projeto / comparação com o Anexo V da LC 01/97
T-6	Acesso de veículos para embarque e desembarque de passageiros	Facilidade de acesso para veículos para embarque e desembarque de passageiros	Verificar o número de vagas existentes para embarque e desembarque e comparar com os Padrões para Estacionamento determinados no Anexo V da LC 01/97. Verificar se o local para embarque/desembarque é apropriado	Análise de projeto / comparação com o Anexo V da LC 01/98

**Tabela 4.9 (continuação): Checklist final utilizado para o levantamento de dados da categoria Transporte e acessibilidade**

Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
T-7	Geração de fluxo e sobrecarga da infraestrutura viária	Localização da edificação em relação ao sistema viário (capacidade viária e segurança viária) / Pólos Geradores de Tráfego (PGT)	Verificar a localização da edificação em relação ao sistema viário. Verificar a classificação funcional da via e a capacidade da via (nível de serviço). Verificar a área construída e analisar se a edificação constitui um PGT, de acordo com o Anexo VIII da LC 01/97	Análise de projeto / análise da via de implantação do projeto / comparação com o Anexo VIII da LC 01/97
T-8	Acesso a facilidades	8.1. Acesso a bancos 8.2. Acesso a restaurantes 8.3. Acesso a educação 8.4. Acesso a meios de comunicação 8.5. Acesso a recreação	Verificar se os usuários podem andar (distância máxima de 400m) ou usar transporte público para ter acesso a bancos Verificar se os usuários podem andar (distância máxima de 400m) ou usar transporte público para realizarem suas refeições Verificar a existência de espaços/facilidades disponíveis para educação (salas para seminários/leitura/livrarias) Verificar se os usuários podem andar (distância máxima de 400m) ou usar transporte público para ter acesso a serviços de comunicação (correio/telefone/internet) Verificar se os usuários podem andar (distância máxima de 400m) ou usar transporte público para ter acesso a recreação/atividades físicas	Análise dos arredores da área de implantação do projeto Análise dos arredores da área de implantação do projeto
T-9	Acessibilidade e democratização do espaço construído	Eliminação de barreiras físicas ao acesso e trânsito de pessoas portadoras de necessidades especiais	Verificar se a edificação dá condição de acesso a pessoas portadoras de necessidades especiais (no mínimo um acesso nestas condições, vinculado à circulação principal e às circulações de emergência, quando existirem). Verificar se a edificação atende às normas NBR 9.050/04 e NBR 13.994/00. Verificar as calçadas, rampas de acesso e espaços para estacionamento de deficientes	Análise de projeto / verificação dos elevadores especificados
T-10	Segurança	10.1. Segurança do edifício 10.2. Segurança viária	Verificar se as rotas ao redor do edifício são bem iluminadas e visualmente supervisionadas; a existência de câmeras de vigilância no edifício e na rua; existência de portaria 24h Verificar a sinalização viária e se a edificação localiza-se próxima a pontos críticos de acidentes de trânsito (loais em que acontecem acidentes de trânsito por excesso de velocidade, falta de sinalização, atropelamentos, etc)	Análise de projeto / análise dos arredores da área de implantação do projeto Análise dos arredores da área de implantação do projeto

## 4.6 ENERGIA

Os edifícios consomem 48,3% do total da energia utilizada no Brasil e, apesar do setor residencial ser responsável pela metade deste consumo (a outra metade fica com os setores comercial e industrial), a taxa de crescimento anual do setor comercial é em geral superior (BRASIL, 2004).

Geller (1994) identifica cinco vantagens da conservação de eletricidade: **1)** o aumento da eficiência diminui custos; **2)** a conservação reduz a probabilidade de falta de eletricidade; **3)** a conservação de eletricidade reduz a necessidade de investimentos no setor público - e investir na eficiência do uso final é menos intensivo que construir usinas elétricas e linhas de transmissão; **4)** o aumento da eficiência na utilização da energia pode ajudar as indústrias e os produtos nacionais a competirem no mercado mundial; e **5)** a conservação da eletricidade resulta em impactos ambientais e sociais muito mais favoráveis do que os do fornecimento (a construção de usinas hidroelétricas pode inundar grandes áreas de terra, geralmente com destruição de instalações e perda de reservas naturais; os combustíveis fósseis e as usinas nucleares provocam poluição do ar, afetam a segurança e requerem o tratamento do lixo).

A componente energética não está vinculada apenas ao projeto elétrico e luminotécnico de uma edificação. Ao contrário, ela acompanhará todo o processo de concepção do projeto, desde a relação com o terreno (implantação, orientação) à instalação de equipamentos (refrigeração, aquecimento), passando pela escolha de formas (compacidade, proteção solar) e componentes (paredes, aberturas) e pela discussão de todos os critérios da concepção (técnica, usos, estética).

O maior impacto de um edifício no ambiente durante todo o ciclo de vida é relacionado à energia utilizada para assegurar um clima interno confortável e saudável. Há grandes disparidades no consumo de energia entre edifícios similares em localizações similares, e isto se deve a variações nos níveis de insolação, eficiência dos sistemas, diferenças na construção do edifício, maior ou menor efetividade no uso de técnicas de projeto passivas, conduta dos usuários e gerenciamento do edifício.

### 4.6.1 Eficiência energética

Silva *et al.* (2000) afirmam que uma visão holística traz múltiplas dimensões à análise ambiental do edifício em todas as suas etapas, mas que a eficiência energética é freqüentemente o indicador mais importante de desempenho do edifício.

A primeira Lei Federal do Brasil em eficiência energética (Lei nº 10.295 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia) foi publicada em 2001, estabelecendo níveis máximos de consumo de energia - ou mínimos de eficiência energética - de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no Brasil, bem como das edificações construídas. Antes que o referencial de eficiência energética nacional pudesse ser desenvolvido, as cidades de Salvador (CARLO *et al.*, 2003) e Recife (CARLO *et al.*, 2004) se anteciparam e decidiram propor um novo código de obras que incluísse parâmetros de conforto térmico e visual e de eficiência energética, ainda não presentes nos códigos atuais.

Em 2007 foi aprovada a Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (BRASIL, 2007), que propõe parâmetros a três requisitos principais: eficiência e potência instalada do **sistema de iluminação**, eficiência do **sistema de condicionamento do ar** e o desempenho térmico do **envoltório** do edifício.

O objetivo da inclusão deste requisito é assegurar um mínimo requerido de eficiência energética por meio da otimização dos sistemas de iluminação, condicionamento de ar e envoltório do edifício.

Todas as metodologias incluem requisitos referentes à eficiência energética da edificação. No LEED, a eficiência energética mínima, de acordo com ASHRAE/IESNA Standard 90.1 ou código energético local (o que for mais restritivo) é pré-requisito. Somado a isso, pontua a otimização do desempenho energético (redução de 15 a 60% do custo de energia projetado, quando comparado ao orçamento de sistemas de energia regulados pela ASHRAE/IESNA 90.1). Analogamente, no *Green Star* é pré-requisito atingir no mínimo 4 estrelas na avaliação do *Australian Building Greenhouse Rating* - ABGR. A edificação também recebe pontuação pela melhoria da eficiência energética acima do estabelecido pela avaliação 4 estrelas do ABGR. Além dos requisitos de eficiência energética, todas as metodologias analisadas incluem questões relacionadas à iluminação natural, níveis de iluminância e densidades máximas de potência instalada (itens contemplados na Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos). O *GBTool* e o *CASBEE* também pontuam projetos com a maior dimensão orientada a leste-oeste, de forma a maximizar o potencial solar passivo.

#### 4.6.2 Comissionamento dos sistemas fundamentais do edifício

Comissionamento é o processo sistemático de assegurar que os sistemas do edifício são projetados, instalados, testados e capazes de serem operados e mantidos para desempenhar de acordo com a intenção de projeto e necessidades dos proprietários. Em suma, é a avaliação do desempenho do edifício, antes da ocupação, por um agente ou empresa independente. Um agente de comissionamento é uma terceira parte que assegura que os sistemas da edificação são especificados, instalados e operados de acordo com a intenção do projeto e as necessidades dos proprietários (ASHRAE, 2005).

O objetivo deste requisito é garantir que elementos e sistemas de controle e automação, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar do edifício são projetados, instalados e calibrados para operar conforme o pretendido.

No LEED, o comissionamento de sistemas energéticos da edificação é pré-requisito e um ponto é concedido à edificação que contar com comissionamento adicional. O BREEAM e o *Green Star* requerem um agente de comissionamento engajado à equipe de projeto, mas que seja independente desta equipe (não participe diretamente da elaboração do projeto). No *Green Star* também é requerida a demonstração de comissionamento por um período de 12 meses de operação do edifício, para ajustes do mesmo em relação à eficiência energética e conforto em todas as estações do ano. O menor desempenho do *GBTool* (-1 ponto) é atribuído a edifícios em que não foram planejadas e realizadas atividades de comissionamento. Já o maior desempenho (5 pontos), a edifícios com planejamento e realização de comissionamento em todos os sistemas do edifício com funções críticas, incluindo sistemas de segurança, sistemas de condicionamento de ar, iluminação, controles operacionais do edifício, sistemas elétricos e envelope do edifício.

Tseng (2005), quando avalia o comissionamento de edifícios nos Estados Unidos, afirma que a indústria do comissionamento está sofrendo crescentes críticas, uma vez que sistemas de edifícios supostamente mais sustentáveis não desempenham como pretendido ou mostram-se pouco confiáveis. O autor atribui o fato a empresas pouco capacitadas (arquitetos, empresas de projeto e de gerenciamento da construção têm oferecido serviços de comissionamento) que prometem demais, comprometendo, desta feita, o potencial real do comissionamento.

### 4.6.3 Energia renovável

Nos países desenvolvidos, a problemática do uso de energia gira em torno de duas razões principais. Primeiro porque combustíveis fósseis<sup>66</sup> (carvão mineral, gás e óleo) são fontes de energia primárias, não renováveis e, pelo consumo excessivo, é negado a futuras gerações o acesso a estes recursos. Segundo, a queima de combustíveis fósseis libera CO<sub>2</sub> e outros gases responsáveis pelo efeito estufa e pela destruição da camada de ozônio, preocupações de proporções mundiais (JOHN *et al.*, 2005). Os autores apontam duas alternativas possíveis para reverter este cenário: substituir as fontes de energia primárias por fontes renováveis como solar e eólica - que não adicionam mudanças climáticas e têm o benefício de serem infinitamente disponíveis - e reduzir as taxas atuais de consumo para níveis sustentáveis.

A hidroeletricidade é responsável por 74,3% da oferta de energia elétrica no Brasil, o que significa que a produção de resíduos e as emissões ao ar são pequenas quando comparadas com outras fontes de energia. Quando comparado com outros países, o Brasil apresenta também outras vantagens em termos de utilização de fontes renováveis de energia. No país, cerca de 43,8% da oferta interna de energia tem origem em fontes renováveis, enquanto que no mundo essa taxa é de 13,6% e nos países desenvolvidos é de apenas 6%. O gás natural, o mais limpo dos combustíveis fósseis, é a fonte de energia que vem tendo significativo desenvolvimento nos últimos anos (já participa em 3,6% da geração total do país) e a descoberta de novas reservas nacionais permitem ampliar ainda mais sua utilização (BRASIL, 2004).

O objetivo do requisito é encorajar a utilização de fontes de energia renováveis produzidas no edifício. Todas as metodologias incluem este requisito. O *GBTool* pontua a utilização de um *software* para verificação da possibilidade técnica e econômica de aproveitamento de energias renováveis no local. O LEED e o *GBTool*, além da utilização de energia renovável produzida no local, pontuam edificações que comprem eletricidade proveniente de fontes renováveis<sup>67</sup>.

---

<sup>66</sup> O carvão mineral, a energia nuclear e o petróleo são responsáveis por mais de 60% da oferta de eletricidade mundial (BRASIL, 2004).

<sup>67</sup> Em alguns países é possível fazer esta opção. Para o LEED, as fontes renováveis são as definidas pelos requisitos do *Green-e* de certificação de produtos do *Centre for Resource Solutions*. O *Green-e* é um programa voluntário de certificação e verificação para produtos de “energia verde”.

#### 4.6.4 Medição de desempenho energético

Encoraja a medição do consumo de equipamentos básicos da edificação e o monitoramento das informações destes equipamentos, para prover a otimização do desempenho do consumo energético do edifício. Todas as metodologias analisadas fazem referência a este requisito. O *Green Star*, por exemplo, requisita a medição setorizada realizada para usos energéticos da edificação com mais que 100kVa.

#### 4.6.5 Redução das ilhas de calor

Romero (2001) afirma que o clima local de uma cidade é influenciado pelos materiais constituintes da superfície urbana, muito diferentes dos materiais das superfícies não construídas: possuem uma capacidade térmica mais elevada e são melhores condutores de calor. Além disso, a superfície urbana apresenta um aspecto mais rugoso que as superfícies não construídas, acarretando maior fricção entre a superfície e os ventos que a atravessam. Ao mesmo tempo, as superfícies das edificações atuam como refletoras e radiadoras que, em seu conjunto, aumentam os efeitos da radiação incidente.

O objetivo do requisito é reduzir as ilhas de calor (diferenças entre os gradientes térmicos entre áreas edificadas e não edificadas) para minimizar o impacto do edifício no microclima. O LEED e o *GBTool* pontuam edificações que demonstrem a redução das ilhas de calor em coberturas e em superfícies impermeabilizadas que não de cobertura (estacionamentos e calçadas). No primeiro, o LEED requer que os materiais utilizados tenham alta emissividade e/ou sejam utilizadas coberturas vegetais (telhado jardim) para pelo menos 50% da área do telhado. Já o *GBTool* pontua a utilização de telhado jardim ou superfícies com refletância de 60% (ou uma combinação dos dois) da seguinte forma: 0% do total da área do telhado, -1 ponto; 50%, 0 pontos; 80%, 3 pontos e 100%, 5 pontos. No segundo caso, o LEED requer a provisão de sombreamentos, sistema de pavimentação semi-permeável e materiais de pavimentação com Índice de Refletância Solar (*Solar Reflectance Index – SRI*) de pelo menos 29. Já o *GBTool* avalia o desempenho das áreas com paisagismo mais as áreas pavimentadas com superfícies de refletância maior ou igual a 60%, de acordo com a porcentagem da área total aberta (área do terreno menos a área do edifício): 40%, -1 ponto; 50%, 0 pontos; 80%, 3 pontos e 100%, 5 pontos. O CASBEE estimula a previsão de espaços verdes e um corpo d'água no terreno para redução dos efeitos de ilha de calor.

#### 4.6.6 Demanda energética no horário de ponta

O objetivo do requisito é encorajar projetos que implementem sistemas para reduzir a demanda no horário de ponta da infra-estrutura de suprimento energético. O *Green Star* pontua edificações que reduzam em 25% a demanda energética no horário de ponta.

CEOTTO (2007) aponta esta questão como uma das soluções que, até agora, eram apontadas como benéficas para o meio ambiente, mas que estão sendo atualmente questionadas. Embora ajude na minimização de problemas de sobrecarga nas redes elétricas das grandes cidades e na redução do custo da energia elétrica dos edifícios em horários de ponta, esta solução troca energia elétrica renovável (proveniente de hidrelétricas) por energia da queima do gás - cujo subproduto é CO<sub>2</sub> e água - colaborando para o aumento do efeito estufa.

O *GBTool* avalia a previsão de redução do pico de demanda energética dos edifícios pela utilização de um programa de simulação computacional. A pontuação é atribuída de acordo com a demanda elétrica mensal obtida pelo edifício: 16W/m<sup>2</sup>, -1 ponto; 15W/m<sup>2</sup>, 0 pontos; 13W/m<sup>2</sup>, 3 pontos; 12W/m<sup>2</sup>, 5 pontos.

#### 4.6.7 Poluição luminosa externa

O requisito tem como objetivo eliminar a dispersão desnecessária de luz para fora dos limites do terreno (para o céu noturno e propriedades vizinhas) e reduzir o impacto no ambiente noturno. Todas as metodologias fazem consideração a este tema, citando como referência normas de iluminação utilizadas em seus países<sup>68</sup>. O LEED solicita ainda que a iluminação externa não ultrapasse os limites da janela; que toda a iluminação interna (excluindo a de emergência) possua desligamento automático quando não houver expediente; e que a iluminação externa seja utilizada apenas para os propósitos de segurança e conforto dos usuários. O *Green Star* requer a redução da poluição luminosa externa, demonstrando que raios de luz não estão direcionados para além dos limites do terreno ou dirigidos para cima sem incidir diretamente numa superfície com o explícito propósito de iluminá-la.

---

<sup>68</sup> O BREEAM, por exemplo, requer o controle da poluição luminosa provocada pela iluminação externa, de acordo com o *Institution of Lighting Engineers (ILE) Guidance*. Já o LEED, usa como referência os níveis recomendados pela *Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) Recommended Practice Manual: Lighting for Exterior Environments*.

#### 4.6.8 Conforto térmico

##### 4.6.8.1 Sistema permanente de monitoramento

Objetiva fornecer um ambiente confortável termicamente, que possibilite o bem-estar e a produtividade dos ocupantes. O *Green Star* e o *GBTool* requerem o atendimento aos requisitos da ASHRAE 55-2004 para padrões de conforto térmico, incluindo o controle da umidade por zonas climáticas e a instalação de um sistema de monitoramento permanente da temperatura e da umidade. No CASBEE, o controle da umidade varia de acordo com os seguintes padrões: umidade variando entre 40 e 70%<sup>69</sup> (nível 1); o sistema tem funções de umidificação que geralmente gira em torno de 40% no inverno e 50% no verão (nível 3); e o sistema tem funções de umidificação e desumidificação que varia entre 45 e 55%, utilizando as médias de temperaturas de conforto referenciadas na ASHRAE (nível 5).

##### 4.6.8.2 Controle dos sistemas de iluminação, ventilação e térmico pelos ocupantes

Muitos edifícios quase não dão aos ocupantes controle de seu ambiente. Clements-Croome (2005) considera este fato inconveniente e psicologicamente inaceitável.

O objetivo do requisito é prover alto nível de controle dos sistemas de ventilação, iluminação e térmico pelos usuários, provendo conforto, bem-estar e possível aumento de produtividade.

Todas as metodologias incluem requisitos referentes a esta questão. No LEED deve ser demonstrada a existência de pelo menos uma janela operável e uma zona de controle de iluminação a cada 200 ft<sup>2</sup> ( $\cong 18,5\text{m}^2$ ). As zonas de controle de iluminação no *GBTool* são pontuadas de acordo com a seguinte escala: 28m<sup>2</sup>, -1 ponto; 25m<sup>2</sup>, 0 pontos; 16m<sup>2</sup>, 3 pontos e 10m<sup>2</sup>, 5 pontos. Outro requisito do *GBTool* avalia o desempenho das edificações de acordo com o grau de controle dos sistemas de condicionamento de ar, ventilação e iluminação pelos ocupantes do edifício. O BREEAM requer: iluminação separada por zonas de controle; que todos os postos de trabalho estejam a um raio de 7m de uma janela; que haja controle individual dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar; que tenha janelas operáveis; e que seja possível fazer o ajuste de temperatura em cada ambiente para ajustar diferentes cargas requeridas. O *Green Star* também limita a abrangência das zonas luminosas e requer a

---

<sup>69</sup> A título de comparação, a Resolução 09 da ANVISA recomenda faixa de operação da Umidade Relativa, nas condições internas para verão, variando de 40% a 65%. O valor máximo de operação deverá ser de 65%, com exceção das áreas de acesso que poderão operar até 70%. Para condições internas para inverno, a faixa recomendável de operação varia de 35% a 65%.

existência de interruptores de fácil acesso aos ocupantes em todos os espaços individuais ou fechados.

#### 4.6.8.3 Controle do conforto individual

O *Green Star* solicita que se demonstre que o edifício foi projetado para proporcionar no mínimo 60% da área da sala de controle individual das taxas de suprimento de ar, temperatura do ar ou temperatura radiante em cada estação de trabalho.

#### 4.6.8.4 Cálculo do PMV

O BREEAM e o *Green Star* requerem a demonstração de que, na etapa de projeto, foram feitas avaliações para níveis de conforto térmico e seus resultados foram utilizados para avaliar as opções apropriadas. No *Green Star*, o *Predicted Mean Vote* – PMV, calculado de acordo com a ISO 7730, deve atingir entre -1 e +1 ou entre -0,5 e + 0,5 durante as horas de ocupação, usando clo, met e velocidades do ar padrões para 98% do ano. No SBAT, a temperatura dos espaços ocupados não deve ser inferior a 19°C<sup>70</sup> e nem superior a 28°C em mais de 5 dias no ano. No CASBEE a temperatura das salas é medida de acordo com a seguinte escala de desempenho: nível 1 - temperatura de 20°C no inverno e 28°C no verão, tolerando certo desconforto; nível 3 - temperaturas de 22°C no inverno e 26°C no verão; e nível 5 - temperaturas variando entre 22 e 24°C no inverno e entre 24 e 26°C no verão.

### **4.6.9 Conforto visual**

#### 4.6.9.1 Controle de Ofuscamento

A luminosidade que provém diretamente do sol é, em muitos casos, rejeitada nos interiores habitados devido a diversos motivos: calor, brilho, efeitos devastadores sobre o mobiliário e ofuscamentos. Além da radiação solar, o entorno também se comporta como uma fonte de luz, uma vez que, refletida pelo terreno ou proveniente de outras superfícies exteriores ao edifício, pode alcançar o interior do ambiente. A luz refletida pelo entorno pode representar mais da metade da luz recebida por janelas em locais sombreados (VELHO DO AMARAL, 1999). Elementos como beirais ou marquises, anteparos, toldos ou cortinas

---

<sup>70</sup> A Resolução 09 da ANVISA determina como faixa recomendável de operação das temperaturas de bulbo seco entre 23°C e 26°C, nas condições internas no verão. A faixa máxima de operação poderá variar de 26,5°C a 27°C, com exceção das áreas de acesso que poderão operar até 28°C. A seleção da faixa depende da finalidade e do local da instalação. Para condições internas no inverno, a faixa recomendável de operação poderá variar entre 20°C a 22°C.

exteriores, vegetação, lâminas, vidros de cor ou refletantes e persianas detêm a radiação solar antes que ela entre nos ambientes do edifício. Os inconvenientes com o ofuscamento também podem ser evitados por meio de revestimentos pouco (ou nada) brilhantes e utilização de cores apropriadas.

Relativamente à iluminação artificial, em ambientes de escritórios que utilizam computadores para desempenhar as tarefas visuais, o valor da iluminância não deveria exceder 500 lux (para atividade no plano horizontal), como dispositivo de precaução para ofuscamento sobre as telas dos monitores (IESNA, 2000 *apud* NOGUCHI, 2003).

O objetivo deste requisito é reduzir o desconforto causado pelo ofuscamento gerado pela luz natural e artificial e eliminar a incidência direta dos raios solares. O *Green Star*, *GBTool* e HQE requerem o controle de ofuscamento reduzido por meio de sombreamentos internos ou externos. No *GBTool* é determinada a taxa máxima de contraste da iluminância entre janelas e superfícies de trabalho adjacentes, para evitar os contrastes luminosos muito fortes. Esta ferramenta também inclui como requisito o uso de árvores (plantadas ou mantidas no terreno), com dois objetivos: o seqüestro de CO<sub>2</sub> e a provisão de sombreamento ao edifício a uma altura de 5 metros.

#### 4.6.9.2 Qualidade da iluminação

A aparência da cor das fontes de luz pode afetar positiva ou negativamente o desempenho de tarefas quando os usuários forem expostos a longos períodos de trabalho, mesmo estes não estando atentos ou apercebidos deste efeito.

O objetivo deste requisito é prover conforto visual aos usuários no desempenho das tarefas. Silva (2003) inclui a análise da temperatura de cor e do índice de renderização de cores no requisito de qualidade da iluminação de ambientes de ocupação primária.

#### 4.6.9.3 Vistas para o exterior

Objetiva reduzir o stress ocular dos ocupantes do edifício, permitindo a conexão entre o espaço interno e externo através de vistas de longa distância. Todas as metodologias fazem referência à existência de vistas para o exterior. O *Green Star* pede que seja demonstrado que no mínimo 60% da sala tem uma linha direta de visão, através de uma janela, para um local externo ou para um átrio interno adequadamente dimensionado e naturalmente iluminado. O LEED requer linha de visão externa para os ocupantes do edifício em 90% das áreas regularmente ocupadas. O *GBTool* avalia o edifício de acordo com a distância máxima da

estação de trabalho mais afastada à uma janela externa, segundo a escala de pontuação: -1 ponto, 11m; 0 pontos, 10m; 3 pontos, 6m; e 5 pontos, 4m de distância.

#### 4.6.9.4 Reatores de alta frequência

Objetiva evitar o brilho tremulante de baixa frequência que pode estar associado à iluminação fluorescente. O BREEAM e o *Green Star* requerem a instalação de reatores de alta frequência nas luminárias fluorescentes para no mínimo de 95% da sala. O BREEAM requer também a utilização de fluorescentes compactas.

#### **4.6.10 Danos à camada de ozônio e aquecimento global**

O aumento do CO<sub>2</sub> na atmosfera, provocado pela queima dos combustíveis fósseis, é uma das maiores causas do aquecimento que vem modificando o clima global<sup>71</sup>. Os efeitos deste aquecimento não são totalmente conhecidos, mas incluem o aquecimento dos oceanos (e destruição dos corais); o derretimento das calotas polares; enchentes ocasionadas pelo aumento do nível dos oceanos (devido ao derretimento do gelo polar e à expansão térmica); aumento de tempestades severas e desestruturação dos padrões meteorológicos (ocasionando destruição das plantações, secas e incêndios).

Este requisito visa encorajar a seleção de gases refrigerantes e compostos com menor potencial de aquecimento global e potencial de danos à camada de ozônio. Adicionalmente, detectar vazamentos de refrigerantes que liberem acidentalmente substâncias poluidoras na atmosfera.

Todas as metodologias fazem considerações acerca desta questão. O BREEAM, por exemplo, faz uma série de exigências: **1)** redução das taxas de emissão de CO<sub>2</sub> em relação aos valores especificados no *2006 Building Regulations*; **2)** limitação da liberação de óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) dos sistemas de aquecimento; **3)** utilização de gases refrigerantes com baixo Potencial de Aquecimento Global<sup>72</sup> (GWP < 5); baixo Potencial de Destruição da Camada de Ozônio<sup>73</sup> (ODP = zero) ou não utilização de gases refrigerantes; **4)** instalação de sistemas de detecção de gases refrigerantes; **5)** especificação de isolantes térmicos que não utilizam substâncias causadoras de destruição da camada de ozônio na sua manufatura e composição

---

<sup>71</sup> De acordo com o IBAMA (2002), em relação à destruição da camada de ozônio, Argentina, Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai estão sentindo os efeitos de uma crescente radiação ultravioleta-B de forma mais acentuada do que qualquer outra região habitada.

<sup>72</sup> *Global Warming Potential (GWP)*.

<sup>73</sup> *Ozone Depletion Potential (ODP)*.

(GWP < 5). No LEED a não utilização de gases refrigerantes que contenham CFC<sup>74</sup> nos sistemas de ventilação e condicionamento de ar é pré-requisito. Silva (2003) propõe como pré-requisito a não utilização de sistemas de combate a incêndio a base de halon<sup>75</sup>.

#### 4.6.11 Avaliação dos especialistas aos requisitos da categoria Energia

Os requisitos enviados para serem avaliados pelos especialistas estão descritos na Tabela 4.10.

**Tabela 4.10: Requisitos da categoria Energia enviados aos especialistas**

Categoria: Energia				
Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
E-1	Eficiência Energética	Níveis de eficiência energética dos sistemas de iluminação, de condicionamento de ar e do envoltório da edificação	Determinar o nível de eficiência energética das edificações (A, B, C, D ou E) por meio da aplicação da metodologia proposta pela Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos	Aplicar a metodologia proposta pela Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos
E-2	Comissionamento dos sistemas fundamentais do edifício	Inclusão de um agente de comissionamento dos sistemas fundamentais da edificação	Verificar se um agente de comissionamento foi engajado à equipe de projeto e construção da edificação, não sendo uma pessoa diretamente responsável pelo projeto ou gerenciamento da construção	Entrevista com projetistas
E-3	Energia renovável	Utilização de fontes de energia renováveis	Verificar se são utilizadas ou há sistema de espera para utilização de fontes de energia renováveis (eólica, solar, biomassa, etc)	Análise de projeto
E-4	Medição de desempenho energético	Utilização de equipamentos de medição de componentes energéticos da edificação	Verificar se foram especificados equipamentos de medição centralizada para os seguintes usos finais: iluminação, ar-condicionado, outros	Análise de projeto
E-5	Redução das ilhas de calor	5.1 Redução do efeito das ilhas de calor em superfícies impermeabilizadas que não de cobertura: estacionamentos, calçadas e acessos	Verificar a existência de superfícies sombreadas; a absorvância dos materiais das calçadas, pavimentos e estacionamentos externos; a existência de pavimentos semipermeáveis e/ou estacionamentos no subsolo (para reduzir a impermeabilização de áreas externas destinadas a estacionamentos)	Análise de projeto e dos materiais especificados para estacionamentos, calçadas e acessos
		5.2 Redução do efeito das ilhas de calor em coberturas	Verificar se os materiais que compõem a cobertura são de alta emissividade e/ou foram utilizadas coberturas vegetais na área do telhado	Análise de projeto e dos materiais especificados para a cobertura
E-6	Demanda energética no horário de ponta	Redução da demanda energética no horário de ponta	Verificar se existe sistema para reduzir a demanda energética no horário de ponta. Verificar se é utilizada geração a diesel. Caso aplicável, verificar a % calculada de redução do consumo energético no horário de ponta	Análise dos sistemas especificados para redução da demanda no horário de ponta

<sup>74</sup> CFC – Clorofluorcarbono.

<sup>75</sup> Halon é um agente extintor de compostos químicos formados por elementos halogênios (flúor, cloro, bromo e iodo), utilizado em equipamentos elétricos por apagar incêndios sem deixar resíduos. Foi banido pelo Protocolo de Montreal por ser nocivo a camada de ozônio. Obtido em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Halon>

**Tabela 4.10 (continuação): Requisitos da categoria Energia enviados aos especialistas**

Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
E-7	Poluição luminosa externa	Redução da poluição luminosa externa	Verificar se raios de luz não estão direcionados para além dos limites do terreno ou dirigidos para cima, sem incidir diretamente numa superfície com o explícito propósito de iluminá-la	Análise de projeto
E-8	Conforto térmico	8.1 Sistema permanente de monitoramento	Verificar se foi instalado um sistema de monitoramento permanente da temperatura e umidade, configurado para prover controle aos usuários sobre o desempenho do conforto térmico e a eficiência dos sistemas de umidificação/desumidificação do edifício	Análise de projeto
		8.2 Controle dos sistemas de iluminação, ventilação e térmico pelos ocupantes	Verificar a existência de pelo menos uma janela operável; a área de abrangência dos controles de iluminação; e a distância máxima dos postos de trabalho a uma janela	Análise de projeto
		8.3 Controle do conforto individual	Verificar se o edifício foi projetado para proporcionar controle individual das taxas de suprimento de ar, temperatura do ar ou temperatura radiante em cada estação de trabalho	Análise de projeto
		8.4 Cálculo do PMV	Demonstrar que foram feitas avaliações para níveis de conforto térmico durante a etapa de projeto e seus resultados foram utilizados para avaliar as opções apropriadas. Verificar o <i>Predicted Mean Vote</i> (PMV) atingido durante as horas de ocupação, clo, met e velocidades do ar utilizados	Entrevista com projetista
E-9	Conforto Visual	9.1 Controle de Ofuscamento	Verificar se o ofuscamento é reduzido por meio de sombreamentos externos (brises, toldos, árvores) ou internos (persianas, película, cortina, etc)	Análise de projeto
		9.2 Qualidade da iluminação	Verificar a temperatura de cor das lâmpadas	Verificação das lâmpadas especificadas
		9.3 Vistas para o exterior	Verificar se a sala tem uma linha direta de visão através da janela para um local externo ou para um átrio interno dimensionado adequadamente e naturalmente iluminado. Verificar a % da sala com vista para o exterior (excluindo salas de fotocópia, almoxarifado, casa de máquinas, lavanderia e outros espaços de baixa ocupação)	Análise de projeto
		9.4 Reatores de alta frequência	Verificar se foram especificados reatores de alta frequência em luminárias fluorescentes	Análise de projeto
E-10	Danos à camada de ozônio e aquecimento global	10.1. Uso de gases refrigerantes nos sistemas de condicionamento e refrigeração que contenham baixo potencial de destruição da camada de ozônio e baixo potencial de aquecimento global	Verificar se os gases refrigerantes utilizados nos equipamentos de refrigeração e condicionamento de ar tem Potencial de Destruição da Camada de Ozônio (ODP) igual a zero	Análise dos gases refrigerantes utilizados nos sistemas de refrigeração e condicionamento de ar especificados
			Verificar se os gases refrigerantes utilizados nos equipamentos de refrigeração e condicionamento de ar possuem Potencial de Aquecimento Global (GWP) menor que 10	
		10.2. Isolantes térmicos	Verificar se foram especificados isolantes térmicos que não utilizam substâncias causadoras de destruição da camada de ozônio na sua manufatura e composição	Análise dos materiais isolantes especificados
		10.3. Sistemas de combate a incêndio	Verificar se os sistemas de combate a incêndio não contêm HCFC (hidroclorofluorcarbono) ou halons	Análise dos gases refrigerantes utilizados nos sistemas de combate a incêndio especificados
		10.4. Detecção de vazamentos de gases refrigerantes	Verificar se foi projetado um sistema de detecção de vazamentos de gases refrigerantes cobrindo as partes de alto risco das instalações, ou não são usados refrigerantes	Análise de projeto

O especialista acadêmico fez as seguintes considerações:

- tornar pré-requisito em eficiência energética (requisito E-1) o Nível C da Regulamentação<sup>76</sup>;
- o requisito E-2 poderia figurar como ponto extra na metodologia a ser proposta, pois ainda não é feito no Brasil;
- sobre o requisito E-3, a utilização de energia solar para aquecimento de água já é coberta pela Regulamentação. Deve-se verificar a demanda atendida relacionada à área possível de coleta. Na proposição da metodologia poderia ser incluído como ponto extra a utilização de painéis fotovoltaicos, biomassa, PCH e outras fontes de energia renovável;
- sobre o requisito E-4, já é pré-requisito na Regulamentação a medição individualizada dos usos finais de iluminação e condicionamento de ar. A sugestão foi incluir um ponto extra para medição de grandes cargas com possibilidade de controle automatizado de demanda;
- excluir os itens E-8.4, E-9.2 e E-9.4 por já estarem cobertos pela Regulamentação;
- passar os itens de conforto térmico e conforto visual para a categoria Qualidade do ar interno e saúde.

As alterações solicitadas foram executadas para então enviar o *checklist* ao primeiro especialista técnico, que teceu os seguintes comentários:

- sobre o requisito E-3, “pensando no custo e na eficiência, sugiro que seja considerado apenas espera para utilização de energia renováveis no futuro, pois atualmente no Brasil se tem duas opções de energia renovável: eólica (cara) e solar (rendimento baixo, painéis muito grandes com baixa eficiência)”;
- excluir o requisito E-6, argumentando que “nos edifícios de escritórios não tem muito sentido reduzir a demanda no horário de ponta pois, em geral, os usuários deixam os edifícios às 18h, ficando depois deste horário em torno de 30% de ocupação. Acho que os grupos de geradores valem a pena apenas para Grupos A (supermercados, *shopping centers...*)”;
- os requisitos E-1, E-2 e E-4 deveriam ser pré-requisitos, pois os considera de fundamental importância.

---

<sup>76</sup> A Regulamentação, mencionada nos requisitos relacionados à energia, refere-se à Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, versão 9 (BRASIL, 2007).

Ao segundo especialista técnico foi solicitada a avaliação dos requisitos E-1 (Eficiência energética) e E-10 (Danos à camada de ozônio e aquecimento global), pois desta categoria apenas estes estão relacionados a sua área de atuação (desenvolvimento de projetos de condicionamento de ar). Suas observações foram:

- manter o nível C como pré-requisito em eficiência energética;
- no requisito E-10.1 comentou que o mercado atual não oferece equipamentos de expansão direta (equipamentos de pequeno porte, até 50 TR) com refrigerantes menos agressivos. “Até existe um ou outro fornecedor que trabalha com o refrigerante R-410A, mas são muito mais caros”. Mesmo assim, manteve o requisito como forma de estimular o mercado;
- tornar pré-requisito o item E-10.2 (utilização de materiais isolantes térmicos que não contenham substâncias causadoras de destruição da camada de ozônio na sua manufatura e composição);
- sugeriu que no requisito E-10.4 a detecção de vazamentos de gases refrigerantes fosse aplicável apenas aos sistemas com vazão variável de refrigerante - VRV.

#### **4.6.12 Checklist final da categoria ENERGIA**

Após as considerações dos especialistas, o *checklist* final utilizado para o levantamento de dados é apresentado na Tabela 4.11 (os requisitos não considerados pertinentes foram excluídos e os acréscimos em relação ao *checklist* apresentado na Tabela 4.10 foram destacados em azul). No apêndice 1 encontram-se as planilhas de apoio utilizadas para registro dos dados levantados. No apêndice 2 encontra-se a metodologia utilizada para determinação dos cálculos dos níveis de eficiência energética das edificações.

**Tabela 4.11: Checklist final utilizado para o levantamento de dados da categoria Energia**

Categoria: Energia			
Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar
E-1	Eficiência Energética	Níveis de eficiência energética dos sistemas de iluminação, de condicionamento de ar e do envoltório da edificação	Determinar o nível de eficiência energética das edificações (A, B, C, D ou E) por meio da aplicação da metodologia proposta pela Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos
E-2	Comissionamento dos sistemas fundamentais do edifício	Inclusão de um agente de comissionamento dos sistemas fundamentais da edificação	Verificar se um agente de comissionamento foi engajado à equipe de projeto e se esta pessoa não é diretamente responsável pelo projeto ou gerenciamento da construção
E-3	Energia renovável	Utilização de fontes de energia renováveis	Verificar se são utilizadas ou há sistema de espera para utilização de fontes de energia renováveis (eólica, solar, biomassa, etc). <b>Verificar a demanda atendida e relacionar com a área possível de coleta</b>
E-4	Medição de desempenho energético	Utilização de equipamentos de medição de componentes energéticos da edificação	Verificar se foram especificados equipamentos de medição centralizada para os seguintes usos finais: iluminação, ar-condicionado, outros. <b>Verificar se é realizada a medição de grandes cargas com possibilidade de controle de automação de demanda</b>
E-5	Redução das ilhas de calor	5.1. Redução do efeito das ilhas de calor em superfícies impermeabilizadas que não de cobertura: estacionamentos, calçadas e acessos 5.2. Redução do efeito das ilhas de calor em coberturas	Análise de projeto e dos materiais especificados para estacionamentos, calçadas e acessos
E-6	Demanda energética no horário de ponta	Redução da demanda energética no horário de ponta	Análise de projeto e dos materiais especificados para a cobertura Análise dos sistemas especificados para redução da demanda no horário de ponta
E-7	Poluição luminosa externa	Redução da poluição luminosa externa	Análise de projeto

**Tabela 4.11 (continuação): Checklist final utilizado para o levantamento de dados da categoria Energia**

Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
E-8	Danos à camada de ozônio e aquecimento global	8.1. Uso de gases refrigerantes nos sistemas de condicionamento e refrigeração que contenham baixo potencial de destruição da camada de ozônio e baixo potencial de aquecimento global	Verificar se os gases refrigerantes utilizados nos equipamentos de refrigeração e condicionamento de ar tem Potencial de Destruição da Camada de Ozônio (ODP) igual a zero	Análise dos gases refrigerantes utilizados nos sistemas de refrigeração e condicionamento de ar especificados
		8.2. Isolantes térmicos	Verificar se os gases refrigerantes utilizados nos equipamentos de refrigeração e condicionamento de ar possuem Potencial de Aquecimento Global (GWP) menor que 10	
		8.3. Sistemas de combate a incêndio	Verificar se foram especificados isolantes térmicos que não utilizam substâncias causadoras de destruição da camada de ozônio na sua manufatura e composição (hidroclorofluorcarbono) ou halons	Análise dos materiais isolantes especificados
		8.4. Detecção de vazamentos de gases refrigerantes	Verificar se os sistemas de combate a incêndio não contém HCFC (hidroclorofluorcarbono) ou halons	Análise dos gases refrigerantes utilizados nos sistemas de combate a incêndio especificados
			Verificar se foi projetado um sistema de detecção de vazamentos de gases refrigerantes cobrindo os sistemas com vazão variável de refrigerante (VRV), ou não são usados refrigerantes	Análise de projeto

#### 4.7 QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO E SAÚDE

A qualidade do ar interno pode ser entendida como o conjunto de propriedades físicas (temperatura, umidade e velocidade do ar adequadas), químicas e biológicas (como a ausência de poluentes e microorganismos é impraticável, entende-se como a manutenção dessas concentrações abaixo dos níveis considerados seguros) (CARMO; PRADO, 1999).

O interior dos edifícios é, de maneira geral, mais poluído que o exterior. Uma série de poluentes é produzida dentro do edifício por compostos orgânicos voláteis, produtos de limpeza, pesticidas, copiadoras, impressoras, mofo, poeira, metabolismo humano, animais de estimação e pelas próprias atividades do homem, como fumar, cozinhar, lavar e secar roupas. As condições de conforto (higrotérmico, olfativo, acústico, visual) também devem ser levadas em consideração quando se refere à qualidade do ar interno, já que calor ou frio excessivos, correntes de ar e umidade inadequadas, vibrações, ruídos e luminosidade afetam os usuários (CARMO; PRADO, 1999).

Há uma preocupação mundial cada vez maior com a qualidade do ar interno em ambientes climatizados, em função da crescente utilização de sistemas de condicionamento de ar. Estes sistemas, projetados para fornecer ar com temperatura e umidade adequadas e livre de concentrações perigosas de poluentes do ar, relacionam-se com a qualidade de vida dos usuários dos edifícios, pois interferem diretamente nas condições de conforto, bem estar, produtividade e absenteísmo ao trabalho. Quando o projeto e a execução das instalações são inadequados e a operação e manutenção precárias, há o favorecimento da ocorrência e do agravamento de problemas de saúde dos usuários das edificações (BRASIL, 1998).

Estudos apontam a relação dos custos com saúde, produtividade<sup>77</sup> e absenteísmo com a baixa qualidade do ar interno em edifícios comerciais. Kats (2003) cita que estimativas de custo variam a até mais de centenas de bilhões de dólares por ano. O autor acredita não ser uma surpresa, uma vez que a maioria das pessoas passa 90% de seu tempo em locais fechados, onde a concentração de poluentes é tipicamente maior que externamente - às vezes até 100 vezes maior (EPA, 2003). Entretanto, Kats (2003) afirma que a análise da relação entre conforto do trabalhador e produtividade é complexa. O custo da baixa qualidade do ar interno (incluindo elevado absenteísmo e aumento de crises respiratórias, alergias e asma) é

---

<sup>77</sup> Schendler e Udall (2005) exemplificam que as contas de energia representam uma pequena percentagem dos custos de operação de um edifício comercial. As maiores despesas são com as folhas de pagamento dos funcionários. Portanto, se os edifícios sustentáveis melhorarem a produtividade ou reduzirem o absenteísmo, estes benefícios se sobressairão em muito às economias de energia e outros gastos com a manutenção e operação do edifício.

difícil de mensurar e geralmente é encoberta por dias de licença por doença, baixa produtividade, seguro dos empregados e custos médicos. O autor acrescenta que quatro dos atributos associados a projetos de *green buildings* - aumento do controle da iluminação, da ventilação, da temperatura e aumento da iluminação natural - têm sido positivos e significativamente correlacionados ao aumento da produtividade.

#### **4.7.1 Controle ambiental da fumaça de cigarro**

O fumo é um dos poluentes mais comuns nas edificações e a recomendação básica é que áreas com fumantes devam ser separadamente ventiladas, pressurizadas negativamente em relação às áreas vizinhas e alimentadas com maior quantidade de ar externo do que as áreas sem fumo. Recomenda-se também que o ar originário de áreas com fumantes não recircule e seja diretamente direcionado para fora. Somado a isso, políticas anti-fumo dentro dos ambientes devem ser desenvolvidas (CARMO; PRADO, 1999).

A Lei Federal nº 9.294 (BRASIL, 1996) proíbe o uso de cigarros, cigarrilhas, charutos, cachimbos ou de qualquer outro produto fumífero, derivado ou não do tabaco, em recinto coletivo, privado ou público, salvo em área destinada exclusivamente a esse fim, devidamente isolada e com arejamento conveniente.

O objetivo do requisito é minimizar a exposição dos não-fumantes à fumaça de cigarro. Todas as metodologias pontuam medidas de redução dos poluentes internos e no LEED, o controle ambiental da fumaça de cigarro é um dos pré-requisitos exigidos.

#### **4.7.2 Plano de gestão da qualidade do ar interno**

Carmo e Prado (1999) apresentam os passos para a criação de um plano de gerenciamento da qualidade do ar interno, desenvolvido pela *Environmental Protection Agency* - EPA. Nele devem ser levados em consideração:

- o planejamento de manutenção preventiva e a criação de procedimentos para operação de equipamentos do sistema de ventilação e refrigeração;
- a limpeza do ambientes. Se por um lado é necessária para a remoção de sujeiras, por outro pode piorar a qualidade do ar caso sejam utilizados produtos inadequados. Os funcionários responsáveis pela limpeza devem ser educados quanto à qualidade dos produtos usados, seu armazenamento e correta manipulação;
- o controle de pragas que requer o uso de pesticidas. Da mesma forma que para a limpeza, deve ser desenvolvido cuidado especial na manipulação e estocagem desses materiais; e

- fumo (descrito no item 4.7.1).

Este requisito tem como objetivo prevenir o desenvolvimento de problemas relacionados à qualidade do ar interno e contribuir para o conforto e bem-estar dos ocupantes, preocupação presente em todas as metodologias. No LEED é pré-requisito que a edificação tenha desempenho mínimo da qualidade do ar interno de acordo com a ASHRAE 62-2001. Além disso, requer o desenvolvimento e implementação de um Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interno para as fases de construção e pré-ocupação do edifício.

#### 4.7.3 Controle e monitoramento do CO<sub>2</sub>

Carmo e Prado (1999) indicam a coleta e análise das concentrações de gases nocivos em pontos específicos do edifício como uma das ações que pode ser tomada para prevenir que a poluição interna do ar afete a saúde dos usuários. Adicionalmente, monitorar continuamente o que ocorre no edifício através da instalação de sensores fixos de gases, de inspeções e caminhadas de vistorias em intervalos de tempo pré-determinados.

Este requisito objetiva monitorar e controlar os níveis de CO<sub>2</sub>, durante a operação do edifício, para prover *feedback* sobre o desempenho do espaço ventilado, de forma que proporcione ajustes operacionais. Em edifícios condicionados artificialmente, o *Green Star* requer o controle e monitoramento do CO<sub>2</sub> pela instalação de sensores nos dutos de retorno ou promoção de 100% de ar exterior sem componente de recirculação. O *GBTool* também requer a instalação de um sistema de monitoramento permanente de CO<sub>2</sub>, com pontos localizados em áreas de ocupação primária, com a seguinte pontuação: -1 ponto para edifícios que não fazem especificação de medições e monitoramento da qualidade do ar interno; 0 pontos para previsão de monitoramento anual; 3 pontos para monitoramento quadrimestral; e 5 pontos para monitoramento diário da qualidade do ar interno. Além disso, o *GBTool* determina a concentração máxima de CO<sub>2</sub> para avaliar o desempenho do edifício, da seguinte maneira: 1.110ppm<sup>78</sup>, -1 ponto; 1.000ppm, 0 pontos; 670ppm, 3 pontos e 450ppm, 5 pontos.

#### 4.7.4 Compostos orgânicos voláteis

Compostos orgânicos voláteis (VOC, da sigla em inglês *Volatile Organic Compounds*) são definidos como sendo compostos de carbono que participam de reações fotoquímicas, com exceção de CO<sub>2</sub>, CO, ácido carbônico, carbetos ou carbonatos metálicos e carbonatos de amônio. As tintas, principalmente as de base solvente, e os produtos usados durante a pintura

---

<sup>78</sup> Ppm: Partes por milhão. A título de exemplo, a Resolução 09 da ANVISA recomenda valor máximo de 1.000ppm de CO<sub>2</sub>, o que equivaleria a 0 pontos (prática corrente) no *GBTool*.

emitem à atmosfera hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos, hidrocarbonetos contendo halogênio, cetonas, ésteres e álcoois, os quais contribuem para a formação de ozônio, prejudicando o meio ambiente (UEMOTO; AGOPYAN, 2002). Para a redução das emissões de VOCs estão sendo realizadas mudanças significativas tanto na formulação como na produção e aplicação das tintas (UEMOTO *et al.*, 2004). Compostos orgânicos voláteis também estão presentes em colas, adesivos, selantes, *thinner*, carpetes, materiais de revestimento e *toners* de impressoras e fotocopiadoras.

O objetivo do requisito é reduzir o impacto na saúde dos ocupantes proveniente de poluentes emitidos por materiais de acabamentos. Todas as metodologias analisadas fazem referência à utilização de materiais com baixo conteúdo de VOCs.

#### **4.7.5 Minimização do formaldeído**

O formol ou formaldeído é um composto com diversas aplicações na construção civil: é utilizado na confecção de celulose, tintas e corantes, resinas melamínicas, vidros, espelhos e explosivos. Exposições de longa duração a baixas concentrações de formaldeído podem causar dificuldade respiratória e enfisema. Além disso, o composto possui comprovado potencial carcinogênico em humanos (BRASIL, 2008).

O objetivo do requisito é reduzir o uso de produtos de madeira composta que contenham formaldeído para promover um ambiente interno saudável e evitar a exposição dos usuários a problemas de saúde. O LEED, o *GBTool* e o *Green Star* requerem o uso de madeiras compensadas e produtos fibrosos sem adição de formaldeído ou a não utilização de produtos de madeira composta.

#### **4.7.6 Controle de fontes químicas e poluentes internos**

Carmo e Prado (1999) identificam o controle dos poluentes como a maneira mais efetiva de manter limpo o ar no interior dos ambientes. Entretanto, acrescentam que o controle de todas as fontes e a mitigação de suas emissões nem sempre é possível ou praticável. A ventilação, natural ou mecânica, é então identificada como a segunda maneira mais efetiva de proporcionar condições aceitáveis de ar interno.

O requisito tem por objetivo evitar a exposição dos ocupantes do edifício a potenciais fontes químicas perigosas que impactam na qualidade do ar, evitando a contaminação cruzada das áreas de ocupação prolongada. No LEED, *GBTool* e *Green Star* o edifício é pontuado mediante o emprego de: sistemas permanentes de captura de poeira e partículas; áreas que

contêm equipamentos ou atividades geradoras de poluentes químicos separadamente ventiladas e isoladas de outros espaços ocupados; drenagem apropriada de resíduos líquidos em espaços onde ocorre a mistura de água e substâncias químicas concentradas; sistema de exaustão externo segregado, controlado pelos usuários, para remoção de poluentes internos.

#### **4.7.7 Asbestos**

O amianto ou asbesto é uma fibra mineral natural que, por suas propriedades físico-químicas<sup>79</sup>, abundância na natureza e, principalmente, baixo custo, tem sido largamente utilizado na indústria. Na construção civil é empregado principalmente em telhas e caixas d'água de cimento-amianto, tecidos para isolamento térmico, pisos vinílicos, papelões hidráulicos, tintas e massas retardadoras de fogo e plásticos reforçados. O amianto é uma fibra comprovadamente cancerígena (ABREA, 2007).

Vinte e um municípios, somente em São Paulo, já baniram o amianto. A sua comercialização e, em alguns casos, a produção já foi proibida permanentemente. Países como a Suíça e o Chile também proibem o uso do amianto. A União Européia proíbe toda e qualquer utilização do amianto no seu território desde 1º de janeiro de 2005, estando a sua extração igualmente proibida. Os trabalhadores que tenham que lidar com o amianto nas atividades de remoção do mesmo estão sujeitos a especiais condições de trabalho.

O objetivo do requisito é reduzir riscos à saúde dos ocupantes pela presença de materiais perigosos. O *Green Star* requer a realização de pesquisa de asbestos e remoção destes conforme definido pela *Occupational Health and Safety -OH&S*.

#### **4.7.8 Prevenção de mofo**

Objetiva reduzir o risco de surgimento de mofo e seus impactos associados à saúde dos ocupantes. O *Green Star* requer a prevenção de mofo pelo controle da umidade do sistema de ventilação mecânica.

#### **4.7.9 Eficiência das trocas de ar**

A Resolução 09 da ANVISA (BRASIL, 2003) faz recomendações sobre padrões referenciais de qualidade do ar interno em ambientes climatizados de uso público e coletivo.

---

<sup>79</sup> As propriedades químicas do amianto são: alta resistência mecânica e às altas temperaturas, incombustibilidade, boa qualidade isolante, durabilidade, flexibilidade, indestrutibilidade, resistente ao ataque de ácidos, álcalis e bactérias, etc.

A taxa recomendada de renovação do ar é de, no mínimo, 27 m<sup>3</sup>/hora/pessoa. No caso de ambientes com alta rotatividade de pessoas, a taxa de renovação mínima do ar é de 17 m<sup>3</sup>/hora/pessoa.

O objetivo do requisito é promover a troca eficiente de ar, introduzindo ar limpo no ambiente e eliminando ou diluindo os poluentes internos. O BREEAM requer o controle das taxas de ventilação em edifícios condicionados (12 l/s/pessoa  $\cong$  43 m<sup>3</sup>/hora/pessoa) e naturalmente ventilados e o LEED e o *GBTool* utilizam a *ASHRAE Standard 62-2001*<sup>80</sup> como referência para fixar os valores das taxas de ventilação.

#### 4.7.10 Taxas de ventilação

Carmo e Prado (1999) explicam que a ventilação é uma combinação de processos que resultam não só no fornecimento de ar externo, mas também na retirada do ar viciado de dentro de um edifício. Estes processos envolvem normalmente a entrada de ar externo, condicionamento e mistura do ar por todas as partes do edifício e a exaustão de alguma parcela do ar interno. A qualidade do ar interno pode deteriorar quando uma ou mais partes desse processo forem inadequadas. O CO<sub>2</sub>, por exemplo, pode se acumular em algumas partes do edifício caso quantidades insuficientes de ar forem introduzidas e misturadas dentro do mesmo.

A taxa na qual o ar externo é introduzido no ambiente interno é baseada na necessidade de diluição dos poluentes, controle dos odores e dos níveis de CO<sub>2</sub>. Clements-Croome (2005) identifica que as características pessoais, fatores relacionados ao edifício e atividade realizada no ambiente influenciam na escolha da taxa de ventilação que deve ser levada em consideração no projeto. Em geral, o aumento da taxa de ventilação provoca uma diminuição nos problemas relacionados à qualidade do ar interno. Entretanto, Carmo e Prado (1999) ressaltam que outros processos envolvidos na ventilação são igualmente importantes e exemplificam que edifícios com altas taxas de renovação de ar podem ter problemas devidos a uma distribuição desigual ou irregular de ar nos diversos ambientes internos, ou também devidos a uma exaustão ineficiente ou insuficiente. Mesmo em um local bem ventilado pode haver uma fonte tão forte de poluentes que contamine todo o ar. Uma boa prática identificada pelos autores é providenciar sistemas de exaustão separados para áreas em que existam

---

<sup>80</sup> A *ASHRAE Standard 62-2001* aceita como 25 m<sup>3</sup>/h/pessoa como a menor taxa de ventilação permitida mas os níveis podem chegar a 100 m<sup>3</sup>/h por ocupante. Para um edifício de escritórios é requerido 36 m<sup>3</sup>/h de ar fresco por pessoa não-fumante.

máquinas de fotocópia ou utilizem solventes. Deve ser lembrado que, quanto mais perto um sistema de exaustão está de uma fonte poluidora, mais efetiva é a ventilação.

O objetivo do requisito é aumentar as taxas de ar externas para promover um ambiente interno saudável. O *Green Star* pede que seja demonstrado que o edifício apresenta taxas de ventilação melhores que as estabelecidas na legislação local e atendimento à eficiência mínima determinada para as trocas de ar. O *GBTool* solicita que seja assegurada ventilação apropriada nas áreas de ocupação prolongada (de acordo com parâmetros da ASHRAE 129 - 1997), demonstrada por meio de simulação computacional.

#### **4.7.11 Conforto Acústico**

A localização da edificação e os componentes estruturais definidos no projeto determinarão o nível de exposição sonora a que o ambiente construído estará submetido. Os ocupantes dos edifícios não podem ser prejudicados ou perturbados em suas atividades cotidianas por ruídos aéreos (provenientes de ambientes vizinhos), por ruídos de impacto ou de equipamentos (provenientes de diferentes partes do edifício) e por ruídos do espaço exterior (meios de transporte, transeuntes, canteiro).

Os incorporadores e os construtores de estabelecimento ou de residências vizinhas de notórias fontes de poluição sonora têm a co-responsabilidade de empregar materiais e sistemas de vedação da entrada do som. Essa responsabilidade torna-se marcante quando as fontes de emissão de ruído são anteriores à construção (ANDRADE, 1998).

O objetivo do requisito é manter níveis de ruído interno aceitáveis para as atividades desempenhadas. O BREEAM, o *Green Star* e o *GBTool* requerem atendimento aos níveis de ruído interno de acordo com parâmetros definidos nas legislações locais. O HQE, na categoria conforto acústico, requer: **1)** adoção de dispositivos arquitetônicos espaciais favorecendo bom conforto acústico no que se refere: às condições de vizinhança entre ambientes num mesmo plano; à disposição interior dos ambientes; e às condições de superposição de ambientes; **2)** bom isolamento acústico: nível sonoro máximo; limitação dos ruídos aéreos exteriores, interiores, devidos a equipamentos e ruídos de impacto; **3)** garantia de correção acústica de ambientes quando necessário: limitar o tempo de reverberação; **4)** proteção da vizinhança e dos usuários de edifícios circunvizinhos quanto ao ruído.

#### 4.7.12 Avaliação dos especialistas aos requisitos da categoria Qualidade do ambiente interno e saúde

Os requisitos enviados para serem avaliados pelos especialistas estão descritos na Tabela 4.12.

**Tabela 4.12: Requisitos da categoria Qualidade do ambiente interno e saúde enviados aos especialistas**

Categoria: Qualidade do ambiente interno e saúde				
Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
QAI-1	Controle ambiental da fumaça de cigarro	Existência de controle ambiental da fumaça de cigarro	Verificar se são tomadas providências para minimizar a exposição dos usuários do edifício à fumaça de cigarro: proibição de fumar no edifício; provisão de uma área para fumantes projetada para conter, capturar e remover a fumaça do edifício; localização de qualquer abertura exterior das áreas designadas ao fumo longe de entradas e janelas operáveis	Análise de projeto
QAI-2	Plano de gestão da qualidade do ar interno	Existência de um plano de gestão da qualidade do ar interno	Verificar se foi desenvolvido um plano de gestão da qualidade do ar interno, prevendo o controle da contaminação microbiológica, contaminação química, parâmetros físicos de temperatura, umidade, velocidade e taxa de renovação do ar e de grau de pureza do ar, de acordo com parâmetros definidos pela Res. 09/2003 da ANVISA	Entrevista com projetistas
QAI-3	Controle e Monitoramento do CO <sub>2</sub>	Existência de um sistema de controle e monitoramento do CO <sub>2</sub>	Verificar se foram especificados sensores de CO <sub>2</sub> nos dutos de retorno	Análise de projeto
QAI-4	Compostos orgânicos voláteis	Uso de materiais de baixa emissividade de compostos orgânicos voláteis	Verificar se os materiais de acabamento (adesivos, selantes, tintas, carpete) têm baixa emissão de compostos orgânicos voláteis ou não são utilizados tais materiais	Entrevista com projetistas / consulta ao memorial descritivo / análise dos materiais especificados
QAI-5	Minimização do formaldeído	Uso de produtos de madeira composta com baixa emissão de formaldeído	Verificar se os produtos de madeira composta são de baixa emissão de formaldeído ou não são utilizados produtos de madeira composta	Entrevista com projetistas / consulta ao memorial descritivo / análise dos materiais especificados
QAI-6	Controle de fontes químicas e poluentes internos	Existência de fontes químicas e poluentes internos	Verificar o emprego de: sistemas permanentes de captura de poeira particulada; áreas segregadas com exaustão externa onde substâncias químicas ocorrem; drenagem apropriada de resíduos líquidos em espaços onde ocorre a mistura de água e substâncias químicas concentradas	Análise de projeto
QAI-7	Asbestos	Realização de pesquisa de asbestos	Verificar se foi realizada pesquisa de asbestos e todos os materiais que contém asbestos foram removidos	Entrevista com projetistas / consulta ao memorial descritivo / análise dos materiais especificados
QAI-8	Prevenção de mofo	Sistemas de condicionamento de ar e refrigeração	Verificar se o edifício é naturalmente ventilado ou se o sistema de ventilação mecânica é projetado para propiciar o controle da umidade	Análise de projeto / entrevista com projetista
QAI-9	Eficiência das trocas de ar		Verificar se a Taxa de Renovação do Ar é, no mínimo, de 27m <sup>3</sup> /hora/pessoa. No caso de ambientes com alta rotatividade de pessoas, verificar se a Taxa de Renovação do Ar mínima é de 17m <sup>3</sup> /hora/pessoa	Análise de projeto / entrevista com projetistas
QAI-10	Taxas de ventilação		Verificar se o edifício promove taxas de ventilação de acordo com a NBR 6401/80 e a Res. 9/2003 da ANVISA	Análise de projeto

**Tabela 4.12 (continuação): Requisitos da categoria Qualidade do ambiente interno e saúde enviados aos especialistas**

Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
QAI-11	Conforto térmico	11.1 Sistema permanente de monitoramento	Verificar se foi instalado um sistema de monitoramento permanente da temperatura e umidade, configurado para prover controle aos usuários sobre o desempenho do conforto térmico e a eficiência dos sistemas de umidificação/desumidificação do edifício	Análise de projeto
		11.2 Controle do conforto individual	Verificar a existência de pelo menos uma janela operável e acessível aos ocupantes e se o edifício foi projetado para proporcionar controle local (em cada sala ou espaço confinado) do sistema de condicionamento de ar	Análise de projeto
QAI-12	Conforto visual	12.1 Controle dos sistemas de iluminação, ventilação e térmico pelos ocupantes	Verificar a área de abrangência dos controles de iluminação e a distância máxima dos postos de trabalho a uma janela	Análise de projeto
		12.2 Controle de ofuscamento	Verificar se o ofuscamento é reduzido por meio de sombreamentos externos (brises, toldos, árvores) ou internos (persianas, película, cortina, etc)	Análise de projeto
		12.3 Vistas para o exterior	Verificar se a sala tem uma linha direta de visão através da janela para um local externo ou para um átrio interno dimensionado adequadamente e naturalmente iluminado. Verificar a % da sala com vista para o exterior (excluindo salas de fotocópia, almoxarifado, casa de máquinas, lavanderia e outros espaços de baixa ocupação)	Análise de projeto
QAI-13	Conforto acústico	Níveis de ruído interno (atenuação sonora através do envelope do edifício)	Verificar se no escritório os níveis sonoros são aceitáveis para as atividades desempenhadas, demonstrando que 95% dos espaços do edifício atende os níveis ambientais de ruído interno, de acordo com a NBR 10151/00: salas de reunião: 30 - 40 dB(A); salas de gerência, de projetos e de administração: 35 - 45 dB(A); salas de computadores: 45 - 65 dB(A)	Análise de projeto

A avaliação do primeiro especialista acadêmico manteve todos os requisitos e considerou a forma de levantamento dos dados adequada. Algumas observações foram feitas:

- no item QAI-3 observou que “um “sistema de monitoramento” é meio forte, pois um sensor de CO<sub>2</sub> é muito caro e os edifícios possuem muitos dutos de retorno. É melhor medir a concentração de CO<sub>2</sub> no edifício uma vez por ano”;
- no item QAI-8 observou que não é só o sistema de ar e refrigeração o responsável pelo mofo ou não da edificação, e que deveriam ser incluídos itens como proteção da estrutura contra umidade proveniente do solo; contra a umidade decorrente de chuvas e contra umidade decorrente da ocupação do imóvel;
- em relação aos itens QAI 9 e QAI 10 informou que eles “não estão se separando distintamente. Verificar apenas a taxa ou número de renovações não seria suficiente. De qualquer modo, ao avaliar o CO<sub>2</sub> já há controle da taxa de renovação”;
- no item QAI-11.1 considerou que “se os edifícios são grandes, um sistema de automação com processamento de arquitetura distribuída, parece-me indispensável e o mais adequado para o controle do condicionamento de ar x conforto x energia”;

- no item QAI-12.1 “faltou dar ênfase à manutenção dos níveis de iluminância de projeto. Na iluminação artificial, geral, o controle da iluminância por fotocélulas, para aproveitar a contribuição natural, parece-me muito oportuno”;
- sobre o QAI-13 comentou que ficou muito resumido e sugeriu incluir requisitos sobre vibrações.

Ao segundo especialista foi pedida a análise do item QAI-12 - Conforto visual. A primeira sugestão foi tornar o requisito QAI-12.1 referente apenas ao controle de iluminação (tirar ventilação e térmico pois são cobrados em outros itens). No requisito QAI-12.2 sugeriu o controle de ofuscamento natural e também o artificial. Incluiu as verificações de luminância direta (da tarefa e do fundo); potencial de risco de ofuscamento em planos de trabalho em competição com a tarefa; incidência de sol direta; posição das aberturas com relação às linhas de visão; e luz do sol brilhando em superfícies próximas. Sobre o QAI-12.3 comentou que é de difícil mensuração e questionou se seria considerada vista para o exterior “mesmo quando se enxerga apenas uma frestinha”. Sugeriu, além da porcentagem da sala com vista, verificar o tamanho das aberturas.

Ao terceiro especialista acadêmico foi questionado sobre o QAI-13 - Conforto acústico. Foi sugerido que se fizesse uma consulta ao projeto de norma “Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos” e que fossem incluídos todos os requisitos lá constantes referentes aos níveis de ruído admitidos na habitação: **1)** isolamento acústico entre unidades e entre dependências de uma mesma unidade (paredes internas); **2)** isolamento de vedações externas (fachadas e coberturas); **3)** ruído de impacto em piso; **4)** isolamento de ruído aéreo.

Ao especialista técnico foi pedida a avaliação dos itens QAI-1 ao QAI-11 (não foram incluídos os requisitos referentes ao conforto visual e conforto acústico pois fogem da sua competência). Suas observações foram:

- QAI-1 deve ser pré-requisito porque é obrigatório por lei;
- manter QAI-3. Ele considera que para uma edificação ser sustentável tem que ter sensores de CO<sub>2</sub> nos dutos de retorno;
- tornar pré-requisito os itens QAI-7 e QAI-10;
- considerou redundante o requisito QAI-8 pois as condições de controle com renovação de ar não são propícias à proliferação de mofo (a não ser fungos nas bandejas, que estão relacionadas à manutenção dos equipamentos). Acrescentou que este requisito é melhor aplicável a edifícios que não tenham sistemas de condicionamento de ar;
- sobre o QAI-9 comentou que deveria ter um meio de “aferir” o uso de dispositivos para garantir a efetiva renovação do ar de 27m<sup>3</sup>/h/ocupante;
- mudar no QAI-11.2 de “controle do conforto **individual**” para “controle do conforto **local**”, referente a cada compartimento ou sala. O argumento é a existência, atualmente,

de poucos fornecedores de equipamentos para controle local com insuflamento pelo piso, os chamados “*task air*”.

Quando questionado se incluiria algum requisito não coberto pelo *checklist*, respondeu que deveria ter, na Regulamentação de Eficiência Energética, uma tabela com os níveis de densidade de potência instalada ( $W/m^2$ ) para o sistema de condicionamento de ar, assim como a existente para o sistema de iluminação.

Sobre a experiência de projetar segundo os requisitos do LEED, apontou como principal vantagem a possibilidade de discussão de soluções integradas entre os projetistas, analisando as potenciais conseqüências das decisões tomadas<sup>81</sup>. Citou como exemplo que, às vezes, os arquitetos impõem suas decisões arquitetônicas sem considerar o quanto poderá afetar negativamente o projeto de condicionamento de ar.

#### **4.7.13 Checklist final da categoria Qualidade do ambiente interno e saúde**

Após as considerações dos especialistas (destacadas em azul), o *checklist* final utilizado para o levantamento de dados é apresentado na Tabela 4.13. No apêndice 1 encontram-se as planilhas de apoio utilizadas para registro dos dados levantados.

---

<sup>81</sup> Sobre esta questão, Groot *et al.* (1999) afirmam que para que se consiga um projeto voltado às questões do ciclo de vida da edificação é necessário melhorar a comunicação entre os participantes envolvidos no projeto, nos estágios mais iniciais possíveis, para que sejam capazes de entender as conseqüências de suas decisões de projeto em outros campos. Como exemplo, os autores citam que a decisão de um arquiteto de tornar a aparência do edifício mais transparente, aumentando a área de janelas na fachada, aumentará a carga necessária para resfriamento no verão e, portanto, o engenheiro deve ser advertido desta mudança no projeto para avaliar a necessidade de aumento na capacidade do sistema de resfriamento.

Tabela 4.13: Checklist final utilizado para o levantamento de dados da categoria Qualidade do ambiente interno e saúde

Categoria: Qualidade do ambiente interno e saúde				
Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
QAI-1	Controle ambiental da fumaça de cigarro	Existência de controle ambiental da fumaça de cigarro	Verificar se são tomadas providências para minimizar a exposição dos usuários do edifício à fumaça de cigarro: proibição de fumar no edifício; provisão de uma área para fumantes projetada para conter, capturar e remover a fumaça do edifício; localização de qualquer abertura exterior das áreas designadas ao fumo longe de entradas e janelas operáveis	Análise de projeto
QAI-2	Plano de gestão da qualidade do ar interno	Existência de um plano de gestão da qualidade do ar interno	Verificar se foi desenvolvido um plano de gestão da qualidade do ar interno, prevendo o controle da contaminação microbiológica, contaminação química, parâmetros físicos de temperatura, umidade, velocidade e taxa de renovação do ar e de grau de pureza do ar, de acordo com parâmetros definidos pela Res. 09/2003 da ANVISA	Entrevista com projetistas
QAI-3	Controle e monitoramento do CO <sub>2</sub>	Existência de um sistema de controle do CO <sub>2</sub>	Verificar se foram especificados sensores de CO <sub>2</sub> nos dutos de retorno	Análise de projeto
QAI-4	Compostos orgânicos voláteis	Uso de materiais de baixa emissividade de compostos orgânicos voláteis	Verificar se os materiais de acabamento (adesivos, selantes, tintas, carpetes) têm baixa emissão de compostos orgânicos voláteis ou não são especificados tais materiais	Entrevista com projetistas / consulta ao memorial descritivo / análise dos materiais especificados
QAI-5	Minimização do formaldeído	Uso de produtos de madeira composta com baixa emissão de formaldeído	Verificar se os produtos de madeira composta são de baixa emissão de formaldeído ou não são utilizados produtos de madeira composta	Entrevista com projetistas / consulta ao memorial descritivo / análise dos materiais especificados
QAI-6	Controle de fontes químicas e poluentes internos	Existência de fontes químicas e poluentes internos	Verificar o emprego de: sistemas permanentes de captura de poeira e partículas; áreas segregadas com exaustão externa onde substâncias químicas ocorrem; drenagem apropriada de resíduos líquidos em espaços onde ocorre a mistura de água e substâncias químicas concentradas	Análise de projeto
QAI-7	Asbestos	Realização de pesquisa e remoção de asbestos	Verificar se foi realizada pesquisa de asbestos e todos os materiais que contém asbestos foram removidos	Entrevista com projetistas / consulta ao memorial descritivo / análise dos materiais especificados

**Tabela 4.13 (continuação): Checklist final utilizado para o levantamento de dados da categoria Qualidade do ambiente interno e saúde**

Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
QAI-8	Prevenção de mofo	8.1 Proteção da estrutura contra umidade proveniente do solo	Verificar se o projeto da edificação especifica lastros drenantes, barreiras impermeáveis ou outras disposições que impeçam a passagem da umidade proveniente do solo através dos componentes da estrutura, fundações, cortinas, pisos e paredes	Análise de projeto considerando as disposições da norma NBR 9.575/03
		8.2 Proteção da estrutura contra a umidade decorrente de chuvas	Verificar se o projeto da edificação prevê todos os elementos e detalhes necessários para que não ocorra constante umidificação dos componentes estruturais, incluindo telhados, hidrofugação ou impermeabilização de fachadas, sistemas de impermeabilização de lajes de cobertura, terraços e outros. Verificar se as estruturas aparentes em madeira, metal ou concreto são protegidas com verniz ou pintura impermeabilizante, adotando-se os detalhes construtivos que evitem empoçamentos/deposição de água sobre os componentes estruturais (drenos, cobremuros, peitoris, pingadeiras, etc)	Análise de projeto considerando a adequação dos materiais e detalhes construtivos adotados e o atendimento às disposições previstas nos documentos citados na ABNT (2007b)
		8.3 Proteção da estrutura contra umidade decorrente da ocupação do imóvel	Verificar se o projeto da edificação prevê todos os elementos e detalhes necessários para que não ocorra constante umidificação dos componentes estruturais, incluindo estanqueidade das instalações hidrossanitárias, hidrofugação ou impermeabilização de paredes internas, sistemas de impermeabilização de pisos, box de chuveiros, terraços e outros. Verificar se as estruturas aparentes em madeira, metal ou concreto são protegidas com verniz ou pintura impermeabilizante, adotando-se os detalhes construtivos que evitem empoçamentos/deposição de água sobre os componentes estruturais (caimentos, ausência de frestas, drenos, etc)	Análise do projeto considerando a adequação dos materiais e detalhes construtivos adotados e o atendimento às disposições previstas nos documentos citados na ABNT (2007b)
QAI-9	Eficiência das trocas de ar		Verificar se a Taxa de Renovação do Ar é, no mínimo, de 27 m <sup>3</sup> /hora/pessoa. No caso de ambientes com alta rotatividade de pessoas, verificar se a Taxa de Renovação do Ar mínima é de 17 m <sup>3</sup> /hora/pessoa	Análise de projeto / entrevista com projetistas
QAI-10	Taxas de ventilação		Verificar se o edifício promove taxas de ventilação de acordo com a NBR 6401/80 e a Res. 9/2003 da ANVISA	Análise de projeto / simulação computacional ( <b>não será realizada neste trabalho</b> )
QAI-11	Conforto térmico	11.1 Sistema permanente de monitoramento	Verificar se foi instalado um sistema de monitoramento permanente da temperatura e umidade, configurado para prover controle aos usuários sobre o desempenho do conforto térmico e a eficiência dos sistemas de umidificação/desumidificação do edifício. <b>Verificar se há um sistema de automação com processamento de arquitetura distribuída</b>	Análise de projeto
		11.2 Controle do conforto local	Verificar a existência de pelo menos uma janela operável e acessível aos ocupantes e se o edifício foi projetado para proporcionar controle local (em cada sala ou espaço confinado) do sistema de condicionamento de ar	Análise de projeto

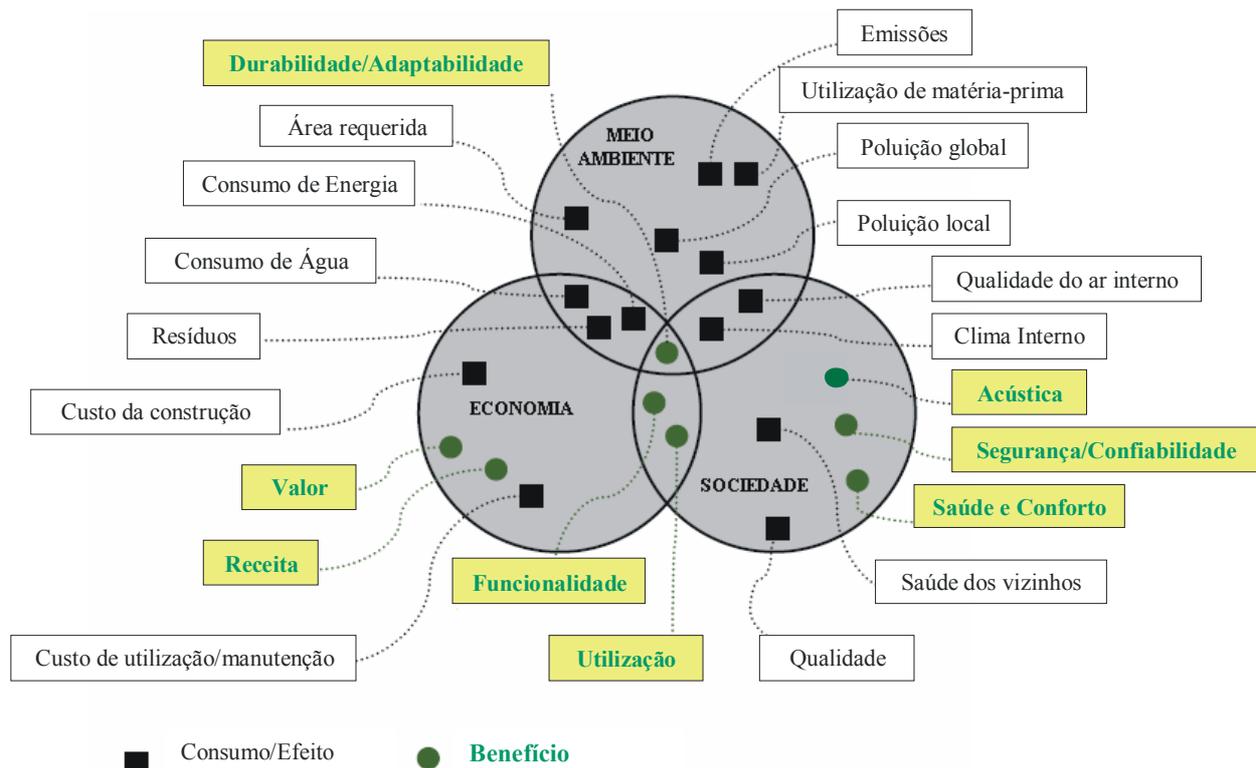
**Tabela 4.13 (continuação): Checklist final utilizado para o levantamento de dados da categoria Qualidade do ambiente interno e saúde**

Ref.	Subcategoria	Requisito	Como avaliar	Como obter a informação
QAI-12	Conforto visual	<p><b>12.1</b> Controle dos sistemas de iluminação pelos ocupantes</p> <p><b>12.2</b> Controle de ofuscamento</p> <p><b>12.3</b> Vistas para o exterior</p>	<p>Verificar a área de abrangência dos controles de iluminação e a distância máxima dos postos de trabalho a uma janela. <b>Verificar a divisão dos circuitos, a contribuição da luz natural e o desligamento automático do sistema de iluminação</b></p> <p>Verificar se o ofuscamento é reduzido por meio de sombreamentos externos (brises, toldos, árvores) ou internos (persianas, película, cortina, etc). <b>Verificar as luminâncias, a incidência de sol direta nos ambientes, a posição das aberturas com relação às linhas de visão e se há luz do sol brilhando em superfícies próximas</b></p> <p>Verificar se a sala tem uma linha direta de visão através da janela para um local externo ou para um átrio interno dimensionado adequadamente e naturalmente iluminado. <b>Verificar a % da sala com vista para o exterior (excluindo salas de fotocópia, almoxarifado, casa de máquinas, lavanderia e outros espaços de baixa ocupação). Verificar o tamanho das aberturas</b></p>	<p>Análise de projeto</p> <p>Análise de projeto</p> <p>Análise de projeto</p>
QAI-13	Conforto Acústico	<p><b>13.1</b> Níveis de ruído admitidos na habitação: isolamento acústico entre unidades e entre dependências de uma mesma unidade (paredes internas)</p> <p><b>13.2</b> Níveis de ruído admitidos na habitação: isolamento de vedações externas (fachadas e coberturas)</p> <p><b>13.3</b> Níveis de ruído admitidos na habitação: ruído de impacto em piso</p> <p><b>13.4</b> Níveis de ruído admitidos na habitação: isolamento de ruído aéreo</p>	<p><b>Verificar se os critérios e níveis de desempenho relacionados com o ensaio de campo (Diferença Padronizada de Nível Ponderada) ou com o ensaio de laboratório (Índice de Redução Sonora Ponderado) atendem às especificações da ABNT (2007d) entre ambientes (paredes internas)</b></p> <p><b>Verificar se os critérios e níveis de desempenho relacionados com o ensaio de campo (Diferença Padronizada de Nível Ponderada) ou com o ensaio de laboratório (Índice de Redução Sonora Ponderado) atendem às especificações da ABNT (2007d) para as vedações externas</b></p> <p><b>Verificar se o Nível de Pressão Sonora de Impacto Padronizado Ponderado atende às especificações da ABNT (2007c)</b></p> <p><b>Verificar se os critérios e níveis de desempenho relacionados com o ensaio de campo (Diferença Padronizada de Nível Ponderada) ou com o ensaio de laboratório (Índice de Redução Sonora Ponderado) atendem às especificações da ABNT (2007d) para as vedações externas</b></p>	<p>Método de avaliação determinado pela ABNT (2007d) <b>(não será avaliado neste trabalho)</b></p> <p>Método de avaliação determinado pela ABNT (2007d) <b>(não será avaliado neste trabalho)</b></p> <p>Método de avaliação determinado pela ABNT (2007c) <b>(não será avaliado neste trabalho)</b></p> <p>Método de avaliação determinado pela ABNT (2007d) <b>(não será avaliado neste trabalho)</b></p>

## 4.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Este capítulo apresentou os requisitos de sustentabilidade selecionados para serem avaliados no levantamento de dados nos edifícios. Este levantamento gerará parâmetros de desempenho que serão utilizados para compor a metodologia para avaliação da sustentabilidade de edifícios a ser proposta. Os requisitos a avaliar foram classificados em seis categorias: **1) Uso e ocupação do solo; 2) Água; 3) Materiais e Recursos; 4) Transporte e acessibilidade; 5) Energia; 6) Qualidade do ambiente interno e saúde.** Inicialmente, se pretendia incluir **Gestão** como uma sétima categoria a ser avaliada (e alguns levantamentos foram até realizados, baseados nos requisitos da categoria Gestão do BREEAM e do *Green Star*). Entretanto, está em desenvolvimento no Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável a categoria **Gestão do empreendimento**. Apesar de o Projeto ter escopo voltado para edificações residenciais, esta categoria é válida para qualquer tipologia de edifícios. Resumidamente, nela o empreendedor deve gerenciar e dirigir suas próprias funções internas e seus fornecedores (projetistas, construtoras, etc) a fim de reduzir o impacto ambiental de seus empreendimentos e assegurar o conforto e a saúde das pessoas por eles afetadas. Cabe a cada empreendedor definir a organização, as competências, o método, os meios e a documentação necessários para alcançar seus objetivos e atender às necessidades e expectativas das partes interessadas e às exigências do desempenho requerido. Tendo em vista sua abrangência - extremamente mais completa do que se estava avaliando - e o fato de a categoria ser genérica para qualquer tipologia, optou-se por utilizá-la, quando estiver concluída, para integrar a metodologia para avaliação da sustentabilidade de edifícios a ser proposta, juntamente com as outras seis categorias. Por esta razão, a sétima categoria foi excluída deste trabalho.

Durante a análise dos requisitos discutidos neste capítulo pôde-se perceber que uma mesma questão pode ser analisada sob diferentes pontos de vista e interagir com outros requisitos de diversas maneiras. As taxas de ventilação e iluminação, por exemplo, são determinantes para a qualidade do ar interno das edificações, mas também afetam diretamente o consumo de energia. Da mesma forma, quando se inclui na consideração os aspectos sociais e econômicos, não há uma divisão clara entre eles: o consumo de água e energia, por exemplo, pode ser encarado do ponto de vista ambiental ou econômico; a qualidade do ar interno relaciona-se com o meio ambiente e com o bem estar social. A Figura 4.1 ilustra a inter-relação entre os requisitos ambientais, sociais e econômicos.



**Figura 4.1: Inter-relação dos requisitos ambientais, sociais e econômicos (adaptado de LÜTZKENDORF, 2005)**

Apesar de não terem sido definidas categorias específicas para os aspectos sociais e econômicos, eles estão presentes dissolvidos nas demais categorias. O nível de abrangência destes aspectos ficou restrito às questões nas quais as etapas de planejamento e projeto têm influência. Não foram consideradas questões relacionadas à situação empregatícia ou à renda dos trabalhadores da construção, por exemplo, pois estão diretamente relacionadas à etapa de execução da obra, que não faz parte do escopo deste trabalho.

Acredita-se que o conjunto dos requisitos determinados para levantamento em campo tenha sido abrangente o suficiente para cobrir, se não todas, as principais questões relacionadas à sustentabilidade das edificações. Para cada requisito foi apresentado o contexto no qual estão inseridos e o objetivo de avaliá-los, apontando referências de trabalhos, normas e legislações - quando existentes. Também foram apresentados parâmetros de referência (*benchmarks*) de uma ou mais das metodologias estudadas no capítulo 2, para que se possa comparar com os resultados obtidos no levantamento de dados das edificações de Florianópolis. Os *benchmarks* internacionais também poderão ser utilizados como referência para a proposição dos parâmetros da metodologia de avaliação da sustentabilidade a ser

proposta, nos casos em que não haja dados suficientes provenientes das avaliações em campo e na literatura nacional.

Especificamente para a categoria Água, o trabalho de Kalbusch (2006) facilitou sobremaneira a compreensão do tratamento dispensado aos requisitos e critérios de sustentabilidade de sistemas prediais hidráulicos e sanitários. Ao mesmo tempo, agilizou a pesquisa desta categoria, uma vez que não foi necessário repetir um trabalho já realizado.

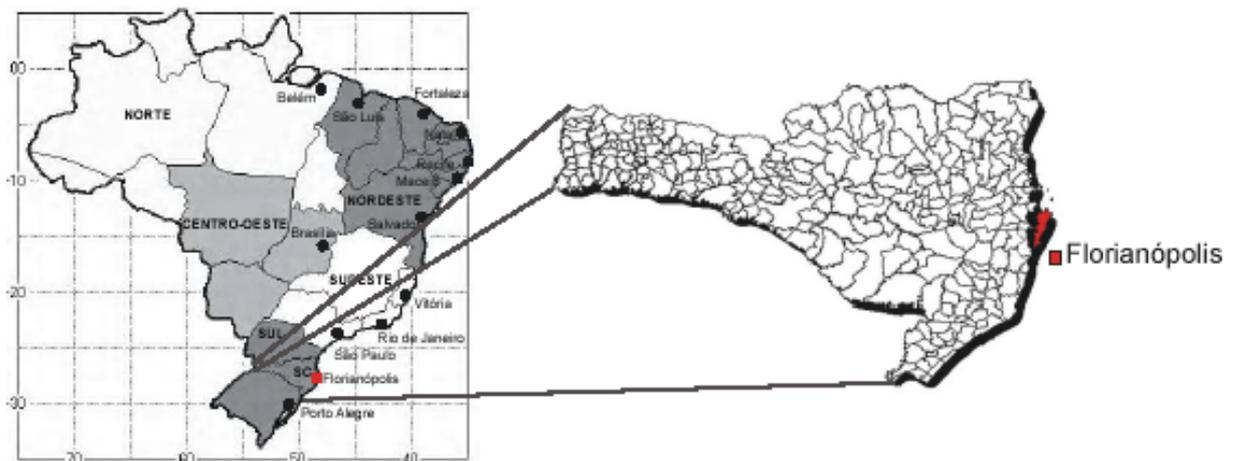
A avaliação dos especialistas sobre os requisitos foi de fundamental importância sob os seguintes aspectos: **1)** análise da pertinência dos requisitos ao contexto brasileiro, excluindo requisitos não aplicáveis ao contexto atual do país e incluindo requisitos esquecidos; **2)** identificação de requisitos que deveriam ser pré-requisitos, dada sua importância à sustentabilidade; **3)** inclusão de verificações que aumentaram o nível de detalhamento dos dados a serem levantados em campo; **4)** validação dos *checklists* elaborados para levantamento dos dados de cada categoria. Entretanto, cabe observar que, com exceção dos especialistas que foram entrevistados pessoalmente, não se sabe quanto tempo foi dispensado para e em que nível de detalhamento foi realizada a avaliação. Apesar de cada profissional ser especialista na área correlata às categorias sob avaliação, as avaliações podem ter sido muito otimistas ou, por outro lado, muito pessimistas, em função da subjetividade das opiniões de um grupo restrito de pessoas.

A determinação dos requisitos e sua validação pelos especialistas teve como resultado a elaboração de *checklists* e planilhas auxiliares para o levantamento de dados em campo. Tais ferramentas permitem a repetibilidade do método utilizado neste trabalho em outros locais onde se deseja realizar um levantamento de dados, seja do edifício como um todo ou em alguma categoria específica. O desenvolvimento de um método reproduzível, além de facilitar novos levantamentos, auxiliará na definição de *benchmarks* de outras localidades e no reconhecimento das características particulares de cada região.

## 5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DE DADOS

### 5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo apresenta resultados e discussões acerca do levantamento de dados realizado para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios de escritórios. O levantamento foi realizado em empreendimentos de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina. O município, de 451km<sup>2</sup> de área, está localizado a 27°40' de latitude sul, 48°33' de longitude oeste e a 7m de altitude (Figura 5.1).



**Figura 5.1: Mapa do Brasil com a localização da cidade de Florianópolis – SC**

A amostra dos edifícios foi definida com base em um relatório de projetos aprovados da Secretaria Municipal de Urbanismo e Serviços Públicos de Florianópolis – SUSP. Todos os edifícios de escritórios da parte insular de Florianópolis, com três ou mais pavimentos, com pavimento garagem e cujos projetos foram aprovados entre 2000 e 2005 foram selecionados. A amostra compreendeu 17 edifícios e 11 empresas construtoras a eles correlacionadas. Estas construtoras podem ser consideradas as maiores de Florianópolis.

Optou-se por não identificar as edificações em função da confidencialidade das informações levantadas e devido ao possível constrangimento que um mau desempenho da edificação pudesse causar em empreendimentos novos ou ainda em lançamento. Por esta razão, não serão apresentados os nomes dos edifícios, das construtoras e dos projetistas, bem como fotografias que os identifiquem. Os edifícios foram numerados seqüencialmente, de 1 a 17.

O levantamento dos dados foi conduzido a partir dos *checklists* finais de cada categoria, apresentados no capítulo 4, e os dados levantados foram registrados em planilhas de apoio. As planilhas com as avaliações completas encontram-se nos apêndices 3 a 19. O levantamento de dados consistiu na análise de projetos, entrevistas<sup>82</sup> com projetistas, construtores e responsáveis pela administração dos edifícios, registros fotográficos e cálculos de variáveis. Nos edifícios que já estão concluídos, também foram realizadas visitas *in loco* para identificação e confirmação de algumas características dos projetos dos edifícios.

Os *checklists* utilizados para o levantamento dos dados foram os mesmos para todos os edifícios, independente da etapa em que se encontravam. Durante o levantamento observou-se que alguns dados não poderiam ser levantados, pois exigiriam a verificação *in loco*, como os tipos e eficiência de condicionadores de ar de janela e *split* (pois serão instalados pelos proprietários em suas respectivas unidades) e a existência de divisórias modulares internas nas salas (as divisões internas, na maioria dos edifícios, ficam a cargo dos usuários das salas). Outros requisitos não puderam ser verificados em algumas edificações em função da não disponibilização de projetos; dos projetos estarem incompletos; de materiais, componentes e sistemas ainda não terem sido especificados; ou por dificuldade de rastreabilidade das informações. E ainda, certos requisitos incluídos no *checklist* por serem considerados essenciais a edificações mais sustentáveis, não foram avaliados neste trabalho. Tais requisitos demandavam medições, avaliações ou simulações demoradas ou complexas, exigindo dedicação específica só para estes levantamentos. Os **requisitos incluídos no checklist que não foram objeto de análise** neste trabalho são: QAI-10 - Taxas de ventilação e QAI-13 - Conforto acústico.

A seguir são apresentados os resultados do levantamento de dados realizado nos edifícios e, na sequência, a discussão e identificação dos parâmetros de desempenho observados nas edificações.

---

<sup>82</sup> Cabe observar que as informações obtidas nas entrevistas foram adotadas como verdadeiras. Não se buscou evidências objetivas, por exemplo, da utilização de madeira de reflorestamento (análise da procedência do produto através de consultas aos fornecedores e da análise das notas fiscais), ou efetiva remoção de materiais que contêm asbestos. Algumas destas informações puderam ser cruzadas com a análise dos projetos ou visitas *in loco* (realizadas em edifícios que já estão concluídos). Por exemplo, em um dos edifícios, quando questionado ao construtor se utilizava materiais que possuíam asbestos, a resposta foi não. Entretanto, na visita *in loco* ao edifício correspondente foi observada a existência de telhas de cimento-amianto em uma parte da cobertura.

## 5.2 RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DE DADOS DOS EDIFÍCIOS

### 5.2.1 Caracterização dos edifícios

O edifício 1 encontra-se em fase final de projeto e tem como objetivo a certificação *Gold* do LEED. A equipe multidisciplinar é formada por profissionais de Florianópolis, aos quais foram dadas diretrizes gerais de projeto contendo as metas a serem atingidas e a forma de implementá-las. O Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LABEEE e o Laboratório de Conforto Ambiental – LABCON, ambos da UFSC, foram consultores no processo de desenvolvimento do projeto, assim como a empresa americana *Paladino and Co.* O projeto, registrado no LEED em 20 de setembro de 2005, foi ganhador do III Grande Prêmio de Arquitetura Corporativa 2006 (Brasil) na categoria *Green Building*. No terreno serão construídos um bloco principal de escritórios (objeto de análise neste trabalho) e um segundo edifício (Prédio II) com quatro quadras de tênis cobertas, duas descobertas, restaurante e academia de ginástica.

Os edifícios 2 a 7 estavam em construção quando o levantamento de dados foi realizado. Os edifícios 2, 3 e 4 estão com as salas à venda. O edifício 5, apesar de estar ainda na etapa de execução da estrutura, já está todo locado para uma só empresa. O edifício 6 foi construído para ser a nova sede da empresa construtora, mas no momento da entrevista a empresa tinha recebido uma proposta de compra e estava negociando a possível venda do edifício. O edifício 7 foi locado para um órgão público.

Os edifícios 8 a 17 são os edifícios avaliados que já estão em operação. Além das informações obtidas nos projetos foi possível verificar alguns requisitos *in loco*. Os edifícios 8 a 11 e 14 e 15 são de escritórios privados; os edifícios 12, 13 e 16 são ocupados por órgãos públicos, e o 17 é de consultórios da área da saúde (pertence a um conjunto de três edifícios que formam um complexo hospitalar).

As principais características dos edifícios são apresentadas na Tabela 5.1. Os demais resultados do levantamento de dados são apresentados nos itens 5.2.2 a 5.2.7, separados por categoria de avaliação.

**Tabela 5.1: Características dos edifícios avaliados**

CARACTERÍSTICA	EDIFÍCIO								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Área construída (m <sup>2</sup> )	12.076,00	6.587,27	1.751,50	5.057,06	8.647,52	1.409,80	7.818,44	8.914,42	7.825,38
Área terreno (m <sup>2</sup> )	21.151,55	dado não obtido	dado não obtido	dado não obtido	dado não obtido	358,18	dado não obtido	dado não obtido	1.174,00
Localização	15km do centro	centro da cidade	8km do centro	centro da cidade	centro da cidade	centro da cidade	centro da cidade	8km do centro	centro da cidade
Entrega da obra	(etapa de projeto)	(entrega em fev/2008)	(entrega em mar/2008)	(entrega em dez/2008)	(entrega em dez/2008)	outubro/2007**	agosto/2007**	outubro/ 2006	janeiro/2005
Forma	retangular	retangular	triangular	quadrada	quadrada	retangular	retangular	quadrada	retangular
Orientação fachada principal*	oeste	oeste	norte	oeste	sul	oeste	oeste	oeste	oeste
Proporção (largura x profundid.)	1 x 3,63	2 x 1	-	1 x 1	1 x 1	2,15 x 1	1 x 5,25	1 x 1	1 x 1,32
Dimensão da fachada principal (m)	27,00	11,00	15,00	16,00	20,00	18,08	8,00	20,54	15,60
Descrição	1 subsolo; térreo com mezanino; 1 pvto tipo; ático	3 subsolos; térreo; sobreloja; 2 pvto garagem; 11 pvto tipo; ático	1 subsolo; térreo; sobreloja; 3 pvto tipo; ático	1 subsolo; térreo; sobreloja; 2 pvto garagem; 8 pvto tipo; ático	1 subsolo; térreo; sobreloja, 2 pvto garagem; 13 pvto tipo; ático	1 subsolo; térreo/garagem; 6 pvto tipo; ático	2 subsolo; térreo; 9 pvto tipo; ático	1 subsolo; térreo; 10 pvto tipo; ático	1 subsolo; térreo; sobreloja; 2 pvto garagem; 13 pvto tipo; ático
Área pvto tipo (m <sup>2</sup> )	2.717,00	238,21	219,00	247,98	356,34	134,62	327,60	390,21	309,86
Nº salas por pvto tipo	1	4 (do 1º ao 10º) 1 (no 11º pvto)	6	1	4	1	1 ou 2	15	8 (1º ao 8º) e 4 (9º ao 13º)
Área de implantação do projeto	AMS	AMC-6	AMC-4	AMC-3	AMC-6	ARP-6	ARP-6	AMC-4	AMC-5
Localização em rel. ao sistema viário	50,00m	3,00m	3,00m	3,00m	6,00m	6,45m	7,00m	7,00m	5,50m
Classificação funcional da via	arterial	arterial	coletora	arterial	arterial	arterial	coletora	coletora	arterial

\*Orientação da fachada principal = fachada voltada para a rua principal

\*\*Edifícios em construção quando do levantamento de dados

LEGENDA:

AMS = Área Mista de Serviço

AMC - Áreas Mistas Centrais

ARP - Áreas Residenciais Predominantes

APT - Áreas para Parques Tecnológicos

**Tabela 5.1 (continuação): Características dos edifícios avaliados**

CARACTERÍSTICA	EDIFÍCIO									
	10	11	12	13	14	15	16	17		
Área construída (m <sup>2</sup> )	4.140,69	6.857,20	3.847,63	5.304,19	7.856,84	5.626,54	5.824,40	11.904,85		
Área terreno (m <sup>2</sup> )	760,00	7.000,00	43.211,09	933,63	1.200,83	680,00	dado não obtido	11.538,00		
Localização	centro da cidade	10km do centro	15km do centro	centro da cidade	centro da cidade	centro da cidade	centro da cidade	centro da cidade		
Entrega da obra	fevereiro/2004	dezembro/2004	julho/2004	abril/2002	dezembro/2003	julho/2002	agosto/2002	novembro/2004		
Forma	retangular	retangular	retangular	retangular	retangular	retangular	retangular	quadrada		
Orientação fachada principal*	sul	sul	oeste	leste	leste	norte	leste	oeste		
Proporção (largura x profundid.)	1 x 2	1 x 1	1 x 1,56	1 x 2,2	1 x 2	1 x 2,46	1 x 3,31	1 x 1		
Dimensão da fachada principal (m)	10,10	27,48	25,83	13,47	13,31	9,60	11,78	36,00		
Descrição	1 subsolo; térreo, 2 pvtos garagem; 10 pvtos tipo; ático	1 subsolo; térreo, 5 pvtos tipo; ático	1 subsolo; térreo; 2 pvtos tipo; ático	2 subsolos; térreo; sobreloja; 1º pvto; pilotis; 5 pvtos tipo	2 subsolos; térreo; 2 pvtos garagem; 11 pvtos tipo; ático	2 subsolos; térreo; sobreloja; garagem; 10 pvtos tipo; ático	1 subsolo; térreo; sobreloja; 5 pvtos tipo; ático	1 subsolo; 1 pvto garagem; térreo; 5 pvtos tipo; ático		
Área pvto tipo (m <sup>2</sup> )	189,98	700,00	1.035,54	276,44	295,91	223,45	288,05	1.153,70		
Nº salas por pvto tipo	2	13	1	1	5	5	1	22		
Área de implantação do projeto	AMC-6	APT-3	AMS	AMC-6	AMC-6	AMC-6	AMC-6	AMC-3		
Localização em rel. ao sistema viário	11,50m	12,00m	45,00m	8,00m	25,00m	2,00m	3,00m	40,00m		
Classificação funcional da via	arterial	local	arterial	arterial	coletora	coletora	coletora	local		

\*Orientação da fachada principal = fachada voltada para a rua principal

\*\*Edifícios em construção quando do levantamento de dados

LEGENDA: AMS = Área Mista de Serviço

AMC - Áreas Mistas Centrais

ARP - Áreas Residenciais Predominantes

APT - Áreas para Parques Tecnológicos

### 5.2.2 Uso e ocupação do solo

Todos os projetos atendem ao Plano Diretor do município de Florianópolis quanto ao número máximo de pavimentos, índice de aproveitamento, taxa de ocupação máxima e afastamentos obrigatórios. Entretanto, nenhum deles utiliza taxas de ocupação menos densas que o estipulado no Plano Diretor. O edifício 7 é o único que não atende ao Plano Diretor quanto à adequação ao uso pretendido.

Apenas o edifício 1 apresenta corpo d'água próximo, a aproximadamente 350m (Rio do Mel, cuja largura varia de 10 a 50m e a vazão média é de 29,50 l/s). Nos demais edifícios os corpos d'água situam-se a distâncias maiores que 500m. Todos eles atendem às larguras mínimas da faixa de preservação - de acordo com o Código Florestal - e não constituem áreas de preservação permanente - APP - de acordo com a Resolução 303/02 do CONAMA. Nenhum dos terrenos estava degradado por contaminação ambiental antes da implantação do projeto.

As edificações 3, 11 e 17 estão implantadas em encosta de morro e a implantação dos projetos respeita as curvas de nível dos terrenos.

Os edifícios 11 e 12 foram implantados em áreas não edificadas. O edifício 1 será implantado parcialmente em área previamente construída: a implantação se dará em parte sobre um estacionamento existente e outra sobre vegetação gramínea. Uma parte da área do terreno impermeabilizada pelo antigo estacionamento será substituída por vegetação nativa ou adaptativa (até a data da entrevista não tinha sido definida a porcentagem substituída e nem o tipo de vegetação a ser utilizada). Os demais edifícios foram implantados em áreas previamente construídas. No entanto, parte da área anteriormente impermeabilizada nestes edifícios não foi substituída por vegetação, resultando em terrenos 100% impermeabilizados pela edificação, calçadas e acessos ao redor do edifício. Na edificação 7 foi mantido um Flamboyant que existia na frente da antiga casa existente no local. Os edifícios 14 e 17 mantiveram casas tombadas que existiam anteriormente no terreno. No edifício 14 a casa funciona como *showroom* da construtora e no 17 serviu de plantão de vendas e atualmente funciona a administração do edifício.

Com exceção dos edifícios 1, 6, 11 e 12, corte e aterro não foram balanceados dentro dos terrenos e bastante material foi transportado para fora do canteiro (não foi possível obter informações sobre os volumes transportados). O edifício 1 aproveita a inclinação natural do terreno e terá pouca movimentação de terra. A escavação será feita apenas para a execução do

subsolo, com aproveitamento do material retirado para nivelamento do terreno vizinho, balanceando corte e aterro dentro do terreno. No edifício 6 houve retirada de material, mas este foi aproveitado em outra obra da construtora, que possui diversas obras em andamento e sempre tem alguma que precisa de aterro para regularização do terreno. No edifício 11 houve movimentação de terra (corte) para implantação da edificação no terreno inclinado e execução dos pavimentos no subsolo. No projeto foi feita análise da quantidade de terra cortada que seria reutilizada e esta foi mantida no canteiro. O restante foi retirado mas não foi possível obter dados relativos à quantidade e destino. No edifício 12, corte e aterro foram balanceados dentro do terreno.

A exceção do edifício 1 que atenderá a um pré-requisito do LEED, nenhum dos demais edifícios desenvolveu um Plano para Controle de Sedimentação e Erosão, com objetivo de prevenir a poluição nas atividades de construção. Entretanto, algumas observações puderam ser feitas durante as entrevistas com os construtores de alguns edifícios: as atividades de carpintaria e armação de ferragens nos edifícios 1, 10 e 13 serão executadas fora do canteiro de obras, para reduzir o ruído nas edificações vizinhas, provocado por estas atividades. Na edificação 2, as atividades de carpintaria serão executadas no canteiro e as ferragens serão compradas já dobradas. Outras preocupações com o entorno e a limitação de incômodos às edificações vizinhas foram observada na entrevista com o construtor dos edifícios 10 e 13: lavagem dos pneus dos veículos que saem do canteiro de obras; realização de levantamento fotográfico, relatório do estado do entorno (realizado por perito técnico) e reuniões com os vizinhos para expor o que será construído, a finalidade da construção e apresentar possíveis transtornos que ocorrerão.

Com relação à humanização das áreas dentro dos limites do terreno:

- o edifício 1 possui espaços sombreados (no telhado jardim e árvores entre as vagas externas de garagem); assentos para descanso (no telhado jardim e no Prédio II); áreas verdes (no telhado jardim e arredores da edificação - o edifício será implantado próximo aos parques ambientais Cidade das Abelhas e Estação dos Carijós); café, restaurante, floricultura, salão de beleza, quadra de tênis, academia de ginástica, padaria, farmácia, vídeo locadora e sala de repouso/recreação. Além disso, nas proximidades do edifício há um *shopping center* acessível a pé pelos usuários (distância de 1 km);
- o edifício 2 possui um café e área sombreada sob a marquise da entrada. Demais facilidades encontram-se no centro da cidade, a pequenas distâncias;
- os edifícios 3 e 4 não possuem nem um dos requisitos verificados. Entretanto, tais facilidades encontram-se nos arredores a pequenas distâncias;

- os edifícios 5 e 9 possuem um café e demais facilidades encontram-se nos arredores, a pequenas distâncias;
- o edifício 6 possui uma copa comunitária, sala de recreação na cobertura e terraço com churrasqueira. Demais facilidades encontram-se no centro da cidade, a pequenas distâncias;
- o edifício 7 possui um café, localiza-se numa região bastante arborizada e dentro dos limites do terreno há uma árvore proporcionando áreas sombreadas. Demais facilidades encontram-se em um *shopping center* localizado a 400m;
- o edifício 8 possui um jardim em frente ao edifício e espaço sombreado sob a marquise de entrada. Demais facilidades encontram-se nas proximidades da UFSC, a pequenas distâncias;
- o edifício 10 apresenta área sombreada sob a marquise, assentos para descanso (sofá no hall de entrada) e sala para seminários (auditório no ático). Demais facilidades encontram-se no centro da cidade, a pequenas distâncias;
- o edifício 11 possui área sombreada sob a marquise e algumas árvores, assentos para descanso (2 bancos para 3 pessoas), áreas verdes (nos arredores tem mata Atlântica), café e restaurante. Não possui acesso a pé a outras facilidades;
- o edifício 12 possui grande área verde nos arredores, café e sala para seminários. Pertence a um projeto composto por cinco blocos de escritórios (dos quais dois já estão em funcionamento) e um edifício multifuncional. Sua implantação foi estruturada a partir de um eixo central que funciona como calçadão, cujo objetivo é proporcionar pontos de encontro entre os usuários (adoção do conceito de escritório-jardim);
- o edifício 13 possui sala para seminários. Demais facilidades encontram-se no centro da cidade, a pequenas distâncias;
- a construtora do edifício 14 adotou uma pracinha, ao lado do edifício, que tem espaços sombreados, assentos para descanso, áreas verdes, mesa para jogar xadrez e jogo de sapata no piso. No terreno do edifício tem um café, área sombreada sob a marquise e hall de entrada com 4 sofás. Demais facilidades encontram-se nos arredores e em um *shopping center* localizado a 400m;
- os edifícios 15 e 16 não possuem nenhum dos requisitos verificados no item S-7, mas tudo é acessível no centro da cidade, a pequenas distâncias;
- o edifício 17 possui áreas verdes externas, espaços sombreados, assentos para descanso e demais facilidades próximas, no centro da cidade. Internamente possui auditório e um

átrio central arborizado de 208,62m<sup>2</sup> com café e mesas que proporcionam ponto de encontro entre os usuários do edifício.

Quanto à altura dos edifícios em relação às construções vizinhas, os edifícios 2, 5, 7, 8, 9 e 10, são pelo menos 10 andares mais altos que as edificações adjacentes. Entretanto, nos seus arredores há outros edifícios, árvores ou outras obstruções que impedem condições de vento excessivas próximo a eles. Estes mesmos edifícios poderão proporcionar sombreamento indesejável às construções adjacentes.

### 5.2.3 Água

Em relação aos componentes economizadores de água, todos os edifícios utilizarão bacias sanitárias com volume de descarga reduzido (VDR = 6 litros). Adicionalmente, nos edifícios 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 16 e 17 haverá torneira com funcionamento hidromecânico. No edifício 1 serão utilizadas bacias sanitárias com caixa acoplada e sistema *dual flush*; torneira com sensor de presença, arejadores e chuveiros com controle da vazão de água. O mictório, até a data da entrevista, não tinha sido definido se será com sensor de presença ou mictório sem água (depende do preço, pois este último é importado).

O edifício 1 foi concebido para que o abastecimento de água seja auto-suficiente em pontos que não exigem água potável. A cobertura, com aproximadamente 2.800m<sup>2</sup> de área, tem grande potencial para captação da água da chuva, que será utilizada na irrigação da vegetação (nativa), nas descargas de bacias sanitárias e mictórios, nas torres de resfriamento e para limpeza dos ambientes (calçadas, vidros e fachadas). Além desta possibilidade, haverá espera de tubulação para reuso de água no futuro. O sistema de reservação de águas será concebido de tal forma que possibilite, em caso de escassez de chuva, ser suprido pelo sistema da CASAN sem que para isso haja a necessidade da intervenção de operadores. Na edificação 2 será feita a retenção da água da chuva para utilização nas descargas e limpezas condominiais. A construtora teve como base a experiência do aproveitamento de água da chuva em um edifício residencial, mas como a tipologia dos edifícios é diferente, não sabe ao certo quanto de redução do consumo de água potável terá. O telhado possui aproximadamente 300m<sup>2</sup> de área. O edifício 10 faz a captação e aproveitamento da água da chuva para descargas de bacias sanitárias (não a utiliza para limpezas condominiais ou outros fins). No projeto foi calculada economia de 15% no consumo de água potável, mas a redução no consumo, monitorada desde abril de 2006, vem atingido, em média, 25%. O consumo mensal de água gira em torno de 40m<sup>3</sup> e o condomínio está tentado junto à concessionária pagar

somente o valor referente ao consumo e não a taxa mínima para edifícios comerciais. Nas demais edificações a água para todos os usos é proveniente da concessionária. Nenhum dos edifícios faz o reuso de águas cinzas.

Nas edificações 2 a 6, 13, 15 e 16 não existe vegetação a ser irrigada no terreno. Nos demais, a vegetação existente é composta por espécies da flora local e todos são irrigados com água potável ou água da chuva que cai diretamente sobre ela.

Os edifícios 6, 12, 13 e 17 possuem torre de resfriamento no sistema condicionamento de ar e o suprimento é feito com água potável. Nos demais edifícios, o condicionamento de ar é feito por aparelhos de janela ou *split*.

Apenas o edifício 1 terá demanda para água quente (estão previstos cinco chuveiros), cujo aquecimento da água se dará por aquecimento solar. A localização do aquecedor minimiza as distâncias aos pontos de consumo de água quente. Os edifícios 6, 9, 11, 14 e 15 contam com um chuveiro elétrico para funcionários.

No edifício 1 será realizada medição setorizada do consumo de água e monitoramento destas informações, por meio da elaboração de indicadores de consumo, que possibilitarão detectar e corrigir possíveis vazamentos. Nos demais, a medição do consumo de água será feita em uma conta única, rateada entre as unidades condominiais.

A edificação 1 terá uma estação de tratamento de efluentes no local, por zona de raízes. Após o tratamento, a água residual servirá para irrigação das plantas da floricultura existente no terreno ao lado, reduzindo, desta forma, o consumo de água potável e as despesas (a fatura de água figura como a maior despesa fixa do estabelecimento). O edifício 12 possui uma Estação de Tratamento de Efluentes - ETE própria. Nos demais edifícios, a coleta e o tratamento do esgoto sanitário são feitos pela rede pública, sem tratamento prévio dos efluentes antes da descarga na rede. O engenheiro da edificação 11 relatou que a estação de tratamento da concessionária que atende o local onde a edificação está implantada não funciona. Conseqüentemente, os efluentes do edifício 11 são lançados no mar sem tratamento.

O projeto do sistema predial de suprimento de água de todos os edifícios prevê reservatório com volume compatível com o número de usuários, conforme NBR 5.626/98.

Quanto à qualidade da água destinada ao consumo humano (subcategoria A-5) e à confiabilidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários (subcategoria A-7), todas as edificações atendem aos requisitos, estando de acordo com o projeto de norma Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 6: Sistemas Hidrossanitários. No momento da redação deste texto, este projeto de norma estava em período de consulta pública na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Para organização e proteção dos sistemas prediais, os edifícios farão a separação dos sistemas pela identificação com cores diferentes, mas nem todos seguem os padrões de cores da norma NBR 6.493/98. Apenas a edificação 14 não utiliza o esquema de cores, e diferencia as tubulações consultando o jogo de plantas que acompanha o Manual do Condomínio, disponível na sala do síndico.

Visando a qualidade e durabilidade dos materiais empregados nos sistemas prediais, todos os edifícios escolheram fornecedores que apresentam conformidade ao Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMaC) do PBQP-H. A escolha dos materiais foi compatível com a natureza da água distribuída.

No edifício 1, aproximadamente 40% da área do telhado é coberta por vegetação - formando o chamado **telhado jardim** - e os pavimentos utilizados nas calçadas e arredores do edifício serão permeáveis, para melhorar a infiltração da água no terreno e reduzir o escoamento superficial. O edifício 12 apresenta pavimentos semipermeáveis e a porcentagem do terreno impermeabilizada é pequena pois o terreno mede 40.000m<sup>2</sup>. Os demais edifícios não utilizam medidas de infiltração da água no solo e, com exceção dos edifícios 7, 10, 11 e 17 que possuem, respectivamente, 95%, 99%, 85%, 95% de área impermeabilizada em relação à área total do terreno, os terrenos dos demais são 100% impermeabilizados.

No edifício 1 estão sendo pesquisados os materiais a serem utilizados nos sistemas hidrossanitários. A preferência será dada a “produtos verdes” e fornecedores que demonstrem preocupação ecológica na fabricação de seus produtos.

Nas edificações que possuem *layout* flexível (edificações 1, 2, 4, 6, 7, 10, 12, 13 e 16) foi observada a presença de *shafts* inspecionáveis ou áreas técnicas que facilitam o acesso aos materiais e componentes do sistema hidráulico e sanitário, para manutenção ou substituição.

#### 5.2.4 Materiais e recursos

Os edifícios 3, 8, 9, 10, 12, 13, 15 e 16 não possuem espaços destinados à separação e armazenamento de resíduos recicláveis gerados no edifício. A edificação 1 possuirá espaços destinados à separação e armazenamento de recicláveis (papel, vidro, plástico, metais, pilhas e baterias), em cada andar (haverá recipientes individuais) e no subsolo (uma área de 34,89m<sup>2</sup>). Nos edifícios 4 e 11 há um container único para recicláveis e nos demais há containers individuais para cada material (papel, vidro, metal e plástico), com capacidade de 240 litros cada. Nos edifícios 10 e 13, apesar de não ter locais para armazenamento de recicláveis, os zeladores recolhem nas salas e vendem papéis, revistas, jornais e garrafas PET. No edifício

13, as lâmpadas fluorescentes são separadas e enviadas para reciclagem em uma empresa de Blumenau-SC. Nos edifícios 14 e 17, além dos espaços para os recicláveis supracitados, há espaços destinados a materiais hospitalares que são recolhidos por empresas especializadas.

Quanto ao uso de materiais com conteúdo reciclado, todas utilizaram cimento CP-IV e aço Gerdau, que já possuem conteúdo de recicláveis incorporados. O edifício 11 também utilizou cimento CP II-Z-32, que também traz em sua composição adição de subprodutos (possui de 6 a 14% de pozolana). Apenas os edifícios 1 e 11 utilizaram agregado reciclado na execução de concretos não estruturais.

Relacionado à reutilização de recursos, dos itens verificados no requisito MR-2, verificou-se apenas a reutilização de escoramento e cimbramento metálico, compensado plastificado e tapume da obra. Nos edifícios 4, 9, 11, 14 e 15 foram utilizadas fôrmas de pinus e escoramento de eucalipto e nos edifícios 5 e 8 foram utilizadas cubetas plásticas recuperáveis para execução das lajes nervuradas.

Nenhuma edificação especificou madeira constante na lista de espécies ameaçadas pelo IBAMA e todas as madeiras utilizadas serão de reflorestamento.

Apenas no edifício 1 foi constatada a preocupação com especificação de materiais de rápida renovação, apesar de ter sido observada a utilização de pinus e eucalipto para fôrmas de concreto e utilizações temporárias na construção em quase todos os edifícios. Contudo, sua utilização atribui-se à disponibilidade no mercado e baixo custo destes materiais, e não por serem materiais rapidamente renováveis.

A minimização do uso do PVC também foi identificada apenas no edifício 1. A tubulação de água quente será substituída por PPR; a tubulação de esgoto por tubos PET; e nas demais tubulações será utilizado PVC reciclável da Amanco. O construtor dos edifícios 10 e 13 está começando a utilizar em suas novas obras PET reciclável na tubulação de esgoto e PEX na tubulação da água quente, em substituição ao PVC.

Apenas no edifício 1 está sendo elaborado um Projeto de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, em conformidade com a Resolução 307 do CONAMA<sup>83</sup>. Cabe lembrar que na época da aprovação dos projetos dos edifícios 10 a 17 a Resolução ainda não estava em vigor. Apesar disso, as construtoras dos edifícios 10, 13 e 14 possuem procedimentos para gerenciamento de resíduos sólidos: constroem baias separadas para cada resíduo e tem destino

---

<sup>83</sup> Cabe observar que o município de Florianópolis ainda não elaborou seu Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, no qual devem constar as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores.

certo pra cada um. Todos os edifícios contratam caçambeiros com licença da vigilância sanitária para recolhimento dos entulhos. Nos edifícios 2, 3 e 5, a madeira, papelão e aço de maior volume são separados e vendidos.

A reciclagem da fração mineral - ou de outros resíduos - no canteiro de obras não será feita em nenhum dos edifícios. No edifício 6, os resíduos de argamassa e cerâmica vermelha são utilizados em outras obras da construtora que estejam em fase de compactação de aterro e a madeira, às vezes, vai para empresas que a utilizam em fornos.

Os critérios para seleção dos materiais apontados por todos os edifícios foram: durabilidade; adaptabilidade; acessibilidade e facilidade de manutenção; impactos sanitários dos produtos; conforto e saúde dos usuários; seleção de fornecedores em conformidade ou que estejam em fase de qualificação para certificação dos materiais da cesta básica definidos pelo PBQP-H. Entretanto, para os edifícios 4, 9, 11 e 15 o critério condicionante para seleção dos materiais é o preço. Já no edifício 6, primeiramente é verificado se a empresa é certificada - ou está em processo de qualificação - e o segundo critério é o preço. Os construtores dos edifícios 1, 10 e 13 também se preocupam em especificar materiais locais, regionais e estaduais (só não são locais os produtos/materiais não existentes na região); materiais ecologicamente corretos; comparar diferentes fornecedores em relação a ações sócio-ambientais; e, na medida do possível, comparar a energia incorporada nos diferentes materiais<sup>84</sup>.

Com exceção dos edifícios 4, 11 e 14, os demais dão preferência a materiais, produtos e componentes locais ou regionais. Nos edifícios 4 e 11 o fator decisivo é o preço, independente da distância a ser transportada. No 14, a construtora seleciona os melhores produtos disponíveis no mercado (segundo a sua interpretação do que é ser “melhor”), independente da procedência. Foi citado como exemplo o revestimento cerâmico, que às vezes não tem as peças solicitadas na fábrica de Criciúma-SC e a construtora manda buscar na fábrica de Salvador-BA (a 2.782km). Outros materiais não regionais observados foram: portas cortafogo provenientes de São Paulo (700km) e granitos do Espírito Santo (1.600km).

Relacionado à flexibilidade da edificação e facilidade de adaptação para outros usos, dos itens constantes no MR-10, pôde-se observar:

---

<sup>84</sup> No Brasil existem poucos trabalhos sobre energia incorporada (ou energia embutida) nos materiais. Entretanto, o entrevistado afirma fazer uma análise da energia embutida dos materiais (compara alumínio, ferro galvanizado e aço, por exemplo), baseado em referências internacionais, antes de escolher qual material será especificado para determinado componente. Um quadro comparativo entre a energia embutida em diferentes materiais de construção brasileiros pode ser encontrado em Tavares (2006).

- o edifício 1 é flexível e de fácil adaptação para outros usos. Dentre as estratégias utilizadas, pode-se destacar o *layout* flexível, a utilização de forro e piso removível, cabeamento estruturado, estrutura modular, paredes internas em gesso acartonado, condicionamento de ar central, grande aproveitamento da iluminação e ventilação natural e acesso a materiais e componentes facilitado pela existência de *shafts* inspecionáveis, áreas técnicas e salas de controle;
- no edifício 2 há flexibilidade de *layout* para aquisição das salas na planta. Foram previstas três opções diferentes de plantas: o andar inteiro; três salas por andar ou duas salas por andar. Nesse esquema há flexibilidade de divisórias internas e banheiros. Serão utilizadas calha de contorno e cabeamento estruturado;
- nos edifícios 3 e 5 não há flexibilidade de *layout*: serão seis e quatro salas por pavimento tipo, respectivamente, e as divisórias internas serão em alvenaria. Será utilizado cabeamento estruturado;
- os edifícios 4, 6 e 7, 10, 12, 13 e 16 possuem flexibilidade de *layout* (uma ou duas salas por pavimento tipo) e será utilizado cabeamento estruturado;
- apenas o edifício 8 não utiliza cabeamento estruturado. Nos edifícios 11 e 14 o cabeamento passa sob calha de contorno; no edifício 12, sob piso elevado;
- a maioria utiliza forro removível exclusivamente nos banheiros. Apenas os edifícios 12 e 13 têm forro removível nas salas e nas circulações; e
- nos edifícios 9, 11, 12 e 17 é utilizado gesso acartonado nas divisórias entre salas.

Em nenhum dos edifícios houve preocupação com o fim do ciclo de vida da edificação com baixo impacto ambiental (providência para desmontagem e desconstrução seletiva). No edifício 1 foi constatada apenas a preocupação com a possibilidade de adaptação da edificação para outros usos.

### **5.2.5 Transporte e acessibilidade**

Com relação às vagas para estacionamento nos edifícios:

- o edifício 9 não possui o número mínimo de vagas exigido no Anexo V da LC 01/97;
- todos os edifícios apresentam estacionamentos no subsolo do edifício e os edifícios 1 e 12 possuem, além do estacionamento subterrâneo, 160 e 64 vagas externas descobertas, respectivamente;
- todas as vagas são para carros pequenos (que transportam até 5 passageiros - 2,40 x 5,00);

- apenas o edifício 1 terá vagas preferenciais para carros com combustíveis alternativos ou carros que transportam mais de uma pessoa (*carpools*);
- os edifícios 2, 3, 4, 6, 8, 14 e 15 não possuem vagas para acesso de veículos para carga e descarga. O edifício 8 deveria ter uma vaga, por constituir PGT-1, e nos demais edifícios não é obrigatória a existência de vagas para carga e descarga, pois não constituem PGTs;
- apenas os edifícios 1, 12, 13 e 17 possuem vagas destinadas a deficientes físicos;
- os edifícios 1, 5, 6, 7, 9, 12 e 13 possuem vagas em frente ao edifício para embarque e desembarque de passageiros, atendendo ao Anexo V da LC 01/97. Por possuírem mais de 2.000m<sup>2</sup> de área construída, os edifícios 2, 4, 8, 10, 11, 14, 15, 16 e 17 deveriam ter duas vagas para embarque e desembarque, mas não têm nenhuma.

O edifício 1 é o único que apresenta facilidades para os ciclistas, incluindo um bicicletário com 71 vagas, cinco chuveiros e vestiários com cadeados (número de vestiários ainda não foi definido). Atualmente não há ciclovia próxima ao edifício, mas há um projeto da Prefeitura Municipal de Florianópolis para construir uma ciclovia até o *shopping center* localizado à aproximadamente 1km da edificação. Esta ciclovia também atenderá aos edifícios 11 e 12 que, juntamente com o edifício 1, são os únicos que não possuem ciclovia próxima atualmente (nos demais a distância máxima é de 2km).

Todas as edificações estão localizadas próximas aos transportes públicos (maior distância: 600m no edifício 11) e são servidas por mais de 20 rotas em diversos horários durante os dias úteis e finais de semana. Além disso, os edifícios 2, 4, 5, 6, 10, 13, 15, 16 e 17 encontram-se próximos ao Terminal Urbano de Integração do Centro, para onde convergem todas as linhas de ônibus. Os edifícios 1, 11 e 12 não possuem pontos de táxi próximos. Nos outros, a maior distância é de 300m.

Todas as edificações estão implantadas próximas a zonas residenciais (maior distância: 1km nos edifícios 11 e 12). Com exceção dos usuários do edifício 11, os demais podem andar para ter acesso a facilidades como bancos, restaurantes, educação, meios de comunicação e recreação, e todas as facilidades do centro da cidade (edifícios 2, 4, 5, 6, 9, 10, 13, 14, 15, 16 e 17), das proximidades com a UFSC (edifícios 3 e 8) e de um *shopping center* (edifícios 7 e 12), com opções diversas. Contudo, nos edifícios 4 e 17, o comércio nos arredores não condiz com o padrão das edificações, obrigando os usuários a se deslocarem para fazerem suas refeições.

Os edifícios 1, 8 e 17 constituem pólos geradores de tráfego. Os dois primeiros são classificados como PGT-1<sup>85</sup> e o terceiro como PGT-2, de acordo com o Plano Diretor local. Os dois primeiros estão implantados em via adequada para tal (via arterial), já o edifício 17 não (está implantado em via local). O cruzamento de entrada da rua onde se localiza o edifício 17 foi modificado para instalação de um semáforo em função do tráfego gerado pela edificação. Mesmo com a contrapartida exigida pelo órgão municipal para a aprovação do projeto, a entrada e saída de veículos na edificação geram congestionamentos constantes na via.

Quanto às facilidades para pedestres pôde-se observar:

- os edifícios 2, 5, 6 e 7 apresentam faixa de pedestre e semáforos próximos; calçadas executadas em ladrilho hidráulico<sup>86</sup> adequadamente dimensionadas, com rampas de acesso para portadores de necessidades especiais localizadas entre-quadras e piso alerta<sup>87</sup>. As calçadas do edifício 2 possuem algumas obstruções como árvores e placas de sinalização, mas elas estão devidamente localizadas na área de separação entre o tráfego veicular e o de pedestres;
- o edifício 3 apresenta faixa de pedestre próxima ao edifício e não há semáforo junto à faixa. As calçadas do lado esquerdo do edifício são bem conservadas, mas em frente e do lado direito, não: apresentam buracos, declividade acentuada, concreto em mau estado de conservação, obstruções (ponto de ônibus, poste e telefone público) que reduzem a largura da calçada a dimensões menores que 1,20m. As calçadas, executadas em parte por ladrilho hidráulico e parte por concreto desempenado, não possuem dimensionamento adequado ao fluxo de pedestres da região e não possuem rampas de acesso. Apresenta piso alerta na parte da calçada constituída por ladrilho hidráulico (lado esquerdo do edifício);
- o edifício 4 apresenta faixa de pedestre e semáforo próximos. As calçadas adjacentes ao edifício não são bem conservadas: apresentam buracos, degraus e desníveis no concreto desempenado, além de não possuir dimensionamento adequado ao fluxo de pedestres da região. Não possuem rampas, piso alerta ou piso guia que auxiliem portadores de necessidades especiais. No final da obra está prevista execução de nova calçada em frente

---

<sup>85</sup> De acordo com o plano diretor local, os Pólos Geradores de Tráfego são subdivididos em PGT-1 (micro-pólos) e PGT-2 (macro-pólos). Para as atividades de prestação de serviços, consultórios, bancos e escritórios em geral, os PGT-1 são definidos como edifícios com 5.000 a 10.000m<sup>2</sup> de área construída e os PGT-2 como edifícios com mais de 10.000m<sup>2</sup> de área construída. Obs.: No cálculo da área construída não são computadas as áreas de garagem, escadas, elevadores e casas de máquinas.

<sup>86</sup> Todos os edifícios em que o revestimento da calçada é ladrilho hidráulico seguem os padrões de ladrilho definidos pela Prefeitura Municipal de Florianópolis - PMF.

<sup>87</sup> Todos os pisos alerta e pisos guia observados neste trabalho seguem os padrões adotados pela PMF.

- ao edifício, em ladrilho hidráulico seguindo os padrões da PMF. A edificação à esquerda não tem afastamento nenhum, avançando sobre a calçada e obrigando os pedestres a transitar pela rua;
- o edifício 8 apresenta faixa de pedestre próxima à edificação; calçadas em frente ao edifício executadas em ladrilho hidráulico adequadamente dimensionadas e com piso alerta. Há uma rampa para acesso de portadores de necessidades especiais na esquina do edifício, mas uma cadeira de rodas não consegue subi-la. As calçadas em frente às edificações vizinhas são executadas em concreto armado e apresentam buracos, juntas largas e desencontradas e obstruções (ponto de ônibus);
  - os edifícios 9, 10, 13 e 14 apresentam faixa de pedestre e semáforo próximos e calçadas adjacentes ao edifício bem conservadas e sem obstruções. As calçadas, executadas em ladrilho hidráulico, possuem dimensionamento adequado ao fluxo de pedestres da região, rampas de acesso para portadores de necessidades especiais localizadas nas travessias (interseções e entre-quadras) e piso alerta. O edifício 13 tem também piso guia. Nos acessos ao edifício 14, placas de granito revestem o piso, formando desenhos (a cor mais escura, que é a predominante, possui refletância  $\alpha > 0,4$ );
  - o edifício 11 não apresenta faixa de pedestre ou semáforo próximos à edificação. As calçadas, executadas em ladrilho hidráulico, não possuem dimensionamento adequado e apresentam declividade acentuada. Há uma rampa de acesso à calçada em frente ao edifício, mas é muito acentuada e impossibilita a subida de uma cadeira de rodas. Possui piso alerta em frente à edificação; nas calçadas adjacentes não. O trajeto do ponto de ônibus ao edifício apresenta aclive acentuado e longa distância. Tem uma linha de ônibus que entra na via local, mas passa com pouca frequência. No pé do morro tem uma placa de “carona”;
  - o edifício 12 não apresenta faixa de pedestre e semáforo próximos à edificação. As calçadas são bem conservadas e sem obstruções, executadas em pavimento intertravado vermelho (refletância  $\alpha < 0,4$ ) e estruturadas a partir de um eixo central que funciona como calçadão;
  - o edifício 15 apresenta faixa de pedestre e semáforo próximos e calçadas adjacentes ao edifício bem conservadas e sem obstruções, mas o dimensionamento não é adequado ao fluxo de pedestres da região. As calçadas, executadas em ladrilho hidráulico, possuem piso alerta e rampas de acesso localizadas nas travessias (interseções e entre-quadras), para portadores de necessidades especiais. Material cerâmico ( $\alpha > 0,4$ ) reveste os acessos ao edifício;

- o edifício 16 apresenta faixa de pedestre e semáforo próximos. As calçadas adjacentes ao edifício possuem dimensionamento adequado, mas não são bem conservadas (possuem buracos e desníveis). A iluminação pública não é satisfatória (área escura e sem movimento fora do horário comercial). As calçadas, executadas em petipavê branco, possuem rampas de acesso para portadores de necessidades especiais localizadas nas travessias e não tem piso alerta ou piso guia;
- o edifício 17 apresenta faixa de pedestre e semáforos próximos à edificação. As calçadas, executadas em concreto desempenado, apesar de possuírem dimensionamento adequado, estão em péssimo estado de conservação, apresentando buracos, degraus, desníveis e condições insatisfatórias - veículos estacionados nas calçadas. Quando chove, água acumula na calçada. Não possui rampas de acesso para portadores de necessidades especiais, nem piso alerta ou piso guia. A rampa de acesso ao edifício apresenta inclinação acentuada e é insatisfatória, tanto para pedestres como para veículos. Os pedestres chegam ao edifício exaustos (pessoas portadores de necessidades especiais, idosos e gestantes, por exemplo, não chegam a pé) e muitos motoristas têm medo de subir de carro. A administração do condomínio analisa a viabilidade de disponibilizar uma van para transportar os usuários do portal de acesso à porta de entrada do edifício;

O projeto da edificação 1 prevê acessibilidade total ao edifício, elevadores panorâmicos e de grandes dimensões e escadas com degraus suaves. Pelas especificações pode-se admitir que serão atendidas as normas NBR 9.050/04 e NBR 13.994/00. Os edifícios 3, 8, 11, 15, 16 e 17 não dão condições de acesso a pessoas portadoras de deficiências ou com alguma dificuldade de locomoção. O atendimento à norma NBR 13.994/00 não pôde ser verificado nos edifícios 2 a 7 pois não se obteve informações sobre a especificação dos elevadores. Os edifícios 8 a 17 atendem parcialmente à norma NBR 13.994/00: as cabinas dos elevadores são equipadas com sistema *Braille*; as áreas defronte a entrada do elevador estão livres de obstáculos; as portas têm um sistema de reabertura no caso de obstrução durante o fechamento; há um meio de comunicação de duas vias instalado entre o elevador e um local fora da caixa. Entretanto, nenhum dos edifícios atende à norma na totalidade, nem o edifício 13 onde funciona um órgão público que fiscaliza e cobra o atendimento à norma (o edifício está regularizando seus elevadores e acessos para atendimento integral da norma).

As travessias próximas e as vias onde se localizam todos os edifícios são sinalizadas vertical e horizontalmente.

Em relação às medidas de segurança verificadas no requisito T-10.1, algumas observações podem ser feitas: 1) detectores de fumaça nas áreas de equipamentos,

interligados ao sistema de combate a incêndio, estão presentes em todos os edifícios; 2) os edifícios 16 e 17 não apresentam iluminação suficiente nas rotas ao redor do edifício; 3) os edifícios 3 e 6 não possuem nenhuma outra medida de segurança do edifício avaliada no requisito T-10.1, com exceção dos dois itens anteriores; 3) os edifícios 2, 13 e 14 destacam-se neste requisito por possuírem todos os itens verificados no requisito T-10.1.

### 5.2.6 Energia

Com relação ao nível de eficiência energética<sup>88</sup>, foi possível calcular para os edifícios 1, 6 e 9 a 17. Os edifícios 2 a 5 e o edifício 7 não disponibilizaram os projetos luminotécnicos e as edificações estavam em construção, impossibilitando o levantamento das informações *in loco* necessárias para a avaliação. Nos demais edifícios, que já estão em operação, foi possível fazer o levantamento *in loco* dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar necessários para a aplicação da Regulamentação. Uma exceção foi o edifício 8, que já está em operação, mas não foi permitida a entrada nas salas para o levantamento de dados.

O nível de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar<sup>89</sup> dos edifícios com condicionamento de ar central (edifícios 1, 6, 12, 13 e 17) não foi calculado, pois não foram obtidos os dados necessários para a realização dos cálculos. Conseqüentemente, a classificação geral destas edificações também não pôde ser calculada. A Tabela 5.2 apresenta os níveis de eficiência energética obtidos nos edifícios.

**Tabela 5.2: Níveis de eficiência energética dos edifícios**

	Ed 1	Ed 6	Ed 9	Ed 10	Ed 11	Ed 12	Ed 13	Ed 14	Ed 15	Ed 16	Ed 17
<b>Eficiência do sistema de iluminação</b>	A	E	D	D	C	C	C	D	D	C	B
<b>Eficiência do sistema de condicionamento de ar</b>	N.P.A	N.P.A	B	B	B	N.P.A	N.P.A	B	A	B	N.P.A
<b>Eficiência do envoltório</b>	A	A	D	E	D	C	D	D	A	D	B
<b>Classificação geral</b>	N.P.A	N.P.A	C	C	C	N.P.A	N.P.A	C	B	C	N.P.A

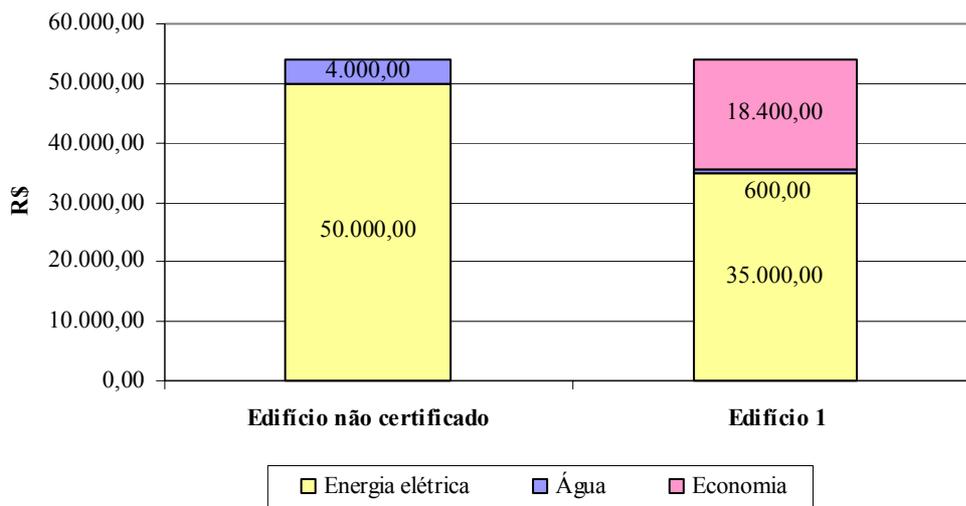
N.P.A - Não pôde ser avaliado

O edifício 1 destaca-se na redução do consumo de energia elétrica, calculado em 45%, por utilizar as seguintes estratégias: energia solar para aquecimento de água; especificação de elevadores inteligentes; aproveitamento da iluminação natural através de janelas e vão central

<sup>88</sup> Os cálculos completos dos níveis de eficiência energética, assim como o atendimento aos pré-requisitos são apresentados no apêndice 2.

<sup>89</sup> O condicionamento de ar é uma das três parcelas necessárias para determinar a classificação geral, juntamente com o sistema de iluminação e o envoltório do edifício.

(composto de domus em policarbonato transparente no poço da escada social); uso de bandejas de luz e controle da luz natural por brises e persianas. A iluminação artificial complementar a natural através de iluminação por zonas, controle de intensidade de iluminação automático, luminárias com refletores tipo duplo parabólico, adequação à luz natural e lâmpadas de baixo consumo de energia; simulação computacional. A Figura 5.2 mostra a estimativa da redução no custo mensal de água e energia do edifício 1.



**Figura 5.2: Estimativa da economia mensal de água e energia no edifício 1 (Fonte: BAUTEC, 2007)**

Sobre os demais requisitos relacionados à energia pôde-se constatar:

- apenas o edifício 1 contou com um agente de comissionamento engajado à equipe de projeto e este continuará durante a construção do empreendimento;
- o edifício 1 utiliza energia solar para aquecimento de água, mas nenhum dos edifícios conta com fontes de energia renováveis para produção de energia elétrica ou sistemas de espera para utilização futura;
- com exceção do edifício 1, em todos os edifícios as medições elétricas serão realizadas por unidade comercial e nas áreas condominiais, não sendo possível a determinação do consumo por usos finais e o monitoramento do consumo dos aparelhos. No edifício 1 serão instalados equipamentos de medição para os usos energéticos com mais de 100kVa - atendendo às exigências do LEED - e haverá um Plano de medição e verificação das informações destes equipamentos;
- com relação à redução do efeito das ilhas de calor em superfícies impermeabilizadas que não de cobertura pôde-se verificar:

- os materiais utilizados nas calçadas e estacionamentos possuem baixa absorptância solar ( $\alpha < 0,4$ ), sendo que a maioria dos edifícios adota o padrão determinado pela Prefeitura Municipal de Florianópolis para os ladrilhos hidráulicos;
  - os materiais das áreas de acesso dos edifícios 14 e 15 possuem absorptância solar maior que 0,4;
  - os edifícios 1, 7, 12 e 17 possuem árvores que proporcionam superfícies sombreadas nas áreas externas do edifício;
  - todos os estacionamentos são no subsolo dos edifícios, mas os edifícios 1 e 12 contam também vagas externas descobertas (160 e 64 vagas, respectivamente). Os edifícios 6 e 13 contam com 3 vagas em frente ao edifício.
- com relação à redução do efeito das ilhas de calor em coberturas, o edifício 1 é o único que utiliza cobertura vegetal (telhado jardim) em aproximadamente 40% da área de cobertura. No restante da cobertura utiliza materiais de baixa absorptância solar (telhado branco), assim como os demais edifícios;
- nenhum edifício possui sistema para reduzir a demanda energética no horário de ponta. Os edifícios 1, 2 e 17 contarão com uma unidade geradora de energia, a qual será responsável pelo suprimento de energia dos circuitos prioritários em caso de interrupção do abastecimento de energia pela concessionária;
- a iluminação externa dos edifícios incide diretamente em superfícies com o propósito de iluminá-las (os raios de luz não são direcionados para além dos limites do terreno). A iluminação externa é utilizada para segurança dos usuários e identificação dos edifícios. No edifício 12, algumas árvores também são iluminadas;
- os gases refrigerantes utilizados nos condicionadores de ar central (edifícios 1, 6, 12, 13 e 17) não puderam ser verificados. Nos edifícios em operação com sistemas de condicionadores de ar de janela ou *split* (9, 10, 11, 14, 15 e 16) pôde-se verificar que o gás refrigerante utilizado é o R-22, que pertence a uma classe de substâncias denominada de hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), prejudicial ao meio ambiente. Seu tempo de vida na atmosfera é de 12 anos; Potencial de Destruição da Camada de Ozônio (ODP) de 0,034; e Potencial de Aquecimento Global (GWP; 100 anos) de 1.780. Nos edifícios 2, 3, 4, 5 e 7 não foi possível obter informações relativas aos gases refrigerantes pois cada usuário instalará o seu equipamento quando for ocupar as salas;
- com relação aos isolantes térmicos, todas as edificações os utilizam em alguma parte da estrutura (isolamento térmico da cobertura, gesso acartonado, isolamento das tubulações

- de condicionamento de ar). Entretanto, não foram obtidas informações relativas à especificação dos isolantes, não sendo possível verificar se possuem substâncias causadoras de destruição da camada de ozônio na sua manufatura e composição;
- o sistema de combate a incêndio das edificações não utiliza gases refrigerantes; e
  - não há sistema de detecção de vazamentos de gases refrigerantes instalado nos sistemas de condicionamento de ar com vazão variável de refrigerante.

### **5.2.7 Qualidade do ambiente interno e saúde**

É proibido fumar em todas as edificações, em respeito à Lei Federal 9.294/96, e em nenhuma há área reservada aos fumantes dentro do edifício.

Apenas no edifício 1 será desenvolvido um Plano de gestão da qualidade do ar interno na fase de construção e ocupação do edifício - conforme exigência do LEED - e serão instalados sensores de CO<sub>2</sub> nos dutos de retorno para controle e monitoramento de suas emissões, assim como de outros gases nocivos aos usuários da edificação.

Na especificação de materiais de revestimento, nos edifícios 1, 10 e 13 houve a preocupação com os compostos orgânicos voláteis (VOCs). No entanto, como no Brasil não há muitos produtos com a indicação dos VOCs, foram especificados os materiais mais ambientalmente corretos, dentro do que o mercado disponibiliza. Também nestes edifícios houve a preocupação com a minimização de materiais e componentes cuja composição incorpora formaldeído e não utilizarão materiais e componentes com asbestos.

Não foram identificadas áreas reservadas exclusivamente a impressão, fotocópias (que demandassem áreas segregadas com exaustão externa) ou áreas de limpeza com ocorrência de substâncias químicas concentradas (que demandassem drenagem apropriada para disposição dos resíduos líquidos).

As edificações tomam todas as providências verificadas no requisito QAI-8 em relação à estanqueidade a fontes de umidade externas e internas à edificação, prevenindo o surgimento de mofo.

Todos os edifícios são condicionados mecanicamente, mas em nenhum foi possível obter informações sobre a eficiência das trocas de ar e as taxas de ventilação. Nenhum dos edifícios em operação faz o controle da contaminação microbiológica, contaminação química, parâmetros físicos de temperatura, umidade, velocidade e taxa de renovação do ar e de grau de pureza do ar, de acordo com parâmetros definidos pela Resolução 09 da ANVISA.

Visando o conforto térmico dos usuários, no edifício 1 foram especificadas paredes isolantes, janelas de baixo ganho de calor, ventilação natural, ar condicionado insuflado pelo piso, sistema de monitoramento permanente da temperatura. Em nenhum edifício haverá monitoramento permanente da umidade. Todos os edifícios possuem janelas acessíveis aos usuários e o edifício 13 é o único onde elas não são operáveis.

O sistema de condicionamento do ar é controlado pelos ocupantes em cada sala ou espaço confinado nos edifícios que possuem aparelhos de janela e *split*. Nos edifícios 1, 6, 12 e 13, o sistema de condicionamento de ar central não é controlado pelos ocupantes. Já no edifício 17, em cada sala há uma unidade de *self contained* de condensação à água, proporcionando controle aos ocupantes das unidades individuais.

Quanto ao conforto visual pôde-se verificar:

- o sistema de iluminação é controlado pelos ocupantes de cada unidade individual;
- todos os edifícios possuem incidência de luz solar direta e contam com sombreamentos internos (persianas e cortinas). Os edifícios 1, 2 e 13 apresentam sombreamentos externos (brises), mas no edifício 2 o brise está presente em apenas uma das fachadas. No edifício 13, os brises são horizontais metálicos em suas fachadas frontal e laterais, mas por apresentarem somente 80cm de profundidade e serem vazados contribuem muito pouco para o sombreamento da fachada em pele de vidro (serve apenas como elemento estético). Em uma das fachadas laterais do edifício 14, os três primeiros pavimentos tipo são sombreados por árvores. Apenas os edifícios 8 e 10 não possuem vidros refletivos;
- as áreas de permanência prolongada<sup>90</sup> têm, via de regra, uma linha direta de visão através da janela para um local externo. Em algumas salas, entretanto, as divisórias internas acabam limitando (e por vezes impedindo) o acesso a vistas para o exterior. O edifício 17 é o único que possui um átrio interno central, mas as salas não têm vista para ele. O átrio conta com iluminação natural proveniente de abertura zenital (fechada com policarbonato fosco).

### 5.3 VERIFICAÇÃO DO ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DO *CHECKLIST*

A Tabela 5.3 apresenta uma síntese dos resultados obtidos no levantamento de dados e indica se um requisito constante no *checklist* foi atendido (identificado por “sim”), se não foi atendido (identificado por “não”) ou se foi atendido parcialmente (parc.). O atendimento

---

<sup>90</sup> Foram consideradas como áreas de permanência prolongada as zonas de implantação de estações de trabalho.

parcial ocorreu em situações em que mais de uma questão foi elaborada para verificação do atendimento ao requisito e a edificação atendeu positivamente a algumas questões e negativamente a outras. Por exemplo, no requisito E-5.1 (redução do efeito das ilhas de calor em superfícies impermeabilizadas que não de cobertura), foram verificados os seguintes itens: **1)** Existem superfícies sombreadas na área externa do edifício?; **2)** Os materiais utilizados nas calçadas, estacionamentos e áreas de acesso aos edifícios têm baixa absorvância solar ( $\alpha < 0,4$ )?; **3)** Os pavimentos são semipermeáveis?; e **4)** Os estacionamentos são no subsolo do edifício?. O edifício 2 recebeu resposta “sim” às questões 2 e 4 e “não” às questões 1 e 3, portanto, a avaliação quanto ao atendimento ao requisito foi parcial (parc.).

Em algumas situações, o requisito é identificado como não aplicável (N.A.). Isto ocorreu quando o edifício não possuía a característica avaliada. Por exemplo, alguns edifícios não possuem vegetação a ser irrigada ou torre de resfriamento, então os requisitos A-1.2 e A-1.4 (redução do consumo de água na irrigação e na torre de resfriamento, respectivamente) não são aplicáveis. Por fim, em outras situações não foi possível avaliar o requisito (N.P.A.) por alguma das razões indicadas no item 5.1 deste capítulo.

**Tabela 5.3: Síntese dos resultados obtidos no levantamento de dados**

	Ed 1	Ed 2	Ed 3	Ed 4	Ed 5	Ed 6	Ed 7	Ed 8	Ed 9	Ed 10	Ed 11	Ed 12	Ed 13	Ed 14	Ed 15	Ed 16	Ed 17
	parc.																
<b>USO E OCUPAÇÃO DO SOLO</b>																	
S-1 Controle de sedimentação e erosão	sim	parc.															
S-2 Área de implantação do projeto:																	
S-2.1 Restrição e adequação de uso às áreas	sim																
S-2.2 Intermédio de desenvolvimento de áreas urbanas com infra-estrutura existente	sim																
S-3 Limites de ocupação do solo:																	
S-3.1 Índice de aproveitamento	sim	não															
S-3.2 Taxa de ocupação	sim	não															
S-3.3 Altura máxima da edificação	sim																
S-3.4 Afastamento obrigatório	sim	não															
S-4 Reabilitação de áreas degradadas por contaminação ambiental	N.A.																
S-5 Reuso do solo	parc.	sim															
S-6 Limitação da perturbação do solo:																	
S-6.1 em áreas não edificadas	sim	N.A.															
S-6.2 em áreas previamente edificadas	sim	não	não	não	não	sim	não	não	não	não	N.A.	N.A.	não	não	não	não	não
S-7 Humanização das áreas dentro dos limites do terreno	sim	parc.	não	não	não	sim	não	não	parc.								
S-8. Manutenção do patrimônio cultural	N.A.																
S-9. Impacto do edifício nas construções adjacentes	não	parc.	não	parc.													
A-1 Redução do consumo de água potável:																	
A-1.1 Componentes economizadores de água	sim	sim	sim	sim	sim	parc.	sim	parc.	sim	sim	parc.	sim	parc.	sim	parc.	sim	sim
A-1.2 para irrigação	sim	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	não	não	não	não	não	N.A.	não	N.A.	N.A.	não
A-1.3 para descarga de bacias sanitárias e micetórios	sim	sim	não	sim	não												
A-1.4 na torre de resfriamento	sim	N.A.	não	não	N.A.	N.A.	N.A.	não									
A-1.5 para limpeza dos ambientes	sim	sim	não														
A-1.6 para abastecimento do reservatório de combate a incêndio	não																
A-1.7 Localização otimizada de aquecedores e isolamento da tubulação de água quente	sim	N.A.															
A-2 Medição do consumo de água	sim	não															
A-3 Sistema de gestão da água pluvial	sim	parc.	não	parc.	não												
A-4 Manutenção dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários	sim	sim	não	sim	não	sim	sim	não	não	sim	não	sim	sim	não	não	sim	não
A-5 Qualidade da água destinada ao consumo humano:																	
A-5.1 Organização e proteção dos sistemas prediais hidráulicos	sim																
A-5.2 Controle da temperatura nos sistemas prediais hidráulicos	sim	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	sim	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	sim	sim	N.A.	N.A.	N.A.	sim
A-5.3 Projeto dos reservatórios	sim																
A-6 Qualidade dos efluentes	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim									

**Legenda:**

sim - atende ao requisito

N.A. - não aplicável

não - não atende ao requisito

N.P.A. - não foi possível avaliar no momento

parc. - atende parcialmente ao requisito

A, B, C, D e E - níveis de eficiência energética calculados de acordo com a Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, versão 9

	Ed 1	Ed 2	Ed 3	Ed 4	Ed 5	Ed 6	Ed 7	Ed 8	Ed 9	Ed 10	Ed 11	Ed 12	Ed 13	Ed 14	Ed 15	Ed 16	Ed 17		
<b>ÁGUA</b>	<b>Requisito</b>																		
	A-7	Confiabilidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários:																	
	A-7.1	Continuidade do fornecimento de água	sim																
	A-7.2	Provisão de água com a qualidade requerida, vazões, pressões e temperaturas adequadas ao uso e horários em que o usuário necessita	sim	sim															
	A-7.3	Geração de ruídos, grandes vibrações e sobrepressão nos componentes dos sistemas	sim	sim															
	A-7.4	Entrada de gases para o interior dos ambientes sanitários	sim	sim															
	A-7.5	Segurança: aterramento da tubulação metálica, de equipamentos, de acessórios e de aquecedores elétricos	sim	sim															
	A-8	Materiais componentes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários:																	
	A-8.1	Qualidade e durabilidade dos materiais	sim	sim															
	A-8.2	Ergonomia	sim	sim															
<b>MATERIAIS E RECURSOS</b>	MR-1	Locais para armazenamento de recicláveis	sim																
	MR-2	Reutilização de recursos	parc.																
	MR-3	Uso de materiais com conteúdo reciclado:																	
	MR-3.1	Agregados reciclados	sim	não	sim	não	não	não	não	não	não								
	MR-3.2	Conteúdo reciclado do cimento	sim	sim															
	MR-3.3	Conteúdo reciclado do aço	sim	sim															
	MR-4	Madeira sustentável	sim	sim															
	MR-5	Materiais de rápida renovação	sim	sim															
	MR-6	Minimização do uso de PVC	sim	não	não														
	MR-7	Gestão de resíduos da construção	sim	não	não														
MR-8	Escolha dos materiais:																		
MR-8.1	Critério para escolha dos materiais	sim	parc.	parc.	não	parc.	parc.	parc.	parc.	não	parc.	parc.	parc.	parc.	não	parc.	parc.	parc.	
MR-8.2	Adequação à legislação e normas técnicas	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	
MR-9	Economia local	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	
MR-10	Flexibilidade e adaptabilidade	sim	parc.	não	parc.	não	parc.	não	parc.										
MR-11	Acesso a materiais e componentes para manutenção	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim	não	sim	não	sim	sim	não	sim	não	sim	não	
<b>TRANSP.</b>	T-1	Provisão de estacionamento:																	
	T-1.1	Provisão de espaços para estacionamentos	sim	sim	sim	N.P.A	sim	sim	não	sim									
	T-1.2	Estacionamento para carros pequenos	sim																
	T-1.3	Estacionamento preferencial	sim	não	não														

**Legenda:**

sim - atende ao requisito

N.A. - não aplicável

não - não atende ao requisito

N.P.A. - não foi possível avaliar no momento

parc. - atende parcialmente ao requisito

A, B, C, D e E - níveis de eficiência energética calculados de acordo com a Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, versão 9

	Req	Ed 1	Ed 2	Ed 3	Ed 4	Ed 5	Ed 6	Ed 7	Ed 8	Ed 9	Ed 10	Ed 11	Ed 12	Ed 13	Ed 14	Ed 15	Ed 16	Ed 17	
<b>TRANSPORTE E ACESSIBILIDADE</b>	<b>T-2</b> Facilidades para pedestres	sim	sim	não	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim	não	
	<b>T-3</b> Facilidades para ciclistas	sim	não	parc.	não	não	não	não	parc.	não	não	não	não	não	não	não	não	não	
	<b>T-4</b> Proximidade aos transportes públicos	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim							
	<b>T-5</b> Acesso de veículos para carga e descarga	sim	N.A.	N.A.	N.A.	sim	sim	N.A.	sim	não	sim	sim	sim	sim	N.A.	N.A.	N.A.	sim	
	<b>T-6</b> Acesso de veículos para embarque e desembarque de passageiros	sim	não	N.A.	N.A.	não	sim	sim	sim	não	sim	não	não	sim	sim	não	não	sim	
	<b>T-7</b> Geração de fluxo e sobrecarga da infra-estrutura viária	sim	N.A.	N.A.	N.A.	sim	sim	N.A.	sim	sim	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	não
	<b>T-8</b> Acesso a facilidades:																		
	<b>T-8.1</b> Acesso a bancos	sim	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim							
	<b>T-8.2</b> Acesso a restaurantes	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim							
	<b>T-8.3</b> Acesso a educação	sim	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim							
<b>T-8.4</b> Acesso a meios de comunicação	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim	
<b>T-8.5</b> Acesso a recreação	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim	
<b>T-9</b> Acessibilidade e democratização do espaço construído																			
<b>T-9.1</b> Acesso e integração de deficientes físicos ou com alguma dificuldade de locomoção ao edifício e suas áreas externas	sim	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim	não	sim	sim	não	sim	sim	sim	não	não	não	
<b>T-9.2</b> Acesso e integração de deficientes físicos ou com alguma dificuldade de locomoção às dependências da edificação servidas por elevadores	N.P.A.	N.P.A.	N.P.A.	N.P.A.	N.P.A.	N.P.A.	N.P.A.	N.P.A.	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	
<b>T-10</b> Segurança:																			
<b>T-10.1</b> Segurança do edifício	sim	sim	não	parc.	parc.	parc.	não	sim	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	
<b>T-10.2</b> Segurança viária	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	
<b>ENERGIA</b>	<b>E-1</b> Eficiência energética																		
	<b>E-1.1</b> No sistema de iluminação	A	N.P.A.	N.P.A.	N.P.A.	N.P.A.	E	N.P.A.	N.P.A.	D	D	C	C	C	D	D	C	B	
	<b>E-1.2</b> No sistema de condicionamento de ar	N.P.A.	B	B	B	N.P.A.	N.P.A.	B	A	B	N.P.A.								
	<b>E-1.3</b> No envoltório	A	N.P.A.	N.P.A.	N.P.A.	N.P.A.	A	N.P.A.	N.P.A.	D	E	D	C	D	D	A	D	B	
	<b>E-1.4</b> Classificação geral	N.P.A.	C	C	C	N.P.A.	N.P.A.	C	B	C	N.P.A.								
	<b>E-2</b> Comissionamento dos sistemas fundamentais do edifício	sim	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não						
	<b>E-3</b> Utilização de energia renovável	sim	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não						
	<b>E-4</b> Medição de desempenho energético	sim	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não						
	<b>E-5</b> Redução das ilhas de calor:																		
	<b>E-5.1</b> em superfícies impermeabilizadas que não de cobertura	sim	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	sim	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.	não	parc.	sim
<b>E-5.2</b> em coberturas	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	
<b>E-6</b> Demanda energética no horário de ponta	não	não	não	sim	sim	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	não	
<b>E-7</b> Poluição luminosa externa	sim	N.P.A.	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim							

**Legenda:**

sim - atende ao requisito

N.A. - não aplicável

A, B, C, D e E - níveis de eficiência energética calculados de acordo com a Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, versão 9

parc. - atende parcialmente ao requisito

não - não atende ao requisito

N.P.A. - não foi possível avaliar no momento

	Req	Ed 1	Ed 2	Ed 3	Ed 4	Ed 5	Ed 6	Ed 7	Ed 8	Ed 9	Ed 10	Ed 11	Ed 12	Ed 13	Ed 14	Ed 15	Ed 16	Ed 17
ENERGIA	E-8 Danos à camada de ozônio e aquecimento global:																	
	E-8.1 Uso de gases refrigerantes nos sistemas de condicionamento e refrigeração	N.P.A	não	não	não	N.P.A	N.P.A	não	não	N.P.A								
	E-8.2 Isolantes térmicos	N.P.A																
	E-8.3 Sistemas de combate a incêndio	sim																
E-8.4 Detecção de vazamentos de gases refrigerantes	sim	N.A.	não	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	não										
QA1-1 Controle ambiental da fumaça de cigarro	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
QA1-2 Plano de gestão da qualidade do ar interno	sim	não																
QA1-3 Controle e monitoramento do CO <sub>2</sub>	sim	não																
QA1-4 Compostos orgânicos voláteis	sim	não																
QA1-5 Minimização do formaldeído	sim	não																
QA1-6 Controle de fontes químicas e poluentes internos	sim	N.A.																
QA1-7 Asbestos	sim	não																
QA1-8 Prevenção de mofo:																		
QA1-8.1 Proteção da estrutura contra umidade proveniente do solo	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
QA1-8.2 Proteção da estrutura contra a umidade decorrente de chuvas	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
QA1-8.3 Proteção da estrutura contra umidade decorrente da ocupação do imóvel	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
QA1-9 Eficiência das trocas de ar	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A
QA1-10 Taxas de ventilação	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A
QA1-11 Conforto térmico:																		
QA1-11.1 Sistema permanente de monitoramento	parc.	não																
QA1-11.2 Controle do conforto local	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
QA1-12 Conforto visual																		
QA1-12.1 Controle dos sistemas de iluminação pelos ocupantes	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
QA1-12.2 Controle de ofuscamento	sim	N.P.A	parc.	parc.	parc.	parc.	sim	parc.	parc.	parc.	parc.	parc.						
QA1-12.3 Vistas para o exterior	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
QA1-13 Conforto Acústico:																		
QA1-13.1 Níveis de ruído admitidos na habitação: isolamento acústico entre unidades e entre dependências de uma mesma unidade (paredes internas)	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A
QA1-13.2 Níveis de ruído admitidos na habitação: isolamento de vedações externas (fachadas e coberturas)	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A
QA1-13.3 Níveis de ruído admitidos na habitação: ruído de impacto em piso	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A
QA1-13.4 Níveis de ruído admitidos na habitação: isolamento de ruído aéreo	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A	N.P.A

**Legenda:**

sim - atende ao requisito

N.A. - não aplicável

não - não atende ao requisito

N.P.A. - não foi possível avaliar no momento

parc. - atende parcialmente ao requisito

A, B, C, D e E - níveis de eficiência energética calculados de acordo com a Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, versão 9

## 5.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO

Os itens relacionados a seguir constituem uma discussão acerca dos resultados obtidos no levantamento de dados. A partir destes resultados foram definidos parâmetros de referência (*benchmarks*) para cada requisito. O desempenho obtido pelas edificações frente aos requisitos foi classificado segundo três níveis:

**B** - boa prática corrente ou desempenho mínimo requerido a uma edificação sustentável;

**I** – desempenho intermediário;

**S** - desempenho avançado em relação à prática corrente, definido de forma que possa ser alcançado por meio de tecnologias e práticas existentes.

Foi considerado desempenho B quando: **1)** a maioria dos edifícios (mais da metade) atendeu ao requisito verificado, representando prática corrente do mercado; **2)** o requisito não foi atendido pela maioria dos edifícios, mas é regido por normas ou legislações vigentes que determinam seu atendimento; **3)** o requisito não foi atendido pela maioria dos edifícios, mas é de fácil implementação, requer baixo investimento e proporciona alto benefício ambiental e/ou social.

Foi considerado desempenho S quando: **1)** apenas um edifício atendeu ao requisito; **2)** alguns edifícios atenderam ao requisito por meio de práticas superiores fundamentadas em inovações tecnológicas identificadas no levantamento de dados; **3)** o requisito não foi atendido por nenhum dos edifícios, mas o desempenho pode ser alcançado por meio de tecnologias e práticas existentes. Nesses casos, *benchmarks* das metodologias estudadas no capítulo 2 foram utilizados como referência, sempre confrontando-as com a realidade brasileira.

O nível I, por sua vez, constitui um desempenho intermediário observado no levantamento de dados ou nas metodologias internacionais.

Além dos critérios de avaliação que configuram os níveis B, I e S foram determinados critérios de atendimento obrigatório, relacionados a legislações e normas técnicas vigentes<sup>91</sup>. Tais questões já deveriam ser obrigatórias em qualquer edifício, mas foram mantidas como critérios de sustentabilidade uma vez que os resultados do levantamento de dados mostraram que não raro são ignoradas ou desrespeitadas.

---

<sup>91</sup> Subentende-se que outras legislações e normas técnicas vigentes e aplicáveis, relacionadas a questões técnicas e aspectos não relacionados à sustentabilidade também são respeitadas.

A definição dos *benchmarks* foi realizada com base nos resultados obtidos em 16 edifícios (edifícios 2 a 17). **O edifício 1 não foi utilizado como parâmetro**, uma vez que não reflete o padrão de desempenho da construção local, por estar baseado no atendimento aos requisitos do LEED.

Os *benchmarks* definidos servirão de base para a proposição da metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios de escritórios, apresentada no próximo capítulo. **Todos os edifícios de escritórios que desejarem ser avaliados segundo a metodologia deverão atender a, no mínimo, o nível B.**

Ao final da discussão de cada categoria os requisitos são apresentados com seus respectivos critérios de desempenho definidos, estruturados segundo o modelo apresentado nas Tabelas 5.4 e 5.5.

**Tabela 5.4: Modelo de apresentação dos requisitos e critérios de desempenho**

X. CATEGORIA		Nível		
		B	I	S
X.1 SUBCATEGORIA				
X.1.1 Requisito de desempenho				
<i>indicador</i>	critério de avaliação que configura o nível Base	B		
	critério de avaliação que configura o nível Intermediário		I	
	critério de avaliação que configura o nível Superior			S

**Tabela 5.5: Modelo de apresentação dos requisitos obrigatórios**

X. CATEGORIA		Nível		
		B	I	S
X.1 SUBCATEGORIA				
X.1.1 Requisito de desempenho				
critério obrigatório		Obrigatório		

#### 5.4.1 Uso e ocupação do solo

Nenhum dos edifícios elaborou um plano para controle de sedimentação e erosão, apesar de tomarem as providências solicitadas pelo Plano Diretor local<sup>92</sup>. Dois edifícios realizam atividades que minimizam o impacto do canteiro de obras na vizinhança (estudo de

<sup>92</sup> O Plano Diretor de Florianópolis determina que, quando corte ou aterro ocorrerem junto às divisas do terreno ou no alinhamento, devem ser executados muros de arrimo a fim de assegurar a estabilidade, prevenir erosões e garantir a segurança dos imóveis e logradouros limítrofes.

impacto de vizinhança e lavagem de pneus, atividades de carpintaria e armação de ferragens fora do canteiro de obras, entre outros) e outros três realizam ações que minimizam a poluição sonora no canteiro (exclusão da atividade de armação de ferragens). Apesar de não ser uma prática do mercado, a redução da poluição e dos incômodos gerados pelo canteiro de obras é essencial a uma construção sustentável e proporciona alto benefício ambiental e social. Por esta razão, a elaboração e implementação de um **plano de prevenção da poluição nas atividades de construção**<sup>93</sup> foi classificada como nível B.

Dois edifícios elaboraram **Estudos de Impacto de Vizinhança**<sup>94</sup> (EIV) durante o planejamento da edificação. Apesar de não ser prática corrente, diversas cidades<sup>95</sup> possuem EIV regulamentado e obrigatório para aprovação de empreendimentos junto aos órgãos competentes. Além disso, sua implementação requer baixo investimento, proporciona resultados ambientais positivos e serve de base para a elaboração do plano de prevenção da poluição nas atividades de construção. A elaboração de EIV configura o critério do nível B.

Com relação à **área de implantação do projeto**, apenas um edifício está implantado em área não adequada ao uso pretendido. Os demais atenderam aos requisitos verificados no item S-2 do *checklist*. Além dos requisitos verificados como prática corrente, o Plano Diretor de Florianópolis, legislações federais e normas técnicas compõem os critérios de desempenho dos níveis B, I e S que devem ser levados em consideração na escolha do terreno para implantação do projeto.

Relacionado ao **intermédio de desenvolvimento de áreas urbanas com infraestrutura existente**, no levantamento de dados pôde-se verificar como prática corrente (nível B): **1)** a localização dos edifícios próximos ou em áreas residenciais (com exceção do edifício 11, que se localiza em APT, os demais edifícios estão implantados em ARP, AMC e AMS); **2)** a localização dos edifícios próximos a pelo menos cinco serviços básicos<sup>96</sup> (novamente com

---

<sup>93</sup> Caso este requisito seja coberto pela categoria **Gestão do empreendimento**, deve ser desconsiderado.

<sup>94</sup> Igualmente ao item anterior, caso este requisito seja coberto pela categoria **Gestão do empreendimento**, deve ser desconsiderado.

<sup>95</sup> Em Porto Alegre, empreendimentos cuja área de vendas seja superior a 2 mil metros quadrados são obrigados a realizar um Estudo de Viabilidade Urbanística (EVU), de responsabilidade do empreendedor, e entregá-lo à Secretaria Municipal de Planejamento. No Rio de Janeiro, qualquer projeto de edificação multifamiliar ou destinado a empreendimentos industriais ou comerciais, de iniciativa privada ou pública, encaminhado aos órgãos públicos, para apreciação e aprovação, deve ser acompanhado de relatório de impacto de vizinhança (SAMPAIO, 2005). Segundo informações do Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF), o plano diretor municipal, que está em processo de revisão, está determinando as diretrizes para incluir o EIV como uma de suas exigências.

<sup>96</sup> Os serviços básicos incluem: bancos, supermercados, hospitais, postos de saúde, lavanderias, bombeiros, salões de beleza, bibliotecas, escolas, creches, restaurantes, correios, academias de ginástica, museus, teatros, parques, farmácias, bares, cafés, telefones públicos, etc.

exceção do edifício 11, os demais edifícios encontram-se à distância máxima de 500m de pelo menos cinco serviços básicos). Adicionalmente, foi verificado que oito edifícios encontram-se próximos (num raio de 500m) de pelo menos 10 serviços básicos (nível I).

Quanto ao **reuso do solo**, 14 dos 16 edifícios foram 100% implantados em área previamente construída. Apesar de ser uma prática comum nos edifícios avaliados, o projeto implantado em área previamente construída foi classificado como nível I, permitindo que também projetos implantados em áreas não edificadas possam ser avaliados pela metodologia (uma vez que todas as edificações devem atender a - pelo menos - o nível B).

Nenhum projeto foi implantado em **área degradada por contaminação ambiental**. A escolha de uma área contaminada, onde sejam tomadas as providências necessárias para sua descontaminação antes da implantação do projeto, foi classificado como nível S. O parâmetro de desempenho foi baseado no LEED, *Green Star* e BREEAM.

Todos os edifícios atenderam aos requisitos relacionados aos **limites de ocupação do solo**. Além de constituir uma prática de mercado, é regulamentada pelo Plano Diretor (nível B). Um critério para maximização dos espaços abertos foi proposto como critério de desempenho superior, com base no *benchmark* do LEED: provisão de espaços abertos que excedam o requerido pelo Plano Diretor local em 25%.

A **limitação da perturbação do solo em áreas não edificadas** foi atendida por 1 dos 2 edifícios implantados em terrenos sem construções prévias. O requisito proposto refere-se à movimentação de terras do canteiro: para o nível I, a terra retirada do canteiro deve ser reaproveitada em regularização de terrenos ou aterro em outras obras; para o nível S, corte e aterro devem ser balanceados no terreno, não havendo movimentação de terras e retirada de vegetação. Ambas as práticas foram observadas nas avaliações. Já em relação à **limitação da perturbação do solo em áreas previamente edificadas**, nenhum dos edifícios atendeu ao item S-6.2 do *checklist*. Foi avaliado se, em áreas previamente construídas, uma parte da área impermeabilizada (excluindo o perímetro edificado) foi substituída por vegetação nativa ou adaptativa. Não foi proposto um critério de desempenho levando em consideração o aumento de vegetação no terreno, uma vez que já é coberto em outros itens. Ao invés disso foram propostas a limitação da movimentação de terras (análogo às áreas não edificadas) e o reaproveitamento dos materiais da antiga construção.

Quanto à **humanização das áreas no terreno de implantação do projeto**, 11 dos 16 edifícios atendem a pelo menos dois dos itens verificados como espaços de lazer e integração social no item S-7 do *checklist*, caracterizando o nível B (prática de mercado). Destes 11, três atendem a todos os itens verificados (nível S).

Os dois edifícios que possuíam construções de valor histórico e cultural no terreno onde o projeto foi implantado mantiveram estas construções. O critério foi definido como obrigatório, uma vez que bens tombados não podem ser retirados de seus terrenos.

Seis dos 16 edifícios possuem altura maior que 10 andares em relação às construções vizinhas, mas todos estão protegidos de condições adversas do vento por obstáculos. Os critérios dos níveis B, I e S foram definidos com base no levantamento de dados e no *benchmark* do GBTool.

Apesar de não ter sido incluída no *checklist* a verificação de estudos de impacto ambiental relacionados ao empreendimento, este requisito foi incluído como obrigatório (quando a lei assim determinar) pois muitas vezes eles não são cumpridos.

A Tabela 5.6 apresenta os parâmetros de referência (*benchmarks*) definidos para a categoria **Uso e ocupação do solo**, identificando a origem dos mesmos (se foram validados pelo levantamento de dados ou se foram utilizadas outras referências).

**Tabela 5.6: Parâmetros de referência definidos para a categoria Uso e ocupação do solo**

1. Uso e ocupação do solo		Nível			Origem <i>benchmark</i>	
					levantam. dados	outros
<b>1.1 ESTUDOS DE IMPACTOS ASSOCIADOS À IMPLANTAÇÃO DO PROJETO</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>1.1.1 Elaboração de estudos prévios de impacto ambiental</b>		Obrigatório				legislação
Licenciamento Ambiental (LAP, LAI, LAO, EIA, RIMA); Avaliação de Impacto Ambiental (RAP, EAS e EIA); quando a lei assim determinar						
<b>1.1.2 Elaboração de Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) na área de implantação do projeto</b>						
<i>Estudo de Impacto de Vizinhança</i>	Elaboração de Estudo de Impacto de Vizinhança na área de implantação do projeto				x	
<b>1.1.3 Elaboração de um Plano de prevenção da poluição nas atividades de construção</b>						
<i>redução da poluição e dos incômodos gerados pelo canteiro de obras</i>	Identificação dos possíveis impactos gerados pelo canteiro de obras e suas fontes e definição de um Plano de prevenção nas atividades de construção, visando a redução da poluição e dos incômodos gerados pelo canteiro de obras e a prevenção da sedimentação e erosão do solo				x	

**Tabela 5.6 (continuação): Parâmetros de referência definidos para a categoria Uso e ocupação do solo**

1.2 SELEÇÃO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO		B	I	S		
<b>1.2.1 Restrição ao uso e ocupação de áreas</b>						
<i>critérios para seleção do terreno</i>	Atendimento a no mínimo 4 das medidas abaixo descritas, sendo que as medidas 1 e 2 são obrigatórias				x	normas técnicas e legislações
	Atendimento a no mínimo 6 das medidas abaixo descritas, sendo que as medidas 1 e 2 são obrigatórias					
	Atendimento a mais de 6 das medidas abaixo descritas, sendo que as medidas 1 e 2 são obrigatórias					
<p><b>1) Adequação de uso às áreas:</b> Atendimento ao Plano Diretor do município quanto à adequação das áreas ao uso pretendido da edificação; <b>2) Áreas não edificáveis:</b> Proibição de construção em áreas de Preservação Permanente (definidas na resolução 303 do CONAMA e no Código Florestal), Áreas de Preservação de Uso Limitado (APL); Áreas de Exploração Rural (AER); Áreas de Elementos Hídricos ou Áreas Especiais (definidas no Plano Diretor); <b>3) Qualidade do ar:</b> Projeto implantado em área que atenda aos Padrões Secundários de Qualidade do Ar definidos na RESOLUÇÃO CONAMA N.º 003/1990; <b>4) Qualidade dos corpos d'água:</b> Os corpos d'água próximos 300m ou menos da edificação devem atender aos padrões de potabilidade da água determinados pela Resolução 357/2003 do CONAMA e Código Florestal; <b>5) Sistema viário local:</b> O sistema viário do local de implantação do projeto deve ter sinalização apropriada ao volume do fluxo local de pedestres e veículos (ver Lei no 9.503/1997) ver Lei 6766, normas IPT (geometria viária) e plano diretor; <b>6) Iluminação pública:</b> Atendimento dos níveis de iluminâncias e uniformidades mínimos em conformidade com NBR 5.101 ou recomendação local (o que for mais restritivo), conforme volume de tráfego e tipo de via; <b>7) Inclinação natural do terreno:</b> Respeito à topografia no lançamento dos projetos (observar vegetação, declividades e altura de cortes e aterros). Observação dos caimentos e galerias para a drenagem pluvial. Drenagem dos terrenos com declividades inferiores a 5%, em caso de urbanização. Os terrenos com declividades superiores a 30% (aproximadamente 17°) poderão ser ocupados, desde que seja com grandes lotes (acima de 5.000 metros quadrados), ocupados com baixas densidades (em torno de 10% de taxa de ocupação e 0,1 de índice de aproveitamento) preservando a vegetação nativa, evitando grandes movimentações de terra e respeitando a cota das árvores existentes; <b>8) Poluição sonora durante o dia - dB (A):</b> Ambiente externo atende aos níveis de ruído determinados na NBR 10.151 durante o dia (considerando das 6h às 20h); <b>9) Poluição sonora durante a noite - dB (A):</b> Ambiente externo atende aos níveis de ruído determinados na NBR 10.151 durante a noite (considerando das 20 às 6h)</p>						

**Tabela 5.6 (continuação): Parâmetros de referência definidos para a categoria Uso e ocupação do solo**

<b>1.2.2 Intermédio de desenvolvimento de áreas urbanas com infraestrutura existente</b>						
<i>acesso a equipamentos comunitários, mobiliário urbano, comércio e serviços</i>	Projeto implantado próximo a áreas residenciais (em ARP, AMC ou AMS ou num raio de 500m de ARE) E à, no máximo, 500m de pelo menos 5 serviços básicos, com acesso seguro para pedestres entre o edifício e os serviços (*ARE - Áreas Residenciais Exclusivas; ARP - Áreas Residenciais Predominantes; AMC - Áreas Mistas Centrais; AMS - Áreas Mistas de Serviço)					x
	Idem ao critério do nível "B" mas considerando pelo menos 10 serviços básicos					
<b>1.3 REUSO DO SOLO</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>1.3.1 Implantação do projeto em áreas previamente construídas</b>						
<i>% do projeto implantado em áreas previamente construídas</i>	100% do projeto está implantado em área previamente construída ou são utilizados vazios urbanos com infraestrutura ociosa					x
<b>1.3.2 Reabilitação de áreas degradadas por contaminação ambiental</b>						
<i>realização de estudo e recuperação de áreas degradadas por contaminação</i>	Identificação de áreas potencialmente contaminadas ( <i>brownfields</i> ) e realização de pesquisa para verificação da utilização prévia do terreno. Adoção de medidas de descontaminação e recuperação ecológica dessas áreas para implantação do empreendimento					LEED, Green Star e BREEAM
<b>1.4 LIMITES DE OCUPAÇÃO DO SOLO</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>1.4.1 Altura máxima das edificações, afastamentos obrigatórios e índice de aproveitamento</b>		<b>Obrigatório</b>				
	Atendimento às exigências do Plano Diretor local					x
<b>1.4.2 Maximização de espaços abertos</b>						
<i>taxas de ocupação</i>	Atendimento à taxa de ocupação definida no Plano Diretor local					x
	Provisão de espaços abertos que excedam o requerido pelo Plano Diretor local em 25%					
<b>1.5 LIMITAÇÃO DA PERTURBAÇÃO DO SOLO</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>1.5.1 Limitação da perturbação do solo em áreas não edificadas</b>		<b>Obrigatório</b>				
	Atendimento às Leis Federais n. 4.771/1965 e 11.428/2006 e respeito integral ao projeto aprovado no que diz respeito à manutenção da vegetação existente					legislação
<i>movimentação de terras</i>	O material retirado nas escavações é aproveitado em outras obras da construtora para regularização de terrenos					x
	Balanceamento de corte e aterro dentro do terreno e não há retirada de camada superior					

**Tabela 5.6 (continuação): Parâmetros de referência definidos para a categoria Uso e ocupação do solo**

<b>1.5.2 Limitação da perturbação do solo em áreas previamente edificadas</b>						
Manutenção de bens históricos construídos (patrimônio cultural tombado), caso existentes		<b>Obrigatório</b>			<b>x</b>	<b>legislação</b>
<i>reaproveitamento de materiais</i>	Avaliação e retirada de todos os materiais que podem ser reaproveitados, antes da demolição da construção existente no terreno					<b>HQE</b>
<i>movimentação de terras e vegetação</i>	O material retirado nas escavações é aproveitado em outras obras da construtora para regularização de terrenos				<b>x</b>	
	Balanceamento de corte e aterro dentro do terreno e não há retirada de camada superior					
<b>1.6 HUMANIZAÇÃO DAS ÁREAS NO TERRENO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>1.6.1 Existência de espaços de lazer e integração social</b>						
<i>quantidade de espaços de lazer e integração social</i>	Inclusão de pelo menos 2 dos seguintes itens: 1) espaços sociais informais de reunião (restaurantes/cantinas, cafês); 2) espaços para educação (salas para seminários, leitura, livrarias); 3) espaços sombreados por vegetação; 4) assentos para descanso; 5) banheiros acessíveis aos usuários da edificação				<b>x</b>	
	Inclusão dos 5 itens citados no critério do nível "B"					
<b>1.7 IMPACTO DO EDIFÍCIO NAS CONSTRUÇÕES ADJACENTES</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>1.7.1 Altura do edifício em relação às construções adjacentes</b>						
<i>altura do edifício em relação às construções adjacentes e existência de obstáculos ao vento</i>	O edifício é 10 andares (ou mais) mais alto do que os edifícios nos seus arredores, mas existem obstáculos protegendo-o contra condições de vento excessivas no nível do solo próximo a ele				<b>x</b>	<b>GBTool</b>
	O edifício tem 10 andares (ou mais), é 50% mais alto do que os edifícios nos seus arredores e existem obstáculos protegendo-o contra condições de vento excessivas no nível do solo próximo a ele					
	O edifício tem menos de 10 andares (incluindo todos os pavimentos acima do nível da rua) OU o edifício tem 10 andares (ou mais) mas é da mesma altura ou mais baixo que os edifícios nos seus arredores e existem obstáculos protegendo-o contra condições de vento excessivas no nível do solo próximo a ele					

### 5.4.2 Água

Na análise dos **componentes economizadores de água** pôde-se observar que os 16 edifícios utilizam bacias sanitárias com caixa acoplada e VDR e 11 destes edifícios contam também com torneiras de funcionamento hidromecânico, constituindo prática de mercado (nível B). Um nível de desempenho intermediário foi proposto, baseado em tecnologias existentes no mercado para componentes economizadores de água.

Apenas dois dos 16 edifícios utilizam **água da chuva para fins não potáveis** e em somente um edifício há indicador da redução do consumo de água potável (25%). Pela falta de dados para embasamento do parâmetro de desempenho a ser atingido, o *benchmark* do LEED foi usado como referência para os níveis I e S (redução de 20 e 30%, respectivamente).

Oito edifícios possuem **vegetação a ser irrigada no terreno** - todas elas pertencentes à flora local - e não há sistema de irrigação permanentemente instalado (nível B). Apesar de nenhum edifício utilizar fontes alternativas de água para irrigação esta prática pode ser implementada por meio de tecnologias e práticas existentes (nível S).

Nenhuma das edificações faz a **medição individualizada** do consumo de água. Os 10 edifícios em operação fazem análise das faturas de água<sup>97</sup> para detecção de possíveis vazamentos. Apesar de outras metodologias incluir a medição setorizada entre seus requisitos, optou-se por não incluí-la na metodologia. Acredita-se que em edifícios de escritórios o investimento em hidrômetros individuais (e demais infra-estrutura necessária) não traria tanto retorno como em um edifício residencial, onde o consumo de água pode variar enormemente entre as diferentes unidades.

Quanto à **limitação do volume de água pluvial encaminhado para a rede pública de drenagem**, apenas 2 edifícios fazem a retenção de água pluvial para fins não potáveis (aliviando a carga a ser despejada na rede pública) e nenhum utiliza medidas de infiltração da água pluvial no solo. Contudo, bom desempenho pode ser alcançado por meio de tecnologias existentes, tais como: pavimentos semipermeáveis, valas, trincheiras ou poços de infiltração, redução das áreas impermeabilizadas no terreno, aumento da vegetação no terreno e telhado jardim. Os níveis B, I e S foram definidos com base no HQE.

Oito dos 16 edifícios possuem **facilidades de acesso para manutenção** e substituição de materiais e componentes do sistema hidráulico e sanitário do edifício (*shafts* e áreas

---

<sup>97</sup> A realização desta prática não está condicionada ao projeto da edificação, mas indicações no manual do usuário devem ser feitas para que esta prática ocorra.

técnicas), constituindo prática de mercado. Além disso, a NBR 5.626/98 faz recomendações que também serviram de base para a definição dos níveis B, I e S.

Quanto à **organização e proteção dos sistemas dos sistemas hidráulicos**, 15 dos 16 edifícios identificam as tubulações aparentes com cores diferenciadas, a maioria seguindo as recomendações da NBR 6.493/94. No único edifício em operação que conta com água da chuva para usos não potáveis, os reservatórios e tubulações de água da chuva são identificados com frases alertando os usuários de que a água não é potável. A identificação das tubulações, além de constituir prática corrente, é de fácil implementação e requer baixo investimento (nível B).

Todos os edifícios atenderam aos requisitos avaliados em relação à **qualidade da água destinada ao consumo humano, confiabilidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários e segurança na utilização dos sistemas**. Constatou-se, desta forma, que constitui prática corrente a conformidade com os requisitos do projeto de norma Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 6: Sistemas Hidrossanitários (nível B).

Quinze edifícios possuem **tratamento de efluentes** realizado pela rede pública (nível B). Um edifício realiza o tratamento dos efluentes com uma ETE (nível I). A realização de tratamento dos efluentes no local seguida de reuso da água tratada para fins não potáveis pode ser alcançado por meio de tecnologias e práticas existentes (nível S).

As **torres de resfriamento de água** estão presentes em quatro dos 16 edifícios avaliados. No entanto, não foi possível obter dados relacionados à eficiência do sistema quanto à utilização de água. Os critérios para os níveis B, I e S foram determinados com base em consulta a fabricantes destes equipamentos.

Embora de baixo custo e alto impacto ambiental e social, nenhum dos 10 edifícios em operação realiza ações de **sensibilização dos usuários para conservação de água**<sup>98</sup>. Em uma metodologia que avalie a operação da edificação deveria ser classificado como nível B.

A Tabela 5.7 apresenta os parâmetros de referência (*benchmarks*) definidos para a categoria **Água**, identificando a origem dos mesmos (se foram validados pelo levantamento de dados ou se foram utilizadas outras referências).

---

<sup>98</sup> A realização deste procedimento não está condicionada ao projeto da edificação, mas indicações no manual do usuário devem ser feitas para que esta prática ocorra.

**Tabela 5.7: Parâmetros de referência definidos para a categoria Água**

2. Água		Nível			Origem benchmark	
					levantam dados	outros
<b>2.1 REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>2.1.1 Redução do consumo de água nos pontos de utilização</b>						
<i>utilização de componentes economizadores de água</i>	As bacias sanitárias possuem volume de descarga reduzido (VDR = 6 litros) e as torneiras possuem ciclo de fechamento automático ou acionadas por sensor de proximidade				x	
	As bacias sanitárias possuem sistema dual de descarga; as torneiras possuem ciclo de fechamento automático ou acionadas por sensor de proximidade; e os demais pontos (caso existam) também apresentam componentes economizadores de água					
<b>2.1.2 Utilização de fontes alternativas de água</b>						
<i>emprego de fontes alternativas de água</i>	Redução mínima de 20% no consumo de água potável utilizando fontes alternativas de água (água da chuva, águas cinzas ou águas negras) para usos não potáveis da edificação, com excessão da irrigação paisagística (descarga de mictórios e bacias sanitárias, limpeza de ambientes, torres de resfriamento, etc)					LEED
	Idem ao critério do nível "I" mas considerando 30%					
<b>2.1.3 Limitação do consumo de água para irrigação paisagística</b>						
<i>emprego de paisagismo e sistema de irrigação eficientes</i>	Vegetação utilizada no paisagismo consome pouca água e não requer o uso de pesticidas e fertilizantes para sua manutenção E o sistema de irrigação é eficiente (ou não há sistema de irrigação permanentemente instalado)				x	LEED (nível S)
	Vegetação utilizada no paisagismo consome pouca água e não requer o uso de pesticidas e fertilizantes para sua manutenção E o sistema de irrigação utiliza 100% de água de fontes alternativas					
<b>2.2 SISTEMA DE GESTÃO DA ÁGUA PLUVIAL</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>2.2.1 Limitação do volume de água pluvial encaminhado para a rede pública de drenagem</b>						
<i>uso de sistemas de infiltração e retenção de água</i>	A vazão de água pluvial destinada ao sistema público de drenagem urbana é de 51% a 70% da vazão gerada no lote (retenção de no mínimo 30% do volume). *Estratégias para reduzir a vazão incluem (mas não são limitados a): captação e utilização da água da chuva, pavimentos semi-permeáveis, valas, trincheiras e poços de infiltração, redução das áreas impermeabilizadas no terreno, aumento da vegetação no terreno, telhado jardim					HQE
	A vazão de água pluvial destinada ao sistema público de drenagem urbana é de 21% a 50% da vazão gerada no lote (retenção de no mínimo 50% do volume)					
	A vazão de água pluvial destinada ao sistema público de drenagem urbana é de 0% a 20% da vazão gerada no lote (retenção de no mínimo 80% do volume)					

**Tabela 5.7 (continuação): Parâmetros de referência definidos para a categoria Água**

2.3 MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS		B	I	S		
<b>2.3.1 Provisão de facilidades para as atividades de manutenção</b>						
<i>facilidade de acesso para inspeção e manutenção de elementos críticos</i>	Previsão de espaços para manutenção e reforma de modo que toda a tubulação possa ser substituída sem danificar elementos estruturais				x	
	Previsão de espaços para manutenção e reforma e tubulação embutida em dutos ou no forro, de modo que toda a tubulação possa ser substituída sem danificar elementos estruturais ou acabamentos					
	Previsão de espaços para manutenção e reforma e sistemas isolados e outras medidas que permitam fácil substituição da tubulação sem danificar os acabamentos					
2.4 DESEMPENHO DOS SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS		B	I	S		
<b>2.4.1 Organização e proteção dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários</b>						
<i>identificação dos componentes do sistema predial hidráulico e sanitário</i>	Identificação das tubulações suspensas aparentes com cores diferenciadas de acordo com a norma NBR 6493/94 E os reservatórios e tornerias de água da chuva ou de reúso (caso existentes) são identificados com frases alertando os usuários de que a água não é potável				x	
<b>2.4.2 Qualidade da água destinada ao consumo humano, confiabilidade e segurança dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários</b>						
<i>desempenho dos sistemas hidrossanitários</i>	Atendimento ao nível superior "S" do Projeto 02:136.01.001 – Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 6: Sistemas Hidrossanitários. Não havendo nenhuma indicação quanto ao atendimento ao nível "S", subentende-se pactuado o nível mínimo "M". A escolha dos materiais deve ser compatível com a natureza da água distribuída (análise das características físico-químicas da água antes da especificação dos materiais)				x	
2.5 QUALIDADE DOS EFLUENTES		B	I	S		
<b>2.5.1 Tratamento de efluentes</b>						
<i>tipo de tratamento de efluentes</i>	Coleta de esgoto sanitário realizada pela rede pública				x	
	Realização de tratamento dos efluentes no local, com uma Estação de Tratamento de Esgoto local ou tratamento dos efluentes por zonas de raízes, respeitando as condições e padrões de lançamento de efluentes fixados na Resolução do CONAMA 357/2003					
	Realização de tratamento de 100% dos efluentes no local, com uma Estação de Tratamento de Esgoto local ou tratamento dos efluentes por zonas de raízes E reúso da água tratada para fins não potáveis					

**Tabela 5.7 (continuação): Parâmetros de referência definidos para a categoria Água**

2.6 TORRES DE RESFRIAMENTO DE ÁGUA		B	I	S	
2.6.1 Consumo de água nas torres de resfriamento de água					
<i>eficiências das torres de resfriamento de água</i>	Utilização de torres de resfriamento com eliminadores de gota que resultam em um consumo por arraste de água entre 0,98 a 1,03% da água circulante				fabricant e de torres
	Utilização de torres de resfriamento com eliminadores de gota que resultam em um consumo por arraste de água entre 0,89% e 0,98% da água circulante				
	Utilização de torres de resfriamento com eliminadores de gota que resultam em um consumo por arraste de água entre 0,89% e 0,98% da água circulante E parcela referente a evaporação da água menor ou igual a 0,88% da água circulante				

### 5.4.3 Energia

Cinco dos seis edifícios onde foi possível calcular a classificação geral da edificação quanto à **eficiência energética** obtiveram nível C na Regulamentação. Este resultado vai ao encontro do que sugeriram os especialistas (tornam pré-requisito<sup>99</sup> nível C da Regulamentação). Uma edificação obteve nível B na classificação geral da Regulamentação (determinado como nível intermediário de desempenho) e o desempenho superior seria a maior classificação possível da Regulamentação, ou seja, nível A em Eficiência energética.

Nenhum dos edifícios realizou **comissionamento** dos sistemas ou contou com agente de comissionamento engajado à equipe de projeto. Dada a importância de testar os sistemas<sup>100</sup> para verificar se operarão de acordo com o desempenho pretendido, este requisito foi classificado como nível I. Entretanto, para edifícios que possuem aquecimento solar de água foi proposto como desempenho básico (nível B) a realização de comissionamento deste sistema, uma vez que raramente operam conforme o projetado.

Em nenhum dos edifícios foi observada a utilização de **fontes de energia renováveis** não havendo dados que configurem um desempenho básico. Os critérios dos níveis I e S foram definidos em função dos incentivos<sup>101</sup> concedidos pela Regulamentação, referentes à

<sup>99</sup> Ao invés de pré-requisito, o nível C na Regulamentação foi determinado como critério de desempenho básico.

<sup>100</sup> Os sistemas a que se refere este trabalho são os sistemas de iluminação e condicionamento de ar.

<sup>101</sup> A Regulamentação atribui até um ponto na classificação geral, a critério do GT Edificações do INMETRO, a iniciativas que aumentem a eficiência da edificação.

utilização de energia eólica, painéis fotovoltaicos e sistemas de cogeração<sup>102</sup>. Apesar de constarem na Regulamentação como incentivos, uma edificação pode atingir a classificação nível A da Regulamentação sem atender a nenhum dos requisitos determinados como incentivos. Por esta razão optou-se por incluí-los na metodologia.

Nenhuma das edificações possui **medição do consumo energético centralizado por usos finais**. A Regulamentação inclui como um dos pré-requisitos gerais “possuir circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final: iluminação, sistema de condicionamento de ar, e outros. Caso este item não seja atendido, o nível de eficiência do edifício será C”. Entretanto, exceção é feita a edificações com múltiplas unidades autônomas de consumo, que é o caso de 15 dos 16 edifícios avaliados. Para as edificações com múltiplas unidades autônomas de consumo, um critério para o nível S foi estabelecido com base na avaliação do especialista acadêmico da categoria *Energia*: medição de grandes cargas (acima de 100kVa) com possibilidade de controle automatizado de demanda e monitoramento das informações relativas ao consumo de energia do edifício.

As calçadas de 11 dos 16 edifícios seguem os padrões definidos pela PMF, cujas absorvâncias são menores que 0,4. Nos demais edifícios, a maior absorvância foi no pavimento da área de acesso dos edifícios 14 e 15, onde predomina o cinza escuro (absorvância maior que 0,4). Estes resultados embasaram o critério de desempenho do nível B: os materiais utilizados nas calçadas, estacionamentos externos e áreas de acesso ao edifício devem possuir **absorvância solar baixa** (menor que 0,4) e deve ser dada preferência ao padrão da prefeitura municipal para as calçadas.

A referência à utilização de pavimentos semipermeáveis na categoria *Energia* está relacionada à redução das ilhas de calor e estes materiais não foram observados em nenhum dos edifícios avaliados. Não será proposto nível de desempenho para este requisito pois esta questão já está coberta na categoria *Água*, quando faz referência à limitação do volume de água pluvial encaminhado para a rede pública de drenagem.

Para a **redução do efeito das ilhas de calor em coberturas**, a Regulamentação exige como pré-requisito do envoltório a utilização, em coberturas não aparentes, de cor de absorvância solar baixa ( $\alpha < 0,4$ ), telhas cerâmicas não esmaltadas ou teto jardim. Um nível de desempenho S foi definido, baseado no *benchmark* do LEED: pelo menos 50% da área do telhado deve ter cobertura vegetal.

---

<sup>102</sup> A utilização de aquecimento solar não foi incluída pois já é coberta pela Regulamentação como pré-requisito para atingir nível A (em edificações que tenham demanda para aquecimento de água).

Nenhum dos edifícios possui sistema para **redução de demanda no horário de ponta**. Tendo em vista tecnologias existentes, foi determinado, para edificações horosazonais, um critério para o nível S. A porcentagem de redução utilizada foi o parâmetro de desempenho do *Green Star* (25% de redução da demanda energética no horário de ponta). Para tanto, não deve ser utilizado sistema de geração a diesel.

Os critérios para a eficiência da **poluição luminosa das áreas externas** foram definidos com base na prática de mercado observada: todos os edifícios em operação atendem aos requisitos levantados no item E-7 do *checklist*. O critério proposto para o nível I não foi observado nos edifícios, mas constitui uma prática desejável dos sistemas de iluminação, baseado em tecnologias existentes.

Com relação aos **gases refrigerantes utilizados nos sistemas de condicionamento de ar**, nenhuma das edificações com ar condicionado de janela ou *split* utilizou gases menos poluentes. O critério do nível B (não utilização de gases refrigerantes que contenham CFCs) foi especificado tendo em vista substâncias banidas por provocar reconhecidos danos à camada de ozônio. Como critério do nível S, propõe-se a utilização de gases refrigerantes com baixo ODP e GWP, baseado em materiais e tecnologias existentes. Apesar de não ser sido possível avaliar os tipos de gases refrigerantes utilizados nos sistemas de condicionamento de ar central, os critérios aplicam-se tanto a sistemas com aparelhos de janela e *split* como para condicionamento central do ar.

No levantamento de dados não foram obtidas informações a cerca dos materiais **isolantes térmicos e acústicos**. O critério proposto para o nível B teve como base a avaliação do especialista técnico da categoria *Qualidade do ambiente interno e saúde* e em padrão de desempenho requerido pelo *Green Star*.

Os **sistemas de combate a incêndio** de nenhum dos edifícios utiliza substâncias que contenham HCFC ou *halon*. Constituindo prática de mercado, foi classificado como nível B.

Nenhum dos edifícios possui sistema de **detecção de vazamento de gases refrigerantes**. Um critério para o nível I foi determinado em função da avaliação do especialista técnico da categoria *Qualidade do ambiente interno e saúde*.

A Tabela 5.8 apresenta os *benchmarks* definidos para a categoria **Energia**, identificando a origem dos mesmos (se foram validados pelo levantamento de dados ou se foram utilizadas outras referências).

**Tabela 5.8: Parâmetros de referência definidos para a categoria Energia**

3. Energia		Nível			Origem benchmark	
					levantam dados	outros
<b>3.1 EFICIENCIA ENERGETICA</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>3.1.1 Níveis de eficiência energética do sistema de iluminação, condicionamento de ar e envoltório</b>						
<i>classificação da edificação quanto à eficiência energética</i>	Nível C na classificação geral da Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos				x	
	Nível B na classificação geral da Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos					
	Nível A na classificação geral da Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos					
<b>3.2 COMISSIONAMENTO DOS SISTEMAS</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>3.2.1 Comissionamento dos sistemas energéticos da edificação</b>						
<i>realização de comissionamento</i>	Realização de comissionamento do sistema de aquecimento solar (no caso de edificações com aquecimento solar de água)				LEED, Green Star e GBTool	
	Realização de comissionamento dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar. O agente deve ser independente da equipe de projeto e do gerenciamento do edifício					
	Realização de comissionamento em todos os sistemas do edifício com funções críticas, incluindo sistemas de segurança, sistemas de condicionamento de ar, iluminação, controles operacionais do edifício, sistemas elétricos e envelope do edifício					
<b>3.3 UTILIZAÇÃO DE ENERGIA RENOVAVEL</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>3.3.1 Produção de energia elétrica no local por meio de fontes renováveis (excluindo energia solar para aquecimento de água)</b>						
<i>% de redução no consumo de energia</i>	Existe espera para ligação futura a sistemas de energia renovável				Regulamentação de eficiência energética	
	Utilização de energia eólica, painéis fotovoltaicos, sistemas de cogeração (ou outras fontes de energia renovável) atendendo aos parâmetros de desempenho referenciados na Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos					
<b>3.4 PLANO DE MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO DE DESEMPENHO</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>3.4.1 Medição e verificação dos componentes energéticos da edificação</b>						
<i>medição energética de grandes cargas</i>	Medição de grandes cargas (acima de 100kVa), com possibilidade de controle automatizado de demanda E monitoramento das informações relativas ao consumo de energia do edifício					avaliação de especialista
<b>3.5 REDUÇÃO DAS ILHAS DE CALOR</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>3.5.1 Redução do efeito das ilhas de calor em superfícies impermeabilizadas que não de cobertura: estacionamentos, calçadas e áreas de acesso ao edifício</b>						
<i>materiais com absorvância solar baixa</i>	Os materiais utilizados nas calçadas, estacionamentos externos e áreas de acesso ao edifício devem possuir baixa absorvância solar, $\alpha < 0,4$ (cores claras). Preferencialmente deve ser adotado o padrão da prefeitura municipal para as calçadas				x	

**Tabela 5.8 (continuação): Parâmetros de referência definidos para a categoria Energia**

3.5.2 Redução do efeito das ilhas de calor em coberturas						
<i>materiais com absorvância solar baixa</i>	Em coberturas não aparentes, utilização de cor de absorvância solar baixa, $\alpha < 0,4$ ou telhas cerâmicas não esmaltadas					Regulamentação de eficiência energética
<i>% do telhado com coberturas vegetais</i>	Utilização de coberturas vegetais em pelo menos 50% da área do telhado					
<b>3.6 DEMANDA ENERGÉTICA NO HORÁRIO DE PONTA</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>3.6.1 Redução da demanda energética no horário de ponta</b>						
<i>% de redução da demanda energética no horário de ponta</i>	Em edificações horosazonais, utilização de sistema (excluindo geração a diesel) que reduza a demanda energética no horário de ponta em pelo menos 25%					Green Star
<b>3.7 POLUIÇÃO LUMINOSA EXTERNA</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>3.7.1 Eficiência na iluminação de áreas externas do edifício</b>						
<i>redução da poluição luminosa nas áreas externas</i>	Utilização de dispositivos elétricos (lâmpadas e reatores) com selo PROCEL de baixo consumo de energia. Os raios de luz não devem ser direcionados para além dos limites do terreno ou dirigidos para cima, sem incidir diretamente numa superfície com o explícito propósito de iluminá-la					x
	Idem ao nível "B" + A iluminação externa possui desligamento automático ligado à presença de iluminação natural (fotosensores)					
<b>3.8 DANOS À CAMADA DE OZÔNIO E AQUECIMENTO GLOBAL</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>3.8.1 Uso de gases refrigerantes nos sistemas de condicionamento e refrigeração que contenham baixo potencial de destruição da camada de ozônio e baixo potencial de aquecimento global</b>						
<i>avaliação dos gases refrigerantes</i>	Não utilização de gases refrigerantes que contenham CFC					x
	Utilização de gases refrigerantes com baixo Potencial de Aquecimento Global (GWP < 5); baixo Potencial de Destruição da Camada de Ozônio (ODP = zero) ou não utilização de gases refrigerantes					
<b>3.8.2 Isolantes térmicos e acústicos</b>						
<i>composição dos materiais isolantes térmicos e acústicos</i>	Materiais especificados para isolantes térmicos e acústicos não utilizam substâncias causadoras de destruição da camada de ozônio na sua manufatura e composição					Green Star e avaliação de especialista
<b>3.8.3 Sistemas de combate a incêndio</b>						
<i>composição dos materiais do sistema de combate a incêndio</i>	Sistemas de combate a incêndio não contém substâncias causadoras de danos à camada de ozônio: CFC, HCFC (hidroclorofluorcarbono) ou halon					x
<b>3.8.4 Detecção de vazamentos de gases refrigerantes</b>						
<i>instalação de sistema de detecção de vazamentos</i>	Instalação de sistemas de detecção de vazamentos de gases refrigerantes nos sistemas de condicionamento de ar com vazão variável de refrigerante (VRV)					avaliação de especialista

#### 5.4.4 Materiais e recursos

Metade dos edifícios avaliados possui **locais para separação e armazenamento de recicláveis**. Apesar de não caracterizar prática de mercado, representa uma solução de grande impacto ambiental e baixo custo de implantação (nível B). Outros dois, apesar de não possuírem área específica, tomam providências para coleta e encaminhamento de materiais para reciclagem (os edifícios 10 e 13 identificam e vendem a recicladores papéis e garrafas PET). Esta prática, somada ao critério do nível B, caracteriza o nível I. A existência de caixas coletoras em cada andar, a instalação de máquinas para prensagem de papelão e latas de alumínio e outras facilidades para reciclagem foram propostas para o nível S, baseado em especificações do HQE.

Todos os edifícios utilizam cimento CP-IV e aço com **conteúdo de recicláveis** incorporados no processo de fabricação, constituindo práticas de mercado (nível B). Apenas uma edificação utilizou agregados reciclados em concretos não estruturais e não foi possível identificar a porcentagem representada em relação ao total de agregados. Por este motivo, para o nível I foi utilizado o parâmetro de referência do *Green Star* (utilização de 20% de agregados reciclados). A utilização de agregados recicláveis em concretos estruturais não foi identificada em nenhuma das edificações mas diversos estudos atestam a possibilidade prática de sua utilização (nível S).

Quanto à **reutilização de recursos**, foi identificada em 11 dos 16 edifícios a reutilização de cimbramento e escoramento metálico de fôrmas para concreto, caracterizando prática corrente. Em dois edifícios também as fôrmas para lajes nervuradas foram reutilizadas. Não foi observada a reutilização de outros materiais verificados no item MR-2 do *checklist* (telhas, tijolos, postes, vigas, portas e esquadrias). Não havendo base para definição de um parâmetro de desempenho baseado no levantamento, foi proposto como nível S o *benchmark* do LEED: uso de 5%<sup>103</sup> de materiais e produtos remanufaturados ou reutilizados. Neste critério não são incluídos fôrmas e escoramentos, que figuram como equipamentos ou sistemas construtivos, avaliados em outros critérios.

Nenhuma das edificações utilizou **madeira** constante na lista de espécies ameaçadas pelo IBAMA e todas as madeiras utilizadas na construção são de reflorestamento, representando prática de mercado (nível B).

---

<sup>103</sup> Porcentagem do custo total de todos os materiais do edifício, considerando o valor do material se fosse comprado novo.

Embora apenas um dos projetistas e construtores entrevistados tenha demonstrado preocupação em relação à especificação de **materiais de rápida renovação**, em todos os edifícios foi observada a utilização de pinus e eucalipto. A utilização destes materiais em aplicações temporárias da edificação representa prática corrente no mercado de Florianópolis (nível B). Não foi observada a utilização dos outros materiais constantes no item MR-5 do *checklist* (piso de bambu, piso de linóleo ou carpete de lã). Em relação a esta questão, a definição do critério se restringirá às aplicações temporárias da construção.

Nenhum dos edifícios demonstrou preocupação com a **minimização do uso do PVC** e as opiniões dos especialistas consultados divergiram em relação ao uso deste material. No entanto, um desempenho mínimo (nível B) é esperado quanto à especificação deste material: limitação da presença de metais pesados no PVC.

Quanto à **destinação adequada dos RCD**, nenhum dos edifícios desenvolveu um Projeto de Gerenciamento de Resíduos de acordo com a Resolução 307 do CONAMA, mas duas construtoras (responsáveis pelos edifícios 10, 13 e 14) possuem procedimentos implementados para o gerenciamento dos resíduos sólidos. Apesar de não ser uma prática de mercado, a gestão dos RCD possui diretrizes regulamentadas, caracterizando o nível B. A análise das cadeias locais de valorização de resíduos; a priorização de fabricantes que recolhem resíduos Classe C e D e a reciclagem dos resíduos Classe A no canteiro são práticas superiores em relação à prática de mercado, representando os níveis I e S. Ainda relacionado à gestão dos RCD, um outro requisito foi proposto, com base no HQE. Apesar de não ter sido verificado no levantamento de dados, considera-se importante incluir como requisito de sustentabilidade a especificação de materiais e sistemas construtivos considerando a redução de resíduos na origem.

Relacionado aos **critérios para escolha de materiais**, a utilização de materiais produzidos por empresas em conformidade com as normas técnicas vigentes foi verificada em todos os edifícios. Somado a isto, 13 edifícios basearam a escolha dos materiais em critérios como durabilidade; adaptabilidade; acessibilidade; facilidade de manutenção; impactos sanitários dos produtos; conforto e saúde dos usuários. Constituindo prática de mercado, estes critérios foram classificados como nível B. Em dois destes edifícios foi observada a preferência a materiais ecologicamente corretos e produzidos por fornecedores que demonstrem responsabilidade sócio-ambiental (nível I). Em se tratando de critérios para a escolha de materiais, as metodologias tendem a evoluir para a inclusão de requisitos de análise do ciclo de vida (LCA – *Life Cycle Analysis*) e energia embutida dos materiais e

componentes dos edifícios. Porém, ao contrário de alguns países que possuem ferramentas<sup>104</sup> especializadas no uso de LCA para medir ou comparar o desempenho ambiental de materiais e componentes da construção civil, no Brasil, atualmente, existem poucos estudos relacionados ao tema, o que dificulta a comparação dos materiais nestes aspectos. Por esta razão, e tendo em vista que o construtor dos edifícios 10 e 13 procura comparar a energia embutida dos materiais baseado em *dados internacionais*, não foi determinado, neste trabalho um nível S. Este, no entanto, deve ser incluído tão logo existam pesquisas suficientes para embasar a diferença entre os materiais segundo estes critérios.

Treze dos 16 edifícios demonstraram preocupação com a especificação de **produtos e materiais locais e regionais**. Salvo algumas exceções, em que os materiais não são encontrados localmente, os demais provêm de distâncias menores que 500km<sup>105</sup>. O levantamento de dados serviu de base para a configuração do critério do nível B.

Relacionado a **facilidades para manutenção do edifício**, o único<sup>106</sup> critério incluído no *checklist* foi se a localização dos reservatórios de água permite inspeção e limpeza periódicas. Todos os edifícios atenderam a este tópico (nível B). Apesar de não ter sido verificada *in loco*, adicionalmente ao critério do nível B foi proposta a inclusão de facilidade de acesso a outros componentes que exijam limpeza ou manutenção periódica (janelas, esquadrias, vidraças, divisórias internas, forros, telhados, calhas, domos de iluminação e proteções solares). A especificação de materiais autolimpantes foi proposta como nível S, tendo em vista tecnologias existentes no mercado.

No requisito MR-10 do *checklist* foi verificada uma série de componentes e sistemas construtivos que contribuem para a **flexibilidade e adaptabilidade da edificação a outros usos**. Baseado nos resultados do levantamento de dados (dois dos edifícios atenderam a todos os itens verificados e os demais atenderam parcialmente) e considerando outras tecnologias existentes no mercado, foram propostos os níveis B, I e S:

---

<sup>104</sup> Entre as ferramentas existentes pode-se citar o *ECO QUANTUM* (Holanda); *ECO-PRO* (Alemanha), *EQUER* (França), *BEES* (EUA), *ATHENA™* (Canadá) e *LCAid* (Austrália).

<sup>105</sup> Esta distância abrange a proximidade de Florianópolis a duas capitais (Curitiba – 300km – e Porto Alegre – 476 km), de onde muitas vezes os produtos são comprados.

<sup>106</sup> A existência de *shafts*, áreas técnicas e salas de controle foi descrita na categoria Água.

- nível B: utilização de no mínimo 5 das 11 estratégias<sup>107</sup> que proporcionam flexibilidade à edificação;
- nível I: utilização de no mínimo 7 das 11 estratégias
- nível S: utilização de mais de 7 das 11 estratégias

Em nenhum dos edifícios foi constatada a preocupação com o fim do ciclo de vida da edificação com baixo impacto ambiental. Os critérios do nível I e S para **desmontagem ou desconstrução do edifício** foram baseados em recomendações do HQE, que incluem: **1)** previsão de facilidade de demolição e reciclagem das partes da edificação gerando baixo impacto ambiental na demolição (materiais desmontáveis, controle de ruídos, controle de materiais particulados); **2)** especificação de materiais e componentes com maior potencial de reuso e reciclagem pós-uso; **3)** diretrizes para caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação dos resíduos de desmontagem ou desconstrução.

Nenhum dos 10 edifícios em operação realiza ações para **sensibilização dos usuários para a reciclagem e minimização de resíduos**, embora necessite de baixo investimento e proporcione alto impacto ambiental e social. Assim como descrito na categoria *Água*, a realização deste procedimento não está condicionada ao projeto da edificação e portanto não será incluída na metodologia.

A Tabela 5.9 apresenta os *benchmarks* definidos para a categoria **Materiais e recursos**, identificando a origem dos mesmos (se foram validados pelo levantamento de dados ou se foram utilizadas outras referências).

---

<sup>107</sup> As estratégias são: 1) *layout* flexível; 2) *shafts* independentes (hidrossanitários, incêndio, elétrica, comunicação e automação), com no mínimo 50% de área a mais do que a necessidade atual e visitáveis; 3) forro removível; 4) cabeamento estruturado adequadamente dimensionado; 5) vão entre pilares de no mínimo 10m; 6) pé-direito de, no mínimo, de 2,70m livres (pisos a forro), prevendo altura mínima de 15cm para piso elevado e 50cm livres no entre-forro (abaixo da estrutura e acima do forro); 7) piso elevado; 8) divisões internas não portantes; 9) soluções com elementos pré-fabricados; 10) espera para ligação futura a sistemas de energia renovável; 11) vigas devem ser evitadas, de modo que numa reforma não sejam um fator impeditivo de se remover uma parede.

**Tabela 5.9: Parâmetros de referência definidos para a categoria Materiais e recursos**

4. Materiais e recursos		Nível			Origem <i>benchmark</i>	
					levantam dados	outros
<b>4.1 LOCAL PARA ARMAZENAMENTO DE RECICLÁVEIS</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>4.1.1 Área destinada à coleta e armazenamento de materiais recicláveis</b>						
<i>provisão de facilidades para a reciclagem</i>	Existência de área, adequadamente dimensionada e com bom acesso aos ocupantes do edifício e às empresas recicladoras, dedicada à separação, coleta e armazenamento de resíduos produzidos nos escritórios, incluindo (no mínimo): papel; vidro; plástico e metais. O tamanho da área de coleta e armazenamento deve ser avaliada baseada na análise antecipada dos serviços de coleta seletiva disponíveis ao local do empreendimento				<b>x</b>	<b>HQE e GBTool (nível S)</b>
	Idem ao critério do nível "B" + Identificar compradores e coletores de vidro, plástico, material de escritório, jornal, cartuchos e outros					
	Idem ao critério do nível "I" + Existência de caixas coletoras individuais em cada andar (ou a cada 500m <sup>2</sup> ). Considerar a instalação de máquinas para prensagem de papelão, amassadores de latas de alumínio e outras facilidades para reciclagem					
<b>4.2 USO DE MATERIAIS COM CONTEÚDO RECICLADO</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>4.2.1 Uso de concreto, aço e agregados com conteúdo de recicláveis</b>						
<i>% de concreto, aço e agregados com conteúdo de recicláveis</i>	100% do cimento utilizado em concretos pré-fabricados e moldados <i>in loco</i> e 100% do aço utilizado na edificação possuem adição de resíduos recicláveis pós-industriais ou pós-consumo				<b>x</b>	<b>Green Star (nível I)</b>
	Idem ao critério do nível "B" + pelo menos 20% (em massa) dos agregados utilizados em concretos não estruturais são agregados reciclados. Deve haver uma análise técnica para utilização dos agregados reciclados					
	Idem ao critério do nível "I" + são utilizados agregados reciclados em concretos estruturais, mediante o desenvolvimento de análise técnica					
<b>4.3 REUTILIZAÇÃO DE RECURSOS</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>4.3.1 Uso de materiais e produtos remanufaturados ou reutilizados</b>						
<i>% de materiais e produtos reciclados, remanufaturados ou reutilizados</i>	5%* dos materiais e produtos especificados no projeto são remanufaturados ou reutilizados. Realizar pesquisa para identificar possíveis fornecedores de materiais e produtos reciclados, remanufaturados ou reutilizados, incluindo (mas não limitado a): vigas, postes, pisos, esquadrias, portas, tijolos, telhas, tapumes de obras, mobiliário e itens de decoração (não estão incluídos fôrmas e escoramentos para concreto). *porcentagem do custo total de todos os materiais do edifício, considerando o valor do material se fosse comprado novo					<b>LEED</b>

**Tabela 5.9 (continuação): Parâmetros de referência definidos para a categoria Materiais e recursos**

4.4 MADEIRA SUSTENTÁVEL		B	I	S		
<b>4.4.1 Uso responsável da madeira</b>						
<i>procedência da madeira</i>	Não utilização de madeira constante na lista de espécies ameaçadas ou madeira de origem ilegal + 100% da madeira utilizada na edificação é de reflorestamento ou certificada (válido para estruturas, pisos, acabamentos e aplicações temporárias na construção, como fôrmas, passagem de pedestres, tapumes)					X
<b>4.4.2 Uso de madeira de espécies de rápida renovação</b>						
<i>% de madeira de rápida renovação</i>	100% da madeira utilizada em aplicações temporárias da construção é proveniente de espécies de crescimento rápido (plantas colhidas num ciclo de 8 anos ou menos)					X
4.5 USO DE PVC		B	I	S		
<b>4.5.1 Critério para especificação de PVC</b>						
<i>especificação do PVC</i>	Especificar PVC que não use estabilizante a base de chumbo na sua fabricação					pesquisa técnica
4.6 GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO		B	I	S		
<b>4.6.1 Minimização dos RCD</b>						
<i>implantação de ações potencialmente racionalizadoras para reduzir a produção de resíduos na origem</i>	Especificar materiais e sistemas construtivos considerando as seguintes medidas para redução de resíduos na origem: 1) coordenação modular; 2) modulação rigorosa dos componentes de alvenaria, revestimentos de pisos, divisórias, etc; 3) escolha de produtos, processos e sistemas gerando o mínimo de resíduos no momento da execução (fôrmas e escoramentos metálicos, estruturas pré-moldadas, argamassa industrializada, concreto pré-fabricado, transportes internos horizontais e verticais, uso de aço pré-cortado e dobrado, fornecimento de blocos em palets, vedações e revestimentos modulares, etc); 4) escolha de produtos cujas embalagens gerem menos resíduos; 6) emprego de ferramentas gerenciais (projetos para produção, coordenação e compatibilização de projetos, procedimentos operacionais, treinamento da mão-de-obra). Justificar as medidas escolhidas. OBS.: o projeto poderá alcançar nível "B", "I" ou "S", dependendo das medidas adotadas. O nível "S" corresponde à inclusão de tecnologias avançadas de racionalização e industrialização do canteiro de obras					HQE
<b>4.6.2 Destinação adequada aos RCD</b>						
<i>destinação adequada dos RCD</i>	Desenvolvimento e implantação de um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em conformidade com a Resolução 307 CONAMA (adendo Resolução 348), contemplando as seguintes etapas: caracterização, triagem, acondicionamento (em baias separadas), transporte e destinação					Resolução 307 CONAMA
	Idem ao critério do nível "B" + Análise das cadeias de valorização de resíduos locais. Análise e priorização de fabricantes que recolhem resíduos Classe C e D					
	Idem ao critério do nível "I" + inclusão de estratégias para reciclagem dos resíduos Classe A no canteiro					

**Tabela 5.9 (continuação): Parâmetros de referência definidos para a categoria Materiais e recursos**

4.7 ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS		B	I	S			
<b>4.7.1 Adequação à legislação e normas técnicas</b>							
<i>conformidade às normas técnicas</i>	Utilização de materiais e componentes da cesta básica de materiais de construção de empresas qualificadas pelo SiMaC do PBQP-H ou certificadas NBR ISO 9001. Para os materiais que não possuem PSQ, a empresa construtora deve garantir a inspeção dos produtos no ato do recebimento					X	
<b>4.7.2 Critérios para escolha de materiais</b>							
<i>critério para escolha de materiais</i>	Análise e especificação de materiais baseado na durabilidade; adaptabilidade; acessibilidade; facilidade de manutenção ; impactos sanitários dos produtos; conforto e saúde dos usuários					X	
	Idem ao critério do nível "B" + Análise comparativa entre produtos/materiais de diferentes fornecedores e seleção de produtos/materiais ecologicamente corretos e de fornecedores que demonstrem comprovada responsabilidade sócio-ambiental						
4.8 ECONOMIA LOCAL		B	I	S			
<b>4.8.1 Utilização de materiais, produtos e componentes manufaturados, extraídos ou colhidos regionalmente</b>							
<i>% de materiais, produtos e componentes obtidos localmente ou regionalmente</i>	Pelo menos 70% (do custo global) dos materiais e produtos do edifício são manufaturados regionalmente (considerando um raio de 500km) E os materiais e produtos do edifício extraídos ou colhidos (areia, brita, madeira para fôrmas) são provenientes de no máximo 150 km					X	
4.9 FLEXIBILIDADE E ADAPTABILIDADE		B	I	S			
<b>4.9.1 Facilidades para manutenção do edifício</b>							
<i>emprego de estratégias que facilitem a manutenção do edifício</i>	Assegurar a facilidade de acesso para a manutenção do edifício, levando em consideração acesso a componentes que exijam limpeza ou manutenção periódica (reservatórios de água, janelas, esquadrias, vidraças, divisórias internas, forros, telhados, calhas, domos de iluminação e proteções solares)					X	pesquisa técnica (nível S)
	Idem ao critério do nível "B" + Especificação de componentes autolimpantes						

**Tabela 5.9 (continuação): Parâmetros de referência definidos para a categoria Materiais e recursos**

4.9.2 Flexibilidade e adaptabilidade da edificação ao longo da vida útil do empreendimento					
<i>emprego de estratégias que proporcionem flexibilidade e adaptabilidade da edificação</i>	Utilização de no mínimo 5 das 11 estratégias: 1) <i>layout</i> flexível; 2) <i>shafts</i> independentes (hidrossanitários, incêndio, elétrica, comunicação e automação), com no mínimo 50% de área a mais do que a necessidade atual e visitáveis; 3) forro removível; 4) cabeamento estruturado adequadamente dimensionado; 5) vão entre pilares de no mínimo 10m; 6) pé-direito de, no mínimo, de 2,70m livres (piso a forro), prevendo altura mínima de 15cm para piso elevado e 50cm livres no entre-forro (abaixo da estrutura e acima do forro); 7) piso elevado; 8) divisões internas não portantes; 9) soluções com elementos pré-fabricados; 10) espera para ligação futura a sistemas de energia renovável; 11) vigas devem ser evitadas, de modo que numa reforma não sejam um fator impeditivo de se remover uma parede				X
	Utilização de no mínimo 7 das 11 estratégias citadas acima				
	Utilização de mais de 7 das 11 estratégias citadas acima				
4.9.3 Facilidades para desmontagem ou desconstrução do edifício					
<i>emprego de estratégias que facilitem a desmontagem ou desconstrução do edifício</i>	Previsão de facilidade de demolição e reciclagem das partes da edificação gerando baixo impacto ambiental na demolição (materiais desmontáveis, controle de ruídos, controle de materiais particulados, etc). Especificação de materiais e componentes com maior potencial de reuso e reciclagem pós-uso				HQE
	Idem ao critério do nível "B" + Determinação da caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação dos resíduos de desmontagem ou desconstrução				

### 5.4.5 Transporte e acessibilidade

Quinze dos 16 edifícios atendem ao **número de vagas para estacionamento** determinado no plano diretor, todas elas com dimensões de 2,40 x 5,00m (nível B). Nenhuma edificação dispõe de **estacionamento preferencial** para carros com combustíveis alternativos ou *carpools*. Na falta de embasamento no levantamento de dados, o *benchmark* do LEED foi utilizado como referencial para o nível I: 5%<sup>108</sup> das vagas do estacionamento destinadas a veículos de baixa emissão ou com combustíveis alternativos.

As **vagas destinadas a embarque e desembarque** são obrigatórias, segundo o plano diretor local, em edifícios com área construída maior que 2.000m<sup>2</sup>. Os resultados do

<sup>108</sup> Acredita-se que para o Brasil esta percentagem possa ser maior, uma vez que 80% dos carros produzidos atualmente no país são *flex* (aceitam álcool ou gasolina como combustível). Mas como a utilização de estacionamentos preferenciais ainda não é praticada, este percentual foi mantido e pode ser alterado dependendo da resposta do mercado.

levantamento mostraram que seis edifícios atendem ao plano diretor e nove edifícios deveriam ter duas vagas e não tem nenhuma. O plano diretor local exige os edifícios que constituem PGT possuam uma **vaga para carga e descarga**. Um dos cinco edifícios classificados como PGT não atende a este requisito. Apesar de obrigatório por serem exigências do plano diretor, estas questões foram incluídas como requisitos de sustentabilidade visto que nem sempre são cumpridas.

Relacionado à qualidade das calçadas, que implica em **facilidades para pedestres**, pôde-se observar que 12 edifícios atendem a todos os itens verificados no item T-2 do *checklist*, constituindo prática de mercado (nível B).

Apesar de 14 edifícios estarem localizados próximos a ciclovias, nenhum conta com **facilidades para os ciclistas**. Os critérios dos níveis B, I e S foram definidos com base nos *benchmarks* do *Green Star* e do LEED.

Quinze dos 16 edifícios estão localizados **próximos a transportes públicos**. Com base nos resultados obtidos em relação à frequência média de serviço dos transportes públicos e na distância do ponto de ônibus à edificação, foram propostos os critérios dos níveis B, I e S:

- nível B: frequência entre 30 e 45 minutos e distância entre 600m e 1km;
- nível I: frequência entre 15 e 30 minutos e distância entre 300m e 600m;
- nível S: frequência menor que 15 minutos e distância menor que 300m.

Todos os edifícios que constituem **PGT** atendem às exigências do plano diretor com relação à via de implantação do empreendimento e provisão de contrapartidas (quando o plano determina). O atendimento ao plano diretor configura o critério do nível B. A análise do nível de serviço da via e da geração de viagens que o edifício atrairá foi proposto como nível S, baseado no BREEAM e em práticas superiores existentes.

Apesar da existência das normas NBR 9.050/04 e NBR 13.994/00 determinando os requisitos a serem atendidos para garantir **acessibilidade ao edifício a pessoas portadoras de necessidades especiais**, quatro dos edifícios avaliados não proporcionam condição de acesso a usuários de cadeira de rodas. Este requisito foi considerado obrigatório, uma vez que já é regido por normas técnicas e constitui elemento importante para inclusão social.

Todos os edifícios possuem algum dos elementos de **segurança** avaliado pelo requisito T-10.1 do *checklist*. Com base nos resultados obtidos no levantamento de dados foram propostos os critérios dos níveis B, I e S:

- nível B: utilização de pelo menos 4 das 9 medidas de segurança do edifício<sup>109</sup>;
- nível I: utilização de pelo menos 6 das 9 medidas de segurança do edifício;
- nível S: utilização de mais de seis das 9 medidas de segurança do edifício.

A Tabela 5.10 apresenta os parâmetros de referência definidos para a categoria **Transporte e acessibilidade**, identificando a origem dos mesmos (se foram validados pelo levantamento de dados ou se foram utilizadas outras referências).

**Tabela 5.10: Parâmetros de referência definidos para a categoria Transporte e acessibilidade**

5. Transporte e acessibilidade		Nível			Origem benchmark	
					levantam dados	outros
<b>5.1 PROVISÃO DE ESTACIONAMENTO</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>5.1.1 Provisão de espaços para estacionamentos</b>						
<i>número de vagas e estacionamento preferencial</i>	Atendimento ao plano diretor local				x	LEED (nível I)
	Idem ao critério do nível "B" + 5% das vagas são destinadas a estacionamento preferencial para veículos de baixa emissão ou com combustíveis alternativos					
<b>5.1.2 Provisão de espaços para embarque e desembarque de passageiros</b>		Obrigatório			x	plano diretor
Atendimento ao Plano Diretor local						
<b>5.1.3 Circulação de veículos nos estacionamentos</b>						
Atendimento ao Plano Diretor local quanto à largura mínima em trechos retos, nas seções em curva e nos raios internos e externos das curvas para circulação interna de veículos		Obrigatório			x	plano diretor
<b>5.1.4 Provisão de espaços para carga e descarga</b>						
Atendimento ao Plano Diretor local quanto ao número de vagas para carga e descarga		Obrigatório			x	plano diretor
<b>5.2 FACILIDADES PARA PEDESTRES</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>5.2.1 Qualidade das calçadas</b>						
<i>fluidez, conforto e segurança</i>	A calçada apresenta as seguintes características: 1) piso liso e antiderrapante mesmo quando molhado; 2) largura mínima de 2,30m, com área de desobstrução mínima de 1,20m; 3) declividade transversal máxima de 1:50 (2%); 4) ausência de obstáculos dentro do espaço livre ocupado pelos pedestres; 5) não oferece nenhum perigo de queda ou tropeço; 6) a micro-drenagem permite o escoamento superficial da água precipitada, evitando que a água fique acumulada na calçada; 7) existência de rampas em todas as travessias, tanto nas interseções quanto nas entre-quadras (inclinação máxima de 1:12 (8,3%)); 8) altura mínima igual a 2,1m para obstáculos aéreos que invadem as calçadas; 9) existência de piso alerta e/ou piso guia				x	

<sup>109</sup> As medidas a serem consideradas são: 1) câmeras de vigilância no edifício; 2) monitoramento das câmeras de vigilância do edifício; 3) portaria 24h; 4) circuito fechado de TV digital; 5) acesso monitorado ao edifício (por meio de catracas eletrônicas, identificação digital, elevador exclusivo para pavimentos de garagem garantindo a passagem dos visitantes pela recepção, etc); 6) detector de fumaça nas áreas de equipamentos interligadas ao sistema de combate a incêndio; 7) detector de fumaça nas áreas de permanência prolongada; 8) rotas ao redor do edifício bem iluminadas; 9) rotas ao redor do edifício supervisionadas por câmeras.

**Tabela 5.10 (continuação): Parâmetros de referência definidos para a categoria Transporte e acessibilidade**

5.3 FACILIDADES PARA CICLISTAS		B	I	S		
<b>5.3.1 Existência de facilidades para utilização da bicicleta como meio de transporte</b>						
<i>número de vagas para bicicletas, chuveiros e vestiários</i>	Provisão de bicicletário (no edifício ou num raio de 200m do edifício) para no mínimo 3% dos usuários dos edifícios (baseado em uma pessoa a cada 7m <sup>2</sup> de ambientes de permanência prolongada)					Green Star e LEED
	Idem ao critério do nível "B" + guarda-volumes com cadeados (um para cada espaço disponível para bicicleta)					
	Idem ao critério do nível "I" + chuveiros acessíveis (um para cada 10 bicicletas)					
5.4 FACILIDADE DE ACESSO AOS TRANSPORTES PÚBLICOS		B	I	S		
<b>5.4.1 Frequência média de serviço dos transportes públicos</b>						
<i>freqüência dos transportes públicos</i>	Entre 30 e 45 minutos				x	
	Entre 15 e 30 minutos					
	Menor que 15 minutos					
<b>5.4.2 Distância do ponto de ônibus, estação de trem, metrô ou outro transporte coletivo</b>						
<i>distância dos transportes públicos (m)</i>	Entre 600m e 1.000m				x	
	Entre 300 e 600m					
	Menor que 300m					
5.5 GERAÇÃO DE FLUXO E SOBRECARGA NA INFRA-ESTRUTURA VIÁRIA		B	I	S		
<b>5.5.1 Pólos Geradores de Tráfego</b>						
<i>geração de fluxo e sobrecarga na infra-estrutura viária</i>	Atendimento ao plano diretor				x	BREEAM (nível S)
	Idem ao critério do nível "B" + Análise do nível de serviço da via e da geração de viagens que o edifício proporcionará. Projetar o edifício baseado nestas informações					
5.6 ACESSIBILIDADE E DEMOCRATIZAÇÃO DO ESPAÇO CONSTRUÍDO		B	I	S		
<b>5.6.1 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços, equipamentos urbanos e elevadores de passageiros</b>		Obrigatório			x	normas técnicas
Atendimento às normas NBR 9050/04 e NBR 13994/00						
5.7 SEGURANÇA DO EDIFÍCIO		B	I	S		
<b>5.7.1 Existência de estratégias que proporcionem segurança ao edifício e seus usuários</b>						
<i>número de estratégias de segurança utilizadas</i>	Utilização de pelo menos quatro das nove medidas de segurança do edifício: 1) câmeras de vigilância no edifício; 2) monitoramento das câmeras de vigilância do edifício; 3) portaria 24h; 4) circuito fechado de TV digital; 5) acesso monitorado ao edifício (por meio de catracas eletrônicas, identificação digital, elevador exclusivo para pavimentos de garagem garantindo a passagem dos visitantes pela recepção, etc); 6) detector de fumaça nas áreas de equipamentos interligadas ao sistema de combate a incêndio; 7) detector de fumaça nas áreas de permanência prolongada; 8) rotas ao redor do edifício bem iluminadas; 9) rotas ao redor do edifício supervisionadas por câmeras				x	
	Idem ao critério do nível "B" mas considerando seis medidas de segurança					
	Idem ao critério do nível "B" mas considerando mais de seis medidas de segurança					

#### 5.4.6 Qualidade do ambiente interno e saúde

Em todos os edifícios é **proibido fumar** e nenhum possui áreas reservadas a fumantes. Além de prática comum, a proibição do fumo em locais coletivos é regulamentada pela Lei Federal número 9.294/96, constituindo um requisito obrigatório.

Nenhuma das edificações possui um **plano de gestão da qualidade do ar interno** ou realiza **controle e monitoramento do CO<sub>2</sub>**. Entretanto, a Resolução 09 da ANVISA faz orientações técnicas sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior<sup>110</sup> em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, determinando os métodos de avaliação e a periodicidade dos controles. Por ser regulamentada, a gestão da qualidade do ar interno foi classificada como nível B. Em relação ao controle e monitoramento do CO<sub>2</sub>, um critério para o nível S foi proposto com base na avaliação dos especialistas técnico e acadêmico da categoria *Qualidade do ambiente interno e saúde* e nas especificações do LEED.

Não foram observadas em nenhum edifício atividades com concentração de poluentes químicos que demandassem áreas segregadas com exaustão externa. Para o **controle de fontes químicas e poluentes internos**, o critério determinado para o nível I foi baseado em especificações do LEED e *Green Star*.

A identificação e remoção dos materiais que contenham **asbestos** é realizada por dois dos edifícios avaliados. Apesar de não constituir prática de mercado, o critério básico definido como a não utilização de materiais que contenham asbestos foi baseado em: **1)** avaliação do especialista técnico da categoria *Qualidade do ambiente interno e saúde*, que sugeriu que esta questão fosse pré-requisito; **2)** pesquisas técnicas que comprovam o poder cancerígeno da substância; **3)** legislações municipais que já proíbem a utilização de asbesto.

Apenas dois edifícios realizaram pesquisas com fornecedores para identificar materiais com menor conteúdo de **compostos orgânicos voláteis**. Além de não representar prática corrente, os fabricantes de tintas, adesivos, selantes, *thinner*, carpetes e outros materiais de revestimento não informam a quantidade de VOCs presentes nos produtos. Desta forma, os critérios definidos para os níveis B, I e S foram baseados em pesquisas técnicas, legislação e programas ambientais relacionados aos materiais de revestimento.

A **minimização do formaldeído** em madeiras e materiais fibrosos foi realizada em dois dos 16 edifícios, não constituindo uma prática de mercado. Os critérios propostos para os

---

<sup>110</sup> As orientações técnicas dizem respeito à: 1) definição de valores máximos recomendáveis para contaminação biológica, química e parâmetros físicos do ar interior; 2) a identificação das fontes poluentes de natureza biológica, química e física, métodos analíticos e as recomendações para controle.

níveis B, I e S foram baseados em pesquisas técnicas sobre os materiais e nas exigências do *Green Star*.

Relacionado à **prevenção de mofo**, todos os edifícios tomam as providências verificadas no item QAI-8 do *checklist*. Apesar de não terem sido verificados todos os requisitos constantes no projeto de norma Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos (partes 1 a 6), propõem-se que o atendimento aos itens de estanqueidade<sup>111</sup> desta norma configurem o nível básico de uma edificação sustentável.

Nenhum dos edifícios verifica se as **taxas de ventilação** especificadas para os sistemas mecânicos estão sendo realmente atingidas. Entretanto, a Resolução 09 da ANVISA regulamenta as taxas mínimas requeridas para ambientes climatizados<sup>112</sup> e este parâmetro foi utilizado como referência para a caracterização do nível B. O critério proposto para o nível S é o aumento das taxas de renovação do ar ao valor requerido pela ASHRAE *Standard* 62-2001 para edifícios de escritórios (36m<sup>3</sup>/hora/pessoa).

Com exceção dos edifícios 12 e 13<sup>113</sup>, os demais realizam controle da temperatura do sistema de condicionamento de ar em cada sala, colaborando para o **conforto térmico dos ocupantes** e constituindo prática corrente (nível B).

Quanto ao **controle dos sistemas de iluminação pelos ocupantes** pôde-se perceber que a maioria das salas apresenta subdivisões internas e o acionamento do sistema de iluminação se dá na entrada principal da sala. Todas as salas possuem pelo menos uma janela operável e acessível aos ocupantes. Este requisito não foi incluído na metodologia pois já é pré-requisito no sistema de iluminação da Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.

Em relação ao **controle de ofuscamento**, todas as edificações tomam alguma das precauções verificadas no item QAI-12.2 do *checklist*. O critério definido para o nível B foi baseado nos resultados das avaliações e em pesquisas bibliográficas.

**Vistas para o exterior** foram observadas em todas as salas de permanência prolongada das edificações. Entretanto, não foi possível calcular a porcentagem da sala com vista externa, por não ter sido possível a avaliação *in loco* de cada sala e a posição das suas divisórias internas. Como critério do nível B foi utilizado o parâmetro de desempenho do LEED: 90%

---

<sup>111</sup> O QAI-8 representa alguns dos requisitos de estanqueidade deste projeto de norma.

<sup>112</sup> As taxa de renovação do ar adequada de ambientes climatizados é de, no mínimo, 27 m<sup>3</sup>/hora/pessoa, exceto no caso específico de ambientes com alta rotatividade de pessoas. Nestes casos a Taxa de Renovação do Ar mínima será de 17 m<sup>3</sup>/hora/pessoa não sendo admitido em qualquer situação que os ambientes possuam uma concentração de CO<sub>2</sub> maior ou igual a 1000 ppm.

<sup>113</sup> Nestes edifícios não foi possível obter informações referentes ao controle da temperatura dos sistemas de condicionamento de ar.

das salas com vistas para o exterior. O HQE serviu de base para a proposição do critério do nível S: além das áreas de permanência prolongada, outros ambientes (salas de reunião, centro de documentação, espaços internos de convivência) devem ter pelo menos 40% de visão a áreas externas.

O **conforto acústico** das edificações não foi verificado neste trabalho. Entretanto, propõem-se como parâmetro de desempenho básico o atendimento ao projeto de norma Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos (partes 1 a 6), nos itens referentes ao isolamento acústico.

A Tabela 5.11 apresenta os *benchmarks* definidos para a categoria **Qualidade do ambiente interno e saúde**, identificando a origem dos mesmos (se foram validados pelo levantamento de dados ou se foram utilizadas outras referências).

**Tabela 5.11: Parâmetros de referência definidos para a categoria Qualidade do ambiente interno e saúde**

6. Qualidade do ambiente interno e saúde		Nível			Origem <i>benchmark</i>	
					levantam dados	outros
<b>6.1 PLANO DE GESTÃO DA QUALIDADE DO AR INTERIOR</b>		B	I	S		
<b>6.1.1 Controle ambiental da fumaça de cigarro</b>		Obrigatório			x	legislação
Proibição de fumar no edifício, conforme Lei Federal número 9294/96						
<b>6.1.2 Avaliação e controle da qualidade do ar interior</b>						
<i>padrões de qualidade do ar interior</i>	Elaboração de um Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interno para atendimento aos Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior determinados na Resolução 09 da ANVISA					Reg. ANVISA
<b>6.1.3 Controle e monitoramento do CO<sub>2</sub></b>						
<i>emprego de estratégias para controle e monitoramento do CO<sub>2</sub></i>	Monitoramento do CO <sub>2</sub> de acordo com a periodicidade especificada na Resolução 09 da ANVISA					avaliação de especialista e LEED
	Sistema de condicionamento de ar dispondo de sensores de CO <sub>2</sub> integrados ao sistema de automação predial. Instalação de sistemas permanentes de monitoramento que promovam <i>feedback</i> sobre o desempenho do sistema de ventilação para assegurar os requisitos mínimos projetados. Configuração dos equipamentos de monitoramento para gerar um alarme se ventilação ineficiente for detectada					
<b>6.1.4 Controle de fontes químicas e poluentes internos</b>						
<i>áreas segregadas</i>	Onde há ocorrência de substâncias químicas (salas de fotocópias, áreas de limpeza), projetar áreas segregadas com com exaustão externa. Em espaços onde ocorrem a mistura de água e substâncias químicas concentradas (áreas de limpeza, por exemplo), propiciar drenagem apropriada de resíduos líquidos					LEED e Green Star
<b>6.2 MINIMIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A MATERIAIS PERIGOSOS</b>		B	I	S		
<b>6.2.1 Asbestos</b>						
<i>eliminação de asbestos</i>	Não utilização de materiais que contenham asbestos					avaliação de especialista e pesquisas técnicas

**Tabela 5.11 (continuação): Parâmetros de referência definidos para a categoria  
Qualidade do ambiente interno e saúde**

<b>6.2.2 Compostos orgânicos voláteis</b>						
<i>tipo de tintas e adesivos</i>	Não utilização de tintas que contenham metais pesados					pesquisas técnicas sobre os materiais
	Idem ao critério do nível "B" + São especificados adesivos e tintas a base de água					
	Idem ao nível "I" + Fornecedores de tintas e adesivos certificados pelo programa <i>Coatings Care</i> da ABRAFATI					
<i>tipo de colas, thinner, adesivos e selantes</i>	Especificação de colas, <i>thinner</i> , adesivos e selantes produzidos por fabricantes e distribuidores em conformidade com a Resolução 345/2007 da ANVISA					pesquisas técnicas sobre os materiais
	Idem ao critério do nível "B" + Análise dos materiais e dos fabricantes e especificação de produtos fabricados por empresas que demonstrem responsabilidade ambiental					
<i>tipo de carpete</i>	Especificação de carpetes com baixa emissão de VOCs ou não utilizados carpetes					<i>Green Star</i>
<b>6.2.3 Minimização de madeiras e produtos fibrosos que contenham produtos químicos perigosos</b>						
<i>minimização / eliminação do formaldeído e pentaclorofenol</i>	Não utilização de madeira tratada com pentaclorofenol (C6HCl5O)					pesquisas técnicas sobre os materiais
	Não utilização de madeira tratada com pentaclorofenol (C6HCl5O) + As resinas das madeiras compensadas e produtos fibrosos (incluindo produtos de madeira de utilização temporária) não contêm formaldeído ou não são utilizados produtos de madeira composta na edificação					
<b>6.3 PREVENÇÃO DE MOFO</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>6.3.1 Estanqueidade a fontes de umidade externas e internas à edificação</b>						
<i>estanqueidade a fontes de umidade</i>	Atendimento ao nível superior "S" do item 10 (Estanqueidade) do Projeto de norma 02:136.01.001 – Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, Partes 1 a 6. Não havendo nenhuma indicação quanto ao atendimento ao nível "S", subentende-se pactuado o nível mínimo "M". Desconsiderar requisitos aplicáveis apenas à edifícios habitacionais				x	norma técnica
<b>6.4 EFICIÊNCIA DAS TROCAS DE AR</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>6.4.1 Taxas de renovação do ar</b>						
<i>m<sup>3</sup>/hora/pessoa</i>	As taxas de renovação do ar em ambientes climatizados devem ser de, no mínimo, 27 m <sup>3</sup> /hora/pessoa. Em ambientes com alta rotatividade de pessoas a taxa de renovação mínima do ar é de 17 m <sup>3</sup> /hora/pessoa					ANVISA e LEED
	Taxa de renovação do ar de 36 m <sup>3</sup> /hora/pessoa					
<b>6.5 CONFORTO TÉRMICO</b>		<b>B</b>	<b>I</b>	<b>S</b>		
<b>6.5.1 Controlabilidade dos sistemas pelos ocupantes</b>						
<i>controle do conforto térmico pelos usuários</i>	O sistema de condicionamento do ar é controlado localmente (em cada sala) pelos ocupantes				x	<i>Green Star</i> (nível S)
	O sistema de condicionamento do ar é controlado em cada estação de trabalho					

**Tabela 5.11 (continuação): Parâmetros de referência definidos para a categoria Qualidade do ambiente interno e saúde**

6.6 CONFORTO VISUAL		B	I	S		
<b>6.6.1 Controle de Ofuscamento</b>						
<i>emprego de dispositivos para minimização do desconforto gerado pelo ofuscamento natural e artificial</i>	Utilização de sombreamentos externos (brises, toldos, árvores) e internos (persianas, cortinas, película de controle solar), conforme necessidade local. Em ambientes de escritórios que utilizam computadores para desempenhar as tarefas visuais, o valor da iluminância não deve exceder 500 lux (para atividade no plano horizontal). Evitar a localização de estações de trabalho nas fachadas com incidência direta de luz solar em função de iluminâncias naturais excessivas				x	pesquisas bibliográficas
<b>6.6.2 Vistas para o exterior</b>						
<i>% dos ambientes dispendo de acesso a vistas para o exterior</i>	Os ambientes de permanência prolongada devem ter vista direta ao exterior, ou a um átrio interno naturalmente iluminado, em pelo menos 90% da área do ambiente, no sentido horizontal do plano de visão, a partir de todas as estações fixas de trabalho (numa altura de 0,75m)				x	LEED (nível B); HQE (nível S)
	Idem ao critério do nível "B" + Outros ambientes (salas de reunião, centro de documentação, espaços internos de convivência) devem ter pelo menos 40% de visão a áreas externas					
6.7 CONFORTO ACÚSTICO		B	I	S		
<b>6.7.1 Isolamento acústico</b>						
<i>conforto acústico</i>	Atendimento ao nível superior "S" do item 12 (Desempenho acústico) do Projeto de norma 02:136.01.001 – Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, Partes 1 a 6. Não havendo nenhuma indicação quanto ao atendimento ao nível "S", subentende-se pactuado o nível mínimo "M". Desconsiderar requisitos aplicáveis apenas a edifícios habitacionais					norma técnica

## 5.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Este capítulo apresentou os resultados do levantamento de dados realizado em edifícios de escritórios de Florianópolis. A parte inicial do capítulo apresenta as características gerais dos edifícios selecionados como objeto de estudo e seu comportamento frente à avaliação dos requisitos do *checklist* de cada categoria. Os resultados obtidos compõem um panorama da construção de edifícios de escritórios de Florianópolis quanto à sustentabilidade.

De maneira geral, pôde-se perceber que as edificações estão muito aquém do desempenho esperado em relação à sustentabilidade. Mesmo requisitos obrigatórios pelo plano diretor, ou que já deveriam ser prática corrente por serem regulamentados ou normalizados são, em alguns casos, descumpridos. Exemplos do não atendimento ao plano diretor foram verificados em relação à adequação da área ao uso pretendido para o

empreendimento; ao número mínimo de vagas de estacionamento, vagas para embarque e desembarque de passageiros e vagas para acesso de veículos para carga e descarga. A Resolução 307 do CONAMA (gestão de resíduos), a Resolução 09 da ANVISA (padrões da qualidade do ar interior), a NBR 9.050/04 e a NBR 13.994/00 (ambas sobre acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência ao edifício) são exemplos de regulamentações e normas técnicas não atendidas por alguns dos edifícios.

Constatou-se que, alguns requisitos, apesar de seus positivos impactos no meio ambiente serem de conhecimento público, ainda não constituem prática de mercado ou não são atendidos por nenhum dos edifícios. Como exemplo cita-se a existência de locais para armazenamento de recicláveis, a gestão de resíduos de construção e demolição e a conscientização dos usuários para a redução do consumo e eliminação dos desperdícios de água e energia. E ainda, foi observado que alguns requisitos são atendidos pela maioria dos edifícios (constituindo prática de mercado), não pelo impacto ambiental ou social que representam, mas pela disponibilidade dos materiais no mercado ou pelo baixo custo. Entre estes estão o cimento e o aço com conteúdo de recicláveis, a utilização de materiais de rápida renovação (pinus e eucalipto) e a especificação de materiais locais.

Dentre os requisitos avaliados puderam ser identificados os que demonstraram estar consolidados na prática construtiva local. Alguns exemplos são: organização e proteção dos sistemas prediais hidráulicos; requisitos que garantem confiabilidade e segurança aos sistemas prediais hidráulicos e sanitários; uso de equipamentos economizadores de água; especificação de materiais em conformidade às normas técnicas; uso de madeira de reflorestamento; técnicas e sistemas construtivos que garantem estanqueidade à edificação; e localização dos empreendimentos próximos aos transportes públicos e serviços básicos como bancos, restaurantes, áreas de lazer e meios de comunicação.

Alguns bons exemplos também foram observados no levantamento de dados, representando práticas superiores ao desempenho do mercado construtivo de Florianópolis. Dentre eles ressalta-se o desenvolvimento de Estudo de Impacto de Vizinhança (sem que tal estudo seja obrigatório para aprovação do projeto junto aos órgãos competentes); a utilização da água da chuva para descarga de bacias sanitárias; a utilização de terras e entulho retirado do canteiro para regularização e aterro em outras obras; e a análise de fornecedores para especificação de materiais ecologicamente corretos.

A principal referência para a definição dos parâmetros de desempenho (*benchmarks*) foram os resultados do levantamento de dados, cuja discussão também foi apresentada neste capítulo. Adicionalmente - quando não havia dados suficientes para embasar a definição dos

*benchmarks* nos resultados obtidos - foram utilizados os *benchmarks* das metodologias internacionais, a avaliação dos especialistas e pesquisas a normas e publicações técnicas brasileiras. Mas mesmo quando nenhum dos edifícios atendia a determinado requisito, tal informação serviu de base para a definição dos critérios dos níveis I ou S (a não ser que já fossem exigidas por regulamentação ou normas técnicas, caracterizando nível B).

Em alguns casos, como a porcentagem de recicláveis no cimento<sup>114</sup> e aço<sup>115</sup>; e a refletância solar dos materiais das calçadas e acessos ao edifício<sup>116</sup>, os resultados obtidos no levantamento de dados permitiram a definição de *benchmarks* superiores aos propostos por metodologias internacionais como o *Green Star* e o LEED.

Quanto aos **parâmetros de desempenho definidos**, cabe lembrar que eles **refletem o padrão de construção local e podem variar de acordo com o contexto regional**. Para que se tenha indicadores nacionais, levantamentos de dados devem ser conduzidos em outras localidades para identificação das diferenças regionais e adequação dos parâmetros de desempenho de cada requisito ao contexto a que estão inseridos.

Nota-se nos resultados que o edifício 1 se sobressai aos demais edifícios e não reflete o padrão de construção local. O fato está associado ao projeto do edifício estar seguindo as especificações do LEED para pleitear a certificação *Gold*. Por esta razão, os resultados deste edifício não foram utilizados como parâmetro para a definição dos *benchmarks*, que foi baseada nos edifícios 2 a 17.

Durante as entrevistas pôde-se perceber que alguns construtores e projetistas desconhecem certos requisitos relacionados à sustentabilidade e o objetivo de avaliá-los. Como exemplo cita-se o asbesto, o formaldeído e compostos orgânicos voláteis. Para alguns entrevistados teve de ser explicado o que são estes compostos, onde eles estão presentes e como afetam negativamente os usuários do edifício, para só então obter a resposta de que não há a preocupação com a minimização de materiais que contenham tais compostos. Em outros casos, não os compostos, mas as soluções técnicas ou tecnológicas eram desconhecidas. Por exemplo, quando questionado se o edifício possuía vagas preferenciais para carros que transportam mais de uma pessoa, um engenheiro disse: “Genial! Uma solução tão simples que

---

<sup>114</sup> O *Green Star* atribui um ponto ao edifício se 20% do cimento utilizado *in loco* e 15% do cimento utilizado em concretos pré-fabricados possuem resíduos industriais incorporados. Dois pontos são concedidos se as porcentagens forem 40 e 30% respectivamente.

<sup>115</sup> O *Green Star* um ponto se 60% do aço utilizado no edifício possuírem conteúdo reciclado maior que 50%. Dois pontos são atribuídos se ao invés de 60, 90% do aço utilizado no edifício tenha mais que 50% de recicláveis.

<sup>116</sup> O LEED requer que os materiais das calçadas, acessos ao edifício e outras superfícies impermeabilizadas que não de cobertura tenham refletância de pelo menos 30%.

ajudaria a diminuir nossos problemas com falta de vagas para estacionamento”. Ou então, relacionado a facilidades aos ciclistas, alguns entrevistados não sabiam que a inclusão de chuveiros e vestiários (além do bicicletário) eram utilizados em edificações sustentáveis para estimular e facilitar o uso da bicicleta como meio de transporte. Dado o exposto, percebe-se a importância da pesquisa como fonte de informação para o meio técnico e pode-se concluir que a definição clara de requisitos de sustentabilidade auxiliará os construtores e projetistas a incorporá-los aos empreendimentos, uma vez que se as preocupações são desconhecidas, não são incluídas nos projetos. As Tabelas 5.6 a 5.11 cumprem este papel e representam instrumentos de auxílio aos projetistas no desenvolvimento de projetos mais sustentáveis.

**Todos** os entrevistados demonstraram bastante interesse no tema da pesquisa e solicitaram um *feedback* ao final do trabalho. Em alguns casos, os dados levantados já serviram para mudanças nos procedimentos da empresa: em um edifício, o construtor afirmou que é prática da construtora entregar Manual do Usuário e do Condomínio no final da obra. Quando perguntado ao gerente de manutenção do condomínio, ele respondeu que não tinha conhecimento deste material, o único manual que possuía era do sistema de condicionamento de ar. Em nova conversa com o construtor concluiu-se que a administração do condomínio mudou e não repassou os manuais e projetos da edificação. Uma vez constatado que o procedimento pode não ter a eficácia pretendida, a construtora está pensando em uma solução para evitar que tal situação se repita (até o momento da entrevista a solução prevista era disponibilizar os manuais em um *site* da internet).

Os resultados do levantamento de dados também proporcionaram alterações na Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. Uma delas, já incluída na versão 9 (que foi a utilizada como referência neste trabalho) é a possibilidade de avaliação do sistema de iluminação e do sistema de condicionamento de ar separadamente, recebendo uma classificação parcial do nível de eficiência referente a cada um destes itens. Ou seja, inicialmente, a etiquetagem seria para o edifício como um todo; agora, o nível de eficiência energética pode ser estabelecido para um pavimento ou um conjunto de salas, visto que os resultados do levantamento de dados mostraram que podem ocorrer grandes variações de um andar para outro, ou mesmo entre salas de um mesmo andar.

A determinação do nível de eficiência energética realizada neste trabalho foi a primeira aplicação prática da Regulamentação, cujo objetivo era, justamente, verificar sua facilidade de aplicação. De maneira geral, o texto é bastante claro e fácil de ser interpretado e aplicado. Três comentários apenas podem ser feitos a este respeito:

- 1) a Regulamentação apresenta um procedimento para determinação da eficiência em projetos de novas edificações<sup>117</sup>, mas não descreve o método para avaliação de edifícios existentes<sup>118</sup>, como foi o caso deste trabalho. Para o cálculo da iluminância dos ambientes, por exemplo, foi utilizado o Método dos Lumens<sup>119</sup> pois não havia referência de como os cálculos deveriam ser realizados com as informações obtidas *in loco*. O apêndice 2 apresenta a metodologia utilizada, assim como os cálculos realizados para determinação do nível de eficiência dos edifícios;
- 2) a Regulamentação não esclarece se o fator de depreciação a ser utilizado para as luminárias é do início ou do fim da vida útil. Neste trabalho utilizou-se o fim da vida útil, representado pela depreciação das luminárias em 24 meses de uso; e
- 3) a Regulamentação não inclui considerações sobre iluminação natural e taxas de infiltração de ar na edificação pelas aberturas, questões que poderiam influenciar no resultado final da eficiência energética do edifício.

Quanto aos resultados obtidos com a aplicação da Regulamentação, uma edificação atingiu nível B na classificação geral e cinco atingiram nível C<sup>120</sup>. Entretanto, as classificações por componente (do sistema de iluminação, condicionamento de ar e envoltório) variaram do nível E ao A, possibilitando observar as deficiências e pontos fortes das edificações avaliadas tendo em vista a eficiência energética.

---

<sup>117</sup> A Regulamentação especifica que o nível de iluminação necessário para cada ambiente deve ser determinado através do uso da *NBR 5413 – Iluminância de Interiores*.

<sup>118</sup> No caso do levantamento de dados *in loco*, as informações obtidas foram a quantidade, tipo e fabricante das lâmpadas e luminárias, e a partir destes dados deveria ser calculada a iluminância dos ambientes.

<sup>119</sup> O Método dos Lumens ou Método do Fluxo Luminoso é o método mais utilizado para sistemas de iluminação em edificações e consiste em determinar a quantidade de fluxo luminoso (lumens) em determinado ambiente baseado no tipo de lâmpada e luminária escolhidos.

<sup>120</sup> Nas edificações com condicionamento de ar central não foi possível determinar a eficiência destes componentes, impossibilitando a determinação da classificação geral.

## **6. METODOLOGIA PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE PROJETOS DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS**

### **6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Neste capítulo é apresentada a proposta da metodologia de avaliação de projetos de novos edifícios de escritórios. As diretrizes para sua aplicação são determinadas, desde o escopo de aplicação até o formato de apresentação do resultado final da avaliação, expresso por um perfil de desempenho. A estrutura da metodologia foi baseada no modelo francês HQE, que por sua vez também está sendo usado como referência para estruturar a metodologia em desenvolvimento no Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável. Os parâmetros de referência foram obtidos na avaliação dos edifícios de Florianópolis, portanto, refletem o padrão construtivo desta localidade. Para a metodologia ser aplicável a outras regiões brasileiras, novos levantamentos de dados devem ser conduzidos para ajustar os *benchmarks* a tais localidades.

No final do capítulo são apresentados exemplos de avaliações, ilustrando o desempenho atingido por três edifícios frente à metodologia proposta.

### **6.2 ESCOPO DE APLICAÇÃO**

A metodologia proposta aplica-se a projetos de novos edifícios de escritórios. Os edifícios devem ter três ou mais pavimentos; um ou mais pavimentos-garagem e sistema mecânico de condicionamento de ar.

### **6.3 MOMENTOS DA AVALIAÇÃO**

Foram determinados como momentos da avaliação dos requisitos:

- 1) ao final da pré-projeção ou planejamento do empreendimento;
- 2) ao final do processo de projeto e antes do início das obras.

Todos os requisitos devem ser avaliados nas duas etapas. Caso o desempenho de um requisito não possa ser avaliado ao final da etapa de planejamento, a avaliação consistirá em verificar se as exigências para a etapa de projeto estão formuladas para servirem de orientação para as equipes de projeto atingirem os níveis de desempenho desejado.

### 6.3.1 Avaliação ao final da etapa de planejamento

A avaliação nesta etapa deve compreender:

- atendimento às subcategorias da categoria *Gestão do empreendimento*<sup>121</sup> pertinentes a esta etapa<sup>122</sup>;
- identificação das exigências legais e regulamentares pertinentes;
- identificação das exigências financeiras, comerciais e operacionais;
- hierarquização das categorias<sup>123</sup> - com a devida justificativa - que resultará no perfil de sustentabilidade desejado para o empreendimento;
- levantamento das necessidades e expectativas das partes interessadas (internas e externas);
- avaliação dos custos de investimento e de funcionamento do empreendimento, em função das prioridades de desempenho definidas;
- atendimento aos requisitos de desempenho das seis categorias definidas no item 6.4, conforme nível de desempenho pretendido.

### 6.3.2 Avaliação ao final da etapa de projeto

A avaliação nesta etapa deve ser conduzida ao final do processo de projeto, ao menos no momento do pedido do alvará para início das obras, ficando esta vinculada ao término da fase de projeto. Ou seja, fica garantida a finalização dos projetos necessários e do planejamento detalhado das atividades a serem desenvolvidas ao longo da construção do edifício. Também é requerido o atendimento às subcategorias da categoria *Gestão do empreendimento* pertinentes a esta etapa.

## 6.4 CATEGORIAS DE AVALIAÇÃO

A definição de requisitos e critérios foi estruturada em seis categorias:

1. Uso e ocupação do solo;
2. Água;
3. Energia;
4. Materiais e recursos;

---

<sup>121</sup> A categoria *Gestão do Empreendimento* está em desenvolvimento no Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável.

<sup>122</sup> A categoria *Gestão do empreendimento* inclui três subcategorias: 1) Agenda de sustentabilidade do empreendimento; 2) Sistema de Gestão para a realização do empreendimento; 3) Entrega do empreendimento. Apenas a primeira subcategoria é referente à etapa de planejamento e projeto. As subcategorias 2 e 3 estão vinculadas à construção do edifício.

<sup>123</sup> A hierarquização das categorias é definida no item 6.7 deste capítulo.

5. Transporte e acessibilidade; e
6. Qualidade do ambiente interno e saúde.

A proposta se completa com a inclusão da categoria *Gestão do Empreendimento* à metodologia.

## 6.5 ESTRUTURA DE AVALIAÇÃO

A estrutura de avaliação segue a seguinte hierarquia:

### 2) CATEGORIA

#### a) Sub-categoria

##### i. Requisito de desempenho

##### 1. indicador

- a. Critério de avaliação do nível Base (B)
- b. Critério de avaliação do nível Intermediário (I)
- c. Critério de avaliação do nível Superior (S)

As seis categorias são desmembradas em subcategorias, representando as principais preocupações associadas à cada categoria. As subcategorias, por sua vez, são subdivididas em requisitos de desempenho. A avaliação é realizada para cada requisito de desempenho, por meio de seus indicadores (um ou eventualmente mais de um) e critérios de avaliação correspondentes.

## 6.6 NÍVEIS DE DESEMPENHO

Os critérios de avaliação foram definidos a partir de parâmetros de desempenho e metas ambientais, sociais e econômicas, cujo desempenho se expressa segundo três níveis:

**B** - boa prática corrente ou desempenho mínimo requerido a uma edificação sustentável;

**I** – desempenho intermediário;

**S** - desempenho avançado em relação à prática corrente, definido de forma que possa ser alcançado por meio de tecnologias e práticas existentes.

Todos os projetos avaliados devem apresentar pelo menos desempenho básico (**nível B**).

Os critérios definidos como obrigatórios<sup>124</sup>, relacionados a normalizações ou regulamentações vigentes, não recebem classificação por níveis.

As Tabelas 5.6 a 5.11 do capítulo anterior apresentam os níveis de desempenho a serem atingidos em cada categoria. Há situações em que não há critérios definidos para os três níveis, conforme representado na Tabela 6.1. Os campos na cor cinza indicam a existência de critérios de desempenho definidos; os campos hachurados significam que não há critério de desempenho definido para aquele nível.

**Tabela 6.1: Níveis de desempenho associados a cada requisito**

desempenho	S	1. Uso e ocupação do solo															
	I																
B																	
indicador		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	1	1
requisito		1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.2.1	1.2.2	1.3.1	1.3.2	1.4.1	1.4.2	1.5.1		1.5.2			1.6.1	1.7.1
subcategoria		1.1			1.2		1.3		1.4		1.5				1.6		1.7
categoria																	
	obrigatório																

Legenda:

N.P.A = não foi possível avaliar

N.A = não se aplica

	existe critério de desempenho definido
	não existe critério de desempenho definido

desempenho	S	2. Água									
	I										
B											
indicador		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
requisito		2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.2.1	2.3.1	2.4.1	2.4.2	2.5.1	2.6.1	
subcategoria		2.1			2.2	2.3	2.4		2.5	2.6	
categoria											

<sup>124</sup> Os critérios obrigatórios diferenciam-se dos critérios do nível B visto que tais questões já deveriam estar incluídas em qualquer edifício - pois são regulamentadas ou normalizadas – não havendo necessidade de incluí-las num sistema de avaliação da sustentabilidade. Entretanto, os resultados do levantamento de dados mostraram que algumas vezes estes critérios são descumpridos e, por esta, razão foram mantidos como critérios de sustentabilidade.

Tabela 6.1 (continuação): Níveis de desempenho associados a cada requisito

desempenho	S													
	I													
	B													
indicador	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	
requisito	3.1.1	3.2.1	3.3.1	3.4.1	3.5.1	3.5.2	3.6.1	3.7.1	3.8.1	3.8.2	3.8.3	3.8.4		
subcategoria	3.1	3.2	3.3	3.4		3.5	3.6	3.7		3.8				
categoria	<b>3. Energia</b>													

desempenho	S														
	I														
	B														
indicador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
requisito	4.1.1	4.2.1	4.3.1	4.4.1	4.4.2	4.5.1	4.6.1	4.6.2	4.7.1	4.7.2	4.8.1	4.9.1	4.9.2	4.9.3	
subcategoria	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9						
categoria	<b>4. Materiais e recursos</b>														

desempenho	S													
	I													
	B													
indicador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
requisito	5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	5.2.1	5.3.1	5.4.1	5.4.2	5.5.1	5.6.1	5.7.1			
subcategoria		5.1			5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7				
categoria	<b>5. Transporte e acessibilidade</b>													

desempenho	S														
	I														
	B														
indicador	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	
requisito	6.1.1	6.1.2	6.1.3	6.1.4	6.2.1	6.2.2	6.2.3	6.3.1	6.4.1	6.5.1	6.6.1	6.6.2	6.7.1		
subcategoria	6.1					6.2		6.3	6.4	6.5	6.6		6.7		
categoria	<b>6. Qualidade do ambiente interno e saúde</b>														

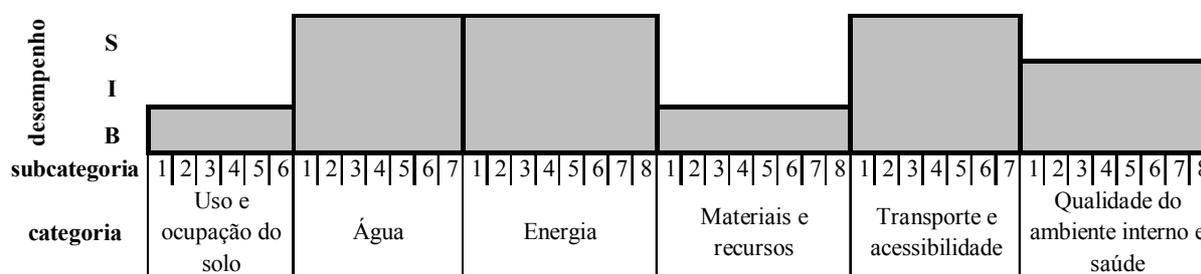
Em alguns casos, os requisitos de desempenho podem não se aplicar a determinado empreendimento. Nessas situações, os requisitos podem ser ignorados, desde que devidamente justificados, conduzindo o restante da avaliação como se o requisito não existisse. O requisito “Consumo de água nas torres de resfriamento de água”, por exemplo, não se aplica a empreendimentos que utilizem aparelhos condicionadores do tipo janela ou *split*, por não possuírem torres de resfriamento de água servindo o edifício.

### 6.7 HIERARQUIZAÇÃO DAS CATEGORIAS

A priorização ou hierarquização das diferentes categorias deverá ser definida pelo empreendedor em função de:

- 1) sua estratégia ambiental global: proteção do ambiente (preservar recursos, reduzir a poluição, reduzir os resíduos); gestão patrimonial (durabilidade, adaptabilidade, conservação, manutenção, custos de operação); conforto e saúde (dos usuários, da vizinhança, dos trabalhadores da obra);
- 2) necessidades e expectativas das partes envolvidas;
- 3) opções funcionais do edifício;
- 4) análise das características positivas e das restrições do local do empreendimento;
- 5) contexto legal e regulamentar aplicável ao empreendimento;
- 6) análise econômica do empreendimento.

As categorias priorizadas devem ser apresentadas num perfil de desempenho de sustentabilidade do empreendimento. A Figura 6.1 mostra um exemplo fictício de perfil de desempenho, onde um empreendimento desejaria alcançar nível S em três categorias; nível I em uma e nível B em duas categorias.



**Figura 6.1: Exemplo fictício de um perfil de desempenho da sustentabilidade do empreendimento**

## 6.8 PONDERAÇÃO DOS REQUISITOS

Não há ponderação explícita na metodologia proposta. A importância relativa entre os requisitos é dada através de combinações dos níveis atingidos, que resultarão no nível da subcategoria a que pertencem. O mesmo raciocínio vale para determinar a importância relativa das subcategorias em cada categoria.

## 6.9 COMBINAÇÃO DOS RESULTADOS

A avaliação ocorrerá de maneira evolutiva ao longo da estrutura hierárquica composta de Categoria → Subcategorias → Requisitos de desempenho → Critérios de avaliação:

- o desempenho dos requisitos é determinado em função dos critérios de avaliação;
- o desempenho das subcategorias é obtido pela combinação dos desempenhos dos requisitos;
- o desempenho das categorias é obtido pela combinação dos desempenhos das subcategorias;
- o desempenho do edifício é obtido pela combinação dos desempenhos das categorias.

A estrutura de combinação dos resultados é apresentada no apêndice 20.

## 6.10 CLASSIFICAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS

Os empreendimentos seriam classificados segundo três diferentes desempenhos, de acordo com a combinação dos resultados das categorias apresentados na Figura 6.2.

- 1) Edifício com preocupações sustentáveis;
- 2) Edifício com desempenho intermediário em relação à sustentabilidade; e
- 3) Edifício com desempenho superior em relação à sustentabilidade.



Figura 6.2: Classificação dos empreendimentos

## 6.11 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O resultado da avaliação seria apresentado na forma de um perfil de desempenho, análogo ao perfil da Figura 6.1, mas representando os resultados obtidos com a avaliação, e não o desempenho desejado.

## 6.12 EXEMPLOS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Como forma de demonstração da aplicação da metodologia, avaliações foram realizadas em três edifícios para identificar os desempenhos atingidos frente à metodologia proposta. Os edifícios são:

- 1) edifício 1, que está sendo projetado de acordo com os requisitos do LEED;
- 2) edifício 10, que possui um dos melhores desempenhos entre os edifícios avaliados;
- 3) edifício 9, que apresenta um dos piores desempenhos entre os edifícios avaliados.

A Figura 6.3 ilustra os desempenhos atingidos pelos edifícios. Os campos na cor verde indicam o atendimento ao critério; os campos em branco indicam que o critério não foi atendido; e os campos hachurados indicam que não há critério definido para aquele nível. Em alguns casos, os critérios não puderam ser avaliados (N.P.A) pois as informações necessárias não foram obtidas no levantamento de dados. Em outras situações, critérios não se aplicam à edificação avaliada (N.A.).

Na ilustração pode-se perceber claramente melhor desempenho do edifício 1 em relação aos outros dois. Comparando os edifícios 10 e 9, visualiza-se o desempenho superior do primeiro nas categorias *Uso e ocupação do solo*, *Água* e *Materiais e recursos*. Entretanto, em ambos, o nível B de alguns requisitos não é atendido. Por esta razão, nem o edifício 10, nem o 9 se enquadrariam para classificação da sustentabilidade pela metodologia proposta.

### EDIFÍCIO 1

desempenho	S			I			B			1. Uso e ocupação do solo			2. Água			3. Energia																							
	S	I	B	S	I	B	S	I	B	S	I	B	S	I	B	S	I	B																					
indicador	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																					
requisito	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.2.1	1.2.2	1.3.1	1.3.2	1.4.1	1.4.2	1.5.1	1.5.2	1.6.1	1.7.1	2.1	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.2	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.5.1	3.5.2	3.6	3.7	3.8			
subcategoria	N.P.A			N.P.A			N.P.A			N.A			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório		
categoria	N.P.A			N.P.A			N.P.A			N.A			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório		

### EDIFÍCIO 10

desempenho	S			I			B			1. Uso e ocupação do solo			2. Água			3. Energia																				
	S	I	B	S	I	B	S	I	B	S	I	B	S	I	B	S	I	B																		
indicador	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1																		
requisito	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.2.1	1.2.2	1.3.1	1.3.2	1.4.1	1.4.2	1.5.1	1.5.2	1.6.1	1.7.1	2.1	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.2	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.5.1	3.5.2	3.6	3.7	3.8
subcategoria	N.P.A			N.P.A			obrigatório			N.A			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório		
categoria	N.P.A			N.P.A			obrigatório			N.A			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório		

### EDIFÍCIO 9

desempenho	S			I			B			1. Uso e ocupação do solo			2. Água			3. Energia																				
	S	I	B	S	I	B	S	I	B	S	I	B	S	I	B	S	I	B																		
indicador	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1																		
requisito	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.2.1	1.2.2	1.3.1	1.3.2	1.4.1	1.4.2	1.5.1	1.5.2	1.6.1	1.7.1	2.1	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.2	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.5.1	3.5.2	3.6	3.7	3.8
subcategoria	N.P.A			N.P.A			obrigatório			N.A			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório		
categoria	N.P.A			N.P.A			obrigatório			N.A			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório			obrigatório		

Legenda:

N.P.A = não foi possível avaliar  
 critério foi atendido

N.A = critério não aplicável ao edifício avaliado  
 critério não foi atendido

 não existe critério de desempenho definido

Figura 6.3: Ilustração do desempenho atingido pelos edifícios 1, 10 e 9 em relação à metodologia proposta



### 6.13 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Este capítulo apresentou os contornos da metodologia proposta para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios de escritórios, com base em parâmetros de desempenho obtidos em edifícios de Florianópolis. Conforme comentado e discutido no capítulo 2, esta autora acredita que a estrutura escolhida para a proposição da metodologia de avaliação seja a que proporcione melhor avaliação e resultados de desempenho de edificações mais sustentáveis. Somado a isso, optou-se por seguir este padrão estrutural para que fosse obtido um “produto final” semelhante à proposta do Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável. Desta forma, ter-se-ão metodologias de avaliação, no mesmo formato, tanto para edifícios de escritórios como para habitações unifamiliares.

Todas as diretrizes para implementação da metodologia foram traçadas, do escopo de aplicação até o formato de apresentação do resultado final da avaliação. De acordo com a proposta, os projetos de novos edifícios poderão obter até três classificações. Esta estratégia foi utilizada como forma de estimular o mercado na busca por edifício cada vez mais sustentáveis, sem deixar de valorizar empreendimentos que se diferenciam das práticas comuns do mercado. Evidentemente, as referências utilizadas e os parâmetros de desempenho devem ser continuamente revisados para adequação do sistema à evolução tecnológica e mercadológica.

Cabe ressaltar que, neste trabalho, o foco de discussão é o projeto de novas edificações, e a metodologia foi proposta para avaliar tal etapa (incluindo também o planejamento do empreendimento). Portanto, um sistema de avaliação da etapa construtiva e também um sistema para verificar se o projetado foi de fato executado devem existir para confirmar que as estratégias de projeto foram incorporadas ao empreendimento. Tais desenvolvimentos são estimulados em pesquisas futuras.

Os exemplos de aplicação da metodologia ilustraram de forma bastante clara o desempenho atingido em cada um dos três edifícios avaliados. Desta forma, evidencia-se que o método proposto é bastante eficiente no intuito de representar o perfil de desempenho atingido pelo edifício.

Um ponto que não pode deixar de ser comentado é que custo de implementação das estratégias incluídas na metodologia não foi avaliado. Acredita-se que alguns entraves econômicos possam ocorrer na aplicação da metodologia, uma vez que só a conscientização da importância da sustentabilidade nas construções nem sempre é um argumento suficiente para construtores, incorporadores e demais agentes envolvidos em um empreendimento. Um

exemplo a citar é a cobrança de uma taxa mínima de água pela concessionária local, que desencorajaria o aproveitamento da água da chuva ou outras estratégias de redução do consumo de água potável. Desta forma estimula-se a existência de incentivos - como a redução de taxas, por exemplo - para empresas que demonstrarem preocupações com a sustentabilidade das construções.

## 7. CONCLUSÕES

Nos dias de hoje, quando mais do que nunca estão em evidência as alterações climáticas provocadas pela interferência humana no meio ambiente, os edifícios mais sustentáveis figuram como uma das alternativas que pode impactar positivamente na redução destas alterações. Dado que as características de execução, uso, operação e manutenção de um edifício são condicionadas pelo projeto, avalia-se que o investimento em projetos para edificações mais sustentáveis é essencial.

No decorrer desta pesquisa pôde-se perceber que a redução do impacto da construção civil e o caminho em busca da sustentabilidade das construções não são tarefas simples e exigem ações combinadas e simultâneas em diversos tópicos. Entretanto, acredita-se que, em um futuro próximo, a consideração de requisitos de sustentabilidade será uma incumbência primária dos engenheiros e arquitetos, assim como são outros requisitos técnicos como segurança estrutural, segurança contra incêndio e segurança do usuário, cuja maioria das normas guia os projetistas na produção de soluções adequadas.

Acerca das iniciativas relacionadas à sustentabilidade de edificações brasileiras, utiliza-se a citação de Silva (2007a) que sintetiza afirmando que:

*[...] o Brasil já conta com alguns esforços para estabelecer indicadores de sustentabilidade, que, no entanto, variam largamente e são definidos segundo critérios e metodologias não necessariamente replicáveis. Para que o país possa avançar no desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de seu ambiente construído é preciso: definir uma metodologia consensual para estruturar indicadores; coletar dados; definir indicadores nacionais, alinhados às tendências internacionais, assim como um bloco dos indicadores locais relevantes em cada caso; medir ou atribuir valores; e interpretar e, eventualmente, agregar indicadores. Uma base de dados robusta deve ser criada e mantida atualizada e amplamente acessível.*

Tendo em vista o exposto, pode-se concluir que este trabalho apresenta importantes contribuições em busca de uma construção mais sustentável, indo ao encontro de todos os pontos indicados pela autora: 1) apresentação de uma metodologia replicável; 2) realização de um levantamento de dados; 3) definição de indicadores alinhados às metodologias internacionais; 4) formação de uma base de dados. Tais resultados foram obtidos pelo atendimento dos objetivos traçados no início da pesquisa, observados a seguir:

1) Determinação de requisitos e critérios para avaliação de edifícios mais sustentáveis

A análise das metodologias existentes para avaliação ambiental e da sustentabilidade de edifícios comerciais realizada neste trabalho permitiu a identificação de requisitos e critérios nelas exigidos. Além das metodologias analisadas, foram consultadas normas, legislações e trabalhos técnicos brasileiros que permitiram compor um conjunto de requisitos a serem avaliados em um levantamento de dados. Para cada requisito foi apresentado o contexto no qual estão inseridos e o objetivo de avaliá-los. Foram apontadas referências de trabalhos, normas e legislações (quando existentes) que permitiram observar o atual estado de conhecimento sobre o desempenho mínimo esperado de cada questão. Também foram apresentados parâmetros de referência (*benchmarks*) de uma ou mais das metodologias analisadas para que fosse possível comparar, ao final do trabalho, com os parâmetros de referência obtidos para as edificações de Florianópolis. Os requisitos foram agrupados em seis categorias principais: **1) Uso e ocupação do solo; 2) Água; 3) Materiais e Recursos; 4) Transporte e acessibilidade; 5) Energia; 6) Qualidade do ambiente interno e saúde.**

A avaliação dos especialistas sobre os requisitos foi de fundamental importância sob os seguintes aspectos: 1) análise da pertinência dos requisitos ao contexto brasileiro, excluindo requisitos não aplicáveis ao contexto atual do país e incluindo requisitos esquecidos; 2) identificação de requisitos que deveriam ser pré-requisitos, dada sua importância à sustentabilidade; 3) inclusão de verificações que aumentaram o nível de detalhamento dos dados a serem levantados em campo; 4) validação das listas de verificação (*checklists*) elaboradas para levantamento dos dados de cada categoria.

Dado o exposto, acredita-se que o conjunto dos requisitos determinados para levantamento de dados tenha sido abrangente o suficiente para cobrir, se não todas, as principais questões relacionadas à sustentabilidade das edificações.

A determinação dos requisitos e sua validação pelos especialistas teve como resultado a elaboração de *checklists* e planilhas auxiliares para o levantamento de dados. Tais ferramentas permitem a repetibilidade do método utilizado neste trabalho em outros locais onde se deseja realizar avaliações, seja do edifício como um todo ou em alguma categoria específica. O desenvolvimento de um método reproduzível, além de facilitar novos levantamentos de dados, auxiliará na definição de novos parâmetros de desempenho e no reconhecimento das características particulares de cada região, permitindo a definição de parâmetros de desempenho que representem cada vez mais a realidade nacional.

## 2) Implementação e validação dos requisitos e critérios em levantamentos de dados

O levantamento de dados conduzido em 17 edifícios de escritórios de Florianópolis permitiu a validação dos requisitos e critérios definidos como essenciais para a sustentabilidade das edificações comerciais.

Dentre os requisitos avaliados, a eficiência energética merece destaque. A metodologia da Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos foi aplicada pela primeira vez, como forma de testar sua facilidade de aplicação. De maneira geral, o texto é bastante claro e fácil de ser interpretado e aplicado. A aplicação da metodologia proposta pela Regulamentação e os resultados com ela obtidos serviram de base para atualizações do texto regulamentar.

## 3) Avaliação do panorama da construção de edifícios de escritórios de Florianópolis quanto à sustentabilidade

Realizado o levantamento de dados, pôde-se avaliar o panorama da construção de edifícios de escritórios de Florianópolis quanto à sustentabilidade. De maneira geral, com exceção do edifício 1 que almeja a certificação LEED e está sendo projetado para atendimento de requisitos lá exigidos, pôde-se perceber que as edificações estão muito aquém do desempenho esperado em relação à sustentabilidade. Mesmo requisitos obrigatórios pelo plano diretor, ou que já deveriam ser prática corrente por serem regulamentados ou normalizados são, em alguns casos, descumpridos. Constatou-se também que, alguns requisitos, apesar de seus positivos impactos no meio ambiente serem de conhecimento público, ainda não constituem prática de mercado ou não são atendidos por nenhum dos edifícios. Outros requisitos, no entanto, mostraram-se consolidados na prática construtiva dos edifícios avaliados e exemplos de práticas superiores ao desempenho do mercado construtivo de Florianópolis também foram observados.

Durante as entrevistas pôde-se perceber que alguns construtores e projetistas não estão familiarizados com certos requisitos relacionados à sustentabilidade e o objetivo de incluí-los como tal. Além disso, percebeu-se que, seja por desinformação ou oportunismo, algumas edificações que atendem a um ou outro requisito pontual apelam para o *marketing* de “edificações ambientalmente responsáveis”. O ponto positivo observado é que todos os entrevistados demonstraram bastante interesse no tema da pesquisa e solicitaram um *feedback* ao final do trabalho. Conclui-se, portanto, que a definição clara de requisitos de sustentabilidade auxiliará os construtores e projetistas a incorporá-los aos empreendimentos e definirá objetivamente o que deve uma edificação apresentar para ser considerada sustentável.

#### 4) Definição de parâmetros de referência (benchmarks) a serem atendidos por edifícios mais sustentáveis

Os resultados do levantamento de dados obtidos nas avaliações dos edifícios de Florianópolis foram a principal referência para a definição dos parâmetros de desempenho (*benchmarks*). O desempenho obtido pelas edificações frente aos requisitos avaliados foi classificado segundo três níveis: nível B (correspondente à boa prática corrente ou desempenho mínimo requerido a uma edificação sustentável); nível I (correspondente a um desempenho intermediário); e nível S (representando um desempenho avançado em relação à prática corrente, definido de forma que possa ser alcançado por meio de tecnologias e práticas existentes). Além dos critérios que configuram os níveis B, I e S foram determinados critérios de atendimento obrigatório, relacionados a legislações e normas técnicas vigentes. Tais questões já deveriam ser obrigatórias em qualquer edifício, mas foram mantidas como critérios de sustentabilidade uma vez que os resultados do levantamento de dados mostraram que não raro são ignoradas ou desrespeitadas.

Adicionalmente aos resultados do levantamento de dados (quando estes não davam condições suficientes para embasar a definição dos *benchmarks*) foram utilizados a avaliação dos especialistas, pesquisas a normas e publicações técnicas brasileiras e os *benchmarks* das metodologias internacionais analisadas, sempre os confrontando com a realidade brasileira.

Ressalta-se que os parâmetros de desempenho definidos refletem o padrão de construção local e, para que se tenha valores representativos nacionalmente, levantamentos de dados devem ser conduzidos em outras localidades.

Em concordância com Silva (2007a) afirma-se que “a criação de uma base de dados de referência (*benchmarks*) para cada indicador relevante é fundamental para dar significado ao resultado de avaliações e para balizar o estabelecimento e a atualização de metas de sustentabilidade”. A definição dos *benchmarks* neste trabalho vai ao encontro do preenchimento de uma lacuna da pesquisa brasileira, que deverá ser acrescida com valores de outras pesquisas e levantamentos de dados para compor uma base de dados nacional.

#### 5) Estabelecimento de critérios para uma ferramenta de auxílio a projetistas no desenvolvimento de projetos mais sustentáveis

Durante as entrevistas com os projetistas e construtores pôde-se perceber que muitos desconheciam alguns dos requisitos abordados nos *checklists*. Os requisitos, critérios e *benchmarks* definidos neste trabalho, assim como a estrutura de avaliação em níveis de

desempenho, cumprem o papel de instrumentos de auxílio aos projetistas no desenvolvimento de projetos mais sustentáveis.

*6) Proposição de uma metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de novos edifícios de escritórios*

O objetivo geral da tese foi alcançado com a proposição de uma metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de novos edifícios de escritórios. Acredita-se que a estrutura escolhida e os critérios baseados em níveis de desempenho em que todas as edificações devem apresentar pelo menos um desempenho básico (igual ao normalizado, regulamentar ou correspondente às práticas usuais) sejam eficientes para definir clara e objetivamente o que uma edificação deve assegurar para ser considerada mais sustentável.

Por todas as peculiaridades apresentadas pela metodologia francesa HQE, esta autora acredita que, dentre os modelos existentes no mercado atualmente, este seja o que proporciona melhor avaliação e promove melhores resultados de desempenho de edificações mais sustentáveis. Além disso, optou-se por seguir este padrão para que a metodologia proposta neste trabalho estivesse em conformidade com a proposta em desenvolvimento no Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável, que também é baseado no modelo francês. Desta forma, as metodologias de avaliação seguirão o mesmo padrão, tanto para edifícios de escritórios como para habitações unifamiliares.

Todas as diretrizes para implementação da metodologia foram traçadas, do escopo de aplicação até o formato de apresentação do resultado final da avaliação. Como forma de demonstração da aplicação da metodologia, avaliações foram realizadas em três edifícios para identificar os desempenhos atingidos frente à metodologia proposta. Pôde-se perceber que os exemplos ilustraram de forma bastante clara o desempenho atingido pelos três edifícios avaliados. Conclui-se, portanto, que o método proposto é bastante eficiente no intuito de representar o perfil de desempenho atingido pelo edifício.

## **7.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Apesar da tentativa de ser o mais abrangente possível, considerando o tema em questão já de antemão foram impostas algumas restrições (de ordem técnica, financeira e de tempo) à pesquisa. Adicionalmente, durante o desenvolvimento da pesquisa deparou-se com outras

limitações e variáveis que não puderam ser incluídas, mas que são sugestões para trabalhos futuros.

1. A pesquisa foi direcionada ao **projeto de novas edificações**, embora o estoque de edifícios existentes (residenciais, comerciais e industriais) seja bastante grande e, em muitos casos, carente de reformas para otimização de seu desempenho. Estudos em outras fases do ciclo de vida do edifício (construção, operação e desconstrução) devem ser realizados.
2. Os edifícios comerciais foram o foco da pesquisa, especificamente os **edifícios de escritórios**. Não foram consideradas variáveis de outras tipologias como residências e indústrias ou outros edifícios comerciais e institucionais como escolas, *shopping centers* ou supermercados. A metodologia proposta pode até servir de base para orientação de metodologias para outras tipologias, mas deve ser analisada e adequada tendo em vista a realidade onde se pretende utilizá-la.
3. Foram considerados edifícios **com três ou mais pavimentos e com pavimento(s) garagem**. A metodologia proposta pode se adequar a edifícios fora desta abrangência, mas uma análise das variáveis envolvidas deve ser realizada.
4. **Os edifícios avaliados restringiram-se a Florianópolis**. O mesmo levantamento de dados pode ser conduzido em outras localidades para observação da situação da construção local quanto à sustentabilidade e obtenção de dados de referência (*benchmarks*) que identifique as diferenças regionais.
5. A pesquisa concentrou-se em **edifícios de escritórios com sistemas de condicionamento de ar mecânicos**. Não foram considerados, na definição dos requisitos e critérios, edifícios de escritório totalmente naturalmente ventilados.
6. Em função do levantamento de dados ter sido realizado apenas em Florianópolis, os ***benchmarks* definidos** (obtidos no levantamento de dados) **podem variar significativamente de região para região**. Novamente sugere-se que o mesmo levantamento de dados seja realizado em outras localidades para geração de um banco de dados consistente e nacionalmente representativo.

## Referências bibliográficas

---

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPOSTOS AO AMIANTO - ABREA. [Home page]: <http://www.abrea.com.br/mortelenta.pdf>. Acessado em: 18/06/2007.

AFONSO, S. **Urbanização de encostas: Crises e possibilidades. O Morro da Cruz como referencial de projeto de arquitetura da paisagem.** Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAUUSP. São Paulo, 1999.

AGOPYAN, V. **Agenda 21 para a construção sustentável.** Prefácio da versão em língua portuguesa. Tradução do Relatório CIB – Publicação 237. *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*. Tradução de I. Gonçalves; T. Whitaker; ed. de G. Weinstock, D.M. Weinstock. São Paulo: 2000. 131p.

AGOPYAN, V.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; COELHO, A. **Alternativas para a Redução do Desperdício de Materiais nos Canteiros de Obras.** Relatório apresentado à FINEP. Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1998.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS – ASHRAE. **ASHRAE GUIDELINE 0-2005 - The Commissioning Process.** Atlanta, GA, USA, 2005.

\_\_\_\_\_. ASHRAE. **ANSI/ASHRAE Standard 55-2004 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.** Atlanta, GA, USA, 2004.

\_\_\_\_\_. ASHRAE. **ASHRAE Standard 62-2001 - Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.** Atlanta, GA, USA, 2007.

\_\_\_\_\_. ASHRAE. **ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2004 Addenda 2007 - Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.** Atlanta, GA, USA, 2007.

\_\_\_\_\_. ASHRAE. **ASHRAE Standard 129-1997 - Measuring Air-Change Effectiveness.** Atlanta, GA, USA, 1997.

ANDERSON, T.; BRANT, E. **The use of performance and durability data in assessment of life time serviceability.** In: Proceedings of the Eight International Conference on Durability of Building Materials and Components, 8 DBMC– Service Life and Asset Management, May 30 - June 3, 1999, Vancouver, Canada. Volume Three – Performance, Service Life Prediction and Sustainable Materials. p. 1813-1820. Edited by M.A. Lacasse and D.j. Vanier. Published in 1999 by NRC Research Press, Ottawa, Canadá.

ANDERY, P.R.P. **Análise do impacto da implementação da ISO 9001 em empresas de projeto: um estudo de caso.** In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO – SIBRAGEC, 3., 2003, São Carlos, SP. Anais... UFSCar, São Carlos, SP – 16 a 19 de setembro de 2003.

ANDRADE, S.M.M. **Poluição sonora e direito ambiental.** In: VI SIMPÓSIO SOBRE MEIO AMBIENTE e I SIMPÓSIO DE DIREITO AMBIENTAL DA UNIVERSO. São Paulo, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6.401 - Instalações centrais de ar condicionado para conforto: Parâmetros básicos de projeto.** Rio de Janeiro, 1980.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 8.044 - Projeto geotécnico.** Rio de Janeiro. Setembro, 1983.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 10.152 - Níveis de ruído para conforto acústico: Procedimento.** Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 11.682 - Estabilidade de taludes.** Rio de Janeiro, 1991.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 5.101 - Iluminação pública.** Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 5.413 – Iluminância de interiores.** Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 7.198 - Projeto e execução de instalações prediais de água quente.** Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 6.493: Emprego de cores para identificação de tubulações.** Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 13.969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 5.626 - Instalações prediais de água fria.** Rio de Janeiro, 1998a.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 14.037 - Manual de operação, uso e manutenção das edificações: Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação.** Rio de Janeiro, 1998b.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 5.674 - Manutenção de edificações: Procedimento.** Rio de Janeiro, 1999a.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 8.160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário: Projeto e Execução.** Rio de Janeiro, 1999b.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 10.151 - Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade: Procedimento.** Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 13.994 - Elevadores de passageiros: Elevadores para transporte de pessoa portadora de deficiência.** Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 9.575 - Impermeabilização – Seleção e projeto.** Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 9.050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 15.220-2. Desempenho térmico de edificações. Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.** Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. ABNT **02.136.01-001/1 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Parte 1: Requisitos gerais.** (projeto de norma). Rio de Janeiro. Setembro, 2007a.

\_\_\_\_\_. ABNT **02.136.01-001/2 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.** (projeto de norma). Rio de Janeiro. Setembro, 2007b.

\_\_\_\_\_. ABNT **02.136.01-001/3 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos.** (projeto de norma). Rio de Janeiro. Setembro, 2007c.

\_\_\_\_\_. ABNT **02.136.01-001/4 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas.** (projeto de norma). Rio de Janeiro. Setembro, 2007d.

\_\_\_\_\_. ABNT **02.136.01-001/5 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas.** (projeto de norma). Rio de Janeiro. Setembro, 2007e.

\_\_\_\_\_. ABNT **02.136.01-001/6 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Parte 6: Sistemas hidrossanitários.** (projeto de norma). Rio de Janeiro. Setembro, 2007f.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 15.527 - Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2007g.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR ISO 9.001 - Sistemas de gestão da qualidade: Requisitos.** Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR ISO 14.001 - Sistemas de gestão ambiental: Requisitos.** Rio de Janeiro, 2004.

BALL, J. Can ISO 14000 and eco-labelling turn the construction industry green? **Building and Environment**, v.37, p. 421 – 428. 2002.

BANCO REAL. **Guia de Boas Práticas na Construção Civil.** Disponível em: <http://www.bancoreal.com.br>. Acessado em: 18/10/2007.

BAUTEC. [Home page]: [www.bautech.com.br](http://www.bautech.com.br) Acessado em: 26/09/2007.

BOURDEAU, L. **The Agenda 21 on Sustainable Construction.** In: CIB SYMPOSIUM ON CONSTRUCTION AND ENVIRONMENT: THEORY INTO PRACTICE. 23-24 de novembro de 2000. São Paulo, 2000.

BRASIL. **Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Código Florestal. Diário Oficial da União. Brasília, 16/09/1965.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 7.803**, de 15 de julho de 1989. Código Florestal. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nº 6.535, de 15 de julho de 1978 e nº 7.511, de 7 de julho de 1986. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 1989.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN. **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.** Institui o Código de Trânsito Brasileiro. [Entrou em vigor em 22 de janeiro de 1998]. Brasília, DF, 23/09/1997.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 10.295**, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. (regulamentada pelo Decreto nº 4.059 de 19 de dezembro de 2001). Brasília, DF, 17 de outubro de 2001.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 11.428**, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica e dá outras providências. Brasília, DF, 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. **Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H. [Home page]** Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/fabricantes.htm#>. Acessado em: 24/11/2006.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA **Resolução 001/1986**, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Brasília, DF, 1986.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA **Resolução 003/1990**, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. Brasília, DF, 1990.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA **Resolução 237/1997**, de 19 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, 1997.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 303/2002**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Revoga a Resolução CONAMA 004, de 18 de setembro de 1985. Brasília, DF, 2002a.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 307/2002**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002b.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA **Resolução 348/2004**, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Brasília, DF, 2004.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 357/2005**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. **Portaria 37-N - Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília, DF, 1992. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/flora/extincao.htm>

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia - MME. **Balanco Energético Nacional**. Brasília, 2004.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia - MME. **Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Versão 9 aprovada em outubro de 2007 pelo Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE. Última atualização: 09/10/2007.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RE/ANVISA nº 9**, de 16 de janeiro de 2003. Determina a publicação de Orientação Técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer. **Formol ou formaldeído**. Disponível em: [http://www.inca.gov.br/conteudo\\_view.asp?id=795](http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=795). Acessado em: 03/01/2008.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Lei nº 9.294**, de 15 de julho de 1996. Dispõe sobre as Restrições ao Uso e à Propaganda de Produtos Fumíferos, Bebidas Alcoólicas, Medicamentos, Terapias e Defensivos Agrícolas. Publicada no Diário Oficial da União em 16/07/1996. Regulamentada pelo Decreto n. 2.018, de 01/10/1996.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria nº 3.523**, de 28 de agosto de 1998. Aprova Regulamento Técnico contendo medidas básicas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujidades por métodos físicos e manutenção do estado de integridade e eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização, para garantir a Qualidade do Ar de Interiores e prevenção de riscos à saúde dos ocupantes de ambientes climatizados. Brasília, 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. **Programa Pare - Procedimentos para o tratamento de locais críticos de acidentes de Trânsito**. Brasília, DF, 2002.

BRUNDTLAND, G. H. **Our Common Future: The World Commission on Environment and Development**. Oxford University Press. p. 398. 1987.

BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION - BDC. **White Paper on Sustainability**. Pittsburgh, USA. November, 2003.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT – BRE. **BREEAM Fact File**. Version 3. February 2007. Disponível em: [http://www.breeam.org/filelibrary/Breeam\\_Fact\\_File\\_Version\\_3\\_February\\_2007.pdf](http://www.breeam.org/filelibrary/Breeam_Fact_File_Version_3_February_2007.pdf). Acessado em: 01/10/2007.

\_\_\_\_\_. **Building Research Establishment Environmental Assessment Method – BREEAM OFFICES 2006**. UK, 2006. Disponível em: <http://www.breeam.org/offices.html>. Acessado em: 23/02/07.

BURNETT, J. **Indoor Environments in Hong Kong's High-rise Residential Buildings**. 2004. Disponível em: <http://www.housingauthority.gov.hk/hdw/ihc/pdf/hacp.pdf>. Acessado em: 24/05/2005, 15:36.

CAMPOS, M. A. S.; AMORIM, S. V. **Aproveitamento de água pluvial em um edifício residencial multifamiliar no município de São Carlos**. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL e X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 18-21 julho 2004, São Paulo.

CARDOSO, F. F. **Certificação de “Empreendimento comercial de elevado desempenho ambiental 2002”**. PCC USP/CSTB. São Paulo. Abril, 2003.

CARLO, J.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. **The use of computer simulation to establish energy efficiency parameters for a building code of a city in Brazil**. In: Eighth

International IBPSA Conference – Building Simulation 2003. Eindhoven, Netherlands. August, 11-14, 2003. pp. 131-138.

CARLO, J.; PEREIRA, F. O. R.; LAMBERTS, R. **Iluminação natural para redução do consumo de energia de edificações de escritório aplicando propostas de eficiência energética para o código de obras do Recife.** In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL e X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 18-21 julho 2004, São Paulo.

CARMO, A.T.; PRADO, R.T.A. **Qualidade do Ar Interno.** TT/PCC/23. São Paulo – 1999.

CARVAJAL, J. A. C. **Diagnóstico de sustentabilidad de obras de edificación de la v región.** Tesis (título de Ingeniero Constructor). Universidad de Valparaíso, Facultad de Arquitectura, Escuela De Construcción Civil. Valparaíso – Chile, 2005.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT - CSTB. NF Bâtiments Tertiaires – **Démarche HQE® - Bureau et Enseignement.** Paris: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment. Janvier, 2005.

CENTRO EXPERIMENTAL DE TECNOLOGIAS HABITACIONAIS SUSTENTÁVEIS – CETHS. **Homepage do Projeto de pesquisa CETHS,** 2001. Disponível em: <http://www.cpgec.ufrgs.br/norie/ceths/index2.htm>. Acesso em: 24/11/2005.

CEOTTO, L. H. **A construção civil e o meio ambiente.** Notícias da construção: São Paulo, Sinduscon-SP, v. 51 a 54. São Paulo, 2007.

CHEN, Z.; CLEMENTS-CROOME, D; HONG, J.; LI, H; XU, Q. A multicriteria lifespan energy efficiency approach to intelligent building assessment. **Energy and Buildings,** v. 38, p. 393–409, 2006.

CIB – INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION. **Agenda 21 para a Construção Sustentável.** Tradução do Relatório CIB – Publicação 237. Tradução de I. Gonçalves, T. Whitaker; ed. de G. Weinstock, D. M. Weinstock. São Paulo, 2000. 131p.

CLEMENTS-CROOME, D.J. **Intelligent Buildings and Indoor Air Quality.** University of Reading, UK. 2005.

COLE, R.J. Building environmental assessment methods: clarifying intentions. **Building Research and Information,** v. 27, n. 4/5, p. 230–246, 1999.

\_\_\_\_\_. Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles. **Building Research and Information,** v. 35, n. 5, p. 455–467, 2005.

\_\_\_\_\_. Sharedmarkets: coexisting building environmental assessment methods. **Building Research and Information,** v. 34, n. 4, p. 357–371, 2006.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM – CEMPRE. **O mercado para reciclagem de papel de escritório.** Disponível em: <http://www.cempre.org.br>. Acessado em: 24/05/07.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – CBCS. **[Home page]:** <http://www.cbcs.org.br/> Acessado em: 02/10/2007.

CONSTRUBUSINESS 2003: construindo a inclusão social. São Paulo, nov, 2003. Disponível em: [www.sindusconsp.com.br/temp/construbusiness/Construindo\\_a\\_Inclusao\\_Social.ppt](http://www.sindusconsp.com.br/temp/construbusiness/Construindo_a_Inclusao_Social.ppt). Acessado em: 17 dez. 2003, 12:14:45.

DU PLESSIS, C. Sustainability and sustainable construction: the African context. **Building Research and Information**, v. 29, n. 5, p. 374–380, 2001.

FIGUEIREDO, G. A. B. G. **Sistemas urbanos de água: avaliação de método para análise de sustentabilidade ambiental de projetos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2000. 215 p.

FOLIENSTE, G.; SEO, S.; TUCKER, S. **Guide to Environmental Design and Assessment Tools**. 2004. Pebbu Thematic Network. Disponível em <http://www.auspebbu.org/> Acessado em: 24/05/2005, 15:43.

FOSSATI, M. **Apresentação e avaliação de uma metodologia para implantação de sistemas de gestão da qualidade em pequenas empresas de projetos para a construção civil**. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

GAO, W.; ARIYAMA T., OJIMA T., MEIER A. Energy impacts of recycling disassembly material in residential buildings. **Energy and Buildings**, v. 33, p. 553-562, 2001.

GAUZIN-MULLER, D. **Arquitetura Ecológica**. Barcelona: Ed. Gustavo Gili. S.A, 2002. 286 p.

GELLER, H. **O uso eficiente da eletricidade: uma estratégia de desenvolvimento para o Brasil**. INEE, ACEEE, Rio de Janeiro, 1994.

GHISI, E.; BRESSAN, D. L.; MARTINI, M. Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of southeastern Brazil. **Building and Environment**, v. 42, p. 1654–1666, 2007.

GHISI, E.; OLIVEIRA, S. M. Potential for potable water savings by combining the use of rainwater and greywater in houses in southern Brazil. **Building and Environment** v. 42, p. 1731–1742, 2007.

GIBBERD, J. **The Sustainable Building Assessment Tool assessing how buildings can support sustainability in developing countries**. In: BUILT ENVIRONMENT PROFESSIONS CONVENTION. Johannesburg, South Africa, 1 - 3 May 2002.

\_\_\_\_\_. **Integrating sustainable development into briefing and design processes of buildings in developing countries: an assessment tool**. Thesis (doctorate in Architecture). Department of Architecture. University of Pretoria. August, 2003.

GOLD, P. A. **Melhorando as Condições de Caminhada em Calçadas**. Outubro, 2003. Disponível em: [http://www.pedestre.org.br/images\\_conteudo/NT%20Calçadas%20Philip%20-%2008%20out-22.pdf](http://www.pedestre.org.br/images_conteudo/NT%20Calçadas%20Philip%20-%2008%20out-22.pdf). Acessado em: 02/10/2006.

GREEN BUILDING CHALLENGE – GBC. **An Overview of the GBC Method and GBTool**. May, 2005. Disponível em: <http://www.iisbe.org/> Acessado em: 23/11/2005.

GREEN BUILDING COUNCIL AUSTRALIA - GBCA. **Green Star Office Design. v2.** Disponível em: <http://www.gbcaus.org/> Acessado em: 23/02/05.

\_\_\_\_\_. GBCA. [**home page**]: <http://www.gbcaus.org/> Acessado em: 13/09/07.

GROBLER, L.J.; SINGH, V. Research information: The green buildings for Africa programme: **Building Research and Information**, v. 27, n. 3, p. 183–193, 1999.

GROOT, E.H.; MALLORY-HILL, S.M.; ZUTPHEN, R.H.M.; VRIES, B. **A decision support system for preliminary design.** In: Proceedings of the 8th International Conference on Durability of Building Materials and Components, 8 DBMC– Service Life and Asset Management, May 30 – June 3, 1999, Vancouver, Canada. Volume Two – Durability of Building Assemblies and Methods of Service Life Prediction. p. 970-979. Edited by M.A. Lacasse and D.j. Vanier. Published in 1999 by NRC Research Press, Ottawa, Canadá.

HERMANS, M.H. **Building performance starts at hand-over: the importance of life span information.** In: Proceedings of the Eight International Conference on Durability of Building Materials and Components, 8 DBMC– Service Life and Asset Management, May 30 - June 3, 1999, Vancouver, Canada. Volume Three – Performance, Service Life Prediction and Sustainable Materials. p. 1867-1873. Edited by M.A. Lacasse and D.j. Vanier. Published in 1999 by NRC Research Press, Ottawa, Canadá.

HERNANDES, T. Z. **LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade: uma perspectiva nacional?** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Curso de Pós-Graduação em arquitetura e urbanismo. Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura. São Paulo, 2006.

HILL, A.R.; DAWSON, A.R.; MUNDY, M. Utilisation of aggregate materials in road construction and bulk fill. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 32, p. 305–320, 2001.

HIYASSAT, M.A.S. Applying the ISO standards to a construction company: a case study. **International Journal of Project Management**, n 18, p.275-280, 2000.

IBAMA. **GEO Brasil 2002: Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil.** Disponível em: <http://www2.ibama.gov.br/~geobr/geo2002.htm> . Acessado em: 09/01/04.

INDIAN GREEN BUILDING COUNCIL - IBGC. **LEED-India for New Construction and Major Renovations (LEED-NC).** Reference Guide, Version 1.0. First Edition January 2007.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT - **Madeira: uso sustentável na construção civil.** São Paulo, 2003. 59 p. (Publicação IPT/2980).

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Mitigation of Climate Change** IPCC Working Group III Report. Bangkok, Thailand, May, 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch>. Acessado em: 28/05/07.

INTERNATIONAL INITIATIVE FOR A SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT – IISBE. **Home page.** <http://www.iisbe.org/iisbe/start/iisbe.htm>. Acessado em: 23/11/2005.

INTERNATIONAL INSTITUTE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT – IISD. **Sustainable Development Timeline.** 1997 <http://www.iisd.org/rio+5/timeline/sdtimeline.htm#1962>. Acessado em: 14/09/2005

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO 7730 - Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.** Geneve, Switzerland, 2005.

JAPAN SUSTAINABLE BUILDING CONSORTIUM – JSBC. **Home page:** <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>. Acessado em: 12/11/2006.

\_\_\_\_\_. **CASBEE Certified Buildings.** Disponível em: [http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/certified\\_bldgs.htm](http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/certified_bldgs.htm). Acessado em: 23/01/2008.

JOHN, G; CLEMENTS-CROOME, D; JERONIMIDIS, G. Sustainable building solutions: a review of lessons from the natural world. **Building and Environment**, v. 40, p. 319–328, 2005.

JOHN, V. M. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil:** contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese (Livre-docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2000.

\_\_\_\_\_. **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção** – Projeto entulho bom. Organizado por Alex Pires Carneiro, Irineu Antônio Schadach de Brum e José Clodoaldo da Silva Cassa. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001. 312p. Capítulo 1 – Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Sustainability criteria for the selection of materials and components: A developing world view.** Projeto Finep - Habitações mais sustentáveis, 2005. Disponível em: <http://pcc2540.pcc.usp.br/Material%202005/Sustainability%20Criteria%20for%20the%20Selection%20of%20Materials%20and%20Components%20-%20a%20Developing%20World%20view.pdf> Acessado em: 22/01/2006.

\_\_\_\_\_. **Evite a pseudo-ecologia.** Notícias da construção: São Paulo, Sinduscon-SP, v. 63. São Paulo, 2007.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V.; ABIKO, A. K.; PRADO, R. T. A.; GONÇALVES, O. M.; SOUZA, U. E. **Agenda 21 for the Brazilian construction industry – a proposal.** In: CIB Symposium on Construction and Environment: theory into practice. 23-24 de novembro de 2000. Sao Paulo, 2000.

KAATZ, E.; ROOT, D. S.; BOWEN, P. A.; HILL, R. C. Advancing key outcomes of sustainability building assessment. **Building Research and Information**, v. 34, n. 4, p. 308–320, 2006.

KALBUSCH, A. **Critérios de avaliação de sustentabilidade ambiental de sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios de escritórios.** Dissertação de mestrado. Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2006.

KAMMERS, P. C.; GHISI, E. Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis, SC. **Revista Ambiente Construído**. v. 6, n. 1, p. 75-90, 2006.

KATS, G. H. **Green Building Costs and Financial Benefits.** Published in USA for Massachusetts Technology Collaborative, 2003.

LARSSON, N. **Canadian Green Building Strategies**. In: 18th International Conference on Passive and Low Energy Architecture – PLEA 2001. Florianópolis, Brazil, 7-9 November 2001. pp. 17-26.

LARSSON, N. K.; COLE, R. J. **A Second-Generation Environmental Performance Assessment System for Buildings**. Disponível em: <http://greenbuilding.ca/gbc98cnf/speakers/larsson.htm> Acessado em: 21/05/2005.

LEE, W.L; BURNETT, J. Customization of GBTool in Hong Kong. **Building and Environment**, v. 41, p. 1831–1846, 2006.

LEMOS, A. M. **O século 21 e a crise da água**. Instituto Brasil PNUMA; Comitê brasileiro do programa das nações unidas para o meio ambiente. 2003. Disponível em <[http://www.estadao.com.br/ext/ciencia/agua/odireitodebeber\\_1.htm](http://www.estadao.com.br/ext/ciencia/agua/odireitodebeber_1.htm)> Acesso em 12 set 2005.

LEWIS, S. **Is LEED Broken?** Revista: Environmental Design+Construction. Abril 2005. Disponível em: <<http://www.edcmag.com>>. Acesso em: 07/11/07.

LIU, Y.; PRASAD, D.; LI, J.; FU, Y.; LIU, J. Developing regionally specific environmental building tools for China. **Building Research and Information**, v. 34, n. 4, p. 372–386, 2006.

LÜTZKENDORF, T. **Umsetzung von Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung im Baubereich**: Zur Zukunftsfähigkeit und Zukunftsverträglichkeit von Bauwerken. Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus. Universität Karlsruhe. Disponível em: [www.massivbau.tu-darmstadt.de/massiv/download/Nachhaltigkeit/Praesentationen/\(04\)%20Luetzkendorf.pdf](http://www.massivbau.tu-darmstadt.de/massiv/download/Nachhaltigkeit/Praesentationen/(04)%20Luetzkendorf.pdf) Acessado em: 04/03/2005.

MACIEL, A. A. *et al.* **Projeto Casa Eficiente: demonstração de eficiência energética em habitação unifamiliar**. In: XIº ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Florianópolis, 2006.

MONTES, M.A.T. **Diretrizes para incorporar conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis**. 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

NOGUCHI, M. Y. **Análise das Condições de Iluminação em Edificações de Escritórios: Um Estudo de Caso no Paço Municipal de Maringá/PR**. Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION - OSHA. **Standard 1926.1101 - Safety and Health Regulations for Construction - Toxic and Hazardous Substances: Asbestos**. Disponível em: [http://http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=10862](http://http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10862)

OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. **Metodologia para Implantação de Programa de Uso Racional da água em Edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

PINHEIRO, M. D.; CEPINHA, E.; RODRIGUES, M. **GBTool – Um instrumento para avaliação da construção sustentável: aplicação em Portugal**. VII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente y Lisboa, 6 e 7 de Novembro de 2003.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, 1999. 218p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

\_\_\_\_\_. **Recycling in construction sites: environmental responsibility and cost reduction**. In: CIB Symposium on Construction and Environment: theory into practice. 23-24 de novembro de 2000. São Paulo, 2000.

PORTUGAL, L. S.; GOLDNER, L. G. **Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, 2003.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS – PMF. **Lei Complementar 01/97**. Dispõe sobre o zoneamento, o uso e ocupação do solo no Distrito Sede de Florianópolis e dá outras providências. Florianópolis, 1997.

\_\_\_\_\_. PMF. **Lei Complementar 60/00**. Institui o código de obras e edificações de Florianópolis e dá outras providências. Florianópolis, 2000.

\_\_\_\_\_. PMF. **Decreto-Lei Estadual nº 4.909, de 18 de outubro de 1994**. Norma de Segurança Contra Incêndio - NSCI. Florianópolis, 1994.

\_\_\_\_\_. PMF. **Transporte Urbano: horários**. Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/>> Acessado em: 14/06/07.

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO – PMRJ. **Decreto nº 23.940**: torna obrigatório, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO – PMSP. **Decreto nº 41.814**: torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500,00 m<sup>2</sup>. São Paulo, SP, Brasil, 2002.

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA – PNCDA. Disponível em: [http://www.cidades.gov.br/pncda/Dtas/Arq/DTA\\_F1.pdf](http://www.cidades.gov.br/pncda/Dtas/Arq/DTA_F1.pdf) Brasília, 1999. Acessado em: 21/11/2004.

PROJETO CASA EFICIENTE. **[Home page]**. Disponível em: <http://www.casaeficiente.com.br>. Acesso em: 12 nov. 2006.

PROJETO TECNOLOGIAS PARA A CONSTRUÇÃO HABITACIONAL MAIS SUSTENTÁVEL. **[home page]**: <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/> Acessado em: 12/11/2007.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2003.

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. Brasília: Editora UnB, 2001. 225 p.

ROVERS, R. **Sustainable building: an international overview of current and future activities**. In: 18TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW

ENERGY ARCHITECTURE – PLEA 2001. Florianópolis, Brazil, 7-9 November 2001. pp. 27-36.

SAMPAIO, L. **Estudo de Impacto de Vizinhança: sua pertinência e a delimitação de sua abrangência em face de outros estudos ambientais.** Monografia de especialização. Universidade de Brasília - Centro de Desenvolvimento Sustentável. Brasília-DF, 2005.

SANTA CATARINA. **Decreto nº 14.250**, de 15 de junho de 1981. Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referente à proteção e à melhoria da qualidade ambiental. Florianópolis, 05/06/1981. Publicado no Diário Oficial do Estado em 09/06/81.

SANTOS, D. C. **Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v.2, n.4, p. 7-18, out/dez/2002.

SATTLER, M; SEDREZ, M; DA ROSA, T; SPERB, M. Aplicação de Tecnologias Sustentáveis em um Conjunto Habitacional de Baixa Renda. In: FORMOSO, C.T; AKEMI, I. (Ed). **Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional.** Porto Alegre: ANTAC, 2003. Cap. 3, p. 40-67. (Coletânea Habitare, v.2). Disponível em: <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/97.pdf>. Acesso em: 03 setembro 2005.

SCHENDLER, A.; UDALL, R. **LEED is Broken – Let’s fix it.** Aspen, United States, 2005.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2003. 210p.

\_\_\_\_\_. Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil. **Revista Ambiente Construído**, v. 7, n. 1, p. 47-66, jan/mar 2007a.

\_\_\_\_\_. **Sustainability assessment of buildings: would LEED lead Brazil anywhere?** In: CIB WORLD BUILDING CONFERENCE 2007: Construction for Development. 2007b.

SILVA, V.G.; AGOPYAN, V.; JOHN, V.M. **The role of architectural decision-making process in environmentally responsible buildings.** In: CIB Symposium on Construction and Environment: theory into practice. 23-24 de novembro de 2000. Sao Paulo, 2000.

SILVA, V.G.; SILVA, M.G.; AGOPYAN, V. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. **Revista Ambiente Construído**, v. 3, n. 3, p. 7-18, jul/set 2003.

SJÖSTRÖM, C. **Durability of Building Materials and Components.** In: CIB SYMPOSIUM ON CONSTRUCTION AND ENVIRONMENT: THEORY INTO PRACTICE. 23-24 de novembro de 2000. São Paulo, 2000.

SMITH, D.K. **Total life-cycle cost.** In: Proceedings of the Eight International Conference on Durability of Building Materials and Components, 8 DBMC– Service Life and Asset Management, May 30 - June 3, 1999, Vancouver, Canada. Volume Three – Performance, Service Life Prediction and Sustainable Materials. p. 1787-1797. Edited by M.A. Lacasse and D.j. Vanier. Published in 1999 by NRC Research Press, Ottawa, Canadá.

STEIN, J.; REISS, R. **Ensuring the sustainability of sustainable design: what designers need to know about LEED**. E Source Paper AED- 04-01. September. 2004

TAVARES, S. F. **Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras**. Tese (doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

TIWARI, P. Energy efficiency and building construction in India. **Building and Environment**, v. 36, p. 1127–1135, 2006.

TSENG, P. C. Commissioning Sustainable Buildings. **ASHRAE Journal**, v. 47, n. 9; p. 520 – 524, September, 2005.

UEMOTO, K. L.; AGOPYAN, V. **As tintas imobiliárias e o impacto ambiental**. Foz de Iguaçu, PR. 2002. p. 1279-1288. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Artigo Técnico.

UEMOTO, K. L.; IKEMATSU, P.; AGOPYAN, V. **As tintas imobiliárias e o impacto ambiental - Parte II**. São Paulo, SP. 2004. 10 p. CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2004, São Paulo; ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, 2004, São Paulo. Anais...

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME – UNEP. Sustainable building and construction: facts and figures. **UNEP Industry and environment**, Paris, France, v. 26, n. 2-3, April-September, 2003.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. **Buildings and the Environment: A Statistical Summary**. December 2004.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. **Indoor Air Quality**. January 6, 2003. Available at: <http://www.epa.gov/iaq/>. Acessado em: 24/11/2005.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL – USGBC. **Leadership in Energy and Environmental Design – LEED for New Construction and Major Renovations (LEED-NC) Version 2.2 Rating System**. Second Edition September 2006. Disponível em: <https://www.usgbc.org/LEED>. Acessado em: 15/11/2006.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL - USGBC. **LEED Projects Directory: Registered Project List**. Disponível em: <http://www.usgbc.org/LEED/Project/RegisteredProjectList.aspx>. Acessado em: 21/10/2007.

VELHO DO AMARAL, M.G. **Iluminação Natural: Revisão da Legislação Construtiva de Florianópolis**. Dissertação (mestrado). Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999.

WINES, J. **Green Architecture**. Milan: Taschen, 2000. 240p.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). **Environmental Assessment: a Business Perspective**. September, 1996.

## Apêndice 1

# Planilhas para levantamento de dados

---

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

**S-1. Controle de Sedimentação e Erosão**

Foi desenvolvido um Plano para Controle de Sedimentação e Erosão durante a construção do edifício?	Sim ( )	Não ( )
Serão realizados corte ou aterro nas divisas do terreno?	Sim ( )	Não ( )
Será executado muro de arrimo/cortina atirantada nos limites do terreno?	Sim ( )	Não ( )
A edificação está implantada em encosta de morros?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, as curvas de nível foram acompanhadas para implantação do projeto?	Sim ( )	Não ( )

**S-2. Área de implantação do projeto**

Áreas de usos urbanos:

ACI ( )	ARE ( )	ARP ( )	AMC ( )	AMR ( )	AMS ( )
ATE ( )	ATR ( )	AVL ( )	AVP ( )	APT ( )	AS ( )

Áreas de usos não-urbanos:

	APP ( )	APL ( )	AER ( )	AEH ( )
--	---------	---------	---------	---------

Áreas especiais:

APC ( )	APM ( )	AM ( )	AI ( )	APR ( )	APPR ( )
APA ( )	AUE ( )	AIH ( )	ARG ( )	AAS ( )	

Adequação de uso às áreas:

A área de implantação do projeto é adequada ao uso pretendido, de acordo com o Anexo II da LC 01/97:	Sim ( )	Não ( )
--	---------	---------

Verificar a distância mínima a corpos d'água:

Verificar a largura do curso d'água mais próximo:

As larguras mínimas da faixa de preservação foram atendidas, de acordo com o Código Florestal?

A área de implantação do projeto constitui uma área de preservação permanente, de acordo com a Resolução 303/2002 do CONAMA?	Sim ( )	Não ( )
--	---------	---------

Zoneamento urbano: A área de implantação do projeto constitui: Zona Urbanizada ( ) Zona de Expansão Urbana ( )

**S-3. Limites de ocupação do solo**

**S-3.1. Índice de aproveitamento**

Área do terreno (m <sup>2</sup> ):	Área construída (m <sup>2</sup> )*:	Índice de aproveitamento (IA):
------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

O índice de aproveitamento é menor que o definido no Anexo IV da LC 01/97?

* ler Art. 43 da LC 01/97 para ver quais áreas não são computadas no cálculo do IA	Sim ( )	Não ( )
--	---------	---------

**S-3.2. Taxa de ocupação**

Área do terreno (m <sup>2</sup> )*:	Projeção horizontal da área construída (m <sup>2</sup> ):	Taxa de Ocupação (TO):
As taxas de ocupação são menores que as definidas no Anexo IV da LC 01/97?		Sim ( ) Não ( )
* ler Art. 45 da LC 01/97 para ver quais áreas não são computadas no cálculo do TO		

**S-3.3. Altura máxima da edificação**

Nº de pavimentos:	Pé-direito (m):	Altura da edificação:
Atende ao Anexo IV da LC 01/97?		Sim ( ) Não ( )
* ler Art. 47 da LC 01/97 para ver quais áreas não são computadas no cálculo da altura da edificação		

**S-3.4. Afastamento obrigatório**

Afastamento frontal (m):	Afastamento fundos (m):
Afastamento lateral esquerdo (m):	Afastamento lateral direito (m):
Muro frontal (m):	Muro fundos (m):
Muro lateral esquerda (m):	Muro lateral direita (m):
Os afastamentos são maiores que os definidos no Anexo IV da LC 01/97?	
OBS.:	
	Sim ( ) Não ( )

**S-4. Reabilitação de áreas degradadas por contaminação ambiental**

O projeto foi implantado em área previamente degradada por contaminação ambiental?	Sim ( ) Não ( )
Caso afirmativo, descrever as providências tomadas para descontaminar ou encapsular seguramente a área previamente à construção:	

**S-5. Reuso do solo**

O projeto foi implantado em área previamente construída?	Sim ( ) Não ( )
Caso afirmativo, descrever o que existia antes no terreno:	
Foram propostas soluções para reutilização dos materiais a serem retirados do canteiro?	
	Sim ( ) Não ( )

**S-6. Limitação da perturbação do solo**

**S-6.1. Limitação da perturbação do solo em áreas não edificadas**

Haverá retirada de vegetação, camada superior e aterro do canteiro?	Sim ( )	Não ( )
Corte e aterro serão balanceados dentro do terreno?	Sim ( )	Não ( )
<i>Caso haja movimentação de terras, verificar:</i>		
Terra retirada: Quantidade (m <sup>3</sup> ):	Destino (km):	Terra colocada: Quantidade (m <sup>3</sup> ): Procedência (km):

**S-6.2. Limitação da perturbação do solo em áreas previamente edificadas**

O que será feito com os materiais da desconstrução da construção existente?

Haverá retirada de vegetação, camada superior e aterro do canteiro?	Sim ( )	Não ( )
Corte e aterro serão balanceados dentro do terreno?	Sim ( )	Não ( )
<i>Caso haja movimentação de terras, verificar:</i>		
Terra retirada: Quantidade (m <sup>3</sup> ):	Destino (km):	Terra colocada: Quantidade (m <sup>3</sup> ): Procedência (km):

Uma parte da área do terreno impermeabilizada pela construção anterior (excluindo o perímetro edificado) será substituída por vegetação nativa ou adaptada?

Caso afirmativo, verificar:	Sim ( )	Não ( )
a % substituída em relação à área não construída:		
a vegetação utilizada:		

**S-7. Humanização das áreas dentro dos limites do terreno**

Há espaços sombreados?	Sim ( )	Não ( )
Assentos para descanso?	Sim ( )	Não ( )
Áreas verdes?	Sim ( )	Não ( )
Cantinas?	Sim ( )	Não ( )
Cafés?	Sim ( )	Não ( )
Salas para seminários?	Sim ( )	Não ( )
Salas para leitura?	Sim ( )	Não ( )
Livrarias?	Sim ( )	Não ( )
Outros:		

<b>S-8. Manutenção do patrimônio cultural</b>		
Construções de valor histórico foram mantidas no projeto?	N.A. ( )	Sim ( ) Não ( )
Caso afirmativo, descrever:		

<b>S-9. Impacto do edifício nas construções adjacentes</b>		
Número de pavimentos do edifício (a partir do nível da rua):		
Existem construções nas vizinhanças?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, número de pavimentos dos edifícios adjacentes (a partir do nível da rua):		
O edifício projetado tem a mesma altura dos edifícios adjacentes?	N.A. ( )	Sim ( ) Não ( )
Caso negativo, é maior ( ), _____ andares ou menor ( ), _____ andares		
O edifício projetado proporcionará condições de vento excessivo próximo ao solo nos arredores de edifícios altos (mais de 10 andares)?	N.A. ( )	Sim ( ) Não ( )
Caso afirmativo, existe algum obstáculo ou foi tomada alguma medida para proteger os arredores externos das condições de vento excessivas?		
O edifício projetado proporcionará sombreamento indesejável às construções adjacentes?	N.A. ( )	Sim ( ) Não ( )

## ÁGUA

### A-1. Redução do consumo de água potável

#### A-1.1. Componentes economizadores de água

Assinalar os componentes economizadores de água especificados para o edifício:

<input type="checkbox"/> torneira com funcionamento hidromecânico	<input type="checkbox"/> mictório com válvula de acionamento por sensor de presença
<input type="checkbox"/> torneira com sensor de presença	<input type="checkbox"/> mictório com válvula de descarga temporizada
<input type="checkbox"/> torneira com acionamento por válvula de pé	<input type="checkbox"/> mictório sem água
<input type="checkbox"/> torneira com acionamento por pedal	<input type="checkbox"/> bacias sanitárias com caixa acoplada e volume de descarga igual a 6 litros
<input type="checkbox"/> torneira de comando restrito	<input type="checkbox"/> bacias sanitárias com caixa acoplada e válvula de acionamento por sensor de presença
<input type="checkbox"/> arejadores	<input type="checkbox"/> bacias sanitárias com caixa acoplada e sistema <i>dual flush</i>
<input type="checkbox"/> mictórios de acionamento hidromecânico	<input type="checkbox"/> dispositivos restritores de vazão
<input type="checkbox"/> outro:	

#### A-1.2. Redução do consumo de água potável para irrigação

Há vegetação a ser irrigada no terreno?

são utilizadas espécies da flora local?	Sim ( ) Não ( )
há sistema de irrigação permanente instalado?	Sim ( ) Não ( )
caso exista sistema permanente instalado:	Sim ( ) Não ( )
a irrigação será feita com água da chuva captada?	Sim ( ) Não ( )
a irrigação será feita com água de reuso?	Sim ( ) Não ( )

Caso afirmativo:

caso esteja prevista irrigação com água da chuva ou de reuso, verificar a porcentagem de redução do consumo de água potável para irrigação:	
caso a irrigação não seja feita com água da chuva ou de reuso, como será feita?	

#### A-1.3. Redução do consumo de água potável para descarga de bacias sanitárias e mictórios

É utilizada água da chuva para descargas?

<input type="checkbox"/> É utilizada água de reuso para descargas?	Sim ( ) Não ( )
--	-----------------

Caso aplicável, verificar a porcentagem de redução do consumo de água potável para descarga de bacias sanitárias e mictórios:

Água da chuva é utilizada em outros pontos de consumo (torneiras, chuveiros,...)?	Sim ( ) Não ( )
Água de reuso é utilizada em outros pontos de consumo (torneiras, chuveiros,...)?	Sim ( ) Não ( )

**A-1.4. Redução do consumo de água potável na torre de resfriamento**

Existe torre de resfriamento de água servindo o edifício?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, o sistema de resfriamento utiliza água potável?	Sim ( )	Não ( )
Caso não utilize água potável, descrever a procedência da água utilizada na torre de resfriamento:		

**A-1.5. Redução do consumo de água potável para limpeza de ambientes**

Será utilizada água potável para limpeza de calçadas?	Sim ( )	Não ( )
Caso negativo, como será feita? Utilização de água da chuva ( ); água de reuso ( ); outra fonte: _____ para a limpeza de calçadas		
Será utilizada água potável para limpeza de vidros e fachadas?	Sim ( )	Não ( )
Caso negativo, como será feita? Utilização de água da chuva ( ); água de reuso ( ); outra fonte: _____ para limpeza de vidros e fachadas		
Caso aplicável, verificar a porcentagem de redução do consumo de água potável para limpeza dos ambientes:		

**A-1.6. Redução do consumo de água potável para abastecimento do reservatório de combate a incêndio**

É utilizada água da chuva ou água de reuso para abastecimento do reservatório de combate a incêndio?	Sim ( )	Não ( )
--	---------	---------

**A-1.7. Localização otimizada de aquecedores e isolamento da tubulação de água quente**

Existe aquecedor para aquecimento da água?	Sim ( )	Não ( )
qual o tipo do aquecedor? (a gás, solar,...)		
Caso afirmativo:	Sim ( )	Não ( )
a localização do aquecedor minimiza as distâncias aos pontos de consumo de água quente?		
foi realizado o isolamento da tubulação de água quente?		

**A-2. Medição do consumo de água**

É realizada medição setorizada (em cada sala) do consumo de água?	Sim ( )	Não ( )
Existem sistemas de medição do consumo de água instalados nos sistemas de irrigação?		
	N.A. ( )	Não ( )

**A-3. Sistema de gestão da água pluvial**

É feita a retenção das águas pluviais durante as precipitações?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo:	Sim ( )	Não ( )
onde é aplicada a água da chuva captada?		

São utilizadas medidas de infiltração da água pluvial no solo?	Sim ( )	Não ( )
- pavimentos semipermeáveis?	Sim ( )	Não ( )
- trincheiras, valas ou poços de infiltração?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, citar quais:	Sim ( )	Não ( )
- calçadas em cubos de pedra assentadas em base de areia sem ligante hidráulico?	Sim ( )	Não ( )
- pavimentos em terra batida não argilosa?	Sim ( )	Não ( )
- outro:	Sim ( )	Não ( )

Verificar a % de área impermeabilizada em relação à área total do terreno:

#### A-4. Manutenção dos sistemas hidráulicos e sanitários

O acesso a materiais e componentes do sistema hidráulico e sanitário, para manutenção e substituição, é facilitado pela existência de:

- shafts inspecionáveis?	Sim ( )	Não ( )
- áreas técnicas?	Sim ( )	Não ( )
- salas de controle?	Sim ( )	Não ( )
- outros:	Sim ( )	Não ( )

Existem registros de fechamento:

- no barrilete?	Sim ( )	Não ( )
- nas colunas de distribuição?	Sim ( )	Não ( )
- nos ramais de distribuição de água?	Sim ( )	Não ( )

#### A-5 Qualidade da água destinada ao consumo humano

##### A-5.1. Organização e proteção dos sistemas prediais hidráulicos

As tubulações suspensas são aparentes?	Sim ( )	Não ( )
Será feita a separação dos sistemas prediais pela identificação com cores diferentes?	Sim ( )	Não ( )
Caso negativo, que método é utilizado para a diferenciação?		
Caso afirmativo, identificar as cores utilizadas:		
- tubulação de água potável:		
- tubulação de combate à incêndio:		
- tubulação da água de reuso:		
- tubulação que transporta águas pluviais:		
- tubulação que transporta esgoto sanitário:		

Os reservatórios de água da chuva ou de reuso são identificados com frases alertando os usuários de que a água não é potável?	N.A. ( )	Sim ( )	Não ( )
As torneiras de água da chuva ou de reuso são identificadas com frases alertando os usuários de que a água não é potável?	N.A. ( )	Sim ( )	Não ( )
São utilizadas torneiras de acesso restrito, operadas com sistemas de chaves destacáveis, para evitar o consumo de forma incorreta?	N.A. ( )	Sim ( )	Não ( )
É feita a proteção das conexões dos diferentes sistemas, evitando a ligação cruzada do sistema de esgotos sanitários ou de sistemas que transportam água proveniente de fontes alternativas com os sistemas prediais que transportam água potável?		Sim ( )	Não ( )

As tubulações de água potável enterradas distam horizontalmente no mínimo 3,0 metros de qualquer fonte potencialmente poluidora (tubulações enterradas de esgoto, fossas sépticas, sumidouros, valas de infiltração, etc)?	Sim ( )	Não ( )
Há o cruzamento de tubulações enterradas de água e esgoto?	Sim ( )	Não ( )

### A-5.2. Controle da temperatura nos sistemas prediais hidráulicos

Existem pontos de abastecimento de água quente?		Sim ( )	Não ( )
quais/quantos?			
Caso afirmativo:	o sistema predial de água fria é isolado do sistema predial de água quente?	Sim ( )	Não ( )
	existem aquecedores de água?	Sim ( )	Não ( )
	os aquecedores são dotados de dispositivos automáticos de controle da temperatura máxima admissível da água?	Sim ( )	Não ( )
	atendem a NBR 7198/93 ( $T_{\max} = 70^{\circ}\text{C}$ )?	Sim ( )	Não ( )
Existem aparelhos de acumulação elétrica?		Sim ( )	Não ( )
Existem aparelhos de acumulação a gás?		Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo:	os aparelhos de acumulação serão providos de dispositivos de alívio para o caso de sobrepressão?	Sim ( )	Não ( )
	e de dispositivo de segurança que corte a alimentação de energia/gás em caso de superaquecimento?	Sim ( )	Não ( )
Existe torre de resfriamento servindo o edifício?		Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, será feito o controle da temperatura:	nos ramais de distribuição?	Sim ( )	Não ( )
	nos dispositivos de acumulação?	Sim ( )	Não ( )

### A-5.3. Projeto dos reservatórios

Os reservatórios são fechados com tampas?	Sim ( )	Não ( )	
A localização dos reservatórios de água permite inspeção e limpeza periódicas?	Sim ( )	Não ( )	
Os reservatórios possuem dispositivos de extravasão, limpeza e ventilação com as respectivas extremidades dotadas de crivo de tela com malha fina?	Sim ( )	Não ( )	
Os reservatórios são enterrados?	Sim ( )	Não ( )	
Caso afirmativo:	- a tampa ou superfície superior externa tem declividade mínima de 1:300 no sentido das bordas?	Sim ( )	Não ( )
	- a tampa do reservatório é elevada, no mínimo, 10 cm em relação ao piso acabado?	Sim ( )	Não ( )
	- há uma vão mínimo de 0,60m que permite a manutenção destes reservatórios?	Sim ( )	Não ( )

<b>A-6. Qualidade dos efluentes</b>		Sim ( )	Não ( )
A coleta do esgoto sanitário é feita pela rede pública?			
Caso afirmativo, está previsto um pré-tratamento dos efluentes observando o padrão de qualidade exigido pela legislação local?			
Caso negativo, o tratamento do esgoto é realizado no local?			
Caso o tratamento do esgoto seja realizado no local: (fossa séptica, filtro anaeróbio, tratamento dos efluentes com zona de raízes, ETE...)			
verificar a porcentagem do esgoto tratado no local:			
Caso seja realizado tratamento dos efluentes com zona de raízes, descrever as plantas e sistema utilizado:			
No caso de descarte de efluentes em corpos d'água:	serão obedecidas as condições estabelecidas pelo Decreto estadual nº 14.250?	Sim ( )	Não ( )
	serão obedecidas as condições estabelecidas pela Resolução 357 do CONAMA?	Sim ( )	Não ( )

**A-7. Confiabilidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**

**A-7.1. Continuidade do fornecimento de água**

O projeto do sistema predial de suprimento de água prevê reservatório compatível com o número de usuários do edifício? (consumo diário de 30 litros/usuário)	Sim ( )	Não ( )
O volume do reservatório supre as necessidades do edifício conforme NBR 5626/98?	Sim ( )	Não ( )
Caso aplicável, verificar o dimensionamento do reservatório de água da chuva:		
O dimensionamento do reservatório de água da chuva é adequado?	Sim ( )	Não ( )

**A-7.2. Provisão de água com a qualidade requerida, vazões, pressões e temperaturas adequadas ao uso e horário em que o usuário necessita**

Verificar volumes e cotas dos reservatórios:		
Verificar atendimento das pressões dinâmicas mínimas de cada aparelho sanitário:		
Verificar o dimensionamento dos diâmetros das tubulações:		
Os sistemas prediais hidráulicos e sanitários foram projetados de maneira a proporcionar conforto aos usuários, com temperatura, pressão, volume e vazão compatíveis com o uso associado a cada ponto de utilização?	Sim ( )	Não ( )

**A-7.3. Geração de ruídos, grandes vibrações e sobrepressão nos componentes dos sistemas**

A velocidade de escoamento da água especificada em projeto é menor que 3,0m/s?	Sim ( )	Não ( )
As tubulações, equipamentos e outros componentes sujeitos a esforços dinâmicos foram isolados, de forma que vibrações não sejam propagadas à estrutura de sustentação do edifício?	Sim ( )	Não ( )
Foram especificados componentes que não permitem fechamentos repentinos?	Sim ( )	Não ( )

**A-7.4. Entrada de gases para o interior dos ambientes sanitários**

Existem desconectores para garantir a estanqueidade aos gases?	Sim ( )	Não ( )
Verificar se as extremidades abertas dos tubos ventiladores primários (ou coluna de ventilação) situados na cobertura do edifício guardam distâncias da cobertura, janelas e portas de acordo com o previsto na NBR 8160/99:		
- pelo menos 0,30 metros da laje de cobertura do edifício?	Sim ( )	Não ( )
- 2,00 metros no caso de lajes utilizadas para fins além dos de cobertura?	Sim ( )	Não ( )
- não estão situados a menos de 4,00 metros de qualquer janela ou porta (salvo se elevada pelo menos 1,00 metro das vergas dos respectivos vãos)?	Sim ( )	Não ( )

**A-7.5. Segurança: aterramento da tubulação metálica, de equipamentos, acessórios e de aquecedores elétricos**

Foi realizado o aterramento (direto ou indireto) das tubulações, equipamentos e acessórios metálicos?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, quais os componentes aterrados?		
Os aquecedores elétricos foram interligados ao sistema de aterramento através de condutor de proteção?	N.A. ( )	Não ( )

**A-8. Materiais componentes dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**

**A-8.1. Qualidade e durabilidade dos materiais**

Houve a preocupação com a especificação de produtos da cesta básica de materiais em conformidade com o PBQP-H?	Sim ( )	Não ( )
A escolha dos materiais foi compatível com a natureza da água distribuída?	Sim ( )	Não ( )
Listar materiais e respectivos fabricantes. Comparar com a lista de fabricantes em conformidade e não conformidade do site do PBQP-H		
tubos e conexões de PVC:		
metais sanitários:		
louças sanitárias:		
Caso não sejam de empresas qualificadas, verificar se os produtos e componentes são adequados às legislações e normas técnicas (consultar fornecedores)		
tubos e conexões de PVC:		
metais sanitários:		
louças sanitárias:		

**A-8.2. Ergonomia**

Verificar as dimensões (em metros) de:

Banheiro:	Vaso sanitário:	Lavatório:	Lavatório com bancada:
Copa:			

Os aparelhos sanitários respeitam as alturas e dimensões mínimas, definidas no código de obras e no projeto de norma de desempenho (ABNT, 2007a; ABNT, 2007f), para o conforto ergonômico dos usuários?	Sim ( )	Não ( )
---	---------	---------

MATERIAIS E RECURSOS			
<b>MR-1. Locais para armazenamento de recicláveis</b>			
Existe um local para armazenamento de recicláveis?			
	Sim ( )	Não ( )	Não ( )
Caso afirmativo:	Os espaços são destinados: Papel ( ) Vidro ( ) Plástico ( ) Metais ( ) Pilhas e baterias ( ) Outros:		
	O local é facilmente acessível aos ocupantes do edifício?		
	Sim ( )	Não ( )	Não ( )
	O local é facilmente acessível às empresas recicladoras?		
Sim ( )	Não ( )	Não ( )	Não ( )
Dimensões (m):			
	O dimensionamento é adequado?		
Sim ( )	Não ( )	Não ( )	Não ( )

MR-2 Reutilização de Recursos			
Os seguintes materiais e componentes especificados para a edificação são reutilizados ou remanufaturados?			
Vírgas:	Sim ( )	Não ( )	N.A. ( )
Postes:	Sim ( )	Não ( )	N.A. ( )
Assoalhos de madeira:	Sim ( )	Não ( )	N.A. ( )
Esquadrias de madeira:	Sim ( )	Não ( )	N.A. ( )
Esquadrias metálicas:	Sim ( )	Não ( )	N.A. ( )
Portas:	Sim ( )	Não ( )	N.A. ( )
Tijolos:	Sim ( )	Não ( )	N.A. ( )
Telhas:	Sim ( )	Não ( )	N.A. ( )
Escoramento metálico:	Sim ( )	Não ( )	N.A. ( )
Compensado plastificado:	Sim ( )	Não ( )	N.A. ( )
Tapume:	Sim ( )	Não ( )	N.A. ( )
Outros:			

MR-3. Uso de materiais com conteúdo reciclado			
<b>MR-3.1. Agregados reciclados</b>			
Os agregados especificados para o concreto são reciclados?			
Caso afirmativo:	Agregado graúdo:		Agregado miúdo:
% do volume total:			
Procedência (km):			
Utilizados em:			

**MR-3.2. Conteúdo reciclado do cimento**

O cimento especificado possui adição de sub-produtos da indústria?	Sim ( )	Não ( )
Fornecedor:		
Procedência (km):		

**MR-3.3. Conteúdo reciclado do aço**

O aço especificado possui conteúdo de recicláveis?	Sim ( )	Não ( )
Fornecedor:		
Procedência (km):		

**MR-4. Madeira sustentável**

Foi especificada madeira constante na lista de espécies ameaçadas pelo IBAMA?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, qual?		
Foi especificada madeira certificada ou de reflorestamento?	Sim ( )	Não ( )
Estruturas ( )	Escoramentos ( )	% do total:
Pisos ( )	Fôrmas ( )	% do total:
Forros ( )	Compensado ( )	% do total:
Portas ( )	Passagens de pedestres ( )	% do total:
Janelas ( )	Tapumes ( )	% do total:
Outros:		
Descrever o tipo de fôrmas, escoramento, compensado e tapumes:		

**MR-5. Materiais de rápida renovação**

Houve preocupação com a especificação de materiais de rápida renovação?	Sim ( )	Não ( )
Foram especificados materiais de rápida renovação?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, quais? Pinus ( )	Eucaípto ( )	Piso de bambu ( )
		Piso de linóleo ( )
		Carpete de lã ( )
		Outro:

**MR-6. Minimização do uso de PVC**

Materiais de PVC foram substituídos por materiais alternativos?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, quais?	Tubos ( ) Substituído por:	Eletródutos ( ) Substituído por:
	Cabos ( ) Substituído por:	Conexões ( ) Substituído por:
	Outros:	
Foram utilizados forros de PVC?	Sim ( )	Não ( )
Foram utilizadas esquadrias de PVC?	Sim ( )	Não ( )
O PVC especificado utiliza estabilizante a base de chumbo?	Sim ( )	Não ( )

<b>MIR-7. Gestão de resíduos da construção</b>				
Foi elaborado e implementado um Projeto de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, conforme a Resolução 307 do CONAMA?				
		Sim ( )	Não ( )	
o Projeto contempla as seguintes etapas:				
Caracterização ( )	Triagem ( )	Acondicionamento ( )	Transporte ( )	Destinação ( )
quais resíduos serão destinados à reciclagem?				
Classe A (componentes cerâmicos - tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento - argamassa e concreto - blocos, tubos, meios-fios, etc):				
Classe B (plásticos, papéis, papelão, metais, vidros, madeiras, etc):				
Classe C (produtos oriundos do gesso):				
Classe D (tintas, solventes, óleos, etc):				
Caso negativo, qual o destino dos resíduos? (especificar local e distância em km)				
		Sim ( )	Não ( )	
Haverá reciclagem da fração mineral no canteiro?				

<b>MIR-8. Escolha dos materiais</b>
-------------------------------------

**MIR-8.1. Critério para escolha dos materiais**

A escolha dos materiais foi baseada em algum dos seguintes requisitos:	
Energia embutida ( )	Análise do ciclo de vida ( )
Materiais de fornecedores que demonstram responsabilidade sócio-ambiental ( )	
Outro: durabilidade ( )	adaptabilidade ( )
acessibilidade e facilidade de manutenção ( )	
impactos sanitários dos produtos ( )	
conforto e saúde dos usuários ( )	
Caso haja uma avaliação de fornecedores, exigida pela NBR ISO 9001 e PBQP-H, verificar se inclui requisitos ambientais e descrevê-los.	

**MIR-8.2. Adequação à legislação e normas técnicas**

Houve a preocupação com a certificação dos produtos dos materiais da cesta básica definidos pelo PBQP-H?	
Sim ( )	Não ( )
Listar materiais da cesta básica utilizados e respectivos fabricantes. Comparar com a lista de fabricantes em conformidade e não conformidade do site do PBQP-H	
Caso não sejam de empresas qualificadas, verificar se os produtos e componentes são adequados às legislações e normas técnicas vigentes (descrever produtos utilizados e consultar fornecedores)	

<b>MIR-9. Economia local</b>	
Foi dada preferência a materiais, produtos e componentes extraídos, fabricados e/ou manufaturados regionalmente?	
Sim ( )	Não ( )
Verificar a procedência (distância em km do local de extração/fabricação/manufatura até o canteiro de obras):	
Fornecedor:	
Endereço:	Distância até o canteiro de obras (km):

Apêndice 1 Planilhas para levantamento de dados

Brita:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Cimento:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Concreto pré-fabricado:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Aço:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Bloco cerâmico:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Telhas cerâmicas:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Bloco de concreto:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Tubos para canalização:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Vidros:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Revestimento cerâmico:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Gesso:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Esquadrias de madeira:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Esquadrias de alumínio:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Portas:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Argamassa intermediária:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Laje pré-moldada:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):
Outro:	Fornecedor:		
	Endereço:		Distância até o canteiro de obras (km):

<b>MR-10. Flexibilidade e adaptabilidade</b>		
Descrever o sistema de condicionamento de ar:		
O sistema é facilmente adaptável?	Sim ( )	Não ( )
Descrever o sistema de iluminação:		
O sistema é facilmente adaptável?	Sim ( )	Não ( )
Descrever o sistema de telecomunicações:		
O sistema é facilmente adaptável?	Sim ( )	Não ( )
Existe espera para ligação futura a sistemas de energia renovável? Qual(is)?		
Verificar a facilidade de ampliação das salas:		
Possui <i>layout</i> flexível?	Sim ( )	Não ( )
Utiliza gesso acartonado entre salas?	Sim ( )	Não ( )
Utiliza divisórias modulares nas divisões internas das salas?	Sim ( )	Não ( )
Utiliza forro removível?	Sim ( )	Não ( )
Utiliza piso elevado?	Sim ( )	Não ( )
Utiliza calha de contorno?	Sim ( )	Não ( )
Utiliza cabeamento estruturado?	Sim ( )	Não ( )
Outro:		
Verificar o pé-direito da edificação:	Proporciona possibilidade de alterações futuras para outros usos?	Sim ( ) Não ( )
Verificar a capacidade de carga das lajes:	Proporciona possibilidade de alterações futuras para outros usos?	Sim ( ) Não ( )
Houve preocupação com o fim do ciclo de vida da edificação com baixo impacto ambiental (providências para desmontagem e desconstrução seletiva)?		
Descrever:	Sim ( )	Não ( )
<b>MR-11. Acesso a materiais e componentes para manutenção</b>		
O acesso a materiais e componentes de construção, para manutenção e substituição, é facilitado pela existência de:		
- <i>shafts</i> inspecionáveis?	Sim ( )	Não ( )
- áreas técnicas?	Sim ( )	Não ( )
- salas de controle?	Sim ( )	Não ( )
- outros:	Sim ( )	Não ( )

**Tabela 1 - Classes e destinos dos resíduos da construção e demolição, conforme a Resolução 307/02 do CONAMA**

<b>Classes</b>	<b>Integrantes</b>	<b>Destinação</b>
<b>A</b>	Componentes cerâmicos, argamassas, concretos e outros, como solos	Reutilizar ou reciclar na forma de agregados, ou encaminhar a aterro de resíduos da construção civil, dispondo de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura
<b>B</b>	Plásticos, papel e metais, vidros, madeiras e outros	Reutilizar, reciclar ou encaminhar a áreas de armazenamento temporário, permitindo a utilização ou reciclagem futura
<b>C</b>	Gesso e outros	Armazenar, transportar e destinar em conformidade com as normas técnicas específicas
<b>D</b>	Tintas, solventes, outros contaminados	Óleos e Armazenar, transportar, reutilizar e destinar resíduos em conformidade com as normas técnicas específicas

<b>Materiais da cesta básica do PBQP-H</b>
- <b>materiais e componentes estruturais e de alvenarias:</b> cimento portland, aço para armaduras de concreto, concreto dosado em central, cal hidratada, bloco de concreto, bloco cerâmico, componentes de madeira, laje pré-moldada e argamassas industrializadas;
- <b>materiais e componentes de coberturas e acabamentos:</b> telha cerâmica, portas e janelas de aço/alumínio/PVC, cerâmicas de revestimento e vidros planos;
- <b>materiais e componentes de sistemas hidráulicos e elétricos:</b> tubos e conexões de PVC, metais e louças sanitárias, fios e cabos elétricos e material elétrico (interruptores, tomadas e disjuntores).

**TRANSPORTE E ACESSIBILIDADE**

**T-1. Provisão de estacionamento**

**T-1.1. Provisão de espaços para estacionamentos**

Nº vagas	Dimensões (larg x compr)	Largura das circulações	Inclinação das rampas	Raio das curvas

Área construída (m<sup>2</sup>):

Comparar o número de vagas disponíveis com o determinado no Anexo V da LC 01/97 (maior, menor ou igual):

**T-1.2. Estacionamento para carros pequenos**

% do total dos espaços para estacionamento são para carros pequenos - que transportam até 5 passageiros - (2,4m x 5,0m) e/ou motocicletas:

**T-1.3. Estacionamento preferencial**

Existem vagas preferenciais para veículos de combustíveis alternativos?

Sim ( ) Não ( )

Existem vagas preferenciais para veículos que transportam mais de uma pessoa?

Sim ( ) Não ( )

Caso afirmativo, quantas?

**T-2. Facilidades para pedestres**

Distância da faixa de pedestre ao edifício:

Distância do semáforo ao edifício:

Sim ( ) Não ( )

O semáforo localiza-se próximo à faixa de pedestre?

Sim ( ) Não ( )

O semáforo dispõe de: Semáforo para pedestre ( ) Botoneira ( ) Outro ( )

Sim ( ) Não ( )

As calçadas adjacentes ao edifício são bem conservadas?

Sim ( ) Não ( )

Caso negativo, qual o defeito identificado? buracos ( ) degraus ( ) desníveis ( ) raízes de árvores levantando a calçada ( )

superfície derrapante ( ) declividade acentuada ( ) concreto em mau estado de conservação ( ) outros:

As calçadas adjacentes ao edifícios possuem alguma obstrução ou condições insatisfatórias?

Sim ( ) Não ( )

Caso afirmativo, quais? ambulantes ( ) banca de revista ( ) ponto de ônibus ( ) placas de sinalização ( ) poste ( ) telefone público ( )

lixeira ( ) bancos ( ) veículos estacionados nas calçadas ( ) pilhas de material de construção ou lixo ( ) outros:

A área de desobstrução mínima é de 1,20m?

Sim ( ) Não ( )

Os obstáculos aéreos que invadem as calçadas têm altura mínima de 2,1m?

N.A ( )

Sim ( ) Não ( )

A iluminação pública é satisfatória?

Sim ( ) Não ( )

A micro-drenagem permite o escoamento superficial direto da água precipitada evitando que a água fique acumulada na calçada?

Sim ( ) Não ( )

Largura efetiva das calçadas:	A largura mínima é de 2,30m?		Sim ( )	Não ( )
Qual o material do pavimento da calçada?				
concreto desempenado ( )	ladrilho hidráulico ( )	pavimento intertravado ( )	paralelepípedo ( )	outro:
As calçadas apresentam piso liso e anti-derrapante, mesmo molhado?				
			Sim ( )	Não ( )
Qual a inclinação das calçadas?				
A inclinação máxima para rampas é de 1:12 (8,3%)?				
			Sim ( )	Não ( )
A declividade transversal máxima para passeios é 1:50 (2%)?				
			Sim ( )	Não ( )
O edifício localiza-se próximo a zonas residenciais?				
			Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, verificar a distância (m):				

### T-3. Facilidades para ciclistas

Existe ciclovia próxima ao edifício?				
			Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, verificar a distância ciclovia/edifício:				
Existe bicicletário disponível aos usuários, na edificação ou a uma distância de 300m?				
			Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, verificar o nº de vagas para os usuários:				
			Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, verificar a quantidade:				
Existem vestiários com cadeados disponíveis aos usuários da edificação?				
			Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, verificar a quantidade:				

### T-4. Proximidade aos transportes públicos

Distância (m) do ponto de ônibus mais próximo:		Distância (m) do ponto de ônibus mais usado:		
Nº de rotas servidas:				
Horário		Frequência (min)		
das 7h às 9h:		Dia de semana		
das 17h às 19h:		Fim-de-semana/Feriado		
O trajeto do ponto de ônibus ao edifício é adequado?				
Descrever:			Sim ( )	Não ( )
Existe ponto de táxi próximo?				
			Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, qual a distância?				

<b>T-5. Acesso de veículos para carga e descarga</b>		
Existem vagas para acesso de veículos para carga e descarga?	Sim ( )	Não ( )
Nº de vagas:	Local apropriado?	Sim ( ) Não ( )
O nº de vagas atende ao Anexo V da LC 01/97?		Sim ( ) Não ( )

<b>T-6. Acesso de veículos para embarque e desembarque de passageiros</b>		
Existem vagas para embarque e desembarque de passageiros?	Sim ( )	Não ( )
Nº de vagas:	Local apropriado?	Sim ( ) Não ( )
O nº de vagas atende ao Anexo V da LC 01/97?		Sim ( ) Não ( )

<b>T-7. Geração de fluxo e sobrecarga da infra-estrutura viária</b>		
Localização da edificação em relação ao sistema viário:		
Nº de faixas da via principal:	Largura das faixas:	
Sentido do tráfego:		
O edifício constitui um PGT pela LC 01/97?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, é PGT-1 ( ) ou PGT-2 ( )?		
Qual a classificação funcional da via? via local ( ), via coletora ( ), via arterial ( )		
Qual a capacidade da via (nível de serviço A, B, C, D, E ou F)? <b>(Não será verificado neste trabalho)</b>		
Quantas viagens o edifício atrai? <b>(Não será verificado neste trabalho)</b>		

<b>T-8. Acesso a facilidades</b>		
----------------------------------	--	--

<b>T-8.1. Acesso a bancos</b>		
Distância aos principais bancos:		
As pessoas podem andar ou usar transportes públicos para ter acesso aos bancos?	Sim ( )	Não ( )

<b>T-8.2. Acesso a restaurantes</b>		
Distância aos principais restaurantes:		
As pessoas podem andar ou usar transportes públicos para ter acesso a restaurantes?	Sim ( )	Não ( )

<b>T-8.3. Acesso a educação</b>		
Há salas disponíveis para leitura no edifício?		
Há livrarias no edifício?	Sim ( )	Não ( )
Caso negativo, as pessoas podem andar ou usar transportes públicos para ter acesso a educação?	Sim ( )	Não ( )

**T-8.4. Acesso a meios de comunicação**

Há salas com acesso a internet disponíveis ao público no edifício?	Sim ( )	Não ( )
Há telefones disponíveis ao público no edifício?	Sim ( )	Não ( )
Há correio próximo ao edifício?	Sim ( )	Não ( )
Caso negativo, as pessoas podem andar ou usar transportes públicos para ter acesso aos meios de comunicação?	Sim ( )	Não ( )

**T-8.5. Acesso a recreação**

Verificar a existência de locais destinados à recreação e atividades físicas próximos ao edifício:		
parque ( ) distância:	academia de ginástica ( ) distância:	cafés ( ) distância:
outros:		

**T-9. Acessibilidade e democratização do espaço construído**

A edificação dá condição de acessibilidade a pessoas portadoras de necessidades especiais?	Sim ( )	Não ( )
Existe indicação visual de acessibilidade, feita por meio do Símbolo Internacional de Acesso?	Sim ( )	Não ( )
Existem rampas de acesso às calçadas?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, as rampas estão localizadas nas travessias (interseções e entre-quadras)?	Sim ( )	Não ( )
As calçadas possuem piso alerta?	Sim ( )	Não ( )
As calçadas possuem piso guia?	Sim ( )	Não ( )
As cabines dos elevadores são equipadas com sistema braille?	Sim ( )	Não ( )
Há marcação braille de identificação do pavimento?	Sim ( )	Não ( )
O sistema de portas dos elevadores é do tipo corredeira horizontal automática, simultânea na cabine e no pavimento?	Sim ( )	Não ( )
A área defronte a entrada do elevador está livre de obstáculos?	Sim ( )	Não ( )
As portas têm um sistema de reabertura no caso de qualquer obstrução durante o movimento de fechamento?	Sim ( )	Não ( )
O interior da cabine do elevador permite o giro de cadeira de rodas (1,725m larg. x 1,30m profundidade; 0,90m abertura lateral mínima da porta)?	Sim ( )	Não ( )
Em todos os pavimentos servidos, a cada parada da cabina soa automaticamente um anúncio verbal ou sonoro?	Sim ( )	Não ( )
Há um meio de comunicação de duas vias instalado entre o elevador e um local fora da caixa?	Sim ( )	Não ( )
O revestimento do piso da cabina tem superfície dura, antiderrapante e cores contrastantes com as do piso do pavimento?	Sim ( )	Não ( )
Existe corrimão de superfície lisa fixado nos painéis laterais e no de fundo?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, há continuidade entre os corrimãos instalados entre os painéis laterais e o de fundo (inexistência de cantos vivos)?	Sim ( )	Não ( )
Foi definido um plano para atender aos usuários de cadeiras de rodas para evacuação de um prédio em caso de emergência, uma vez que os elevadores não são considerados como meio de evacuação?	Sim ( )	Não ( )

Existem vagas destinadas a deficientes?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, quantas?		

### T-10. Segurança

#### T-10.1. Segurança do edifício

As rotas ao redor do edifício são bem iluminadas?	Sim ( )	Não ( )
As rotas ao redor do edifício são visualmente supervisionadas?	Sim ( )	Não ( )
Existem câmeras de vigilância no edifício?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, elas são monitoradas?	Sim ( )	Não ( )
Existe portaria 24h?	Sim ( )	Não ( )
Existe circuito fechado de TV digital?	Sim ( )	Não ( )
O acesso ao edifício é monitorado?	Sim ( )	Não ( )
Como? <input type="checkbox"/> catracas eletrônicas ( ) <input type="checkbox"/> identificação digital ( ) <input type="checkbox"/> porta de acesso principal automatizada ( )		
elevador exclusivo para pavimentos de garagem garantindo a passagem dos visitantes pela recepção ( ) outro:		
Existem câmeras de vigilância na rua?	Sim ( )	Não ( )
Existem detectores de fumaça interligados ao sistema de controle contra incêndio?	Sim ( )	Não ( )
Outro:		

#### T-10.2. Segurança viária

As vias são sinalizadas verticalmente?	Sim ( )	Não ( )
Descrever:		
As vias são sinalizadas horizontalmente?	Sim ( )	Não ( )
Descrever:		
Existem travessias sinalizadas próximas?	Sim ( )	Não ( )
Descrever:		
A edificação localiza-se próxima a pontos críticos de acidentes de trânsito (locais em que acontecem acidentes de trânsito por excesso de velocidade, falta de sinalização, atropelamentos, etc)?	Sim ( )	Não ( )

**Anexo V da Lei complementar 01/97 - Padrões para estacionamento**

<b>USO E ATIVIDADE</b>	<b>NORMAL</b>	<b>PGT</b>
Prestação de serviços, consultórios, bancos e escritórios em geral	1 vaga/50m <sup>2</sup> de área construída com o mínimo de 2 vagas	1 vaga/40m <sup>2</sup> de área construída 1 vaga para carga/descarga 2 vagas para embarque/desembarque se a área for maior que 2.000m <sup>2</sup>

Obs.: No cálculo de área construída não serão computadas as áreas de garagem, escadas, elevadores e casas de máquinas, para efeito desta tabela

**Anexo VIII da Lei Complementar 01/97 - Tabela dos Pólos Geradores de Tráfego**

<b>ATIVIDADE</b>	<b>ÁREA CONSTRUIDA OU OUTRO INDICADOR</b>	
	<b>PGT-1</b>	<b>PGT-2</b>
Prestação de serviços, consultórios, bancos e escritórios em geral	de 5.000 a 10.000m <sup>2</sup> de área construída	Acima de 10.000m <sup>2</sup> de área construída

Obs.: No cálculo de área construída não serão computadas as áreas de garagem, escadas, elevadores e casas de máquinas, para efeito desta tabela

**ENERGIA**

**E-1. Eficiência Energética**

Obs.: os níveis de eficiência energética devem ser obtidos utilizando a metodologia descrita no Apêndice 2.

**E-2. Comissionamento dos sistemas fundamentais do edifício**

Um agente de comissionamento foi engajado à equipe de projeto?

Este agente é uma pessoa diretamente responsável pelo projeto ou gerenciamento da construção?

	Sim ( )	Não ( )
	N. A ( )	Sim ( )
	Sim ( )	Não ( )

**E-3. Utilização de energia renovável**

A edificação utiliza alguma fonte de energia renovável?

Caso afirmativo:

qual a fonte?

qual é a demanda atendida?

qual a área possível de coleta?

Caso negativo: verificar se há sistema de espera para utilização de energia eólica ( ) ; solar ( ) ; biomassa ( ) ; outra ( ) ; não há sistema de espera ( )

	Sim ( )	Não ( )
--	---------	---------

**E-4. Medição de desempenho energético**

Foram especificados equipamentos de medição centralizada para os seguintes usos finais:

- sistema de iluminação ( )

- cargas motores constantes ( )

- economizadores de ar ( )

- outros:

A medição de grandes cargas possibilita o controle de automação de demanda?

Existe um medidor para cada sala e outro para os equipamentos condominiais ( )

	Sim ( )	Não ( )
--	---------	---------

**E-5. Redução das ilhas de calor**

**E-5.1. Redução do efeito das ilhas de calor em superfícies impermeabilizadas que não de cobertura**

Existem superfícies sombreadas na área externa do edifício?

Caso afirmativo, calcular a porcentagem ( $A_{\text{sombreada}}/A_{\text{externa}} \times 100$ ):

Listar os materiais utilizados:

- nas calçadas:

- nos estacionamentos:

- na área de acesso ao edifício:

	Sim ( )	Não ( )
--	---------	---------

Os materiais têm baixa absorvância solar ( $\alpha < 0,4$ )?	Sim ( )	Não ( )
Os pavimentos são semipermeáveis?	Sim ( )	Não ( )
Os estacionamentos são no subsolo do edifício?	Sim ( )	Não ( )

**E-5.2. Redução do efeito das ilhas de calor em coberturas**

Os materiais que compõem a cobertura são de baixa absorvância solar ( $\alpha < 0,4$ )?	Sim ( )	Não ( )
São utilizadas coberturas vegetais na área do telhado?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, calcular a porcentagem da área de cobertura coberta com vegetação:		

**E-6. Demanda energética no horário de ponta**

Foi especificada a instalação de um sistema para reduzir a demanda energética no horário de ponta?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo:	qual?	
	% calculada de redução da demanda energética no horário de ponta:	
	será utilizada geração a diesel no local para redução da demanda no horário de ponta?	Sim ( ) Não ( )

**E-7. Poluição luminosa externa**

A iluminação externa incide diretamente numa superfície com propósito de iluminá-la?	Sim ( )	Não ( )
Os raios de luz são direcionados para além dos limites do terreno?	Sim ( )	Não ( )

**E-8. Danos à camada de ozônio e aquecimento global**

**E-8.1. Uso de gases refrigerantes nos sistemas de condicionamento e refrigeração de ar**

O sistema de condicionamento e refrigeração de ar utiliza gases refrigerantes?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, qual (verificar o Potencial de Destruição da Camada de Ozônio - ODP e o Potencial de Aquecimento Global - GWP)?		
O ODP é igual a zero?	Sim ( )	Não ( )
O GWP é menor que 10?	Sim ( )	Não ( )
São utilizados sistemas evaporativos para refrigeração?	Sim ( )	Não ( )

**E-8.2. Isolantes térmicos**

Foram utilizados isolantes térmicos na edificação?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, quais (verificar se não utilizam substâncias causadoras de destruição da camada de ozônio na sua manufatura e composição)?		

**E-8.3. Sistemas de combate a incêndios**

O sistema de combate a incêndio utiliza gases refrigerantes?	Sim ( )	Não ( )
quais?		
eles contêm hidroclorofluorcarbono - HCFC?	Sim ( )	Não ( )
eles contêm <i>halons</i> ?	Sim ( )	Não ( )

**E-8.4. Detecção de vazamentos de gases refrigerantes**

O sistema de condicionamento de ar projetado possui vazão variável de refrigerante (VRV)?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, foi instalado um sistema de detecção de vazamentos de gases refrigerantes nas partes de alto risco das instalações?	Sim ( )	Não ( )
Não são utilizados gases refrigerantes na edificação ( )		

QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO E SAÚDE			
<b>QAI-1. Controle ambiental da fumaça de cigarro</b>			
Será proibido fumar no edifício?	Sim ( )	Não ( )	
Existe área reservada aos fumantes?	Sim ( )	Não ( )	
Caso afirmativo:	a área para fumantes é projetada para conter, capturar e remover a fumaça do edifício?		
	Sim ( )	Não ( )	
	as aberturas exteriores das áreas designadas ao fumo localizam-se longe de entradas e janelas operáveis?		
Sim ( )	Não ( )		

<b>QAI-2. Plano de gestão da qualidade do ar interno</b>			
Foi desenvolvido um plano de gestão da qualidade do ar interno?	Sim ( )	Não ( )	
Este plano prevê o controle da contaminação microbiológica, contaminação química, parâmetros físicos de temperatura, umidade, velocidade e taxa de renovação do ar e de grau de pureza do ar, de acordo com parâmetros definidos pela Res. 09/2003 da ANVISA?			
Sim ( )	Não ( )		

<b>QAI-3. Controle e monitoramento do CO<sub>2</sub></b>			
Foi instalado um sensor de CO <sub>2</sub> por duto de retorno?	Sim ( )	Não ( )	

<b>QAI-4. Compostos orgânicos voláteis</b>			
Houve a preocupação com a especificação de materiais de revestimento com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis?			
Selantes	Produto 1:	Fabricante 1:	Sim ( )
	Produto 2:	Fabricante 2:	Não ( )
Não foram utilizados selantes ( )			
Adesivos	Produto 1:	Fabricante 1:	
	Produto 2:	Fabricante 2:	
Não foram utilizados adesivos ( )			
Tintas	Produto 1:	Fabricante 1:	
	Produto 2:	Fabricante 2:	
Não foram utilizadas tintas ( )			
Vernizes	Produto 1:	Fabricante 1:	
	Produto 2:	Fabricante 2:	
Não foram utilizados vernizes ( )			
Carpete	Produto 1:	Fabricante 1:	
	Produto 2:	Fabricante 2:	
Não foram utilizados carpetes ( )			
Outros: (solventes, óleos, etc)			

<b>QAI-5. Minimização do formaldeído</b>			
Houve a preocupação com o formaldeído na especificação dos materiais de madeira composta?		Sim ( )	Não ( )
Madeiras compostas	Utilização 1:	Fabricante 1:	
	Utilização 2:	Fabricante 2:	
	Utilização 3:	Fabricante 3:	
	Não foram utilizadas madeiras compostas ( )		

<b>QAI-6. Controle de fontes químicas e poluentes internos</b>			
Existe um sistema permanente de captura de poeira e partículas?		Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, aonde? (grelhas, grades nos sistemas de entrada de ar, outros)			
Onde ocorrem substâncias químicas, existem áreas segregadas com exaustão externa?			
- áreas de limpeza	N.A. ( )	Sim ( )	Não ( )
- salas de fotocópia e impressão	N.A. ( )	Sim ( )	Não ( )
- outro:			
É feita drenagem apropriada para disposição de resíduos líquidos em espaços onde ocorre a mistura de água e substâncias químicas concentradas?		N.A. ( )	Sim ( ) Não ( )

<b>QAI-7. Asbestos</b>			
Foi realizada pesquisa de asbestos nos materiais?		Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, os materiais que contêm asbestos foram removidos?			
		Sim ( )	Não ( )

<b>QAI-8. Prevenção de mofo</b>			
<b>QAI-8.1. Proteção da estrutura contra umidade proveniente do solo</b>			
O edifício apresenta lastros drenantes, barreiras impermeáveis ou outras disposições que impeçam a passagem da umidade proveniente do solo através dos componentes da estrutura, fundações, cortinas, pisos e paredes?		Sim ( )	Não ( )

**QAI-8.2. Proteção da estrutura contra a umidade decorrente de chuvas**

As lajes e terraços são impermeabilizados?	Sim ( )	Não ( )
As estruturas aparentes em madeira, metal ou concreto são protegidas com verniz ou pintura impermeabilizante?	Sim ( )	Não ( )
As estruturas aparentes em madeira, metal ou concreto apresentam detalhes construtivos que evitem empoçamentos/deposição de água sobre os componentes estruturais (drenos, cobre-muros, peitoris, pingadeiras etc)?	Sim ( )	Não ( )

**QAI-8.3. Proteção da estrutura contra umidade decorrente da ocupação do imóvel**

A edificação apresenta estanqueidade das instalações hidrossanitárias, hidrofugação ou impermeabilização de paredes internas, sistemas de impermeabilização de pisos, box de chuveiros, terraços e outras áreas molhadas?	Sim ( )	Não ( )
As estruturas aparentes em madeira, metal ou concreto são protegidas com verniz ou pintura impermeabilizante?	Sim ( )	Não ( )
As estruturas aparentes em madeira, metal ou concreto apresentam detalhes construtivos que evitem empoçamentos/deposição de água sobre os componentes estruturais (caimentos, ausência de frestas, drenos, etc)?	Sim ( )	Não ( )

**QAI-9. Eficiência das trocas de ar**

Qual a eficiência das trocas de ar especificada no sistema mecânico do edifício?	
A Taxa de Renovação do Ar é de, no mínimo, 27 m <sup>3</sup> /hora/pessoa?	Sim ( ) Não ( )
Os ambientes são de alta rotatividade?	Sim ( ) Não ( )
Caso afirmativo, a Taxa de Renovação do Ar mínima é de 17 m <sup>3</sup> /hora/pessoa?	Sim ( ) Não ( )

**QAI-10. Taxas de ventilação**

Quais as taxas de ventilação das salas especificadas no sistema mecânico?	
As taxas de ventilação estão de acordo com a NBR 6401/80 e a Res. 09/2003 da ANVISA?	Sim ( ) Não ( )

**QAI-11. Conforto Térmico**

**QAI-11.1. Sistema permanente de monitoramento**

Existe um sistema de monitoramento permanente da temperatura?	Sim ( )	Não ( )
Existe um sistema de monitoramento permanente da umidade?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo, o sistema está configurado para prover a eficiência da umidificação/desumidificação do edifício?	Sim ( )	Não ( )

**QAI-11.2. Controle do conforto local**

Existe pelo menos uma janela operável em cada sala?	Sim ( )	Não ( )
A(s) janela(s) são acessíveis aos ocupantes?	Sim ( )	Não ( )
O sistema de condicionamento de ar é controlado pelos ocupantes (em cada sala ou espaço confinado)?	Sim ( )	Não ( )

**QAI-12. Conforto Visual**

**QAI-12.1. Controle dos sistemas de iluminação pelos ocupantes**

Área da sala (m <sup>2</sup> ):		
Distância da parede mais afastada da abertura:		
Cada ambiente fechado por paredes ou divisórias até o teto possui pelo menos um dispositivo de controle manual para o acionamento independente da iluminação interna do ambiente?	Sim ( )	Não ( )
Ambientes com janela voltada para o exterior ou para átrio não coberto ou de cobertura translúcida; e com mais de uma fileira de luminárias paralelas à(s) janela(s), possuem um controle instalado, manual ou automático, para o acionamento independente da fileira de luminárias mais próxima à janela de forma a propiciar o aproveitamento da luz natural disponível?	Sim ( )	Não ( )
O sistema de iluminação interna de ambientes possui um dispositivo de controle automático para desligamento da iluminação?	Sim ( )	Não ( )
o sistema desliga automaticamente a iluminação em um horário pré-determinado?	Sim ( )	Não ( )
Caso afirmativo:	Sim ( )	Não ( )
há um sensor de presença que desligue a iluminação 30 minutos após a saída de todos ocupantes?	Sim ( )	Não ( )
há um sinal de um outro controle ou sistema de alarme que indique que a área está desocupada?	Sim ( )	Não ( )

**QAI-12.2. Controle de ofuscamento**

Existem sombreamentos externos no edifício?		
Caso afirmativo, quais?	brises ( )	toldos ( )
Existem sombreamentos internos nas salas?	outros:	
Caso afirmativo, quais?	persiana ( )	película ( )
outros:		
Há incidência de luz solar direta nas salas?		
Verificar o potencial de risco de ofuscamento de planos de trabalho em competição com a tarefa:		
Verificar a posição das aberturas com relação às linhas de visão:		
Verificar se há luz do sol brilhando em superfícies próximas:		

**QAI-12.3. Vistas para o exterior**

As salas têm uma linha direta de visão através da janela para um local externo?		
Caso afirmativo:	Sim ( )	Não ( )
verificar o tamanho das aberturas:		
verificar a % da sala com vista externa:		
As salas têm uma linha direta de visão através da janela para um átrio interno?		
Caso afirmativo:	Sim ( )	Não ( )
qual a dimensão do átrio?		
o átrio é naturalmente iluminado?		
Caso afirmativo:	Sim ( )	Não ( )
descrever:		

**QAI-13. Conforto Acústico**

**QAI-13.1 Níveis de ruído admitidos na habitação: isolamento acústico entre unidades e entre dependências de uma mesma unidade (paredes internas)**

Os critérios e níveis de desempenho relacionados com o ensaio de campo (Diferença Padronizada de Nível Ponderada) ou com o ensaio de laboratório (Índice de Redução Sonora Ponderado) atendem às especificações da ABNT (2007d) entre ambientes (paredes internas)?	Sim ( )	Não ( )
A ABNT (2007d) determina os métodos de avaliação dos níveis de ruído admitidos na habitação para conforto acústico. Entretanto, estas avaliações não serão realizadas neste trabalho.		

**QAI-13.2 Níveis de ruído admitidos na habitação: isolamento de vedações externas (fachadas e coberturas)**

Os critérios e níveis de desempenho relacionados com o ensaio de campo (Diferença Padronizada de Nível Ponderada) ou com o ensaio de laboratório (Índice de Redução Sonora Ponderado) atendem às especificações da ABNT (2007d) para as vedações externas?	Sim ( )	Não ( )
A ABNT (2007d) determina os métodos de avaliação dos níveis de ruído admitidos na habitação para conforto acústico. Entretanto, estas avaliações não serão realizadas neste trabalho.		

**QAI-13.3 Níveis de ruído admitidos na habitação: ruído de impacto em piso**

O Nível de Pressão Sonora de Impacto Padronizado Ponderado atende às especificações da ABNT (2007c)?	Sim ( )	Não ( )
A ABNT (2007c) determina os métodos de avaliação dos níveis de ruído de impacto em piso para conforto acústico. Entretanto, estas avaliações não serão realizadas neste trabalho.		

**QAI-13.4 Níveis de ruído admitidos na habitação: isolamento de ruído aéreo**

Os critérios e níveis de desempenho relacionados com o ensaio de campo (Diferença Padronizada de Nível Ponderada) ou com o ensaio de laboratório (Índice de Redução Sonora Ponderado) atendem às especificações da ABNT (2007d) para as vedações externas?	Sim ( )	Não ( )
A ABNT (2007c) determina os métodos de avaliação do isolamento de ruído aéreo para conforto acústico. Entretanto, estas avaliações não serão realizadas neste trabalho.		