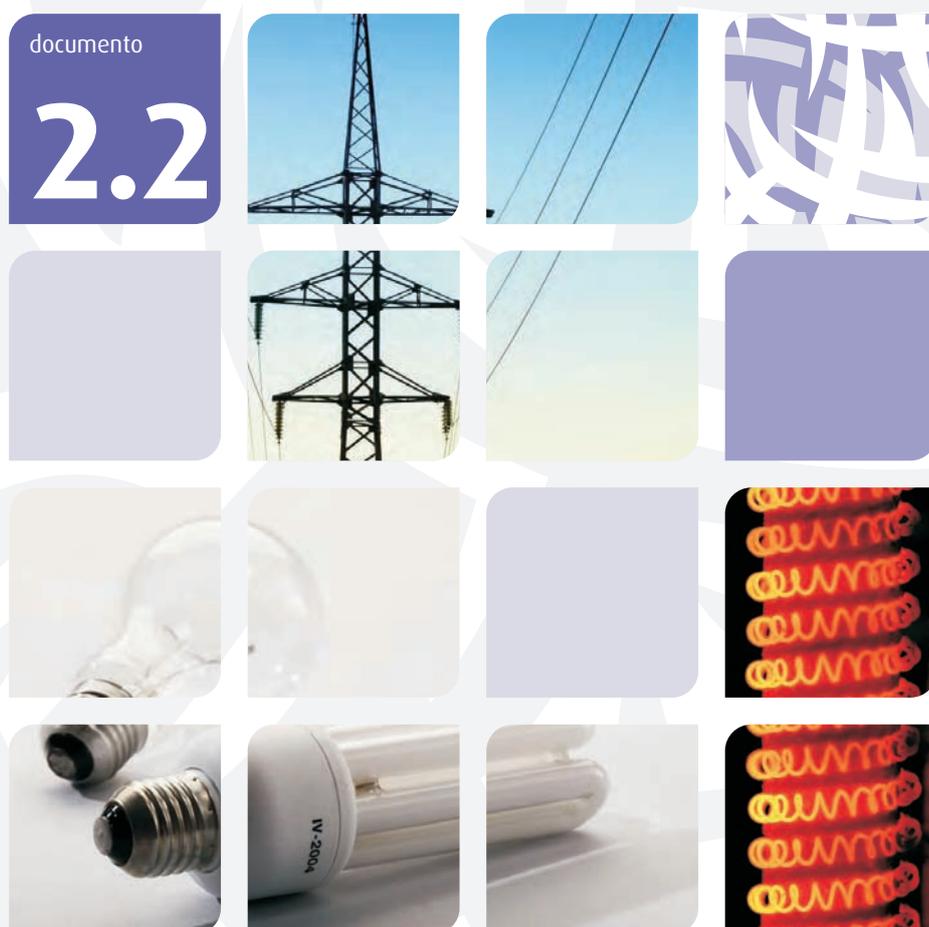




Habitação
mais Sustentável

Documento

Levantamento do estado da arte: Energia



Projeto

Tecnologias para construção habitacional mais sustentável

Projeto Finep 2386/04

São Paulo
2007



Habitação **mais** Sustentável

Documento 2.2

Levantamento do estado da arte: Energia

Autores

Roberto Lamberts, Dr.

María Andrea Triana, Msc.



Imprima somente se for necessário.



Utilize papel reciclado.

Projeto

Tecnologias para construção habitacional mais sustentável

Projeto Finep 2386/04

São Paulo

2007

Projeto
Tecnologias para construção habitacional mais sustentável
Projeto Finep 2386/04

Instituições executoras



Instituições parceiras





Coordenação

Prof. Dr. Vanderley M. John

POLI / USP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Pesquisadores

Prof. Dr. Alex K. Abiko
Msc. Clarice Menezes Degani
Prof. Dr. Francisco F. Cardoso
Prof. Dr. Orestes M. Gonçalves
Prof. Dr. Racine T. A. Prado
Prof. Dr. Uiraci E. L. de Souza
Prof. Dr. Vahan Agopyan
Prof. Dr. Vanderley M. John

Bolsistas

Airton Meneses de Barros Filho
Cristina Yukari Kawakita
Daniel Pinho de Oliveira
Davidson Figueiredo Deana
José Antônio R. de Lima
Msc. Vanessa M. Taborianski
Viviane Miranda Araújo



UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

Pesquisadores

Prof. Dra. Marina S. O. Ilha
Prof. Dra. Vanessa Gomes da Silva

Bolsistas

Ricardo Prado Abreu Reis
Laís Ywashima



UFG – Universidade Federal de Goiás

Pesquisadora

Prof. Dra. Lúcia Helena de Oliveira

Bolsista

Ricardo Prado Abreu Reis



UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

Pesquisador

Prof. Dr. Roberto Lamberts

Bolsista

Msc. Maria Andrea Triana



UFU – Universidade Federal de Uberlândia

Pesquisador

Prof. Dr. Laerte Bernardes Arruda

Bolsista

Gabriela Salum
Larissa Oliveira Arantes

Sumário

1. Introdução	7
1.1 Brasil no panorama mundial	7
1.2 Consumo setorial de energia no Brasil	10
1.3 Consumo de energia no setor habitacional de baixa renda	11
2. Conceitos Fundamentais	16
2.1 Bioclimatologia	16
2.1.1 Desempenho térmico da edificação	21
2.1.2 Conforto ambiental	24
2.1.3 Ventilação natural	25
2.1.4 Iluminação natural e iluminação eficiente	28
2.2 Uso de recursos renováveis de energia	30
2.3 Uso de aparelhos energeticamente eficientes	31
3. Caracterização e análise crítica das práticas existentes no mercado nacional	34
3.1 Componentes com desempenho térmico adequado	37
3.1.1 Paredes	38
3.1.2 Coberturas	38
3.1.3 Janelas	39
4. Metodologias de Avaliação	41
4.1 BREEAM / Ecohomes – Reino Unido	41
4.1.1 Energia	42
4.1.2 Transporte	42
4.1.3 Poluição	42
4.1.4 Saúde e Bem Estar	43
4.2 LEED / LEED for Homes	43
4.2.1 Qualidade Ambiental Interna (IEQ)	43
4.2.2 Energia e Atmosfera (EA)	44
4.2.3 Conscientização do Usuário (HA).....	45
4.3 CASBEE	46
4.3.1 Q. Desempenho e qualidade ambiental da edificação	46
4.3.2 LR1. Energia	47
4.3.3 LR2. Materiais e recursos	47
4.4 NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE	48
4.4.1 CICLO 2: Escolha integrada de produtos, sistemas e processos de construção	48
4.4.2 CICLO 4: Gestão da energia	48
4.2.3 CICLO 7: Manutenção do desempenho ambiental	49
4.4.4. CICLO 8: Conforto higratérmico	49
4.4.5 CICLO 9: Conforto Acústico	49
4.4.6 CICLO 10: Conforto Visual (Iluminação Natural e Artificial)	49
4.4.7 CICLO 11: Conforto Olfativo	49
4.4.8 CICLO 13: Garantir uma Qualidade Saudável do Ar	49

4.5 Certification Habitat & Environnement (H&E)	50
4.5.1 TEMA 3: Energia/Redução do efeito estufa	50
4.5.2 TEMA 4: Setor construtivo – Eleição dos materiais	51
4.5.3 TEMA 6: Conforto e saúde	52
4.5.4 TEMA 7: Gestos verdes	52
4.6 GBTool	52
4.6.1 Consumo de Recursos (<i>Performance Issue</i>)	52
4.6.2 Qualidade Ambiental Interna	52
4.6.3 Qualidade do Serviço	54
4.6.4 Gerenciamento	54
4.6.5 Transporte alternativo	55
4.7 GBC - GREEN STAR - Austrália	55
4.7.1 Qualidade ambiental interna	55
4.7.2 Energia	56
4.7.3 Transporte	57
4.7.4 Emissões	57
4.7.5 Gerenciamento	57
4.8 Considerações e análise	57
5. Considerações Finais	62
Referências bibliográficas	64
Anexos	69



Levantamento do estado da arte: Energia

Roberto Lamberts, María Andrea Triana

1. Introdução

A idéia do desenvolvimento sustentável, motivada a partir da crise energética do petróleo e introduzida pela primeira vez no Clube de Roma em 1968, como uma contestação ao modelo econômico adotado pelos países industrializados, tem tido uma grande evolução nos últimos anos e impulsionado o desenvolvimento e uso de energias limpas e renováveis.

A partir da Agenda 21 em 1992 os países comprometeram-se a responder às premissas do desenvolvimento sustentável através da análise da totalidade do ciclo de vida dos materiais, do desenvolvimento do uso de matérias primas e energias renováveis, e da redução das quantidades de materiais e energia utilizados na extração de recursos naturais, sua exploração, e a destruição ou reciclagem dos resíduos (GAUZIN-MULLER, 2002).

Muitas reuniões têm acontecido após a Eco 92; Kyoto em 1996, Haya em 2000 e Johannesburgo em 2002, entre outras, e embora alguns países tenham colocado em primeiro plano os interesses econômicos próprios, tem-se tido grandes avanços em vários deles; já que muitos governos estão considerando a sustentabilidade como um tema central para direcionar o seu desenvolvimento, produzindo leis e incentivos para edificações que sejam projetadas considerando variáveis que as deixem mais sustentáveis.

As edificações são uma grande consumidora dos recursos naturais, consumindo segundo Wines (2000), 16% do fornecimento mundial de água pura, 25% da colheita de madeira, e 40% de seus combustíveis fósseis e materiais manufaturados. Na Europa aproximadamente 50% da energia consumida é usada para a construção e manutenção de edifícios e outros 25% são gastos em transporte. Esta energia é gerada na sua grande maioria por fontes de combustíveis fósseis não renováveis que estão diminuindo, provocando também, os resíduos da conversão destes recursos em energia, um impacto ambiental negativo alto, como o efeito estufa que desencadeia o aquecimento global. Razão pela qual muito dos esforços na redução do consumo desses recursos devem estar focados nos projetos, para torná-los mais eficientes. Fazendo com que as edificações utilizem menos recursos naturais, materiais e energia na sua construção e operação, e sejam confortáveis e saudáveis para viver e trabalhar.

Um projeto sustentável deve ser ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável, envolvendo com isto muitas variáveis, entre as quais o uso racional da energia se destaca como uma das principais premissas.

1.1 Brasil no panorama mundial

O consumo de energia tem aumentado no mundo todo, devido ao modo de vida e as crescentes exigências da população, já que nas edificações procura-se cada vez mais conforto através de sistemas e equipamentos supridos com energia proveniente de fontes não renováveis. Desta forma países mais desenvolvidos, como Estados Unidos e Canadá, com alta renda per capita entre sua

população, um elevado nível de consumo e com edificações condicionadas artificialmente apresentam um dos maiores consumos de energia elétrica per capita no mundo, com a diferença de que o consumo de energia nos Estados Unidos continua aumentando, enquanto o do Canadá mostra um forte decréscimo nos últimos anos. Nos países em via de desenvolvimento, como o Brasil o

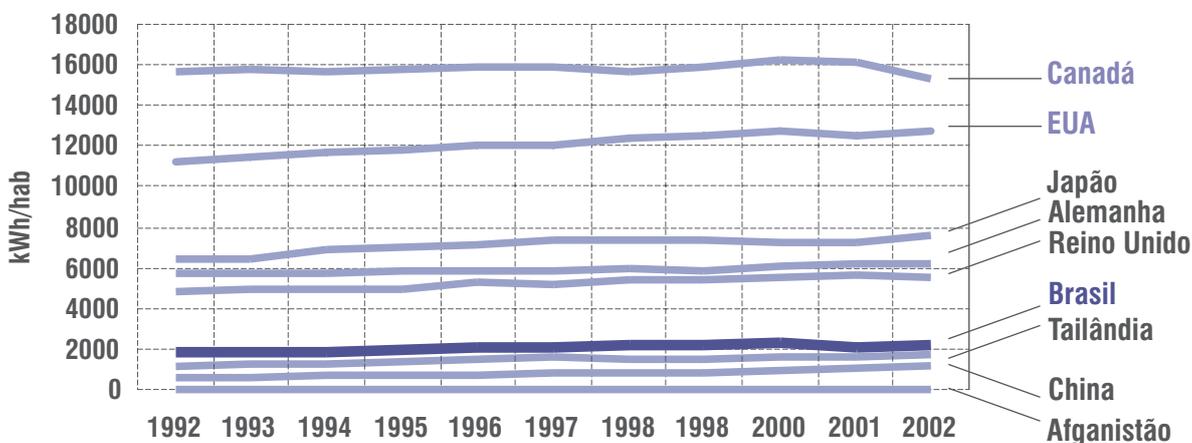


Figura 1 – Evolução do consumo de energia elétrica por habitante em alguns países. (U.S. CENSUS BUREAU; EIA-ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, Official Energy Statistics from the U.S. Government)

grande aumento da população e a rápida inversão da forma de vida rural para a urbana tem sido uma das principais causas na continua demanda de energia, embora o consumo de energia elétrica nestes países continua muito abaixo da demanda mundial como se mostra na Figura 1.

O problema encontra-se em que com o aumento do PIB (Produto Interno Bruto) dos países em desenvolvimento, as expectativas de conforto da população também aumentam, tendo-se que se países como a China ou a Índia consumissem da mesma forma que os americanos, os recursos naturais não seriam suficiente para toda a população, esgotando-se rapidamente. Desta forma para conseguir manter futuramente um consumo de energia mais racional em países em desenvolvimento como o Brasil, tem que ser tomadas medidas de eficiência energética nos projetos de edificações.

Brasil apresentou um consumo de energia elétrica de 1.955 kWh/hab em 2002; comparativamente baixo se comparado com os 12.722 kWh/hab dos Estados Unidos ou os 15.274 kWh/hab do Canadá, mas já se encontra em ascensão novamente, após a redução causada pela crise energética de 2001.

À diferença de outros grandes países, em termos da matriz energética nacional, apresenta uma alta auto-suficiência, já que a indústria de energia no Brasil correspondeu em 2004, de acordo a dados do Balanço Energético Nacional (BEN) de 2005, a 84.1% do consumo nacional, sendo os 15.9% restantes importados, principalmente de carvão mineral, gás natural, petróleo e seus derivados e em quantidade menor energia elétrica através de Itaipu. A dependência externa de petróleo também passou de 23.6% em 2001 para 12.8% em 2002 e a tendência è a auto-suficiência nos próximos anos.

O Brasil também apresenta uma matriz energética mais baseada em recursos renováveis. Num comparativo sobre a Oferta Interna de Energia (OIE) segundo dados de 2002 a proporção de energia vinda de fontes renováveis no mundo foi de 13.6%, sendo nos países desenvolvidos somente de 6%. Na OIE no mundo se apresentam como fontes principais, petróleo e seus derivados em 34.9%, carvão mineral em 23.5%, gás natural em 21.2%, biomassa em 11.4%, urânio em 6.8%, e sendo a participação da geração hidráulica para eletricidade só de 2.2%, conforme Figura 2.

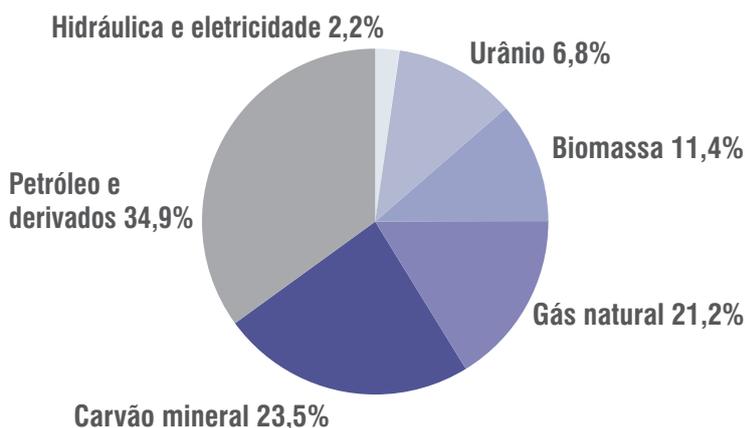


Figura 2 – Oferta Interna de energia 2002 no mundo por tipo de fonte. (BRASIL. BEN, 2005)

Já o Brasil posiciona-se de maneira muito mais favorável a outros países, já que perto de 43.9% da OIE em 2004 teve sua origem em fontes renováveis, onde a participação da geração hidráulica foi de 14.4%, sendo os outros 27% de biomassa. Mas os 56.1% restantes vem de fontes fósseis e outras não renováveis (petróleo e derivados – 39.1%, gás natural – 8.9%, carvão mineral – 6.7%, e Urânio – 1.5%), como mostrado na Figura 3, o que coloca o país numa posição mais confortável em relação ao mundo; mas, essa situação pode mudar para pior em pouco tempo, especialmente com o futuro crescimento das fontes de energia térmica para suprir o constante crescimento da demanda.

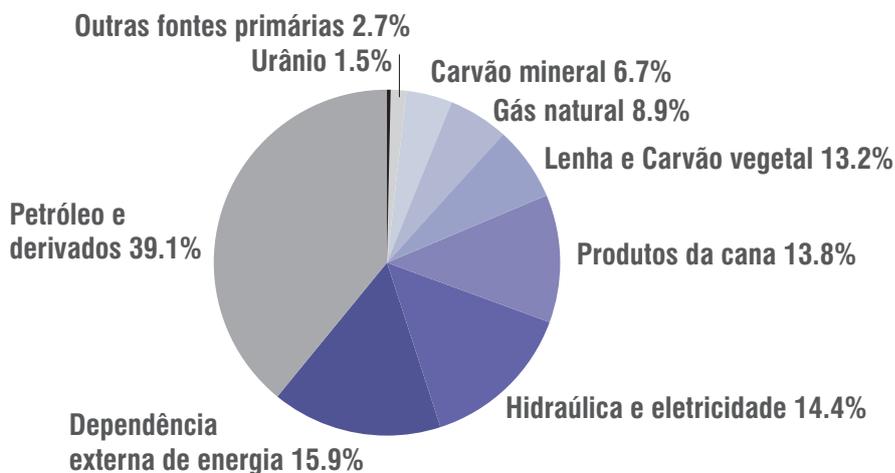


Figura 3 – Oferta Interna de Energia 2004 no Brasil por tipo de fonte. (BRASIL. BEN, 2005)

Como comentado anteriormente, o uso de fontes não renováveis de energia gera também grande emissão de gases nocivos à atmosfera, com suas conseqüências em relação a mudanças climáticas e ambientais. A media mundial de emissão desses gases é de 2.32 tCO₂/tep (toneladas equivalentes de petróleo). O Brasil pela alta participação da geração hidráulica e da biomassa apresenta uma taxa mais baixa, 1.62 tCO₂/tep, mas o uso racional da energia é necessário e contribuirá também para uma futura redução nessa taxa de emissão, já que segundo La Rovere e Americano (2002), o crescimento continuo e a privatização do sistema de eletricidade do Brasil, atualmente baseado na energia hidráulica, está projetado para expandir-se principalmente com gás natural, e com termoelétricas, o que resultará em um grande crescimento de emissões de gases de efeito estufa (*Greenhouse gases*¹), razão pela qual devem ser tomadas medidas para evitá-lo.

¹ Entre os principais estão: Dióxido de Carbono, Metano e Óxido Nitroso.

1.2 Consumo setorial de energia no Brasil

Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2005, o consumo final de energia em 2004 para o Brasil foi de 191.1 milhões de tep, com taxa de crescimento de 4.9% em relação a 2003, onde o setor industrial ficou com 38%, o de serviços (comercial - público e transportes) com 27%, o setor residencial com 11%, o agropecuário com 4% e o setor energético com 8% o que responde a 88% do consumo final de energia, ficando o restante para o setor de transporte.

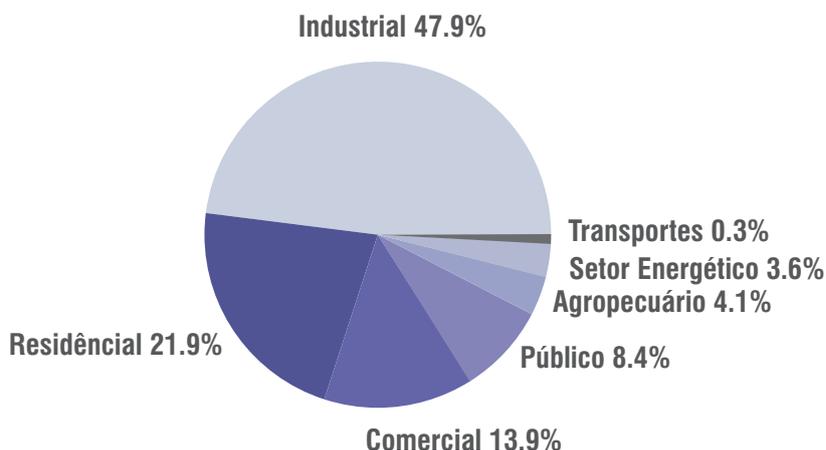


Figura 4 – Composição setorial do consumo de eletricidade em Brasil 2004. (BRASIL. BEN, 2005)

Já no consumo final de energia por fonte em 2004, a eletricidade contribuiu com 16.2% do total, e a estrutura do consumo de eletricidade entre os segmentos de consumidores em 2004 mostra uma forte concentração na indústria (47.9%), seguido do uso residencial (21.9%), como visto na Figura 4, sendo este último praticamente equivalente à soma do consumo dos setores comercial (13.9%) e público (8.4%) como se mostra na Figura 5; onde também pode ver-se o impacto da crise de 2001 com a drástica redução do consumo, e a tendência atual ao crescimento como colocado anteriormente.

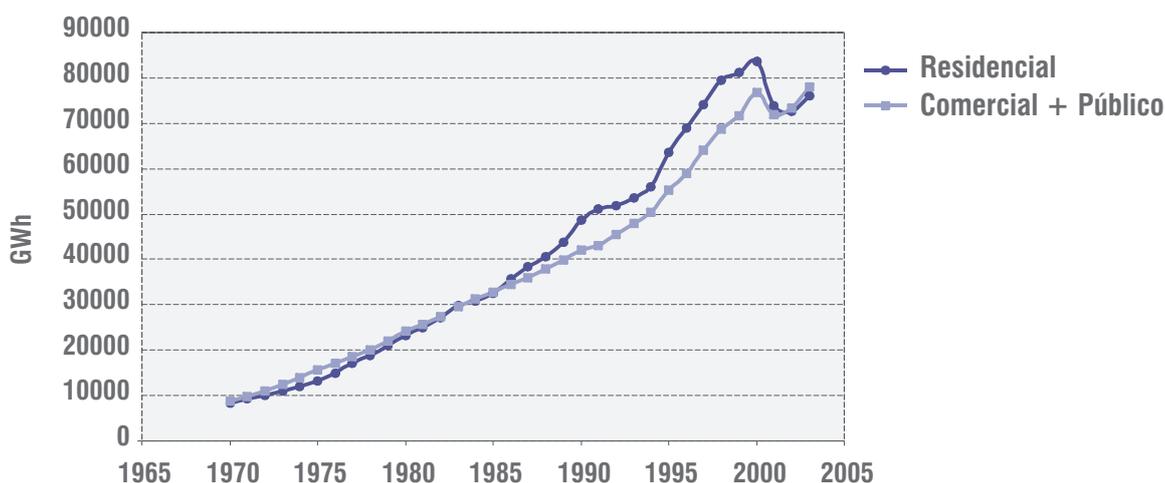


Figura 5 – Consumo de energia elétrica dos setores residencial, comercial e público. (TAVARES; LAMBERTS, 2005)

Mostra-se com isto a importância do setor residencial, objeto desta pesquisa, dentro da estrutura de consumo de energia elétrica no país e colocando-se este como um dos principais setores quando se busca uma redução na taxa de aumento do consumo energético no país.

Dentro do setor residencial, no consumo de recursos energéticos por fonte, teve uma maior participação a lenha com 37.8%, seguida da eletricidade em 31.8% e o gás liquefeito de petróleo (GLP) com 27.3%, como se observa na Figura 6, sendo isto diferente no setor comercial, onde a maior participação por fonte energética encontra-se na eletricidade com 83%, conforme pode ser visto na Figura 7.

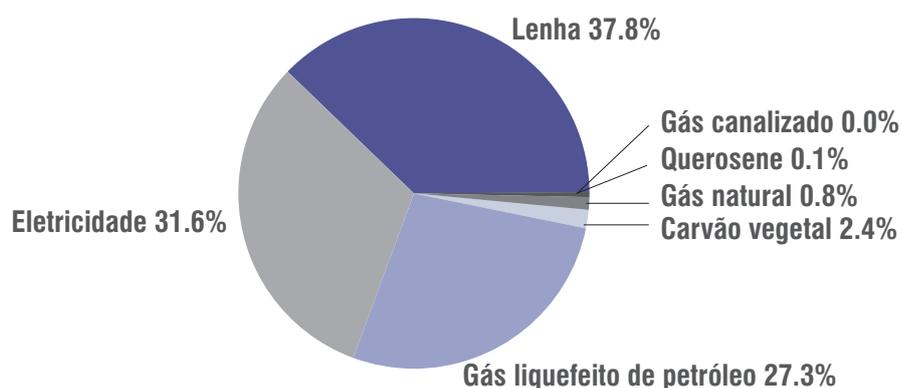


Figura 6 – Consumo de energia no setor residencial por fonte. (BRASIL. BEN, 2005)

Desta forma, para o desenvolvimento de projetos mais sustentáveis no Brasil dentro do setor residencial, os projetos devem buscar uma redução no consumo de eletricidade, lenha e gás, e um aumento do uso de fontes renováveis de energia, como alternativa às anteriores; o que leva à importância de considerar-se a eficiência energética das edificações como um dos critérios principais para o desenvolvimento de projetos de edificações mais sustentáveis no país.

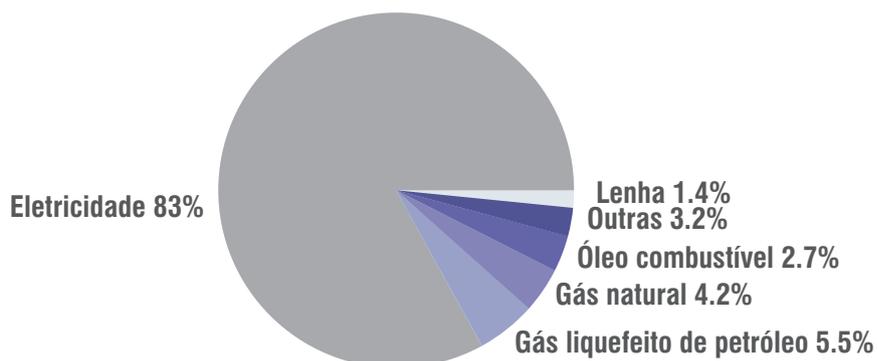


Figura 7 – Consumo de energia no setor comercial por fonte. (BRASIL. BEN, 2005)

A matriz energética no setor habitacional, com foco nas habitações de baixa renda, objeto de estudo desta pesquisa, será apresentada a seguir, para o levantamento dos principais pontos que devem considerar-se dentro do setor na procura de projetos energeticamente mais eficientes.

1.3 Consumo de energia no setor habitacional de baixa renda

Como visto anteriormente, o setor residencial é um dos que mais contribuem no consumo final de energia no país. Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2004, a maior porcentagem dentro do setor (perto de 90%) é representada por edificações unifamiliares, restando perto de 10% para apartamentos e uma porcentagem não significativa para cômodos; e dentro delas domicílios urbanos por faixas de rendas mensal familiar de até três salários mínimos representam 40% segundo dados de 2000 do Ministério das Cidades (Programa: Déficit Habitacional no Brasil), constituindo-se assim uma parte importante do setor residencial, as habitações de baixa renda.

O Brasil apresenta um alto déficit habitacional, estimado pela Fundação João Pinheiro em 7.222.645, (cálculo feito em base ao Censo Demográfico de 2000), onde se tem uma incidência notadamente urbana; ao redor de 80%, e com a maior porcentagem desta população concentrada em rendas inferiores a 3 salários mínimos.

Novas habitações são então necessárias para este segmento da população, assim como uma maior adequação das habitações existentes, cuja grande maioria apresenta níveis de conforto e infraestrutura precários. Torna-se necessário pensar em habitações integradas a um desenvolvimento sustentável dos recursos, de forma a estar de acordo aos capítulos 7 e 8 da Agenda 21, que falam sobre a promoção do desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos e a integração entre meio ambiente e desenvolvimento na tomada de decisões. O que significa entre outras coisas, oferecer a todos uma habitação adequada, promover a existência integrada de infraestrutura ambiental referente ao manejo de água e resíduos sólidos; promover sistemas de energia e transporte nesses assentamentos e uma integração entre meio ambiente e desenvolvimento no planejamento.

A questão energética é parte importante do planejamento das habitações nesse setor o que até o momento não é considerado como integrante dos programas governamentais de habitação de interesse social e muito menos quando se fala em termos de autoconstrução, pois como afirma Digiacomo (2004, p. 81), devido às péssimas condições apresentadas pelas habitações de autoconstrução, criou-se uma idéia de que qualquer coisa para este segmento da população é melhor do que aquilo que eles possuem, razão pela qual se tem feito habitações para o setor de baixa renda com má qualidade espacial, construtiva, com falta de infraestrutura e má localização.

Assim, considerando-se a questão construtiva e de infraestrutura da habitação, um uso racional da energia se apresenta então como prioritário para este segmento das habitações no país, o que contribuirá para além das questões ambientais, de economia de energia e recursos no país visto no capítulo anterior, para melhorar a qualidade de vida da população deste segmento, ao mesmo tempo em que estará gerando importantes poupanças na sua economia.

Como visto no capítulo anterior, dentro do consumo de energia por fonte do setor residencial, o uso de lenha, eletricidade e GLP são os mais representativos, com perto de 97% do consumo total, sendo a lenha utilizada principalmente na cocção; a eletricidade, no uso de iluminação e equipamentos, e o GLP para cocção e aquecimento de água.

Por tanto, um projeto energeticamente mais eficiente para o setor residencial deve prever a diminuição no consumo principalmente de GLP e eletricidade, já que a lenha considera-se como um recurso mais renovável. Da mesma forma, como devem buscar-se o uso de fontes renováveis de energia para ser incorporadas no projeto como alternativa as anteriores, que podem ser o uso de energia fotovoltaica, eólica, geotérmica, biomassa, e de energia solar para aquecimento da água; a qual se coloca como a principal estratégia para diminuição no consumo de GLP no setor.

Dada a sua importância neste sentido, o aquecimento de água através de energia solar está sendo tratado exclusivamente dentro de outro capítulo, embora de fato encontre-se ligado à eficiência energética da habitação. Enfatizando-se desta forma, aqui, a diminuição no consumo de energia elétrica na habitação.

A questão da habitação num país das dimensões do Brasil não pode ser vista de forma a buscar-se uma solução uniforme, dadas as diferenças regionais existentes. Territorialmente o Brasil divide-se em cinco regiões que apresentam graus de desenvolvimento econômico diferentes, sendo estas: Região Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Região Sul. As regiões apresentam também características climáticas diferentes e por isto as habitações devem responder de forma diversa em função de estratégias de projeto adaptadas a cada local e levando em consideração as variações no consumo de energia, especialmente em relação aos climas extremos.

Segundo Almeida et al. (2001), o consumo de eletricidade no setor residencial, que é devido principalmente ao uso de equipamentos para refrigeração, aquecimento de água, iluminação e ar

condicionado; apresenta variação por região, as quais refletem principalmente as variações climáticas através do uso de equipamentos como chuveiro elétrico ou ar condicionado. Sendo importante colocar que dentro dos usos finais, refrigeração refere-se principalmente ao uso de geladeira e freezer; aquecimento de água ao chuveiro elétrico; iluminação, ao uso de lâmpadas, e o condicionamento do ar, se dá principalmente pelo uso do ar condicionado.

Desta forma conforme a Tabela 1, pode observar-se que as **principais variações no consumo de eletricidade por uso final** se observam, no:

- a) **Aquecimento de água**, o qual nas Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul mantêm uma média de 23%, enquanto que nas Regiões Norte e Nordeste, a percentagem é de apenas 4.5% e 7.2% respectivamente; e no
- b) **Uso de ar condicionado**, que embora em todas as regiões apresente uma baixa porcentagem de saturação, já representa 3% do consumo nacional residencial, sendo que na Região Norte é muito superior, chegando a 9.4%, devido ao rigor climático (clima quente e úmido) desta região.

Tabela 1 – Diferentes usos finais no consumo total residencial de eletricidade por região (%) (ALMEIDA et al.,2001)

Região	Refrigeração	Aquecimento de água	Iluminação	Ar condicionado	Outros	Total
Sudeste	33.1	23.4	11.2	3.3	29.0	100
Sul	32.6	22.4	10.9	1.5	32.7	100
Norte	35.4	4.5	19.6	9.4	31.1	100
Nordeste	41.0	7.2	18.2	3.1	30.5	100
Centro-oeste	33.6	23.2	12.1	2.3	28.9	100
Brasil	34.1	20.7	12.3	3.0	29.9	100

Os dados apresentados acima correspondem à totalidade do setor residencial. Para considerar-se somente o consumo dentro do setor residencial de baixa renda, nos apoiamos na pesquisa de Tavares (2006), onde a partir dos parâmetros como tipologia, área da unidade, e renda familiar, entre outros são definidos cinco modelos tipológicos de habitação para o Brasil. O Modelo 1 considera uma faixa de renda de até 5 salários mínimos, o Modelo 2 até 10 salários mínimos, o Modelo 3 até 20 salários

Tabela 2 – Resumo das características dos modelos. (TAVARES, 2006)

Características	Modelo Nº.	
	1	2
Tipologia	Casa	Ap. (4 pav e 6 un.)
Área da unidade (m ²)	63	60
Nº. de quartos	2	2
Renda familiar	Até 5 S.M.	Até 10 S.M.
Nº. de habitantes	4	2
Consumo eletricidade (kWh/mês)	150	200
Consumo energia gás + lenha (equivalente à kWh/mês)	345	460

mínimos, o Modelo 4 até 30 salários mínimos e o Modelo 5 mais de 30 salários mínimos. De acordo a isto são mostrados na Tabela 2 os dados correspondentes aos Modelos 1 e 2.

O modelo 1, que considera uma renda familiar de até 5 salários mínimos, apresenta um consumo de eletricidade de 150 kWh/mês, enquanto o modelo 2 com renda familiar de até 10 salários mínimos tem um consumo de eletricidade de 200 kWh/mês.

A partir da tabela anterior, Tavares (2006) mostra o tipo de equipamentos usados consumidores de energia elétrica nas residências, de acordo aos modelos de tipologias 1, 2, 3, 4 e 5 anteriormente descritos, o que pode ser visto na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 – Perfil de posse dos equipamentos nos modelos propostos. (TAVARES 2006)

Equipamentos	Modelos	Consumo eletricidade (kWh/mês)
Televisor	1, 2, 3, 4, 5	150
Ferro elétrico		
Refrigerador		
Ventilador/Circulador		
Liquidificador		
Aparelho de som		
Chuveiro Elétrico		
Rádio elétrico	2, 3, 4, 5	200
Lava roupas		
Videocassete		
Batedeira		
Forno microondas		
Cafeteira elétrica		
Secadora de roupa		
Aspirador de pó	3,4,5	Mais de 300
Bomba d'água		
Freezer		
Exaustor		
Enceradeira		
Máquina de costura elétrica		
Impressora		
Microcomputador		
Videogame		
Forno elétrico		
Torneira elétrica		
Lava louças		
Condicionador de ar		

Dentro dos principais equipamentos usados nos Modelos 1 e 2 destacam-se o refrigerador e o chuveiro elétrico, como os que apresentam um maior consumo de energia elétrica.

A diferença do panorama mostrado na Tabela 1 sobre o consumo por uso final do setor residencial, o uso do ar condicionado, não aparece ainda dentro dessa faixa de renda, sendo substituído pelo uso do ventilador/circulador, observando-se também que para o aquecimento da residência no caso de climas mais frios não aparece o uso de nenhum equipamento de forma considerável.

Mas, através da tabela anterior pode observa-se que certamente aparecerá o uso do condicionador de ar na medida em que a situação financeira das famílias melhora e principalmente se as habitações não se encontram projetadas de acordo ao clima para evitar ou minimizar seu uso.

Conclui-se então, que o consumo de energia nas residências de baixa renda apresenta como principais usos finais:

- a) Iluminação,
- b) Uso de eletrodomésticos,
- c) Energia para cocção, e
- d) Energia para aquecimento da água.

O objetivo de uma habitação de baixa renda mais sustentável para o Brasil, desde o ponto de vista energético deve ser buscar uma redução no consumo de energia desses usos finais e o uso de fontes alternativas e não poluentes, buscando-se um melhor nível de conforto para os usuários das habitações, já que segundo Almeida et al. (2001) o planejamento do setor de energia deve considerar não só opções para o lado do fornecimento senão também medidas para o uso final para reduzir o crescimento da demanda de eletricidade.

Diversos países estão criando políticas públicas e de planejamento que busquem uma maior sustentabilidade nas suas habitações, especialmente nas de baixa renda, através de incentivos e programas de governo. Nos Estados Unidos o Departamento de Energia (DOE) financia projetos que tenham características mais sustentáveis; na Inglaterra são fornecidos equipamentos mais eficientes junto às habitações de interesse social e na China, segundo Lang (2004) normas estabelecem níveis de transferência de calor para cada parte do edifício, onde os requerimentos para vidros e sombreamento são estipulados baseados nas orientações e na proporção de área de janela da parede.

No Brasil, a diferença de outros países onde o aquecimento ambiental e o uso do ar condicionado são os maiores consumidores de energia, a nossa maior preocupação no setor de baixa renda deve ser na redução no consumo através da iluminação, (com o uso de lâmpadas mais eficientes e iluminação natural), refrigeração (através do uso de geladeiras mais eficientes) e aquecimento de água (através do uso da energia solar), junto à garantia de um melhor desempenho térmico da edificação, para proporcionar maior conforto aos seus usuários, e evitar o uso futuro de aparelhos de condicionamento ambiental.

2. Conceitos Fundamentais

A eficiência energética pode ser entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Portanto, um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia. (LAMBERTS et al., 1997, p.14)

Através de um uso racional da energia na habitação busca-se então, uma diminuição no consumo dos usos finais de iluminação, equipamentos, e aquecimento de água, junto à incorporação de fontes renováveis de energia. Habitações de baixa renda energeticamente mais eficientes, somente são possíveis através de projetos que desde a sua concepção incluam critérios de eficiência energética.

Como parte da eficiência energética na habitação, também há que se considerar a análise da energia embutida nos materiais, através do seu ciclo de vida; desde a sua produção, processo, incorporação na obra, e reciclagem posterior. Segundo Yeang (2001), o edifício pode ser quantificado em função da energia gasta pelos seus componentes e pelos impactos que a edificação causará ao ecossistema ao longo da sua vida útil, pensando-se também na reutilização final dos materiais.

Este pensamento coloca a habitação sobre uma nova perspectiva, na qual parte do consumo industrial e de transporte pode ser associado à produção de materiais e à construção da habitação. Tema este, que está sendo tratado no capítulo sobre Seleção de Materiais.

Como pode ser visto são muitas as variáveis associadas à eficiência energética na habitação de baixa renda, sendo importante para uma maior compreensão e aplicação do tema no projeto a introdução dos seguintes conceitos:

a) Bioclimatologia

- Desempenho térmico da edificação
- Conforto ambiental
- Ventilação natural
- Iluminação natural e iluminação eficiente

b) Uso de recursos renováveis de energia

c) Uso de aparelhos energeticamente eficientes

2.1 Bioclimatologia

O conceito de bioclimatologia ou projeto bioclimático, lançado nos anos setenta pelos irmãos Olgyay, através da publicação do seu livro “*Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism*” (LAMBERTS et al., 1997), proporciona a base para um melhor entendimento da arquitetura sustentável e um uso racional da energia nas habitações.

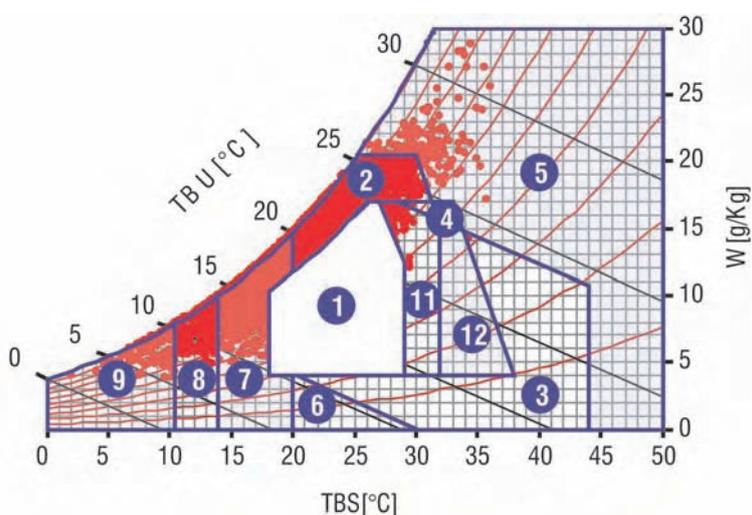
A bioclimatologia relaciona o estudo do clima aplicado à arquitetura, buscando-se com isso melhorar as condições de conforto dos seres humanos nas edificações através do uso de estratégias de projeto apropriadas de acordo às diferenças climáticas consideradas para cada local. Em geral com ela se busca a otimização das condições interiores e exteriores a partir da inter-relação de três sistemas: o

clima, o homem e o hábitat, com o aproveitamento por meio da habitação de todas as condicionantes climáticas, como a orientação solar, ventos, iluminação natural, água, o dimensionamento de aberturas, das proteções solares, a eleição dos diferentes materiais, forma, orientação, cores e proporções dos espaços exteriores e interiores, devendo ser pensados desde o começo do processo de desenho, para proporcionar desta forma uma sensação de conforto térmico nos usuários e com baixo consumo de energia por parte da edificação.

Para o desenvolvimento dos projetos de maneira integrada com o local desde o ponto de vista ambiental, usam-se ferramentas como as Cartas Bioclimáticas, entre as quais se encontram as desenvolvidas por Olgyay (1963; 1968), Givoni (1969), Szokolay (1987) e Watson e Labs (1983), entre outros (ANDRADE, 1996).

Para o Brasil a mais usada é carta bioclimática desenvolvida por Givoni, que trabalha com as variáveis de temperatura de bulbo seco³ e umidade relativa do ar⁴, e sobre a qual foi definido o limite da zona de conforto e as zonas com as principais estratégias bioclimáticas a serem usadas para um projeto.

Através do programa ANALYSIS BIO, desenvolvido no LABEEE (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) podem ser plotados sobre a carta climática de Givoni os valores com os dados climáticos do local (temperatura e umidade) para um período que pode ser um mês, estação ou o ano inteiro, como visto na Figura 8. O programa, que tem a sua disposição dados climáticos de várias cidades brasileiras pode usar tanto os dados horários do Ano Climático de Referência (TRY) quanto os valores das Normais Climatológicas.



Zonas:

- 1. Conforto
- 2. Ventilação
- 3. Resfriamento evaporativo
- 4. Massa térmica p/ resfr.
- 5. Ar condicionado
- 6. Umidificação
- 7. Massa térmica/Aquecimento solar
- 8. Aquecimento solar passivo
- 9. Aquecimento Artificial
- 11. Vent./Massa/Resf. Evap.
- 12. Massa/Resf. Evap.

Figura 8 – Carta bioclimática de edificações segundo diagrama de Givoni com plotagem de dados do arquivo do Ano Climático de Referência (TRY) para o período anual da cidade de Florianópolis, onde aparecem as zonas com as estratégias de projeto a serem consideradas. (PROGRAMA ANALYSIS-BIO do LABEEE/UFSC, 2003)

As zonas demarcadas na carta bioclimática indicam as estratégias de projeto a serem adotadas de acordo ao local. Os pontos localizados na Zona 1 encontram-se dentro do limite estabelecido para o conforto humano. Para os pontos fora da Zona de Conforto indicam-se as estratégias como segue:

a) Ventilação: O uso da estratégia de ventilação natural será abordado em maior profundidade em um próximo item.

b) Resfriamento evaporativo: Usado em climas muito quentes e muito secos para baixar a temperatura do ar através da evaporação da água.

² Temperatura do ar medida por um termômetro com dispositivo de proteção contra a influência da radiação térmica. Símbolo: Tbs; Unidade: oC de acordo com a norma de Desempenho Térmico de Edificações NBR 15.220-1 (ABNT, 2005).

³ Umidade relativa do ar é o quociente da umidade absoluta do ar pela umidade absoluta do ar saturado para a mesma temperatura e pressão atmosférica. Símbolo: UR; Unidade %, de acordo com a norma de Desempenho Térmico de Edificações NBR 15.220-1 (ABNT, 2005).

c) Uso de massa/inércia térmica para resfriamento: Usa-se a envolvente da edificação com materiais de maior inércia para evitar a passagem rápida do calor ao interior da edificação. A inércia térmica pode ser definida como a característica de um componente do edifício de armazenar calor, transmitindo-o com algum tempo de atraso (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2005).

d) Uso do ar condicionado: Para algumas situações de climas quentes extremos, em determinados períodos do ano e durante algumas horas do dia, torna-se necessário o uso do ar condicionado, embora com estratégias de projeto bioclimático, a idéia é a minimização ao máximo do seu uso.

e) Umidificação: Esta estratégia é usada para locais com umidade relativa muito baixa e temperaturas entre 20°C e 30°C.

f) Uso de massa/inércia térmica e/ou aquecimento solar: Dependendo da orientação dos componentes da edificação pode ser usada a Inércia Térmica e/ou aquecimento solar direto do ambiente (através de ganho pelas janelas) para manter o interior da edificação aquecido no inverno.

g) Aquecimento solar passivo: Para minimizar o uso de aquecimento artificial no inverno pode ser feita uma captação direta do sol através de aberturas ou espaços intermediários para aquecer a habitação no inverno.

h) Aquecimento artificial: Para climas com frio extremo em determinadas épocas do ano torna-se necessário o uso de equipamentos para aquecimento artificial, embora novamente a idéia da aplicação das estratégias bioclimáticas no projeto seja para minimizar seu uso.

i) Uso de ventilação e/ou massa/inércia térmica e/ou resfriamento evaporativo: A combinação destas três estratégias é importante para locais com temperaturas altas e umidade relativa baixa.

j) Uso de massa/inércia térmica e/ou resfriamento evaporativo: Para climas com temperaturas superiores a 32°C, onde não é mais interessante o uso da ventilação, mas sim da inércia térmica combinada com o resfriamento evaporativo.

Um maior aprofundamento sobre estas estratégias de projeto pode ser obtido em Lamberts et al. (1997), assim como na recente publicação Caderno 9 MCidades Parcerias: “Eficiência Energética em Habitações de Interesse Social” (KRAUSE et al., 2005). Igualmente está sendo desenvolvido pelo LABEEE/UFSC para a Eletrobrás, um projeto sobre “Base de Dados para Apoio ao Projeto de Edificações Eficientes”, cujo objetivo é entre outras coisas, criar um banco de dados com dados climáticos de cidades brasileiras que representem as diferentes condições climáticas nacionais tratados para facilitar a compreensão pelos arquitetos; os quais serão disponibilizadas através da página na internet do PROCEL (Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica).

O Brasil, por suas dimensões apresenta uma grande diversidade de climas, razão pela qual os projetos devem responder de maneira diferente em cada local do país. Neste sentido foi desenvolvida a Norma Brasileira de Desempenho Térmico para Edificações - NBR 15.220, publicada em maio de 2005 pela ABNT.

A Parte 3 da Norma estabelece o Zoneamento bioclimático brasileiro, dividindo-o em 8 zonas como se mostra na Figura 9, e também são dadas diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, de acordo às zonas bioclimáticas e considerando as estratégias indicadas na Carta Bioclimática de Givoni para cada região.

As diretrizes construtivas indicadas pela Norma dizem respeito às estratégias de projeto térmico passivo recomendadas; orientações sobre as aberturas em relação ao seu tamanho e sombreamento necessário e sobre as vedações externas; indicando o tipo de parede e cobertura com valores

recomendáveis de transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar para cada tipo de vedação externa de acordo à zona bioclimática em que se localizam, conforme se mostra na Tabela 4.

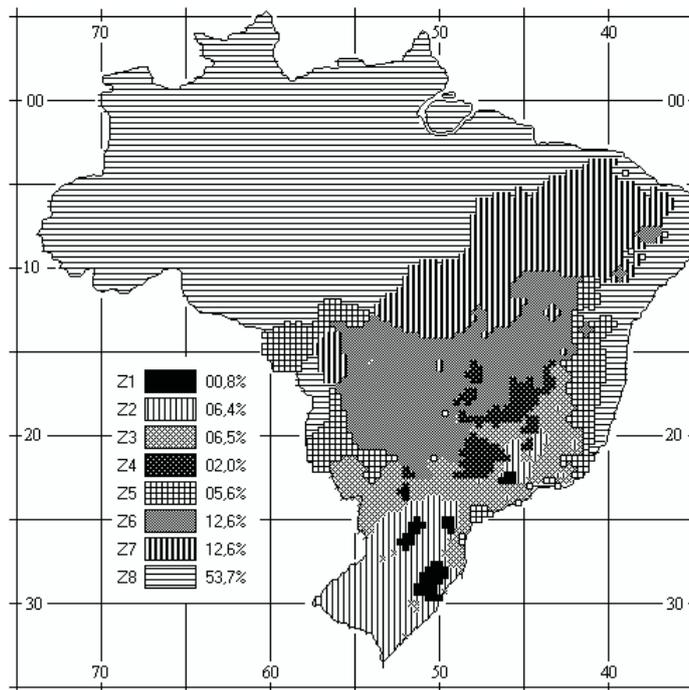
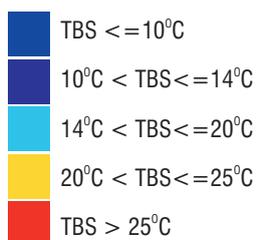


Figura 9 - Zoneamento bioclimático brasileiro, segundo a NBR 15.220-3. (ABNT, 2005b)

Figura 10 – Temperaturas plotadas sobre a carta solar de Florianópolis, para o período até 21 de junho (PROGRAMA ANALYSIS SOL-AR, LABEEE/UFSC, 2005)

Figura 11 – Temperaturas plotadas sobre a carta solar de Florianópolis, para o período após 21 de junho (PROGRAMA ANALYSIS SOL-AR, LABEEE/UFSC, 2005)

Legenda Temperaturas Figuras 10 e 11:



Com relação ao sombreamento nas edificações, as fachadas que devem ser mais sombreadas são a oeste, norte e noroeste, embora as fachadas sul e sudoeste também devem considerar-se para as cidades mais ao norte do país, variando de acordo à época do ano e ao clima de cada região. No programa SOL –AR do Labeee/UFSC, é possível ver as variações de temperatura de várias cidades brasileiras incorporadas à carta solar, para os períodos até 21 de junho e após 21 de junho, mostrando-se desta forma as zonas que apresentam maior temperatura de acordo à estação e que precisam portanto ser sombreadas, conforme Figuras 10 e 11.

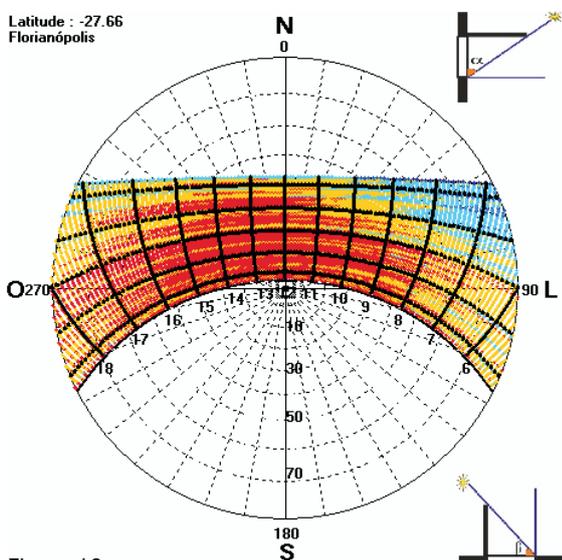


Figura 10

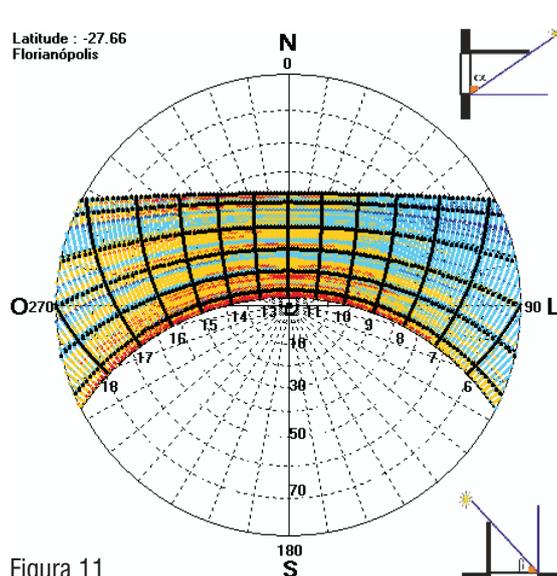


Figura 11

Tabela 4 – Recomendações para as zonas bioclimáticas brasileiras como definido pela Norma de Desempenho Térmico. NBR 15.220-3 (ABNT, 2005b)

Zona	Estratégias		Aberturas para ventilação A (em % da área de piso)	Sombreamento das aberturas	Parede			Cobertura		
	Verão	Inverno			U	Φ	FS _o	U	Φ	FS _o
1		a) Aquecimento solar da edificação / b) Vedações internas pesadas (inércia térmica)	Médias 15% < A < 25%	Permitir sol durante o inverno	3,00 (Parede leve)	4,3	5,0	2,00 (Leve isolada)	3,3	6,5
2	a) Ventilação cruzada	a) Aquecimento solar da edificação / b) Vedações internas pesadas (inércia térmica)	Médias 15% < A < 25%	Permitir sol durante o inverno	3,00 (Parede leve)	4,3	5,0	2,00 (Leve isolada)	3,3	6,5
3	a) Ventilação cruzada	a) Aquecimento solar da edificação / b) Vedações internas pesadas (inércia térmica)	Médias 15% < A < 25%	Permitir sol durante o inverno	3,60 (Parede leve refletora)	4,3	4,0	2,00 (Leve isolada)	3,3	6,5
4	a) Resfriamento evaporativo e Massa Térmica para resfriamento / b) Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)	a) Aquecimento solar da edificação / b) Vedações internas pesadas (inércia térmica)	Médias 15% < A < 25%	Sombrear aberturas	2,20 (Parede pesada)	6,5	3,5	2,00 (Leve isolada)	3,3	6,5
5	a) Ventilação cruzada	a) Vedações internas pesadas (inércia térmica)	Médias 15% < A < 25%	Sombrear aberturas	3,60 (Parede leve refletora)	4,3	4,0	2,00 (Leve isolada)	3,3	6,5
6	a) Resfriamento evaporativo e Massa Térmica para resfriamento / b) Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)	a) Vedações internas pesadas (inércia térmica)	Médias 15% < A < 25%	Sombrear aberturas	2,20 (Parede pesada)	6,5	3,5	2,00 (Leve isolada)	3,3	6,5
7	a) Resfriamento evaporativo e Massa Térmica para resfriamento / b) Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)		Pequenas 10% < A < 15%	Sombrear aberturas	2,20 (Parede pesada)	6,5	3,5	2,00 (Pesada)	6,5	6,5
8	a) Ventilação cruzada permanente. OBS: O condicionamento passivo será insuficiente durante as horas mais quentes.		Grandes A > 40%	Sombrear aberturas	3,60 (Parede leve refletora)	4,3	4,0	2,30 FT (Leve refletora)	3,3	6,5

Símbolos e unidades:

Transmitância térmica – U: W/m².K

Atraso térmico - : Horas

Fator solar - FS_o: %

NOTA: Os cálculos destas três variáveis são detalhados na Parte 2 da Norma NBR 15220.

No Anexo D da Parte 3 da Norma encontram-se calculados a transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico de algumas paredes e coberturas

Além das recomendações dadas pela Norma para o zoneamento bioclimático brasileiro é importante levar em consideração para o projeto de Habitações de Interesse Social (HIS) a orientação do lote e da edificação onde a maior dimensão deve estar no eixo leste-oeste, para favorecer a orientação Norte e Sul nos ambientes principais; assim como dados de comportamento local mais específicos como ventos, o estudo do entorno e do microclima.

Alguns dos temas mais relevantes dentro do campo de estudo do projeto bioclimático, ligados diretamente a um uso racional da energia nas edificações de baixa renda são o Desempenho térmico da edificação, o Conforto ambiental, a Ventilação natural, e a Iluminação natural e iluminação eficiente, os quais são apresentados a seguir.

2.1.1 Desempenho térmico da edificação

O desempenho térmico da edificação é um fator determinante para um uso racional da energia em habitações de interesse social. E para que isto seja garantido é fundamental a adoção de estratégias de projeto de acordo ao zoneamento bioclimático brasileiro, desde a etapa de concepção do projeto, como visto anteriormente.

De acordo a Wiel e Mc Mahon (2003), 15 governos ao redor do mundo tinham adotado até 2000, standards de eficiência energética obrigatórios. Em diversos países o desempenho térmico da edificação é um dos principais requisitos para aprovação dos projetos pelas autoridades competentes, pois por meio da seleção de materiais com maior ou menor resistência aos ganhos ou perdas de calor, a envolvente do edifício responde de maneira mais ou menos eficaz, determinando assim o uso de condicionamento artificial, o que influi no gasto energético geral da edificação.

Muitas variáveis influem no desempenho térmico da edificação, entre elas:

- a) O tipo de materiais e cores empregadas;
- b) A existência ou não de materiais isolantes na edificação em paredes e cobertura;
- c) A orientação, tamanho, e tipo de vidro das aberturas;
- d) As cargas térmicas internas;
- e) E principalmente, a adoção ou não de estratégias de projeto relacionadas ao clima.

A Norma Brasileira de Desempenho Térmico para Edificações NBR 15.220, de 2005, descrita no item Bioclimatologia, foi criada para dar recomendações sobre parâmetros de desempenho térmico para habitações unifamiliares de baixa renda, de acordo às diferentes zonas bioclimáticas do País.

Além desta Norma, no Comitê Brasileiro de Construção Civil (COBRACON/ABNT) está sendo discutido um conjunto de Normas de desempenho mínimo para edificações (Projeto 02:136.01:2005, COBRACON/ABNT, 2005) de até 5 pavimentos, com o qual se espera estabelecer desempenho em uso esperado das edificações, independente da tecnologia com a qual sejam construídas.

O Projeto de Norma contém seis partes sendo a: Parte 1 – Requisitos gerais; Parte 2 – Requisitos para os sistemas estruturais, Parte 3 – Requisitos para os sistemas de pisos internos; Parte 4 – Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas, Parte 5 – Requisitos para os sistemas de coberturas e Parte 6 - Requisitos para os sistemas de hidro-sanitários, além dos anexos.

Considera também o zoneamento bioclimático brasileiro da NBR 15220-3 (ABNT, 2005b), descrito no item bioclimatologia neste capítulo e estabelece o desempenho térmico mínimo da cobertura e das fachadas. Estabelece três procedimentos para verificar a adequação das habitações aos critérios bioclimáticos descritos nas oito zonas brasileiras:

Procedimento 1: simplificado, alcança-se com a verificação do atendimento aos requisitos exigidos nas partes 4 e 5 da Norma para paredes e cobertura.

Procedimento 2: simulação computacional do desempenho térmico do edifício para atendimento dos requisitos gerais – Parte 1 da Norma.

Procedimento 3: medição em edificações ou protótipos construídos para verificação do atendimento dos requisitos gerais – Parte 1 da Norma.

Dentro da Parte 1 do Projeto de Norma - 'Requisitos gerais', são estabelecidos também critérios de avaliação de desempenho térmico para condições de verão e inverno da edificação de acordo à zona bioclimática em que se encontra.

Na Parte 4 são dados os parâmetros para o desempenho de Fachadas e Paredes Internas. Para o desempenho das fachadas, mostram-se a aplicação do Procedimento 1 de verificação, em função da transmitância térmica (Tabela 5) e capacidade térmica (Tabela 6) dos componentes das paredes externas de forma a que apresentem valores adequados que proporcionem um desempenho térmico mínimo para cada zona bioclimática; e a Tabela 7, mostra a área de abertura necessária (em %) para ventilação dos ambientes.

Tabela 5 - Critério e nível de desempenho de paredes externas quanto à transmitância térmica descritos no Projeto 02:136.01-004:2002 (COBRACON/ANBT, 2002)

Nível de desempenho	Transmitância Térmica ⁽¹⁾ (U, em W/(m ² .K))		
	Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
		⁽²⁾ < 0,6	⁽²⁾ 0,6
M	U 2,5	U 3,7	U 2,5

(1) Os valores de Transmitância Térmica (U) considerando-se a resistência superficial interna com valor de 0,13 m².K/W e a resistência superficial externa com valor de 0,04 m².K/W;
 (2) é a absorvância à radiação solar da superfície externa da parede.

Tabela 6 – Critério e nível de desempenho de paredes externas quanto à capacidade térmica indicados no Projeto 02:136.01-004:2002 (COBRACON/ABNT, 2002)

Nível de desempenho	Capacidade Térmica (CT em kJ/(m ² .K))	
	Zona 8	Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7
M	45	130

Os cálculos para Transmitância e Capacidade Térmica devem ser feitos conforme mostrados no projeto de Norma 02:135.07-002:1998 (COBRACON/ABNT, 1998).

Tabela 7 – Áreas mínimas de aberturas para ventilação para ambientes de longa permanência (salas, cozinhas e dormitórios) exposto no Projeto 02:136.01-004:2002 (COBRACON/ABNT, 2002)

Nível de desempenho	Aberturas para ventilação (A em % da área do piso) ^(*)		
	Zonas 1 a 6 Aberturas médias	Zona 7 Aberturas pequenas	Zona 8 Aberturas grandes
Mínimo	A 8	A 5	A 15

(*) Nas zonas 1 a 6 as áreas de ventilação devem ser passíveis de serem vedadas durante o período de frio.

$$A = 100 \cdot (AA/AP) (\%)$$

AA = área de abertura de ventilação do ambiente, considerando a área que permite a livre circulação do ar, livre de obstáculos.

AP = área de piso do ambiente.

NOTA: Respeito ao sombreamento é recomendado para as aberturas das paredes externas, e obrigatório para janelas de dormitórios, em qualquer região climática, ficando a critério do usuário a forma de fazê-lo, o que pode ser através de venezianas.

A Parte 5 do Projeto de Norma dá parâmetros para o desempenho de coberturas nas edificações a partir da Transmitância Térmica (Tabela 8) e Absortância (Tabela 9) do componente.

Tabela 8 – Critérios e níveis de desempenho de coberturas quanto à transmitância térmica descritos pelo Projeto 02:136.01-007:2002 (COBRACON/ABNT, 2002)

Transmitância Térmica ⁽¹⁾ (U, em W/(m ² .K))		Nível de desempenho
Zonas 1 a 7	Zona 8 ⁽²⁾	
U 2,30	U 2,30 FV	M
U 1,50	U 1,50 FV	I
U 1,00	U 1,00 FV	S

(1) Valores de Transmitância Térmica (U) considerando-se a resistência superficial interna com valor de 0,17 m².K/W e a resistência superficial externa com valor de 0,04 m².K/W;
 (2) Na zona bioclimática 8 também serão aceitas coberturas com telhas cerâmicas em estado natural (não pintadas e não esmaltadas), mesmo que a cobertura não tenha forro.
 FV = Fator de ventilação do atijo.

NOTA: Em todas as zonas bioclimáticas com exceção da Zona 7, recomenda-se que elementos com Capacidade Térmica 150 kJ/(m².K) não sejam empregados sem isolamento térmico ou sombreamento.

FV = São considerados áticos ventilados os quais tenham aberturas que ocupem no mínimo toda a extensão de dois beirais opostos, e desde que a altura destas aberturas (h, em cm) seja igual ou superior a 6 cm, então $FV = 1,17 - 1,07 \cdot h^{-1,04}$

FV = 1, para coberturas sem forros ou com áticos não ventilados.

OBS: A medição da absortância à radiação solar deve ser feita conforme procedimentos da Norma ANSI/ASHRAE 74/1998 – Method of measuring solar-optical properties of materials.

Tabela 9 – Critério e nível de desempenho de coberturas quanto à absortância das superfícies externas. Fonte: Projeto 02:136.01-007:2002 (COBRACON/ABNT, 2002)

Absortância (, dimensional) Zonas bioclimáticas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	Nível de desempenho
Sem exigência	M
0,26 < 0,40	I
0,25	S

Em relação ao desempenho térmico das edificações e de forma complementar a estas Normas antes mencionadas, o LABEEE/UFSC está desenvolvendo para a Eletrobrás, uma certificação em eficiência energética das construções cujo objetivo é desenvolver indicadores mínimos de referência de eficiência energética em edificações, criando uma regulamentação de eficiência energética para novas edificações, estabelecendo uma classificação entre elas, onde serão estipulados valores máximos de consumo ou mínimos de eficiência para tudo o que consumir energia, sendo que isto pode ser acompanhado em no site <http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras> - Projeto: Elaboração de Regulamentação e Classificação de Edificações Eficientes.

2.1.2 Conforto ambiental

Como parte de um projeto mais sustentável pode-se ampliar o escopo da preocupação com o conforto humano, não sendo limitado ao conforto térmico, mas considerando-se variáveis como o nível de iluminação, ruído e a qualidade do ar.

Segundo a ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS, 1999), conforto térmico é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa, e este depende de variáveis ambientais como a temperatura do ar, umidade relativa e ventos; da atividade física desempenhada no local e da vestimenta usada.

A Norma 7730 da ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION) apresenta métodos para prever a sensação geral térmica e o grau de desconforto de pessoas expostas a ambientes térmicos moderados e permite a determinação e interpretação analítica de conforto térmico usando o cálculo do PMV (*Predicted mean vote*) e do PPD (*Predicted percentage of dissatisfied*), dando as condições ambientais consideradas aceitáveis para conforto térmico geral ao tempo que aquelas que representam desconforto local. Segundo esta Norma um espaço apresenta condições de conforto quando não mais do que 10% dos seus ocupantes se sintam desconfortáveis.

Para incentivar um conforto térmico com eficiência energética e técnicas mais sustentáveis, a ASHRAE lançou recentemente o ASHRAE Green Guide (2003) o qual serve como Manual de referência para os projetistas do sistema HVAC, dando orientação para um desenho mais sustentável desde a fase de desenho, através da construção, operação, manutenção e demolição, sendo que as orientações contêm informações sobre técnicas, processos, medidas e sistemas.

Dentro do projeto de Habitações de Interesse Social o objetivo é a minimização do desconforto por parte dos ocupantes através da adequação climática da habitação evitando, com a melhoria das condições financeiras dos ocupantes, o uso futuro de equipamentos condicionadores ambientais que incrementariam o gasto energético da edificação.

Segundo Lamberts et al. (1997) as condições para ter-se um conforto visual na edificação relacionam-se com um nível de iluminação suficiente, boa distribuição das iluminâncias, ausência de ofuscamento, contrastes adequados entre a proporção de luminâncias e um bom padrão e direção de sombras dependendo da tarefa visual.

Em relação a este tema, a NB 57 da ABNT (1991) dá parâmetros sobre “Iluminância de Interiores”, sendo que também já foi publicada a normalização em conforto sobre iluminação natural (NBR15215, ABNT, 2005a), que entre outras coisas, especifica o procedimento de cálculo para determinação de iluminação natural em ambientes internos.

Para manter-se uma boa qualidade do ar dentro das edificações deve manter-se uma boa ventilação e ser reduzida a quantidade de contaminantes internos e externos que tenham um impacto adverso no ambiente e na saúde humana. Isto é alcançado através do uso de materiais não tóxicos, de baixa emissão e quimicamente inertes, e da instalação de equipamentos de combustão bem isolados.

E, em relação ao conforto acústico a NBR 10152 (ABNT, 1987), estabelece os níveis de ruído permitidos de acordo à ocupação do ambiente, sendo de vital importância principalmente para edificações comerciais e ambientes de trabalho em geral. Para habitações de interesse social encontra-se mais relacionado ao nível de isolamento de paredes contíguas entre as unidades residenciais e das próprias paredes com o exterior. Segundo Duarte (2005), houve uma queda no isolamento acústico residencial brasileiro entre os séculos XVII e XX, isto principalmente devido às técnicas construtivas atuais através do uso de materiais mais leves. Desta forma, técnicas construti-

vas como paredes duplas, câmaras de ar e maior isolamento dos materiais; que garantem um bom desempenho térmico, ajudam igualmente no desempenho acústico.

2.1.3 Ventilação Natural

A ventilação natural apresenta-se como outro dos pontos chaves para a obtenção de importantes poupanças energéticas na edificação, na medida em que ao manter a edificação com uma temperatura interna confortável evita-se o uso de sistemas mecânicos. A ventilação natural é uma das estratégias bioclimáticas a serem adotadas em projetos em boa parte do país, conforme o mapa de Zonas Bioclimáticas Brasileiras mostrado anteriormente, e neste contexto é ampliada dada a sua importância.

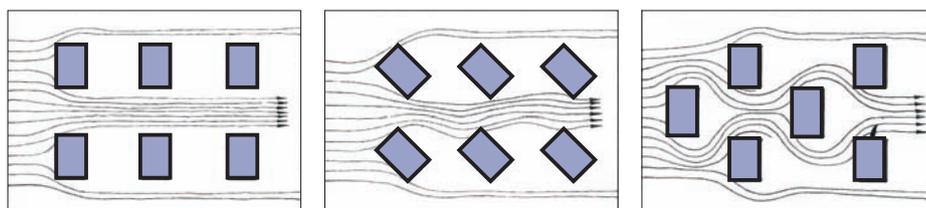
Segundo Santamouris (2005), a ventilação natural é uma técnica muito importante e simples que quando usada apropriadamente, serve para:

- a) Contribuir a resolver problemas de qualidade do ar interna através da diminuição de poluentes internos;
- b) Melhora as condições de conforto térmico em ambientes fechados e;
- c) Reduz o consumo de energia de edificações condicionadas mecanicamente.

Sendo que para que a ventilação seja uma estratégia de projeto efetiva, a concentração de poluentes externos deve ser menor que a dos poluentes internos; a temperatura externa deve estar dentro dos limites de conforto e a ventilação natural não deve causar outros problemas como ruído ou falta de privacidade.

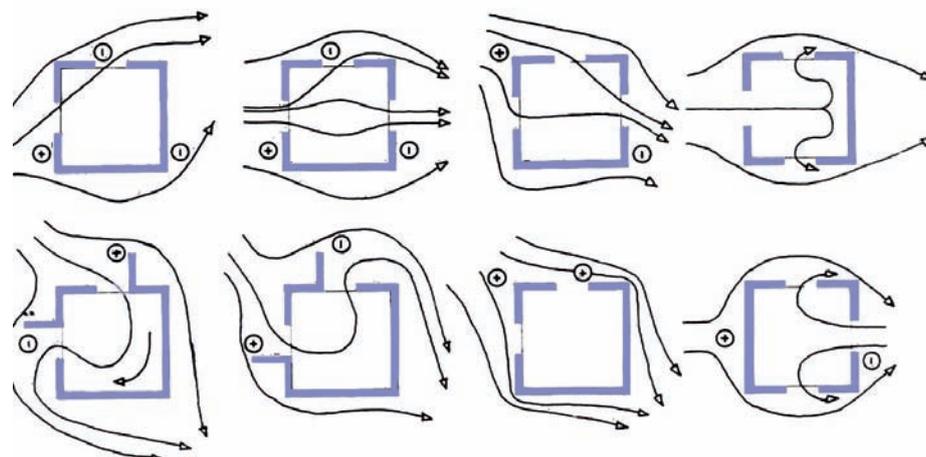
A ventilação natural se dá através do movimento do ar entre a edificação e o exterior, para o qual a implantação das edificações tem grande influência na promoção ou diminuição da ventilação, como se observa na Figura 12; e dentro de uma edificação, por meio de diferenças de pressão ou de

Figura 12 – Fluxo dos ventos com edificações dispostas de forma linear, a 45° da direção do vento e de maneira intercalada. (OLGYAY, 1968, p. 99)



temperatura, já que o vento provoca uma pressão positiva sobre a face incidente na edificação (barlovento), e uma pressão negativa na face da sotavento, o que depende da geometria do edifício, do posicionamento das janelas e da velocidade e ângulo de incidência do vento, conforme Figura

Figura 13 – Pressões positivas (+) e negativas (-) ao redor de diferentes configurações de edificações (ROAF et al., 2001, p. 96)



13, onde também pode observar-se como o uso de elementos direcionadores ou captadores do vento alteram as condições de pressão na fachada da edificação.

O uso da ventilação como estratégia para um resfriamento passivo da edificação e para melhoria do conforto dos ocupantes depende da incidência de ventos no local. Para locais com vento estável e intensidade > 3.0 m/s, a ventilação é a estratégia de refrigeração mais simples e eficiente, enquanto que o vento pode ser indesejável para T_o acima de 34°C , sendo também importante considerar o uso de ventilação mecânica complementar para períodos de calmaria (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2005).

Existem diversas estratégias de aplicação da ventilação natural no projeto, que podem ser pensadas de forma única ou atuando em conjunto; sendo algumas delas ilustradas nas Figuras a seguir.

- **Ventilação cruzada:** Ocorre quando o ar entra na edificação por um lado, passa pelo espaço interno e sai por outro lado (Figura 12). A configuração no fluxo do ar de uma edificação é determinada pelo tamanho e localização das aberturas de entrada do ar na parede, sendo que entre mais perpendicular seja a abertura à direção do vento predominante maior a sua eficácia; assim como pelo tipo e a configuração das aberturas usadas e a localização de outros componentes arquitetônicos próximos às aberturas (divisórias internas, protetores solares, marquises, etc.) (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2005)

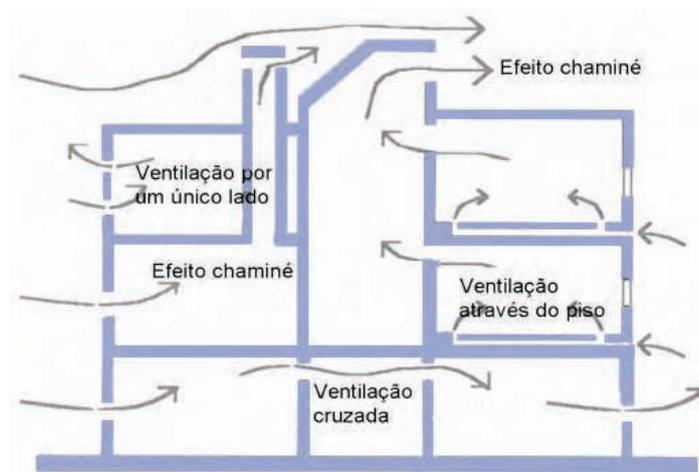


Figura 14 – Várias estratégias de ventilação natural numa mesma edificação. (GHIAUS, ROULET 2005, p. 146)

- **Ventilação através do efeito chaminé:** Considera que a taxa de ventilação aumenta com a diferença de temperatura do ar, já que o ar interno mais quente tende a sair através de aberturas mais altas da edificação, sendo substituído por ar mais frio que entra através das aberturas mais baixas (Figura 14). A distância vertical entre as aberturas influi aumentando a taxa de ventilação quanto maior a distância na altura entre as aberturas.

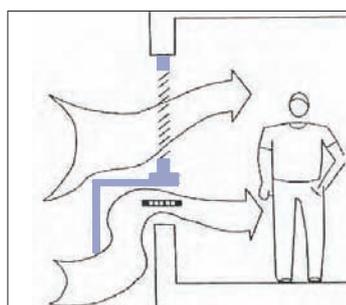


Figura 15 - O "peitoril ventilado" oferece proteção permitindo ser deixado aberto à noite, sendo útil para espaços de dormir pela sua localização na altura da cama. (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2005, p. 70)

- **Ventilação noturna:** Quando da incidência de ventos significativos no período noturno, esta estratégia pode ser usada para manter a temperatura interna confortável durante o dia, especialmente durante o verão, através do esfriamento da edificação à noite. O ambiente deve ter maior capacidade térmica. Podem ser usadas estratégias como a do "peitoril ventilado" ilustrada na Figura 15, para garantir tanto ventilação diurna quanto noturna no ambiente.

- **Ventilação por baixo da edificação:** Estratégia usada pelas construções em pilotis.

- **Ventilação pela cobertura:** As saídas de ar podem estar junto a cumeeira ou ventilação através do forro por meio de câmara de ar ventilada.

- **Ventilação através de espaços intermediários (pátios):** Estratégia usada geralmente para climas quentes e secos, que poderia se estender para outras regiões climáticas, através da qual se

permite, maior circulação do ar por meio de espaços intermediários associados a corredores e quartos que permitam uma circulação cruzada nos ambientes, o que pode ser alcançado por meio de venezianas associadas às portas internas dos ambientes.

- **Fachada dupla ventilada:** Atuam como zonas de transição entre o exterior e o interior, já que reduzem a perda de calor no inverno e o ganho de calor no verão por não ter-se uma radiação direta no ambiente. Quando se combina ventilação do espaço entre as duas fachadas, melhora o seu desempenho. A fachada dupla pode consistir também numa fachada verde por meio de pergolado vertical com vegetação.

- **Ventilação com efeito chaminé balanceado:** Segundo Ghiaus e Roulet (2005), nesta estratégia o ar entra numa chaminé onde a temperatura está perto da externa, passa através do ambiente e sai através de outra chaminé que carrega o ar mais quente, como ilustrado na Figura 16. Para climas quentes e secos pode ser colocado *spray* de água dentro da chaminé de entrada do ar, incorporando junto à estratégia de resfriamento evaporativo passivo. Também através do aquecimento de um dos dutos de ventilação, aumenta-se a pressão o que resulta numa diferença de temperatura maior do que nos sistemas convencionais.

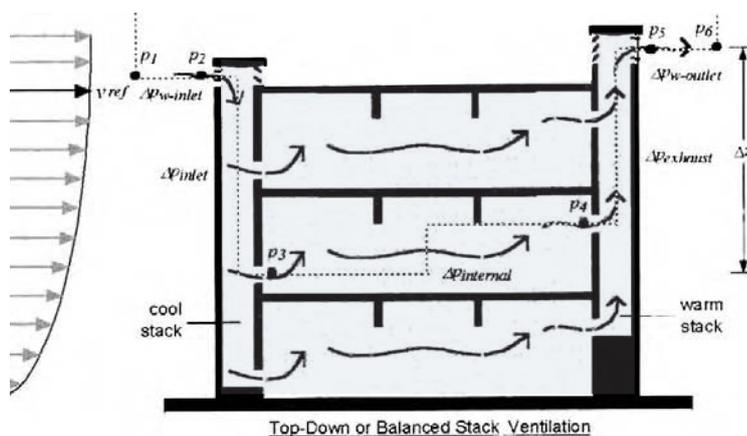


Figura 16 - Ventilação com efeito chaminé balanceado (GHIAUS, 2005, p. 147)

Para a eficácia da ventilação deve ser considerada a implantação da edificação e os elementos que representem obstruções externas ao fluxo do vento, como muros, cercas, vegetação, etc. Para um melhor desempenho da ventilação na edificação devem considerar-se muros afastados, mais baixos e permeáveis como o uso de elementos vazados; e vegetação que permita a passagem do fluxo do ar.

No interior da edificação, é importante o uso de portas com venezianas, ambientes menos compartimentados para uma maior circulação do vento, e considerar que o uso de telas protetoras nas janelas diminui o fluxo do ar.

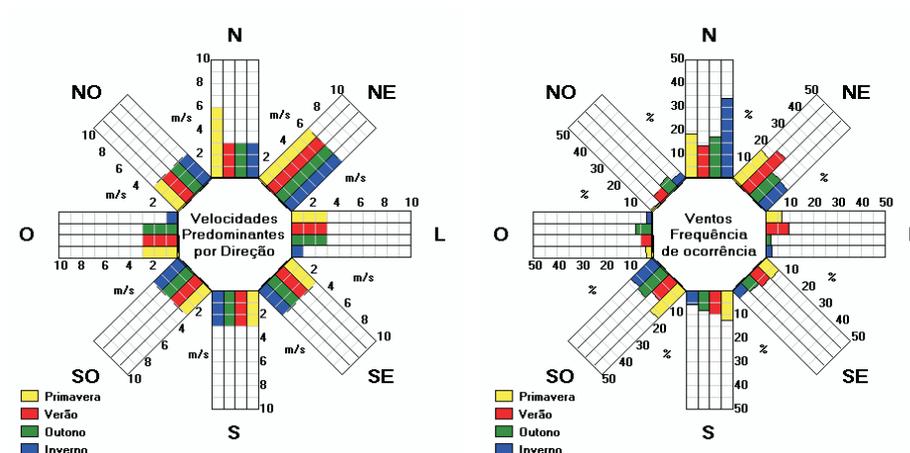
No projeto “Base de dados para apoio ao projeto de edificações eficientes” (AET5) em desenvolvimento pelo LABEEE/UFSC para a Eletrobrás, explica-se de forma detalhada estas e outras formas de aplicação da estratégia de ventilação natural.

Da mesma forma a publicação Caderno 9 MCidades Parcerias, (2005), aborda exemplos de várias estratégias possíveis de serem usadas nas habitações de interesse social para a ventilação natural, em relação à implantação da habitação no terreno ou loteamento, e na própria edificação.

Informações sobre ventos para algumas cidades brasileiras também podem ser obtidos no programa SOL-AR (2005) desenvolvido pelo LABEEE/UFSC, que permite além da obtenção da carta solar de acordo à latitude, ajudando no desenho de proteções solares; a obtenção da rosa dos ventos

para algumas cidades brasileiras, mostrando a porcentagem para ventos ausentes e as velocidades predominantes dos ventos por direção e por frequência de ocorrência como mostrado na Figura 17.

Figura 17 – Rosa dos ventos para a cidade de Florianópolis. Programa Analysis SOL-AR (LABEEE/UFSC, 2005)



2.1.4 Iluminação natural e iluminação eficiente

A iluminação natural além de ser importante quando se busca uma eficiência energética da edificação, através da redução do consumo de energia elétrica é um dos pontos chaves para ter-se uma sensação de bem estar dentro das edificações, sendo também relevante para a saúde.

Segundo o Projeto de Norma de desempenho mínimo para edificações do COBRACON/ABNT (Projeto 02:136.01:2005) para os ambientes com iluminação natural os projetos devem considerar:

- a disposição dos cômodos;
- a orientação geográfica da edificação;
- dimensionamento e posição das aberturas;
- tipo de janela e de envidraçamento;
- rugosidade e cor de paredes, tetos e pisos;
- poços de ventilação e de iluminação;
- *domus* de iluminação;
- influência de interferências externas (construções vizinhas, por exemplo).

As aberturas da edificação devem ser projetadas de acordo à trajetória solar do local para um maior aproveitamento da iluminação natural, e através da carta solar é possível determinar um sombreamento ótimo para cada abertura, para permitir a iluminação sem o ganho solar; o que pode ser feito com a ajuda do programa SOL-AR antes mencionado.

Devido à extensão do país, os locais apresentam diferentes relações com a trajetória solar e com o comportamento do sol em cada fachada da edificação. Isto vai influir no desenho das aberturas e do sombreamento nelas, como pode ser visto nas cartas solares da Figura 18 das cidades de Natal e Porto Alegre.

Em cidades ao norte do país, o sol se apresenta em igual proporção nas fachadas Norte e Sul, enquanto em cidades mais ao Sul do país como Porto Alegre, o sol só aparece na fachada Sul no começo e no final do dia da estação de verão (Figura 18). Para obter-se uma melhor iluminação no

interior da edificação podem ser usadas diversas estratégias no projeto, como as mostradas na Figura 19.

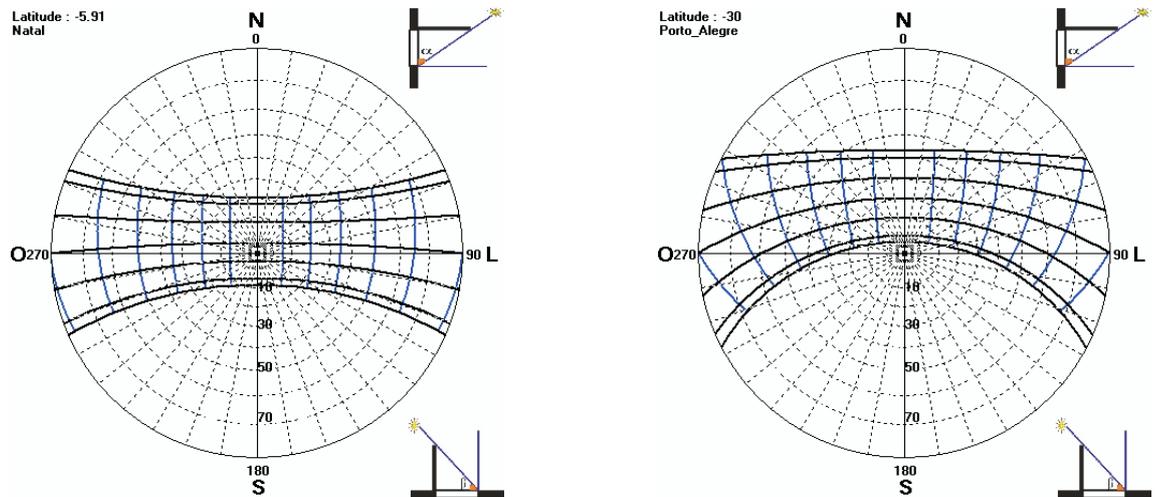


Figura 18 – Carta solar de Natal e Porto Alegre do programa Analysis SOL-AR (LABEEE/UFSC, 2005)

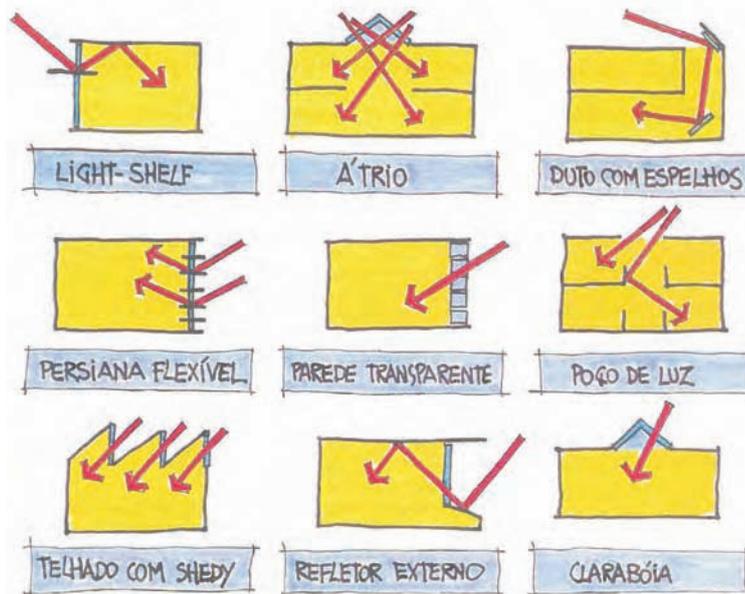


Figura 19 - Sistemas de iluminação natural (LAMBERTS et al., 1997, p. 165)

E deve procurar-se também:

- Fazer uso da iluminação natural em todos os ambientes, incluindo cozinhas (com iluminação direta e não através da área de serviço), banheiros e áreas de serviço;
- O uso de cores claras no interior dos espaços, assim como na cobertura que refletem mais a luz;
- Projetar ambientes com menos divisões para além de garantir maior iluminação no ambiente, garantir a ventilação; e
- A profundidade do espaço deve ser inferior a 2.5 vezes a altura do piso até as vergas, para manter um nível mínimo de iluminação natural e uma distribuição uniforme da luz (BROWN; DEKAY, 2004).

O Projeto 02:136.01:2005 do COBRACON, estipula parâmetros de níveis de iluminamento natural acordo aos espaços da habitação como se mostra na Tabela 10.

Tabela 10 – Níveis de iluminamento natural do Projeto 02:136.01-001/1. Parte 1. (COBRACON/ABNT, 2005)

Dependência	Iluminamento geral para os níveis de desempenho (lux)		
	M	I	S
Sala de Estar Dormitório Copa/cozinha Banheiro Área de serviço	60	90	120
Corredor ou escada interna à unidade Corredor de uso comum (prédios) Garagens/estacionamentos	Não exigido	30	45

NOTA: Para os edifícios multipiso, admitem-se para as dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua níveis de iluminamento ligeiramente inferiores aos valores especificados na tabela acima (diferença máxima de 20% em qualquer dependência).

Como falado no item sobre bioclimatologia, para pontos considerados à direita dos 20 °C considera-se também a estratégia de **sombreamento** para os projetos, sendo que o sombreamento pode ser obtido através de elementos da própria geometria da edificação ou através de protetores solares como *brises*, fachada dupla, pergolados horizontais ou verticais, persianas externas ou internas e espaços intermediários, como varandas. (TRIANA, 2005).

A iluminação natural deve ser projetada integrada com a iluminação artificial para garantir-se uma maior eficiência energética na edificação.

A **iluminação artificial** deve buscar um menor consumo de energia através de:

- Uso de lâmpadas (como as fluorescentes compactas) e luminárias mais eficientes;
- Eficiência do sistema, por meio da separação em diferentes circuitos de acordo ao uso dos espaços;
- Uso de luz de tarefa para complementação de atividades visuais mais específicas.

Também de acordo ao Projeto 02:136.01:2005 do COBRACON (COBRACON/ABNT, 2005) os níveis de iluminamento na iluminação artificial nas edificações devem seguir os parâmetros da Tabela 11.

Tabela 11. – Níveis de iluminamento geral para iluminação artificial conforme Projeto 02:136.01-001/1. Parte 1.(COBRACON/ABNT, 2005)

Dependência	Iluminamento geral para os níveis de desempenho (lux)		
	M	I	S
Sala de Estar Dormitório Copa/cozinha Banheiro Área de serviço	100	150	200
Corredor ou escada interna à unidade Corredor de uso comum (prédios) Garagens/estacionamentos	50	75	100

2.2 Uso de recursos renováveis de energia

Dentro do setor residencial de baixa renda, o principal recurso renovável de energia a ser usado atualmente no país é a energia solar, em substituição ao uso do chuveiro elétrico, um dos maiores consumidores de energia na atualidade como visto em capítulos anteriores. Mas como este tema está sendo tratado em outro capítulo, não será abordado aqui.

Existem outros possíveis usos de recursos renováveis para energia, quando consideram-se as HIS. Em países como Estados Unidos e Alemanha é possível dispor em forma mais abrangente do uso da **energia fotovoltaica** (energia obtida pela conversão de energia solar em energia elétrica), devido a que o governo financia grande parte da sua instalação para poder expandir o seu uso e que se torne viável para os consumidores. No Brasil não se tem uma política neste sentido, o que o torna o sistema ainda muito caro; sendo por enquanto somente recomendado para sistemas autônomos em locais mais remotos, onde não se tem um fornecimento de energia elétrica e tem uma insolação constante.

Neste sentido têm sido instalados alguns exemplos de aplicação do sistema autônomo, entre eles o Projeto Ribeirinhas da Eletrobrás, o qual instalou até 2004 sistemas fotovoltaicos individuais de 150 Watts pico (Wp) em, aproximadamente, 170 domicílios, distribuídos em 27 comunidades, atendendo a uma população de, aproximadamente, 1.000 pessoas que moram à margem do rio. Segundo este projeto sistemas fotovoltaicos residenciais para populações de baixa renda são projetados para suprir entre 5 e 15kWh por residência por mês (PROJETO RIBEIRINHAS/ELETOBRÁS).

A energia fotovoltaica também pode funcionar em cogeração com a energia elétrica para suprimento da demanda. Em complementação a este tema, a publicação “Edifícios solares fotovoltaicos” (RUTHER, 2004) faz uma ampla abordagem, desde os seus componentes até o potencial de energia solar fotovoltaica no Brasil mostrado através do Atlas fotovoltaico brasileiro.

Além da energia fotovoltaica, existem outras alternativas tecnológicas que podem ser consideradas para populações de baixa renda, em especial para aquelas localizadas em locais mais remotos, entre elas:

Pequenas centrais hidrelétricas: em forte expansão no país atualmente devido aos seus benefícios como impactos ambientais e investimentos menores e incentivos legais. Existem hoje no Brasil 253 Pequenas Centrais Hidrelétricas em operação, somando 1.276.924 kW ao sistema interligado nacional, ou 1,35% (CndPCH – Centro Nacional de desenvolvimento de PCH, 2006). Esta alternativa de geração de energia está recebendo maiores incentivos, entre eles o do programa PCH-COM, criado pela Eletrobrás para viabilizar a implantação ou revitalização de pequenas centrais hidrelétricas, onde garante a compra de energia da usina e parceiros que oferecem o financiamento para o empreendimento.

Produção de energia através da biomassa: (óleos vegetais, madeira e resíduos agrícolas) Óleos vegetais “in natura” podem ser utilizados em substituição ao diesel, e nas edificações pode ser considerada para a produção de biogás para abastecimento das cozinhas.

Aerogeradores e cataventos: utilizam-se da energia eólica produzida pela transformação da energia cinética dos ventos em energia elétrica, através de um aerogerador. No local a ser implantado precisa ter ventos constantes e com velocidades maiores, e no país já há vários exemplos de implantação deste sistema.

2.3 Uso de aparelhos energeticamente eficientes

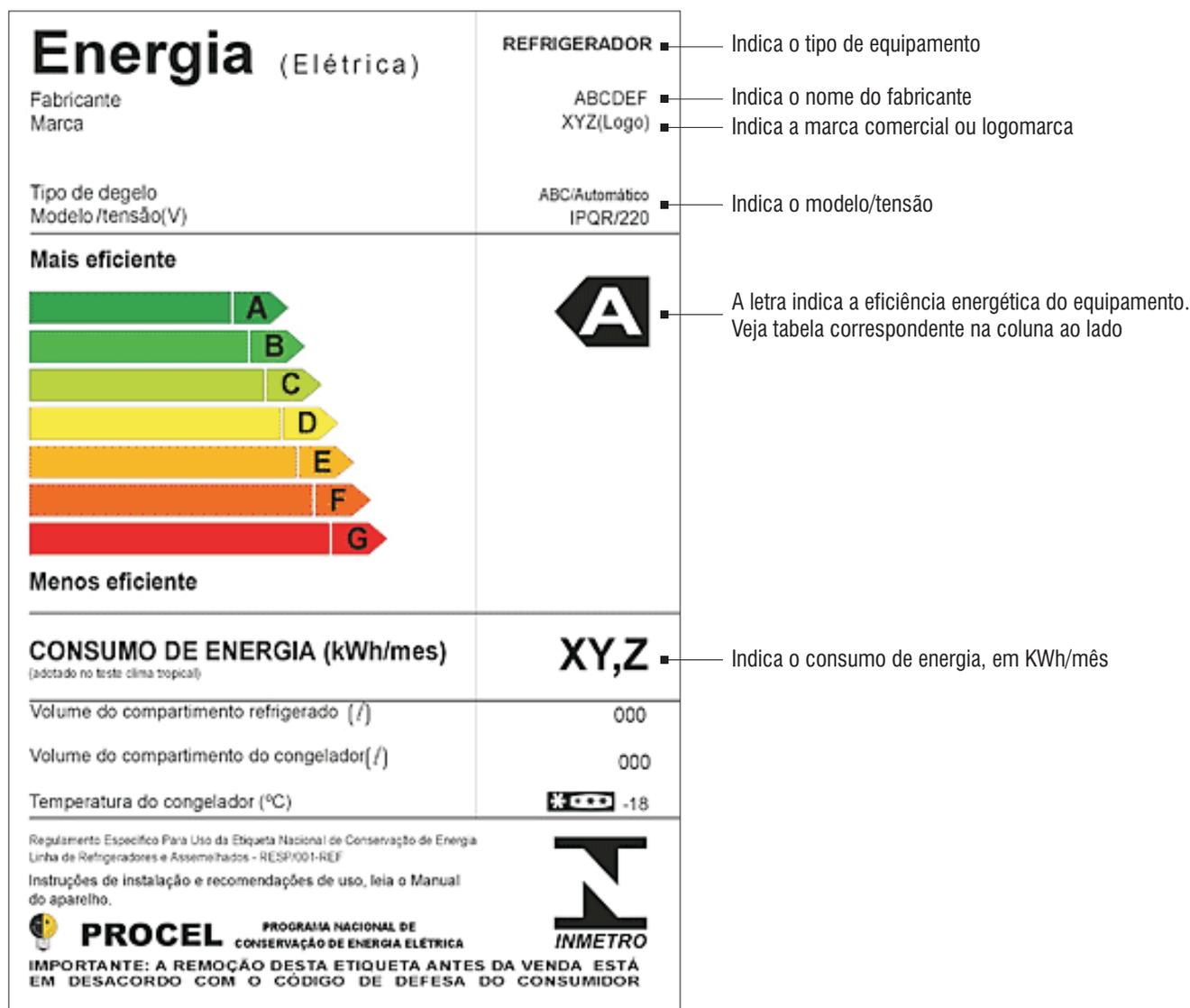
O PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) foi criado em 1985, sendo coordenado pela Eletrobrás, com o objetivo de criar programas para um uso racional da energia elétrica, diminuindo com isto também as emissões de Green House Gases - GHG, tanto no fornecimento quanto na demanda de energia.

Entre os programas do PROCEL encontram-se o Programa PROCEL Edifica através do qual se promove o uso eficiente da energia elétrica nas edificações, e por meio deste programa são patrocinados muitos projetos relacionados ao tema, entre eles a certificação de materiais e equipamentos.

Neste sentido, conta-se também com a Lei 10.295, de 2001, regulamentada pelo decreto 4051 de 2001, a qual dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia; onde além de sancionar que o poder executivo desenvolverá mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas no país, estabelece que as máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados nacionalmente devem atingir níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, com base em indicadores técnicos pertinentes; ficando a fiscalização disto por parte da INMETRO.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem da INMETRO fornece informações sobre o consumo de energia de equipamentos eletrodomésticos, classificando-os de acordo ao seu consumo em A até a letra G, como mostrado na Figura 20. Atualmente, participam do programa, entre outros produtos, geladeiras, freezers, chuveiros, ar-condicionados, motores elétricos trifásicos, máquinas de lavar roupas, sistemas de aquecimento solar de água, lâmpadas fluorescentes compactas, lâmpadas incandescentes, reatores, fornos e fogões. Por enquanto o uso da etiqueta é por adesão voluntária, mas a partir de agosto deste ano, passa a ser obrigatória para refrigeradores e aparelhos de ar condicionado. (INMETRO).

Figura 20 - Exemplo de etiqueta de eficiência energética para geladeira do Programa Brasileiro de Etiquetagem (INMETRO)



De forma complementar foi criado o Selo PROCEL de conservação de uso racional da energia, (Figura 21) que desde 1994, é outorgado aos equipamentos que apresentem melhores índices de eficiência energética (Categoria A pelo INMETRO). Com isto além de instigar aos fabricantes para desenvolverem produtos mais sustentáveis, induzem ao consumidor na compra dos aparelhos energeticamente mais eficientes. (ELETROBRÁS)

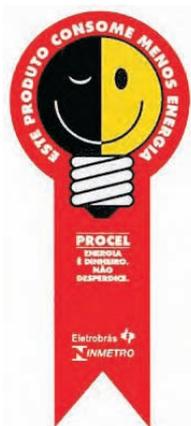


Figura 21 - Selo do premio nacional de conservação da energia concedido pelo PROCEL aos produtos etiquetados com a classificação "A" (INMETRO)

Nesta mesma linha, o PROCEL dentro dos seus programas com enfoque para habitações de interesse social tem a substituição de lâmpadas fluorescentes compactas no lugar de incandescentes por apresentarem estas um menor consumo de energia. (LA ROVERE; AMERICANO, 2002)

O importante dentro do setor de HIS é considerar que aparelhos energeticamente mais eficientes (com classificação A pela INMETRO), consomem menos energia, o que resulta em importantes poupanças econômicas dentro do setor, já que a tarifa de energia é cobrada pelas concessionárias por faixa de consumo.

A seguir mostra-se na Figura 22 o consumo médio por mês em kWh dos principais eletrodomésticos que se encontram numa residência, sendo importante lembrar que para as HIS o que seria considerado principalmente seria o consumo da geladeira, iluminação e do ferro elétrico, uma vez que o chuveiro elétrico seria trocado pelo aquecimento solar.

Se a título de exemplo comparamos o mesmo consumo de aparelhos básicos descritos na Figura 22, mas com eletrodomésticos e iluminação eficientes, teríamos: consumo médio de uma geladeira ineficiente, calculado em aproximadamente: 72 kWh/mês, contra o de uma geladeira (refrigerador de 1 porta) com selo PROCEL que varia de 17kWh/mês a 27kWh/mês, considerando um consumo médio de 23 kWh/mês, a família teria uma poupança de no mínimo 49 kWh/mês no uso da geladeira.

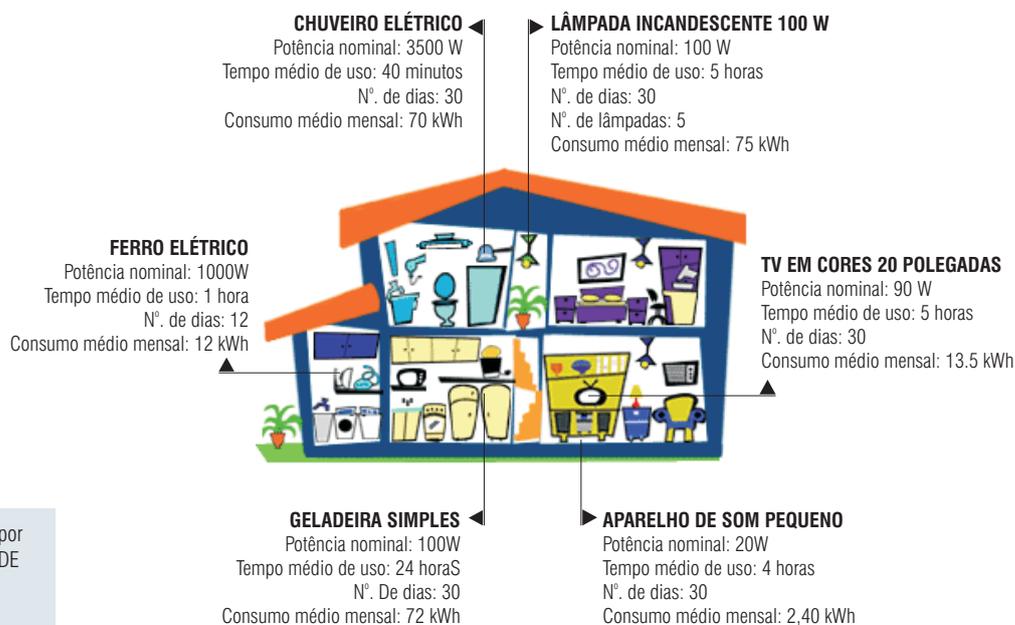


Figura 22 – Consumo de aparelhos por mês no setor residencial. (CENTRO DE APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS EFICIENTES – CATE)

Se se é considerado o uso de uma iluminação eficiente com lâmpadas fluorescentes compactas (5 de 15W) passaria a ter um consumo de 75kWh para 11.25kWh em iluminação, o que faria uma poupança de mais 63.75 kWh/mês.

Se considera também um numero menor de horas de uso do ferro elétrico (1 hora x 8 dias no mês), chegaríamos a 8kWh/mês do ferro elétrico. Ao somar-se o consumo da geladeira, mais a iluminação

e o ferro elétrico, considerando-se o uso do aquecimento solar no lugar do chuveiro elétrico, como fora antes comentado, a família passaria de um consumo de 229 kWh/mês para um consumo de 46 kWh/mês, o que significa uma redução substancial na sua tarifa representando uma grande economia na conta de energia todo mês.

Com isto mostra-se a importância do uso de aparelhos energeticamente eficientes nas habitações de baixa renda, razão pela qual é considerado como uma das estratégias de ação de políticas nacionais para um uso racional da energia nas edificações, fornecer junto com a habitação de interesse social equipamentos que tenham uma maior eficiência.

3. Caracterização e análise crítica das práticas existentes no mercado nacional

Tecnologias usadas no setor habitacional de baixa renda que ajudam à eficiência energética das habitações, além do uso de coletores solares, podem ser classificadas em dois subitens: características da envolvente (que pode utilizar materiais ou técnicas construtivas para maior isolamento ou inércia dependendo do clima), que ajudam a um melhor desempenho térmico em paredes e cobertura e o uso de janelas pensadas para diferentes situações e com mecanismos de sombreamento e escurecimento que permita a ventilação através do uso de venezianas.

Cada vez estão sendo desenvolvidos mais produtos com estas funções para o setor residencial e principalmente o comercial, a exemplo do que acontece em outros países, especialmente com o surgimento das normas de desempenho térmico e energético. Mas, em termos gerais não se apresenta nas HIS o uso de estas tecnologias, já que o fator econômico inicial é um dos principais pontos decisórios na adoção ou não dos diversos materiais e tecnologias na construção, no lugar de pensar-se na economia futura que poderia gerar um melhor desempenho térmico das habitações, na medida em que evitaria gastos energéticos futuros com aparelhos de condicionamento artificial, assim como uma melhor qualidade de vida para os usuários através do conforto térmico.

Figura 23 – Protótipos desenvolvidos pela UFSC para Habitações de Interesse Social. (HABITARE)



Órgãos de financiamento governamentais ainda não incorporaram nas suas especificações, requisitos deste tipo, ficando geralmente o uso de materiais e tecnologias que melhorem a eficiência energética da habitação para camadas de população de rendas superiores.

A nível de pesquisa, com o patrocínio do Programa Habitare e através de recursos da Caixa Econômica Federal (CAIXA), foram desenvolvidos alguns protótipos de habitações neste setor, como os das universidades UFSC, UFRGS, UFRJ e UFSM, que aliam custos e técnicas construtivas alternativas para as habitações, critérios de conforto e desempenho térmico, além de permitirem monitoramento e avaliação de desempenho. (HABITARE). Dentro do escopo desta pesquisa destacam-se os da UFSC e da UFRGS por sua maior incorporação de critérios em eficiência energética. Na UFSC foram construídos dois protótipos apresentados na Figura 23.

a) Sistema construtivo em madeira de reflorestamento Batistella/UFSC (HABITARE): o objetivo deste protótipo era a avaliação do sistema Stella Casa Pronta, da empresa Battistella para aplicação em habitações de interesse social para famílias com salário mínimo mensal entre 4 e 10. Entre as características principais do protótipo em relação à eficiência energética encontram-se:

- **Construção pré-fabricada e modulada** em madeira tipo *Pinus*.
- **Área da habitação:** 42,00 m², composto por: copa/cozinha conjugada ao estar, varanda, área de serviço, no andar térreo; e quarto e banheiro no andar superior, com possibilidade de ampliação de um ambiente no pavimento térreo que possa atender as funções de dormitório, sala ou um espaço produtivo, e no pavimento superior de um terceiro dormitório, sobre a ampliação do primeiro ambiente.
- **Paredes:** duplas, com espessura 15 cm, manta isolante e câmara de ar. Revestimento interno: placas de gesso acartonado sobre chapas laminadas de madeira. Revestimento externo: tipo *sidding*.
- **Cobertura:** telhas de madeira e uso de beiral.
- **Janelas:** em madeira pintadas de branco com venezianas nos espaços de sala/cozinha e quarto.

b) Desenvolvimento de protótipo para habitação popular (HABITARE): o objetivo foi o uso de materiais e elementos construtivos de baixo impacto ambiental, junto a um bom desempenho, qualidade e conforto da habitação. Foram usados **resíduos disponíveis na Região Sul** como cinzas pesadas geradas no processo termoelétrico, cinzas da queima da casca de arroz e o entulho cerâmico de obra para a elaboração dos elementos construtivos como, blocos portantes, escadas pré-fabricadas e concreto usado para a fundação, entre outros. A habitação segue as mesmas características espaciais do exemplo anterior, já que um dos objetivos foi a avaliação de desempenho de diferentes sistemas construtivos para ambientes iguais. Entre as características principais em relação à eficiência energética encontram-se:

- **Instalações elétricas com baixo consumo** de energia, através do uso de lâmpadas fluorescentes.
- **Uso de aquecimento solar** em substituição ao chuveiro elétrico.
- **Janelas:** em madeira com venezianas nos espaços de sala/cozinha e quarto. Tipo basculante: para cozinha, banheiro e mezanino.
- **Cobertura:** com manta para isolamento térmico.
- **Paredes:** em bloco de concreto de dois furos, elaborado a partir de cinzas pesadas.
- **Desempenho da habitação** de acordo à NBR 15220-3 para o clima de Florianópolis.

Ambos os protótipos consideram outras características não mencionadas aqui além das de eficiência de energia como o aproveitamento de água de chuva, entre outras.

c) O Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis - CETHS, (2001) da UFRGS, destinado a habitações de interesse social para Porto Alegre, visou à incorporação de aspectos de sustentabilidade num programa que previu a implantação de um projeto sustentável completo, que abrange desde aspectos referentes à unidade habitacional, até aspectos relativos à infra-estrutura urbana da área (SATTLETER et al., 2003; CETHS, 2001).

Dentro do projeto foi desenvolvido um protótipo de habitação (Figura 24), que considera-se diferentes critérios de sustentabilidade. Entre os quais, os relacionados à eficiência energética são:

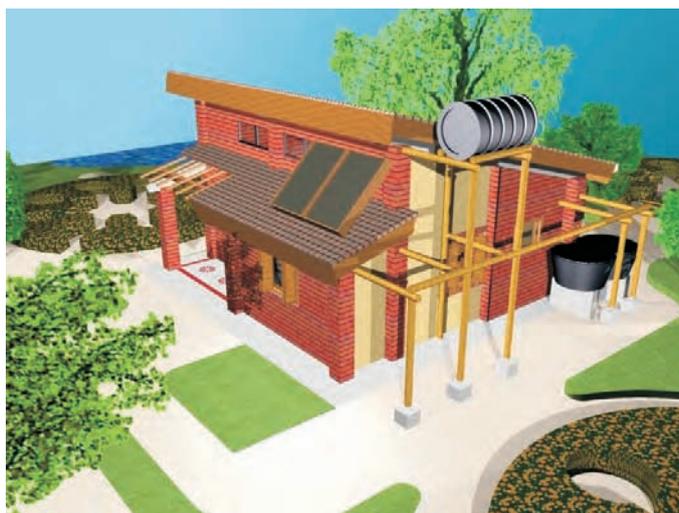


Figura 24 – Vista exterior protótipo habitacional CETHS. (CETHS, 2001)

- Edificações projetadas de acordo a princípios bioclimáticos, com uso de técnicas solares passivas.
- Uso de biodigestores no processamento de resíduos para produção de biogás.
- Uso de isolamento térmico para telhado, paredes e piso. No telhado propõem a utilização de chapas de *offset* reutilizadas como isolante.
- Uso de fontes de energia alternativas, através da previsão da instalação progressiva de sistemas como células fotovoltaicas e turbinas eólicas, e do uso de energia solar para aquecimento de água.
- Uso de fogão a lenha, aproveitado para cocção de alimentos, aquecimento do ambiente e aquecimento de água para banho.
- Uso de catavento (energia eólica) para ajudar no bombeamento da água do poço artesiano até o reservatório.
- Uso de paisagismo produtivo, como barreira para ventos e para evitar ganho solar indesejável.
- Programa espacial flexível que pode ser ampliação através de um espaço de trabalho ou quarto.

Dentro do setor habitacional destaca-se também o **Projeto da Casa Eficiente (CASA EFICIENTE)**, Figura 25, desenvolvido como uma parceria da Eletrosul/Eletróbrás/Procel/Labee-UFSC. Embora o público alvo deste projeto é população com renda média alta é apresentado aqui por ter como objetivo ser uma vitrine de tecnologias de ponta de eficiência energética e conforto ambiental voltadas para as edificações, sendo desenvolvido o projeto com sistemas e soluções para



Figura 25 – Projeto Casa Eficiente Eletrosul/Eletróbrás/Procel/Labee-UFSC (CASA EFICIENTE)

eficiência energética e conforto térmico integrados ao projeto arquitetônico, o qual pretende servir como um centro de demonstração do potencial das estratégias utilizadas. Nele foram implementadas tecnologias como (CASA EFICIENTE):

- Geração de energia fotovoltaica interligada a rede;
- Estratégias passivas de condicionamento de ar e
- Uso de aquecimento solar de água e de ambientes.

E entre as estratégias passivas utilizadas encontram-se:

- Uso favorável da orientação solar, em relação a ventos, e aproveitamento da radiação solar;
- Favorecimento da ventilação cruzada;
- Definição de proteções solares de acordo à fachada;
- Uso de redutor de velocidade para o vento sul;
- Uso de materiais locais de menor impacto ambiental;
- Utilização de vidros duplos e persianas externas;
- Resgate de soluções termicamente adequadas da arquitetura vernacular como o uso do fogão a lenha, aquecendo o interior da casa no inverno;
- Concentração da área molhada no lado oeste;
- Tratamento de efluentes com zona de raízes;
- Uso de sistema solar para aquecimento de água e
- Acessibilidade para portadores de necessidades especiais.

Neste sentido também, diversas instituições como o Ministério das Minas e Energia (MME), Eletrobrás, Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e CAIXA, entre outras, financiam projetos de sistemas construtivos inovadores para habitações populares através de convênios e desenvolvimento de manuais, trabalhando em integração com centros de pesquisa.

3.1 Componentes com desempenho térmico adequado

Na situação atual brasileira para HIS, um bom desempenho térmico da habitação com fins de uma melhoria na eficiência energética da mesma, não é uma premissa básica ou obrigatória na maioria dos projetos. A causa principal disto são as limitações econômicas presentes nos projetos para esta faixa de renda e o fato de que os projetos geralmente não se encontram de acordo às diretrizes bioclimáticas especificadas pela NBR 15220-3. Órgãos de financiamento, como a CAIXA, sugerem o uso destas diretrizes, mas não são requisitos exigidos para aprovação de financiamento. Os requisitos exigidos variam de acordo ao programa em que se encontra a habitação, e aos recursos disponíveis, ficando desta forma usualmente habitações com desempenhos térmicos muito baixos e sem conforto para os seus usuários. Entre os componentes de desempenho térmico nas habitações de baixa renda, tem um papel primordial o sistema construtivo usado nas paredes, a cobertura e o tipo de janelas.

A partir de referências como catálogos do IPT e requisitos exigidos pela CAIXA para seus projetos de baixa renda, apresentam-se as características mais comuns encontradas no mercado para HIS nestes componentes.

3.1.1 Paredes

As paredes externas geralmente são construídas em alvenaria sem isolamento, com pintura e revestimento externo com reboco. Entre as especificações mínimas exigidas pelo PSH (Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social), a alvenaria pode ser feita de tijolos cerâmicos, concreto pré-fabricado, blocos estruturais (cerâmicos ou concreto) ou mista (alvenaria em áreas molhadas) e madeira no restante das peças. Outros exemplos mostram o uso de paredes pré-fabricadas em concreto celular ou moldadas “*in loco*”.

Para as habitações do programa PAR (Programa de Arrendamento Residencial) da CAIXA para população com renda até 6 salários mínimos, são usadas paredes duplas somente quando as casas são geminadas, enquanto que para outras faixas de renda é exigido somente o uso de alvenaria de 14 cm ou tecnologia alternativa com desempenho equivalente.

Outras soluções mostram o uso de construções a seco através de paredes internas em dry wall, com painéis internos de *dry wall* junto à parede externa para melhoria do desempenho térmico.

3.1.2 Coberturas

Segundo especificações mínimas da CAIXA as casas podem usar telha cerâmica ou fibrocimento (mínimo de 6 mm com platibanda ou 8 mm com beiral) sobre estrutura de acordo a solução adotada, ou telha metálica sobre laje inclinada quando houver, sendo que se houver laje em toda a unidade poderá ser utilizado outro tipo de telhado, mas considera-se que a telha cerâmica apresenta um melhor desempenho térmico do que a metálica e a de fibrocimento.

Segundo Bueno (1994) e Lamberts (1983) a telha cerâmica permeável apresenta um desempenho térmico superior às impermeáveis, devido a ter uma estrutura porosa mais adequada para a fixação de umidade, o que no período noturno faz com que se eleve a temperatura, ficando com uma temperatura noturna maior que as demais; enquanto no período diurno a telha apresenta uma temperatura menor devido ao processo de evaporação da umidade incorporada na noite anterior. Da mesma forma os estudos mostraram a importância do uso das cores claras nos telhados por ter uma menor absorção da radiação solar.

Forros

O uso de forro associado ao telhado de toda a habitação é necessário para garantir-se um desempenho térmico mínimo, e deveria ser um requisito básico e mínimo para aprovação de projetos neste setor, considerando-se com um componente importante dentro de uma política pública para desempenho energético das edificações. Embora se encontre como diretriz nos programas de especificações mínimas para HIS, esta não é a realidade atual e quando exigido o é, somente nos ambientes como cozinha e banheiro, sendo geralmente usados forros em madeira ou em PVC.

Mantas Isolantes

Visando melhorar o desempenho energético das habitações e o conforto dos seus ocupantes é importante considerar o uso de barreiras radiantes no telhado por ser através dele que acontece grande parte das trocas térmicas entre o ambiente externo e interno da edificação.

As barreiras radiantes consistem num material de baixa emissividade, posicionado no elemento construtivo de tal forma que esteja voltado para um “ambiente”, que pode ser o ático ou os recintos habitáveis. (VITTORINO et al., 2003).

As mantas isolantes se utilizam de materiais com baixa emissividade como o alumínio para servirem como barreira radiante para a edificação. Atualmente no mercado nacional encontram-se disponíveis

em diferentes modelos e espessuras, sendo indicadas tanto para isolamento térmico quanto para hídrico. As mantas podem ser:

- a) De **polietileno** variando de 2 a 5 mm de espessura com uma ou as duas faces revestidas com polímero aluminizado e com camada protetora de polietileno que pode prejudicar seu desempenho.
- b) Do **tipo Foil** (folha de alumínio) associada a materiais como papel *kraft*, sendo uma ou as duas faces aluminizadas. Este tipo de manta não apresenta o polietileno de proteção na superfície.
- c) **Plástico tipo “bolha”** com espessura de 3 a 5 mm e alumínio em uma ou duas faces.

O seu desempenho vai variar em função da espessura da manta e da presença do alumínio em uma ou as duas faces. A espuma de polietileno apresenta uma baixa condutividade térmica, enquanto o alumínio apresenta uma baixa emissão de calor, baixa absorção à radiação solar e alta reflexão.

O importante nas mantas isolantes tanto para seu uso em paredes como em coberturas, é considerar sempre a parte aluminizada em contato direto com a câmara de ar, já que o acúmulo de poeira pode elevar a emissividade do material o que resultará num aumento da transferência de calor do telhado para ao ambiente (VITTORINO et al., 2003). Desta forma se usada uma manta aluminizada numa face no telhado, a mesma deve estar virada para baixo em contato com o ar, para garantir o seu desempenho térmico.

As mantas isolantes são raramente usadas nas HIS, e o seu uso poderia ser incentivado também através de políticas públicas dando-se maiores benefícios a projetos que vão além do uso de forros, melhorando o desempenho térmico.

Há também algumas pesquisas em desenvolvimento em universidades sobre uso de materiais alternativos como isolantes térmicos, como a da UFSC através do Labsisco (<http://www.labsisco.ufsc.br/>), e da (Unicamp) Universidade Estadual de Campinas (In: http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/jan2001/pagina3-Ju158.html), que prevêem o uso de embalagens 'tetrapack' para a fabricação de mantas isolantes para HIS, aumentando com isto o desempenho térmico da habitação a um baixo custo e a partir de produtos reciclados. De acordo às pesquisas o importante é considerar a face aluminizada da embalagem sem o uso da película protetora plastificada, já que ela diminui o desempenho do material.

3.1.3 Janelas

Este é um dos principais componentes que influi no desempenho térmico da habitação, e um dos que apresenta menor desenvolvimento tecnológico em todos os setores e em todas as faixas de renda em nível geral no Brasil, precisando urgentemente de inovação.

Segundo Ino et al. (2003, p.429) os agentes externos e internos à edificação que contribuem para a definição do desempenho adequado da janela às exigências do usuário podem ser traduzidos em quatro requisitos de desempenho: estrutural, utilização, estanqueidade e durabilidade. Um dos maiores problemas apresentados neste componente no setor em questão, referem-se justamente à baixa qualidade apresentada nos requisitos de desempenho, devido à pouca inversão econômica que é dada a este item, o que vai refletir em problemas de desempenho térmico da habitação, e gastos futuros em manutenção constante do componente.

As janelas devem conseguir responder de maneira eficaz as diferentes exigências climáticas apresentadas no país, tendo uma boa estanqueidade nos climas frios, e permitindo a ventilação e o sombreamento/escurecimento no clima quente. Em habitações de interesse social a qualidade das janelas reflete diretamente o público alvo ao que estão destinadas. Os materiais mais usados geralmente são chapa de aço para habitações de renda menores e madeira e alumínio para

populações com poder aquisitivo um pouco maior.

A partir de pesquisa realizada em 1997, apud Ino et al. (2003), na cidade de São Paulo foram identificadas 4 tipos de janela mais usadas em HIS, de acordo à faixa de renda e preço de mercado, da seguinte maneira:

Faixa 1 - R\$ 157,43, para janelas de alumínio, em população de classe media, geralmente usada para pequenos apartamentos e conjuntos habitacionais.

Faixa 2 - R\$ 91,96 para janelas de alumínio de 3 folhas e janelas de chapa de aço com qualidade superior, em população de classe media baixa para apartamentos e casas em conjuntos habitacionais e autoconstrutores.

Faixa 3 - R\$ 69,73 para janelas de chapa de aço com dimensões menores e baixa qualidade, autoconstrutores e proprietários da periferia.

Faixa 4 - R\$ 45,67 para faixas de renda mais baixa e autoconstrutores de áreas periféricas.

A pesquisa ainda propunha o uso de janelas com venezianas a partir de madeira reflorestada (pinus e eucalipto) como opção para baixa renda, para o qual foram elaborados 2 protótipos que se mostraram competitivos no preço nas faixas 1 e 2, e com boas características de desempenho. O problema apontado para este material foi a falta de florestas manejadas e a baixa qualidade das janelas em madeira existentes no mercado, o que teria que ser solucionado.

Entre as principais características destas janelas pontuadas no estudo, apresentam-se as seguintes:

- **Janelas em chapa de aço** apresentam como principal problema a maior condução do calor absorvido do sol para o interior, funcionando quase que como um painel radiante, especialmente ao serem pintadas de cores escuras. Quando têm acopladas venezianas geralmente é de correr o que diminui o vão de iluminação e ventilação natural para o ambiente em 50%. Este tipo de janela com veneziana geralmente é usada nos quartos, sendo mais usada para ambientes como cozinha e banheiro janela do tipo basculante ou maxim-ar.
- Para situações de faixa de renda um pouco superior são usadas as **janelas de alumínio**, que apresentam desempenho superior, mas sem muito desenvolvimento tecnológico na questão de funcionamento, apresentando geralmente o mesmo problema da anterior quando usada com veneziana.
- O sombreamento das janelas como visto anteriormente pode ser através de **beirais, brises, pergolados e em especial de venezianas**.
- A **veneziana** é um dos principais itens para melhorar o desempenho térmico da habitação de interesse social, relacionada também a um critério de maior segurança e que deveria estar presente em todos os projetos pelos ganhos que oferece, frente ao pouco investimento, o que infelizmente não é a realidade no país. Mas são necessárias venezianas que apresentem maior flexibilidade e possibilidade total de abertura para não prejudicar a ventilação, considerando-se também importante para este setor o uso de venezianas junto às portas internas para garantir uma maior possibilidade de ventilação, estratégia necessária na maioria das zonas climáticas do país.

4. Metodologias de Avaliação

Parte da proposta deste projeto é a proposição de uma metodologia brasileira para avaliação ambiental das edificações residenciais de baixa renda. Para alcançar este objetivo e como parte da revisão do estado da arte da eficiência energética foi realizada uma revisão bibliográfica das principais metodologias de avaliação ambiental atuais em termos mundiais; considerando-se o estudo das áreas que foram inicialmente definidas dentro do escopo da eficiência energética, seus critérios avaliados, e sua relação com a relevância ou não de cada um desses critérios para uma metodologia brasileira.

A seguir apresentam-se de maneira sintetizada os pontos correspondentes à eficiência energética nas metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios e, em seguida, no Anexo A são mostrados de forma mais específica os parâmetros considerados para a avaliação de cada um destes critérios dentro de algumas destas metodologias.

4.1 BREEAM / Ecohomes – Reino Unido

Avaliação ambiental para habitações da BREEAM Office do Reino Unido, tem como foco as habitações. O Ecohomes divide-se em 7 categorias: energia, transporte, poluição, materiais, água, uso da terra e valor ecológico e saúde e bem estar. Na Tabela 12 relacionam-se os critérios referentes à eficiência energética em cada categoria ⁴.

Tabela 12 – Critérios com respectivas categorias da metodologia de avaliação ambiental ECOHOMES referentes à eficiência energética

Energia
A. Evitar a produção de Carbono devido ao consumo de energia
B. Melhorar o desempenho da envolvente da edificação
C. Fornecimento de local para secagem de roupas
D. Uso de produtos com ecoselo
E. Iluminação exterior eficiente
Transporte
F. Incentivo ao transporte público
G. Fornecimento de bicicletários
H. Incentivo a facilidades locais
I. Fornecimento de espaço para trabalho em casa
Poluição
J. Uso de materiais que não afetem a camada de ozônio (Redução de emissões HCFC)
K. Boilers com baixa emissão de NOx
Saúde e bem estar
S. Iluminação natural
T. Isolamento acústico

⁴ Os critérios considerados dentro da categoria transporte, ligados a diretrizes arquitetônicas e urbanísticas dos empreendimentos, são relacionados também aqui, em consideração às poupanças possíveis de obter-se com a aplicação deles nos projetos em função da energia gasta pelo transporte. Da mesma forma os pontos considerados na categoria de emissão de poluentes, são considerados neste levantamento em função de sua relação com materiais isolantes usados na construção, muitos deles para melhoria do desempenho térmico da edificação; e os critérios para conforto acústico, encontram-se relacionados também por estarem considerados dentro de um conforto ambiental da edificação. Estes mesmos parâmetros foram aplicados para as outras metodologias.

4.1.1 Energia

A. Evitar a produção de Carbono devido ao consumo de energia: tem por objetivo minimizar as emissões de CO₂ na atmosfera provenientes da operação da habitação e seus serviços. Avalia a quantidade de CO₂ emitida pela habitação como resultado da calefação, aquecimento de água, iluminação e equipamentos eletrodomésticos.

B. Melhorar o desempenho da envolvente da edificação: esse critério visa melhorar a eficiência das habitações através de toda a sua vida, ou encorajar habitações reformadas a melhorar os seus *standards* de isolamento.

C. Fornecimento de local para secagem de roupas: pretende minimizar a quantidade de energia usada para secagem de roupas, encorajando a secagem de roupas de forma natural no lugar de usar uma secadora. O local de secagem pode ser interno, externo ou coberto.

D. Uso de produtos com ecoselo: tem por objetivo encorajar o fornecimento ou compra de equipamentos eficientes, para reduzir as emissões de CO₂ da residência. Para habitações construídas nas normas da *Building Regulations 2002 part L*, a iluminação e os eletrodomésticos contam como 1/3 das emissões de CO₂.

E. Iluminação exterior eficiente: visa encorajar o fornecimento de iluminação externa energeticamente eficiente e adequadamente controlada para minimizar o consumo de energia.

4.1.2 Transporte

A proposta do Ecohomes incentiva a integração com o transporte público nos projetos, junto com caminhos seguros para pedestres que levem das residências aos locais necessários, ou ainda que forneçam a opção aos usuários de trabalhar em casa, deixando para isto as residências preparadas em termos de espaços e serviços de telecomunicações.

F. Incentivo ao transporte público: pretende encorajar incorporadores a fornecer opções de formas de transporte que minimizem o uso do carro. Os créditos são considerados para o projeto em que 80% dele se encontre entre 500m e 1000 m de um ponto de ônibus, que tenha um caminho seguro de pedestres e que leve ao centro local, centro da cidade ou um terminal de transporte, e tenha serviços no mínimo horários entre as 07:30 e 20:00.

G. Fornecimento de bicicletário: tem por objetivo encorajar o uso de bicicletas como meio de transporte, fornecendo bicicletários seguros. O número de quartos na habitação determina os espaços necessários para bicicletas por cada residência, assim: 1 ou dois quartos – depósito para 1 bicicleta; 3 quartos – depósito para 2 bicicletas; 4 quartos ou mais – depósito para 4 bicicletas.

H. Incentivo a facilidades locais: visa encorajar inversionistas a planejar novos assentamentos de habitação de forma a que contenham áreas de comércio e outras atrações, para incentivar a independência do carro por parte dos moradores.

I. Fornecimento de espaço para trabalho em casa: objetiva reduzir a necessidade de transporte ao local de trabalho através do fornecimento do espaço e serviços necessários para o trabalho desde a residência, instalando um espaço de trabalho, em local adequado e tranquilo.

4.1.3 Poluição

Os CFCs (Clorofluorocarbono) e HCFCs (Hidroclorofluorocarbono) que são usados como refrigerantes na fabricação de alguns materiais isolantes podem causar um dano significativo à camada de ozônio.

Já o Nox⁵ é emitido pela queima de combustíveis fósseis e contribui tanto para a chuva ácida quanto para o aquecimento global. Sistemas de aquecimento doméstico são uma fonte significativa de baixo nível de Nox. (Ecohomes, worksheets, março 2002. BREEAM Office – UK).

J. Uso de materiais que não afetem a camada de ozônio (Redução de emissões HCFC): tem por objetivo diminuir a quantidade de substâncias nocivas à camada de ozônio lançada à atmosfera. Este crédito se relaciona ao uso de isolantes em telhado, paredes, piso ou acumuladores térmicos que não tenham na sua fabricação substâncias nocivas à camada de ozônio.

K. Boilers com baixa emissão de Nox: pretende reduzir o NOx lançado na atmosfera.

Este crédito recompensa quem inclui *boilers* com baixo nível de NOx nos seus sistemas. Os *boilers* usados na residência devem ter emissões de NOx menores ou iguais a 70 mg/kWh até no máximo de 150 mg/kWh.

4.1.4 Saúde e Bem Estar

S. Iluminação natural: objetiva melhorar a qualidade de vida nas residências através de uma boa iluminação natural, contribuindo também na redução da necessidade de energia para iluminação artificial. Ambientes habitáveis devem seguir os requisitos necessários para iluminação natural previstos pela Norma Inglesa (*British Standard BS 8206: part 2*).

T. Isolamento acústico: visa encorajar fornecimento de melhoria acústica entre paredes divisórias e pisos para reduzir a probabilidade de aborrecimento dos usuários e aumentar a privacidade dos ocupantes. O crédito dá pontos a desempenho acima do exigido no *Document Part E of the Building Regulation*. É dado um número maior de créditos quando todas as casas são isoladas, e são especificados quatro tipos de paredes (com alguns subtipos) para serem usadas segundo estudos de critérios de acústica do BRE.

4.2 LEED / LEED for Homes

Do mesmo modo que para os outros programas do LEED, os pontos são dados em relação a diversas categorias, sendo elas: Localização e conexões, Local sustentável, Eficiência da água, Qualidade Ambiental Interna, Materiais e Recursos, Energia e atmosfera, Conscientização do proprietário, Inovação e Processo de desenho. E dentro destas categorias os pontos correspondentes à eficiência energética são mostrados na Tabela 13.

4.2.1 Qualidade Ambiental Interna (IEQ)

Credito 1. Usar pacote de qualidade de ar interno de acordo ao ENERGY STAR: visa melhorar a qualidade ambiental interna ao instalar um pacote aprovado de medidas de qualidade do ar do EPA's ENERGY STAR (O pacote pode ser baixado na sua íntegra para *download* em: http://energystar.gov/index.cfm?c=bldrs_lenders_raters.pt_builder_news#indoorair).

Se for usado este credito 1, devem excluir-se os créditos: 2-3-4.1-4.2-5.1-5.2-6.1-7.1-8.1-9-10, podendo ter-se até 10 pontos máximos neste crédito.

⁵ Os óxidos do nitrogênio, ou NOx, são o termo genérico para um grupo dos gases altamente reativos, que contêm o nitrogênio e o oxigênio em quantidades variáveis. Muitos dos óxidos do nitrogênio são incolores e inodoros. Entretanto, um poluente comum, dióxido do nitrogênio (NO2) junto com partículas no ar pode frequentemente ser visto como uma camada *reddish-brown* sobre muitas áreas urbanas. Os óxidos do nitrogênio se formam quando o combustível é queimado em altas temperaturas, como em um processo da combustão. As fontes sintéticas preliminares de NOx são veículos de motor, utilidades elétricas, e outras fontes industriais, comerciais, e residenciais que queimam combustíveis. NOx pode também formar-se naturalmente. (Fonte: < <http://www.epa.gov/air/urbanair/nox/what.html> >).

Tabela 13 – Critérios com respectivas categorias da metodologia de avaliação ambiental LEED HOMES referentes à eficiência energética

Qualidade ambiental interna
Credito 1. Usar pacote de qualidade de ar interno de acordo ao ENERGY STAR
Credito 3. Controle da Umidade
Credito 4. Ventilação de ar para o exterior
Credito 5. Exaustão local
Energia e atmosfera
Credito 1. Residência projetada de acordo ao selo ENERGY STAR
Credito 2. Isolamento da envolvente
Credito 4. Janelas
Credito 7. Aquecimento de água
Credito 8. Iluminação
Credito 9. Eletrodomésticos
Credito 10. Uso de energia renovável
Conscientização do proprietário
Credito 1. Educação do Proprietário

Credito 3. Controle da Umidade: pretende fornecer um ambiente termicamente confortável na residência, para manter a razão da umidade abaixo de 0.012 (*lb. Water vapor/lb. Dry air*) para atender a seção 5.2.2 da ASHRAE Standard 55-2004. A ASHRAE Standard 55-2004 no tem limites inferiores e a ASHRAE Standard 62 sugere 25% de Umidade Relativa como uma diretriz de limite inferior, mas eles pontuam que aumentar a umidade pode gastar energia e em alguns casos tem-se mostrado com algo não muito saudável e que pode afetar de forma adversa a durabilidade.

Credito 4. Ventilação de ar para o exterior: objetiva proteger os ocupantes de poluentes internos ventilando com ar do exterior. Deve ser instalado um sistema de ventilação para a edificação que esteja de acordo com a ASHRAE Standard 62.2. A Standard dá uma opção de desenho alternativo para a ventilação (e.g., passivo) na seção 4.1.2

Credito 5. Exaustão local: tem por objetivo remover poluentes internos em banheiros e cozinhas, que são mais propícios a instalar-se nesses locais se não se tem uma boa exaustão, através da instalação de sistemas de exaustão de acordo ao Standard da ASHRAE 62.2, E usar exaustores com selo da Energy Star, exceto para exaustores que sirvam múltiplos banheiros.

4.2.2 Energia E Atmosfera (EA)

Credito 1. Residência projetada de acordo ao selo ENERGY STAR: visa melhorar o desempenho energético total da habitação projetando e construindo uma habitação de acordo ao selo Energy Star que tenha um alto desempenho. Uma habitação que detêm o selo do Energy Star é desenhada e testada para usar 30% menos dos usos finais de energia para resfriamento, aquecimento e aquecimento de água do que uma habitação construída de acordo ao *Model Energy Code*.

Credito 2. Isolamento da envolvente: objetiva desenhar e instalar isolamento para minimizar pontes térmicas, melhorando assim o desempenho da envolvente. O isolamento deve cumprir com as exigências de *II Grado do National Home Energy Rating Standards*, que podem ser encontradas em: <http://natresnet.org/standards/enhancements.htm>.

Credito 4. Janelas: visa otimizar o desempenho energético das janelas. Deve-se desenhar e instalar janelas que alcancem os requisitos exigidos pela Energy Star para janelas de acordo a tabela do Energy Star. O Energy Star divide o país (USA) em quatro grandes regiões com necessidades diferentes, assim: Norte (necessidade maior de aquecimento), Centro-Norte (aquecimento e resfriamento), Centro-Sul (aquecimento e resfriamento), Sul (preferencialmente resfriamento), e

para cada uma destas regiões dá valores para as janelas de U (transmitância) e Fator Solar.

Credito 7. Aquecimento de água: Este aspecto é abordado em outro subprojeto.

Credito 8. Iluminação: pretende reduzir a carga elétrica devida à iluminação. Recomenda-se adotar qualquer uma das seguintes medidas:

- Instalar sensores de movimento para todas as luzes externas, E ao menos 4 luzes externas fotovoltaicas sem fio, se são instalados aparelhos externos.
- Instalar ao menos 4 luminárias com selo Energy Star.
- Instalar lâmpadas fluorescentes compactas em ao menos 80% das luminárias
- OU Instalar o ENERGY STAR Advanced Lighting Package (ALP).

Credito 9. Eletrodomésticos: objetiva minimizar a demanda de energia dos eletrodomésticos, através do uso de eletrodomésticos com selo Energy Star, que economizam perto de 20% do consumo de energia quando comparados a outros eletrodomésticos. São considerados: geladeira, ventiladores de teto, máquina de lavar pratos e máquina de lavar roupas.

Credito 10. Uso de energia renovável: pretende reduzir a demanda de fontes de energia não renováveis instalando um sistema de geração de energia elétrica renovável. (É dado 1 ponto por cada 10% de carga elétrica anual alcançada pelo sistema, até um máximo de 6 pontos - A carga anual é definida no LEED-H como o kWh fornecido pelo sistema de geração elétrica renovável, relativo ao kWh total anual usado na habitação).

Credito 11. Evitar a poluição da camada de ozônio (Residential Refrigerant Management): tem por objetivo: Selecionar refrigerantes que reduzam o dano à camada de ozônio e estejam de acordo com o Protocolo de Montreal, minimizando assim o aquecimento global. A idéia é encorajar o uso de refrigerantes no sistema HVAC que não contenham CFC ou HCFC.

4.2.3 Conscientização do Usuário (HA)

O LEED-H apresenta uma categoria inovadora em relação às outras metodologias que é a conscientização do usuário. Isto é algo de extrema importância, já que o usuário final determina em grande parte se todas as vantagens projetadas na habitação e instaladas para economia de energia e outros recursos naturais vão ser realmente eficazes. Esta categoria apresenta 1 único crédito que é a Educação do Usuário, e é importante a sua colocação por encontrar-se diretamente relacionada com o uso racional da energia.

Credito 1. Educação do Proprietário: Objetiva educar o proprietário sobre a manutenção e operação de sistemas chaves e equipamentos relativos ao desempenho da habitação para otimizar o seu desempenho ao longo do tempo. Deve ser entregue um Manual do proprietário que contenha entre outros, os manuais de fabricação de todos os equipamentos e eletrodomésticos instalados, informação geral em uso eficiente de água, energia e recursos naturais; guia nas seguintes atividades: paisagismo, impacto de fertilizantes, pesticidas e outros, irrigação, seleção de iluminação, de eletrodomésticos, e educação em energia verde.

4.3 CASBEE

O CASBEE não tem uma versão aplicável para residências, mas independente disso, por ser considerada uma das metodologias de avaliação ambiental de edificações mais relevantes, será analisada e levado em consideração os parâmetros considerados importantes para sua adaptação dentro do foco das habitações de baixa renda.

A seguir serão analisados os créditos com seus subitens correspondentes que se encontram na Tabela 14, referentes à eficiência energética que tenham relevância no foco da pesquisa: **CASBEE para construções novas – versão 2004 - Fase de Estudo Preliminar.**

Tabela 14 – Critérios com respectivas categorias da metodologia de avaliação ambiental CASBEE referentes à eficiência energética

Q. Desempenho e qualidade ambiental da edificação
Q.1. Ruído e acústica
Q.2. Conforto térmico
Q.3. Uso de iluminação eficiente e luz natural
Q.4. Qualidade do ar
LR. Redução das cargas ambientais da edificação
LR1. Energia
1. Carga térmica do edifício
2. Utilização da energia natural
4. Eficiência da operação (monitoramento por uso final)
LR2. Materiais e Recursos
4. Evitar a poluição de luz
5. Reduzir o efeito de ilha de calor

4.3.1 Q. Desempenho e qualidade ambiental da edificação

Q1. Ruído e acústica: considera isolamento acústico das aberturas, paredes divisórias e laje de piso (para fontes de baixo e alto impacto), e avalia o uso de materiais absorventes em parede, piso e teto, através do subitem absorção de som.

Q.2. Conforto térmico: neste item conforto térmico são avaliados a temperatura local, o controle da umidade nos espaços e o tipo de sistema de ar condicionado usado.

2.1 Controle da temperatura do local: avalia o padrão de temperatura do local, o desempenho do perímetro e o controle por zonas.

2.2 Controle da Umidade: estabelece que o sistema tenha funções de umidificação / desumidificação, e que seja estabelecido para ele um rango de funcionamento entre 45-55% com referência nos parâmetros de conforto da ASHRAE.

Q.3. Uso de iluminação eficiente e luz natural: neste critério são analisados:

3.1 Iluminação natural, através do Fator de luz solar, do posicionamento das aberturas de acordo à orientação, e dos mecanismos utilizados para luz natural, tais como: prateleiras de luz, dutos de luz, persianas reguláveis, etc.

3.4 Controle da iluminação: refere-se ao controle dado aos ocupantes sobre o sistema de iluminação, para acendimento, ajuste de brilho e posição.

Q.4. Qualidade do ar: inclui a avaliação de:

4.1 Controle da fonte: avalia se têm sido tomadas medidas adequadas para evitar a poluição do ar através de poluentes químicos.

4.2 Ventilação: avalia a taxa de ventilação, que como mínimo deve satisfazer a *Building Standards*

Law e a *SHASE-102-1997 Ventilation Standard and Commentary*; o desempenho da ventilação natural é em função do controle dado aos ocupantes; e a consideração de tomada de ar externo longe das áreas de poluição.

4.3.2 LR1. Energia

A base do método de avaliação de energia é em leis e regulamentos atuais do Japão, tais como a Lei da eficiência energética (*Energy Saving Law*) e a Lei da Qualidade Garantida das Habitações (*Housing Quality Assurance Law*). O objetivo é avaliar a redução dos ganhos e perdas térmicas devido à insolação e aos gradientes de temperatura interior-exterior e o controle da carga térmica como um meio de reduzir a energia consumida pelo resfriamento e aquecimento. Apartamentos devem ser avaliados em função do *Housing Quality Assurance Law*.

Dentro desta categoria incluem-se:

1. Carga térmica do edifício: São avaliadas a forma do edifício e a posição do núcleo central, para reduzir cargas térmicas; o nível de uso de métodos de construção e materiais em paredes, tetos e outras partes, altamente isolantes; o nível de uso de *brises*, persianas e outros métodos de sombreamento em janelas, que devem tomar em consideração as variações nas estações da altura do sol; e o nível de uso de medidas tais como janelas isoladas (vários vidros, gases, isolantes, películas de baixa emissividade) e fachada dupla.

2. Utilização da energia natural: Neste item são considerados:

2.1 Uso direto da energia natural: Depende do uso de luz natural; uso de ventilação natural que substitua o uso de ar condicionado e só de energia geotérmica em substituição a fontes de aquecimento e equipamentos de ar condicionado, ou outros sistemas naturais.

2.2 Uso convertido da energia renovável: Avalia os esforços feitos em relação ao uso de sistemas que usem luz do sol no lugar de equipamentos que usem energia elétrica (ex: painéis solares, etc.); uso de aquecimento solar; ou outros similares.

4. Eficiência da operação: São analisados 3 subitens dentro deste critério, neste trabalho considera-se o **4.1 Monitoramento:** Dado por medição por cada tipo de energia e de energia por cada sistema.

4.3.3 LR2. Materiais e recursos

4. Evitar a poluição de luz: propõe avaliar a poluição de luz causada pelos edifícios, que inclui iluminação exterior e luz noturna derramada pelo interior, iluminação por *displays* de publicidade, e ofuscamento refletido pelo edifício (se o edifício tem fachada envidraçada).

5. Reduzir o efeito de ilha de calor: avaliar a existência de medidas para ajudar a reduzir a carga térmica em áreas fora do sítio. Checar se tem sido considerado: o movimento do ar que sai do local, e tem sido feitos esforços para reduzir o impacto térmico; materiais para sombreamento externo; materiais de sombreamento das paredes exteriores e tem sido feito esforços para reduzir emissões de aquecimento artificial.

Tabela 15 – Critérios com respectivas categorias da ferramenta de avaliação ambiental HQE referentes à eficiência energética

4.4 NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE

Dentro dos 14 ciclos da metodologia HQE os critérios relacionados à eficiência energética são os seguintes:

Ciclo 2: Escolha integrada de produtos, sistemas e processos de construção
2.1 Escolhas construtivas para a durabilidade e adaptabilidade do edifício
2.2 Escolhas construtivas para facilitar a manutenção dos trabalhos
Ciclo 4: Gestão da energia
4.1 Desenho arquitetônico visando a otimização do consumo de energia
4.2 Redução de consumo de energia primária e recursos com energias renováveis
4.3 Minimizar a poluição gerada pelo consumo de energia
Ciclo 7: Manutenção do desempenho ambiental
7.2 Manutenção dos sistemas de ventilação
Ciclo 8: Conforto higrotérmico
8.1 Usar dispositivos arquitetônicos visando a otimização do conforto higrotérmico em inverno e verão
8.2 Criação de condições de conforto higrotérmico em inverno.
8.3 Criação de condições de conforto higrotérmico em verão para locais não climatizados
Ciclo 9: Conforto acústico
9.1 Otimização de dispositivos arquitetônicos para proteger a edificação de ruídos que causem dano
9.2 Criação de qualidade ambiental acústica adaptada aos diferentes locais
Ciclo 10: conforto visual (iluminação natural e artificial)
10.1 Garantir uma iluminação natural ótima evitando problemas como ofuscamento
10.2 Usar iluminação artificial confortável
Ciclo 11: Conforto olfativo
11.1 Garantir uma ventilação eficaz
Ciclo 13: Garantir uma qualidade saudável do ar
13.1 Garantir uma ventilação eficaz
13.2 Evitar fontes de poluição

4.4.1 CICLO 2: Escolha integrada de produtos, sistemas e processos de construção

2.1 Escolhas construtivas para a durabilidade e adaptabilidade do edifício: Adaptar as escolhas construtivas para a duração da vida do edifício; considerar a adaptabilidade da edificação através do tempo e a sua desmontagem; separação dos produtos, sistemas e processos de construção em função da duração da vida da edificação.

2.2 Escolhas construtivas para facilitar a manutenção dos trabalhos: garantir facilidade de acesso para a manutenção da edificação e escolha de produtos na construção que sejam de fácil manutenção.

4.4.2 CICLO 4: Gestão da energia

4.1 Desenho arquitetônico visando a otimização do consumo de energia: Para limitar perdas através das paredes e melhorar o desempenho do envelope para reduzir a necessidade de aquecimento, refrigeração e ar condicionado.

4.2 Redução de consumo de energia primária e recursos com energias renováveis

4.3 Minimizar a poluição gerada pelo consumo de energia: Limitar a contribuição ao fenômeno de gases *greenhouse*, chuvas ácidas e rejeitos radioativos.

4.4.3 CICLO 7: Manutenção do desempenho ambiental

7.2 Manutenção dos sistemas de ventilação: através de concepção simplificada, meios para a continuação e facilidade de acesso.

4.4.4. CICLO 8: Conforto higrotérmico

8.1 Usar dispositivos arquitetônicos visando a otimização do conforto higrotérmico em inverno e verão: considerando as características do local, orientação solar; organização espacial dos locais em função das suas características higrotérmicas; concepção arquitetônica que procura um conforto ótimo em inverno e verão.

8.2 Criação de condições de conforto higrotérmico em inverno.

8.3 Criação de condições de conforto higrotérmico em verão para locais não climatizados: Seguir as exigências da RT 2000, assegurar um nível mínimo de conforto térmico, ventilação suficiente através das proteções solares, de preferência móveis e dispositivos que permitam a abertura das janelas.

4.4.5 CICLO 9: Conforto Acústico

9.1 Otimização de dispositivos arquitetônicos para proteger a edificação de ruídos que causem dano: através da otimização do zoneamento horizontal e vertical dos espaços na edificação e otimização de escolhas e técnicas arquitetônicas para melhorar a eficiência acústica externa da edificação.

9.2 Criação de qualidade ambiental acústica adaptada aos diferentes locais: garantir um bom nível de recepção dentro dos diferentes tipos e locais da edificação; otimizar dispositivos de isolamento interior, exterior; limitar o nível sonoro máximo de acordo a parâmetros estabelecidos e limitar o fenômeno de reverberação.

4.4.6 CICLO 10: Conforto Visual (Iluminação Natural e Artificial)

10.1 Garantir uma iluminação natural ótima evitando problemas como ofuscamento: Locais de longa permanência devem ter acesso à luz natural e a vistas; fator de luz solar mínimo de acordo à zona de ocupação da edificação em relação à norma RT 2000 e circulações devem ter iluminação natural e evitar o ofuscamento.

10.2 Usar iluminação artificial confortável: Dispor de um nível de iluminação artificial ótimo de acordo às atividades de cada local; garantir uma boa iluminação básica para locais de mais de 20 m²; evitar ofuscamento da iluminação artificial e garantir vistas externas dentro do ambiente para os usuários.

4.4.7 CICLO 11: Conforto Olfativo

11.1 Garantir uma ventilação eficaz: que seja considerada ótima para as atividades do local seguindo regulamentos higiênicos, garantindo um fluxo de ar e distribuição de ar de renovação.

4.4.8 CICLO 13: Garantir uma Qualidade Saudável do Ar

13.1 Garantir uma ventilação eficaz

13.2 Evitar fontes de poluição: através da sua identificação; de dispositivos arquitetônicos que limitem a entrada de ar novo poluído; prevenção em caso de presença de gás *radon*; organização dos espaços internos para limitar poluição nas atividades internas da edificação e da evacuação dos poluentes.

4.5 Certification Habitat & Environnement (H&E)

Certificação Habitat & Environnement Référentiel Millésime 2005. Certificação francesa de propriedade da associação QUALITEL, para habitações e conjunto de habitações.

Esta dividida em sete temas ambientais:

- Tema 1: Eco-gestão da operação
- Tema 2: Canteiro limpo
- Tema 3: Energia/Redução do efeito estufa
- Tema 4: Setor construtivo – Eleição dos materiais
- Tema 5: Água
- Tema 6: Conforto e saúde
- Tema 7: Gestos verdes

E dentro deles os temas relacionados com eficiência energética são:

Tabela 16 – Critérios com respectivas categorias da ferramenta de avaliação ambiental H&E referentes à eficiência energética

Tema 3: Energia/redução do efeito estufa
3.1 Térmico inverno
3.2 Térmico verão
3.3 Controle dos consumos elétricos
Tema 4: Setor construtivo – eleição dos materiais
4.4 Durabilidade do envelope da construção
Tema 6: Conforto e saúde
6.1 Acústica interna
6.2 Acústica externa
6.3 Conforto térmico de inverno e de verão
6.4 Ventilação natural e artificial das habitações
6.5 Adaptação dos locais à recolha de triagem seletiva
Tema 7: Gestos verdes
7.1 Informação aos ocupantes e ao gestor

4.5.1 TEMA 3: Energia/Redução do efeito estufa

Neste tema são avaliados: a escolha da energia, desempenho da envolvente, instalação de aquecimento, ganhos solares, utilização de energias renováveis, conforto térmico de inverno e de verão, iluminação das áreas comuns e escolhas de equipamentos coletivos eficientes. No tema três se incluem o estudo de três subitens:

3.1 Térmico inverno: O objetivo é determinar um nível provisional do consumo convencional de energia para o aquecimento, a ventilação e a produção de água quente sanitária, avaliados por construção, por grupo de casas ou por casa individual. A operação de cada casa é avaliada de acordo com o conjunto construtivo estudado ao qual pertence.

Os critérios técnicos levados em conta interferem principalmente nos desempenhos dos seguintes elementos:

- As perdas por transmissão da construção para o exterior ou para os ambientes não aquecidos.
- A permeabilidade ao ar do envelope da construção.
- A contribuição solar.

- As perdas por renovação de ar.
- Os desempenhos dos sistemas de aquecimento e de água quente sanitária.

3.2 Térmico verão: Inclui a avaliação das características dos produtos e a determinação da inércia das vedações e cobertura da habitação. A avaliação realizada é relativa às características térmicas das construções novas e as partes novas de construções e considera as disposições complementares que devem estar previstas para satisfazer os níveis da Certificação Qualitel.

São considerados diferentes parâmetros como a exposição ao barulho das infra-estruturas de transporte, à zona climática de verão, à orientação, ao desempenho dos equipamentos previstos, à presença de disposições técnicas complementares, como o uso ou não de ventilação forçada ou ar condicionado, etc.

3.3 Controle dos consumos elétricos: Inclui avaliação do consumo da iluminação dos espaços não privativos, como: *hall* de acesso, circulações horizontais, escadas, iluminação dos estacionamentos, iluminação das circulações para o estacionamento e outros locais e circulações externas; avaliação do consumo da iluminação de locais privativos e a avaliação do consumo de equipamentos coletivos como os de ventilação mecânica e o elevador.

O consumo de eletricidade necessário para o aquecimento de água quente sanitária não é abordado neste item, sendo objeto de uma avaliação específica.

4.5.2 TEMA 4: Setor construtivo – Eleição dos materiais

4.4 Durabilidade do envelope da construção: Este item tem por objeto garantir a durabilidade do envelope das construções através dos diferentes materiais e métodos que o compõem, bem como a frequência e a necessidade de manutenção. O método de avaliação considera os custos de substituição, reparação ou manutenção das obras excluindo o primeiro investimento.

4.5.3 TEMA 6: Conforto e saúde

6.1 Acústica interna: A avaliação deste item é realizada examinando os cinco critérios seguintes:

1. Barulho aéreo numa habitação proveniente dos outros locais da construção.
2. Barulho de choques.
3. Barulho dos equipamentos internos individuais de aquecimento e ar condicionado.
4. Barulho dos equipamentos individuais e coletivos.
5. Tratamento acústico das áreas comuns.

6.2 Acústica externa: A avaliação deste item é realizada examinando sucessivamente o isolamento das fachadas e o isolamento das coberturas.

6.3 Conforto térmico de inverno e de verão: Se consideram as mesmas disposições que aqueles definidos sobre estes domínios dentro do Tema 3.

6.4 Ventilação natural e artificial das habitações: Este item tem por objeto avaliar a concepção da instalação da ventilação natural e ventilação artificial de uma construção para garantir uma renovação correta do ar interno, necessário para a higiene de vida dos ocupantes; contribuindo ao mesmo tempo para a conservação da estrutura.

O dimensionamento da instalação condiciona o seu bom funcionamento e uma boa integração dos equipamentos na construção deve igualmente permitir conservar no tempo os seus desempenhos iniciais, quando sejam necessárias as intervenções de operação e manutenção.

Os critérios técnicos considerados neste item são:

- Concepção da instalação de ventilação.
- Durabilidade e a operação da instalação de ventilação.
- Controle do funcionamento da instalação de ventilação.

6.5 Adaptação dos locais a recolha de triagem seletiva: O objetivo deste item é garantir que o projeto é concebido para responder às necessidades de espaços de armazenamento seletivo dos lixos domésticos, independentemente do fato que esta disposição seja posta ou não em aplicação na comunidade onde se situa o empreendimento.

4.5.4 TEMA 7: Gestos verdes

7.1 Informação aos ocupantes e ao gestor: O objetivo procurado é fornecer informação aos habitantes e ao gestor em relação aos diferentes temas que participam da qualidade ambiental da operação. São dadas informações sobre as disposições construtivas e particularidades ambientais, valorizando os esforços realizados pelo dono da obra, a nível ambiental, em relação à uma operação dita "clássica".

Estas informações devem ser completadas com dados sobre as vantagens que podem encontrar os habitantes, ou mesmo o gestor e informações sobre as boas práticas comportamentais em relação às disposições construtivas e as particularidades da operação. São referidas todas as disposições e as particularidades de carácter ambiental ou não, da operação, pelas quais é igualmente necessário informar e sensibilizar aos ocupantes sobre as boas práticas comportamentais que devem ser adotadas.

4.6 GBTool

Dentro os parâmetros abarcados pelo GBTool, descrevem-se na Tabela 17 aqueles considerados relacionados à eficiência energética e relacionados ao foco desta pesquisa.

4.6.1 Consumo de Recursos (*Performance Issue*)

R1 Uso da rede do ciclo de vida da energia primária (*Performance categorie*): usa dois critérios para avaliação:

R1.1 Energia primária incorporada nos materiais, considerada anual sobre o ciclo de vida: Dada em MJ/m²/ano, considerando a área total da edificação. Os dados podem ser obtidos pelos programas Athena ou EcoQuantum.

R1.2 Rede primária de energia não renovável usada para as operações do edifício ao longo do ciclo de vida: A avaliação deve incluir o consumo de energia anual do sistema HVAC, o consumo anual de luz no local, consumo anual de luz no edifício, consumo anual de outros sistemas de energia do edifício (refrigeração, transporte) e consumo anual de energia para água quente.

4.6.2 Qualidade Ambiental Interna

Por meio deste item procura-se conforto, saúde e bem-estar para os ocupantes da edificação.

Q1. Qualidade do ar e da ventilação: Apresenta os seguintes Critérios críticos:

Q1.1 Controle da umidade: O principal para controlar a contaminação é o controle de umidade no

edifício e nos seus sistemas HVAC, o que pode ser feito com adequada ventilação e uso de filtros.

Subcritério:

Q1.1.1 Controle de umidade dentro do edifício (na envolvente).

Q1.3 Presença de ventilação e ar fresco:

Subcritérios:

Q1.3.1 Porcentagem total de ventilação externa em áreas condicionadas mecanicamente de residenciais multifamiliares.

Q1.3.2 Desempenho da ventilação em áreas naturalmente ventiladas do edifício com um só lado de ventilação.

Q1.3.3 Idem ao anterior, mas para edifícios com ventilação cruzada. Importante pensar também na posição das aberturas, o tamanho e sua distribuição.

Q1.4 Ventilação efetiva em zona de ocupação primária: Conta a proporção de unidades com ventilação cruzada.

Tabela 17 – Critérios com respectivas categorias da ferramenta de avaliação ambiental GB Tool do GBC referentes à eficiência energética

Consumo de recursos
R1. Uso da rede do ciclo de vida da energia primária
R1.1 Energia primária incorporada nos materiais, considerada anual sobre o ciclo de vida
R1.2 Rede primária de energia não renovável usada para as operações do edifício ao longo do ciclo de vida
Qualidade ambiental interna
Q1. Qualidade do ar e da ventilação
Q1.1 Controle da umidade
Q1.3 Presença de ventilação e ar fresco
Q1.4 Ventilação efetiva em zona de ocupação primária
Q2. Conforto térmico
Q2.1 Temperatura do ar nos principais locais de ocupação
Q2.3 Umidade relativa em ocupações primárias
Q3. Luz natural e iluminação
Q3.1 Entrada de luz natural nas principais áreas de ocupação
Q3.2 Potencial de ofuscamento nas principais áreas de ocupação (associado às janelas)
Qualidade do serviço
S1. Flexibilidade e adaptabilidade
S1.5 Adaptabilidade a mudanças futuras no tipo de suprimento de energia
S3. Manutenção do desempenho do edifício
S3.3 Habilidade para manter parâmetros de desempenho crítico sobre condições anormais
S3.4 Medição e monitoramento do desempenho
S4. Privacidade e acesso à luz solar e vistas
S4.3 Acesso à luz solar direta desde as principais áreas de convívio de dia nas unidades residenciais
S5. Qualidade de atrações e desenvolvimento do lugar
S5.1 Atrações do lugar para sombra e relaxamento e lazer para trabalhadores e residentes
S6. Impacto na qualidade do serviço do local e propriedades contíguas.
S6.2 Interferência com acesso à luz solar nas propriedades adjacentes
S6.3 Impacto no potencial de energia solar das propriedades adjacentes
Transporte alternativo
(Categoria em desenvolvimento)
Gerenciamento
M2. Afiinação do desempenho
M2.1 Nomeação do agente de comissionamento e desenvolvimento dos protocolos do comissionamento

Q2 Conforto térmico: apresenta os seguintes critérios:

Q2.1 Temperatura do ar nos principais locais de ocupação: Procura-se a temperatura adequada às necessidades de uso de iluminação natural, massa térmica e ventilação natural. Mede-se a percentagem de horas em que a temperatura está em níveis de conforto aceitáveis. Medição feita especialmente para espaços críticos como a Fachada oeste no verão ou a Sul no frio.

Q2.3 Umidade relativa em ocupações primárias:

Subcritérios:

Q2.3.1 Níveis mínimos de umidade relativa nas principais áreas de ocupação durante a estação quente: Nessa época do ano é quando se precisa instalar umidificadores o que pode ser ruim para a saúde humana.

Q3. Luz natural e iluminação: Aplicado aos principais espaços de ocupação da edificação. Os critérios são:

Q3.1 Entrada de luz natural nas principais áreas de ocupação: Para residências mede-se o Fator de Luz dia médio (%) estimado disponível no estar e jantar de unidades residenciais tipo, do piso tipo mais baixo.

Q3.2 Potencial de ofuscamento nas principais áreas de ocupação (associado às janelas): A principal preocupação neste critério é a claridade que penetra da luz solar direta através das janelas orientadas ao norte. Melhor do que usar elementos internos tipo persianas é usar prateleiras de luz que distribuem a luz solar de forma mais uniforme e com maior alcance no interior dos espaços.

4.6.3 Qualidade do Serviço

Refere-se à qualidade da operação e dos serviços oferecidos para evitar que o edifício fique obsoleto prematuramente.

S1 Flexibilidade e adaptabilidade: Adaptação a mudanças. O critério é:

S1.5 Adaptabilidade a mudanças futuras no tipo de suprimento de energia: Deixar áreas suficientes para adaptar futuros sistemas com uso solar.

S3. Manutenção do desempenho do edifício: Deve procurar-se manter o nível de desempenho do edifício. Os sistemas técnicos têm que ter manutenção. Os critérios são:

S3.3 Habilidade para manter parâmetros de desempenho crítico sobre condições anormais: Este critério cobre medidas tomadas pelos desenhadors como: dar maior massa ao edifício para manter mais a temperatura interna; medidas para isolar seções críticas do edifício ou dos sistemas de dano que possa acontecer por enchente ou tormentas; redundância nos sistemas como sistema de backup nos sistemas de iluminação ou ventilação.

S3.4 Medição e monitoramento do desempenho: Permitir feedback do sistema aos usuários e controladores do sistema. Colocar mecanismos que detectem falhas e vazamentos.

Subcritérios:

S3.4.1 Monitoramento dos parâmetros chaves do sistema de desempenho: Colocar medidor central e individual de energia.

S3.4.2 Fornecer um sistema detector de vazamento que cubra os principais sistemas fornecedores de água e gás.

S4. Privacidade e acesso à luz solar e vistas

•S4.3 Acesso à luz solar direta desde as principais áreas de convívio de dia nas unidades residenciais. É importante considerar:

- Orientação desses espaços para que recebam várias horas de luz solar.
- Ausência de edifícios vizinhos ou similar que possam bloquear a luz do sol.
- Janelas operáveis largas suficientes e que permitam a entrada da luz solar.

S5. Qualidade de atrações e desenvolvimento do lugar:

S5.1 Atrações do lugar para sombra e relaxamento e lazer para trabalhadores e residentes: Propor espaços externos flexíveis para vários usos ao longo do ano. O desenho da paisagem pode ajudar a reduzir ganho solar e resfriamento.

S6. Impacto na qualidade do serviço do local e propriedades contíguas:

S6.2 Interferência com acesso a luz solar nas propriedades adjacentes: O edifício não pode obstruir a vista da abóboda do céu para os edifícios vizinhos.

S6.3 Impacto no potencial de energia solar das propriedades adjacentes: Mede se o edifício dá um nível de acesso à luz solar no inverno, aceitável nas propriedades vizinhas.

4.6.4 Gerenciamento

M2. Afinação do desempenho: o comissionamento total do edifício, de sistemas, estrutura, envolvente e acabamentos pode dizer, se o edifício é apropriado para ocupação. O critério é:

M2.1 Nomeação do agente de comissionamento e desenvolvimento dos protocolos do comissionamento. Critério só aplicável a edifícios maiores de 500m².

4.6.5 Transporte alternativo

Esta categoria está em desenvolvimento. Busca encorajar o acesso a pedestres e a outros meios de transporte menos poluidores como o da bicicleta.

4.7 GBC - GREEN STAR - Austrália

O método de avaliação ambiental de edificações australiano contém categorias sob a qual são avaliados critérios específicos dentro de cada projeto, sendo elas: Gerenciamento, Qualidade Ambiental Interna, Energia, Transporte, Água, Materiais, Uso da terra, Seleção do local e ecologia, e Emissões.

A seguir na Tabela 18 são apresentados dentro das correspondentes categorias, os créditos da metodologia de avaliação Green Star Office Design Versão 2, que correspondem à Eficiência Energética, e são considerados relevantes na sua aplicação para arquitetura residencial de baixa renda, foco desta pesquisa.

4.7.1 Qualidade ambiental interna

IEQ-1. Fornecimento de melhores taxas de ventilação: objetiva fornecer melhores taxas de ar externo, para promover um ambiente interno saudável. São dados pontos em função de se é usada ventilação natural ou se as taxas de ar externo são melhores do que as requeridas pela AS 1668.2-1991. Apresenta critérios específicos para edificações com ventilação mecânica, natural ou uso misto.

Tabela 18 – Critérios com respectivas categorias da metodologia de avaliação ambiental GREEN STAR referentes à eficiência energética

Qualidade ambiental interna
IEQ-1. Fornecimento de melhores taxas de ventilação
IEQ-4. Iluminação natural
IEQ-8. Acesso a vistas externas
IEQ-9. Conforto térmico
IEQ-12. Níveis de ruído interno em nível apropriado
Energia
Ene-1. Redução no uso da energia
Ene-2. Aumento do desempenho energético
Ene-4. Sub medidor elétrico para locatários
Ene-7. Redução na demanda do pico de energia
Transporte
Tra-3. Facilidades para ciclistas
Emissões
EMI-7. Evitar a poluição de luz artificial
EMI-9. Uso de isolantes térmicos que não afetem a camada de ozônio (Insulant ODP)
Gerenciamento
MAN-1. Clausulas de comissionamento

IEQ-4. Iluminação natural: visa fornecer bons níveis de iluminação natural para os ocupantes do edifício. Uma porcentagem da área útil deve ter um Fator de Luz Dia não menor do que 2.5%, medido no nível do piso sob condições de céu uniforme, considerando-se como mínimo desde 30% até 90% da área útil nessas condições.

IEQ-8. Acesso a vistas externas: busca encorajar e reconhecer a redução do stress visual por parte dos ocupantes da edificação permitindo vistas de longa distância e o fornecimento de conexão visual com o exterior.

IEQ-9. Conforto térmico: pretende reconhecer o uso de critérios de conforto térmico que guiem as opções de desenho. Deve demonstrar-se que têm sido feitas avaliações de níveis de conforto térmico durante a fase de projeto e usados para avaliar opções apropriadas de serviços.

IEQ-12. Níveis de ruído interno em nível apropriado: objetiva promover edifícios que sejam projetados para manter níveis de ruído interno num nível apropriado. Até 2 pontos são outorgados quando é demonstrado que para 95% da área útil, o projeto mantém níveis de ruído nos ambientes internos de acordo com AS/NZS 2107:2000.

4.7.2 Energia

Ene-1. Redução no uso da energia: tem por objetivo reduzir energia na operação do edifício e emissões que afetem a camada de ozônio. O edifício deve alcançar um mínimo de 4 estrelas usando o Australian Building Greenhouse Rating (ABGR) scheme.

Ene-2. Aumento do Desempenho Energético: visa reconhecer projetos que contenham ferramentas de desenho que ajudem a minimizar o consumo de energia operacional e emissões de gases de efeito estufa (gases greenhouse) que afetem a camada de ozônio além do requerido no crédito anterior (Ene-1).

Ene-4. Submedidor elétrico para locatários: pretende reconhecer o fornecimento de um medidor de energia para facilitar o monitoramento pelos locatários ou usuários finais. Devem ser instalados medidores em cada andar e espaço de locação.

Ene-7. Redução na demanda do pico de energia: objetiva incentivar projetos que implementem sistemas que reduzam as demandas do pico na infra-estrutura do fornecimento de energia. Isto pode ser alcançado por geração de energia no local ou por sistemas de armazenamento de energia térmica.

4.7.3 Transporte

Tra-3. Fornecimento de bicicletários: visa encorajar edificações que incentivem o uso da bicicleta pelos ocupantes e visitantes através de espaços adequados para este uso. Deve constar no projeto local para guardar bicicletas dos proprietários e visitantes com duchas e vestiários.

4.7.4 Emissões

EMI-7. Evitar a poluição de luz artificial: tem por objetivo reconhecer um projeto de iluminação que reduz a poluição da dispersão não necessária da luz no céu noturno e dentro das propriedades vizinhas.

EMI-9. Uso de isolantes térmicos que não afetem a camada de ozônio (Insulant ODP): pretende reconhecer projetos que reduzam o potencial de dano em longo prazo à camada de ozônio através do uso de isolamento térmico que não contenha substâncias que na sua fabricação ou composição sejam prejudiciais à camada de ozônio.

4.7.5 Gerenciamento

MAN-1. Clausulas de comissionamento: tem por objetivo melhorar o desempenho dos serviços da edificação e da eficiência energética através de um comissionamento e monitoração adequada como parte dos serviços de manutenção.

4.8 Considerações e análise

A Tabela 19 sintetiza os critérios de eficiência energética presentes nas principais metodologias de avaliação ambiental de edificações. Através da análise das metodologias é possível ver que o critério de eficiência energética é uma das principais preocupações em todas as metodologias, tendo uma porcentagem alta em relação ao número total de créditos da cada metodologia, sendo aproximadamente:

Ecohomes – 22 %
Green Star – 26 %
LEED Homes -27 %
Casbee – 25 %
GB Tool – 17 %
HQE – 27 %
H&E - 28%

Além dos critérios levantados no início do relatório para um uso racional de energia foram considerados também para a análise, como colocado no início do capítulo, os relativos à qualidade do ar e emissões de poluentes por serem também uma das preocupações mais fortes nas metodologias e estarem ligadas ao tema, especialmente, neste caso através dos isolantes usados para um melhor desempenho da edificação; assim como os relativos a incentivo ao transporte alternativo e público por estarem relacionados ao gasto de energia despendida em transporte.

CRITÉRIOS	EcoHomes	Green Star	LEED for homes	CASBEE	GBTool	HQE	H & E
Melhoria no desempenho energético da edificação			1			2	
Uso de energias renováveis							
Uso de critérios de conforto térmico (T, Umidade) Conforto higrotérmico*						*	
Otimização da iluminação natural Medidas anti ofuscamento Conforto visual*	9					*	
Uso de iluminação eficiente Conforto visual *	10	11		3		*	
Eficiência da envolvente Isolamento térmico eficiente				4			
Uso da ventilação natural e/ou Manter taxas de ventilação adequadas Conforto olfativo*						*	
Qualidade do ar: Evitar poluentes na edificação Evitar odores desagradáveis (conforto olfativo) *			5			*	
Uso de produtos com Ecoselo (eletrodomésticos)							
Evitar poluição da luz devido à iluminação exterior							
Fazer comissionamento da edificação			6				
Uso de materiais relacionados à eficiência energética que não afetem a camada de ozônio	7		8				
Acesso a vistas desde as principais áreas de ocupação							
Conforto acústico							
Fornecimento de local para secagem de roupas							
Redução na demanda do pico de energia							
Incentivo ao transporte público e alternativo (bicicletários) Redução no consumo de energia no transporte							
Diminuição da produção de CO2 devido ao consumo de energia							
Fornecimento no projeto de espaço para trabalho em casa (redução do consumo de energia no transporte)							
Incentivo à assentamentos com atrações locais (diminuição de percursos em carro)							
Redução do efeito de ilha de calor							
Otimizar desempenho energético das janelas							
Conscientização do usuário							
Prever flexibilidade e adaptabilidade do edifício e para tipo de suprimento de energia							
Prever manutenção do desempenho da edificação* em condições anormais						*	
Usar paisagismo como redutor do ganho térmico Áreas externas para lazer							

Tabela 19 – Critérios de Eficiência Energética presentes nas principais metodologias de avaliação ambiental de edificações aplicáveis à HIS

1. Usa parâmetro o selo Energy Star; 2. Através da implantação, janelas, volumetria, desempenho térmico dos materiais, aproveitamento do sol, proteções solares; 3. Refere-se ao nível de iluminância; 4. Refere-se à redução da carga térmica; 5. Refere-se à ventilação de gases de combustão; 6. Para construções acima de 500 m²;

7. Refere-se à isolantes que não contenham HCFC e *boilers* com baixo nível de Nox; 8. Uso de refrigerantes que não afetem a camada de ozônio; 9. Não fala de medidas antiofuscamento; 10. Refere-se à iluminação exterior; e 11. Iluminação por zonas de níveis menores de iluminância.

De outro lado, critérios relacionados à energia para edifícios climatizados foram desconsiderados por não estarem dentro do foco da pesquisa.

Há vários pontos que através do cruzamento de critérios das diferentes metodologias (Tabela 19) identificam-se como sendo os mais relevantes e nos que deveriam concentrar-se os esforços, e serão colocados a seguir **analisados para o contexto brasileiro e dentro do foco desta pesquisa.**

1. Melhoria no desempenho energético da edificação

Este pode dizer-se que é o ponto central dos critérios de eficiência energética nas metodologias de avaliação ambiental analisadas. Na maioria dos países existem leis ou Normas de eficiência energética já estabelecidas, das quais se usam as metodologias. É o caso do LEED-Homes que prevê a obtenção deste critério através do uso do Energy Star.

O principal problema para o Brasil em relação a este ponto é a falta de normas referentes a parâmetros mínimos de eficiência energética nas edificações, o que se espera seja solucionado em breve com projetos em andamento como o do Projeto de Norma SC136 do Cibracon e o da Regulamentação em Eficiência Energética do Ministério de Minas e Energia. Também como parte deste critério, aparece nas metodologias um melhor desempenho da envolvente, geralmente relacionado a um alto nível de isolamento da edificação.

Nos países onde foram desenvolvidos estas metodologias a preocupação principal é com o aquecimento ou resfriamento da ventilação devido aos climas extremos. Para o enfoque do projeto, a principal estratégia é a aplicação das estratégias bioclimáticas de projeto de acordo à zona em que se encontre como estabelecido pela Norma Brasileira de Desempenho Térmico 15220, sendo também importante o uso dos parâmetros recomendados pela Norma para a especificação dos materiais no projeto. Isto pode ser alcançado também através da retomada de técnicas construtivas como paredes duplas, uso de câmaras de ar nas coberturas e paredes e se possível uso de materiais isolantes, como algumas das propostas alternativas que se tem hoje em dia no mercado. Pode ser considerado para a cobertura também o uso de teto verde em substituição das lajes com impermeabilização exposta à radiação solar, para melhoria do desempenho térmico, e para climas frios o uso de janelas com vedação contra infiltração. É importante também salientar neste ponto a otimização do desempenho energético nas janelas; critério que se acredita ser de grande importância para um melhor desempenho das habitações e com uma necessidade grande de inovação no Brasil, mas que somente é tratado como um crédito específico no LEED-H, sendo que nas outras metodologias se encontra diluído em outros critérios de desempenho geral da edificação. Para climas quentes, o importante é manter a circulação do ar através do ambiente, quando seja indicada a estratégia de ventilação no zoneamento bioclimático brasileiro, com o uso de venezianas que garantam um bom sombreamento junto à ventilação.

2. Uso de energias renováveis

Para habitações de interesse social o foco deve estar na adoção de energia solar para aquecimento em substituição ao chuveiro elétrico. Dentro deste critério o GB Tool e HQE consideram prever flexibilidade para tipo de suprimento de energia, o que com o rápido avanço das tecnologias, considera-se como sendo muito importante. Deve prever-se principalmente nas HIS a instalação futura de aquecedores solares para substituir o uso do chuveiro elétrico, quando não puder ser instalado inicialmente na habitação.

3. Uso de critérios de conforto térmico

Principalmente relacionados à temperatura e umidade. Para este item a adoção das normas de desempenho térmico já aprovadas, por parte dos projetistas, e a exigência das mesmas por parte dos encarregados das análises de projeto é fundamental.

4. Otimização da iluminação natural

Nas edificações comerciais inclui critérios para medidas anti ofuscamento; não aparecendo esta preocupação com as de enfoque residencial. Para as habitações de baixa renda é um dos itens principais para considerar-se no projeto, em todos os ambientes, especialmente nas áreas de serviço e cozinha que em geral apresentam iluminação natural deficiente ou inexistente, e para um melhor desempenho deste item é necessário um aprimoramento tecnológico do sistema janela/mecanismo de sombreamento.

5. Uso de iluminação eficiente

Neste ponto as metodologias referem-se ao uso de lâmpadas eficientes e manter níveis de iluminação adequados, não super dimensionados. Só as metodologias como o CASBEE o GREEN STAR com enfoque no comercial mencionam o critério de iluminação por zonas, que neste caso pode ser considerado em função da especificação de diferentes circuitos para cada ambiente, e no posicionamento de locais com tarefas visuais críticas mais perto das janelas. Dentro das HIS o uso de lâmpadas fluorescentes compactas e reatores eletrônicos (quando necessário) em substituição às incandescentes é algo prioritário.

6. Manter taxas de ventilação adequadas

Manter taxas de ventilação adequadas para as edificações tanto naturalmente quanto mecanicamente ventiladas aparece como um critério bastante enfatizado e ligado a garantir uma adequada qualidade do ar interno dentro da edificação. O que vai permitir também livrar a edificação de poluentes internos. Neste ponto só uma metodologia faz menção ao conforto olfativo como tal (odores desagradáveis), o HQE. Para o Brasil é umas das principais estratégias a considerar-se em quase todo o território nacional, sendo que tem que levar-se em consideração tanto no planejamento urbano, devido a que a localização das edificações entre si e um maior adensamento podem prejudicar o potencial de ventilação das habitações, quanto na edificação através de estratégias na arquitetura que aumentem o potencial da ventilação, assim como o posicionamento das aberturas, um maior desenvolvimento das esquadrias e suas variações e componentes.

7. Uso de materiais que não afetem a camada de ozônio

No Green Star este critério se refere ao uso de refrigerantes no sistema de HVAC, e no LEED-H e ECOHOMES referem-se basicamente à composição dos isolantes usados e a boilers com baixo nível de NOx. Este último não foi considerado aqui por estar dentro do subprojeto de aquecimento solar.

8. Uso de produtos que apresentem selo de eficiência energética

Somente duas das metodologias falam explicitamente deste critério, o Ecohomes e o LEED-H, pelo que se ratifica a importância deste critério para uma metodologia com foco em habitação, razão pela qual países como a Inglaterra consideram a incorporação destes equipamentos como parte das habitações na hora da venda, dentro das suas políticas públicas para um uso racional da energia. Nas habitações de baixa renda no Brasil, este é um critério para ser considerado para todos os equipamentos usados na habitação, principalmente na geladeira e lâmpadas.

9. Evitar poluição de luz devido à iluminação exterior

Critério presente no CASBEE e GREEN STAR, não considerado pelas outras metodologias, e que para edificações de baixa renda seria importante mais no planejamento da iluminação pública.

10. Uso de critérios de conforto acústico

Este ponto está presente em quase todas as metodologias, e embora não tenha relação direta com a eficiência energética foi levado em consideração por pensar-se ser um ponto relevante e que não estaria sendo contemplado em nenhum outro subprojeto.

11. Comissionamento da edificação

Um critério forte na maioria das metodologias, principalmente aquelas com foco em edificações comerciais, especialmente importante em edificações condicionadas artificialmente. Para o setor residencial o seu uso pode ser mais considerado para edificações de maior porte como empreendimentos habitacionais para garantir que os sistemas projetados funcionem de acordo ao previsto no projeto, e no foco deste projeto pode ser considerado para o sistema de aquecimento solar, garantindo o sua correta instalação e desempenho.

Os critérios listados acima são os que aparecem com maior força em cada uma das metodologias e por isto foram listados em destaque. Todos eles a exceção do conforto acústico estão relacionados com o enfoque ambiental da edificação, mas a alguns pontos que somente algumas metodologias consideram e tem relação com critérios de projeto, a implantação da edificação ou o usuário final, mas que vão refletir diretamente no uso racional da energia da edificação. Sendo estes:

12. Fornecimento de local para secagem de roupas

Critério que pode gerar importantes poupanças energéticas na habitação, cada vez menos presentes nos projetos atualmente e que para edificações de baixa renda evitaria o uso futuro da secadora o que elevaria a mais gastos energéticos na edificação.

3. Incentivar mudanças culturais = Incentivo ao transporte público e alternativo, fornecimento de espaço de trabalho em casa e incentivo à implantação no projeto de atrações locais

Estes critérios todos interligados são colocados dentro de um maior que está dentro da dimensão social da sustentabilidade, como é o de propiciar mudanças culturais/ comportamentais. Na medida em que uma grande parte de energia e emissões são geradas pelo transporte; um incentivo ao transporte público e alternativo como bicicleta (contemplado pelo Ecohomes, Green Star e GB Tool), junto com locais com maior urbanidade que criem atrações que supram as necessidades dos usuários em percursos a pé ou de bicicleta, e espaços nas habitações para o trabalho em casa (relacionado somente no Ecohomes), podem gerar grandes ganhos energéticos devido ao transporte. Este último item influi de forma direta na configuração da habitação onde deve ser pensados espaços com estas alternativas, para evitar crescimentos futuros da mesma sem qualidade.

14. Conscientização do usuário

Mencionado pelo LEED-H, mas de extrema importância para um desempenho ótimo da edificação quando se consideram variáveis para um uso racional da energia. O GB Tool relaciona este ponto como treinamento do pessoal de operação da edificação, não colocado nesta análise por ser pensado para edificações de maior dimensão.

15. Prever redução do efeito de ilha de calor

Pontuado somente pelo CASBEE que tem seu enfoque em edifícios comerciais, mas pode ser considerado como um critério importante nas HIS para diminuição de cargas térmicas externas, através da promoção de áreas de circulação interna no loteamento com sombreamento, pavimentação mais permeável e com materiais de maior reflexão. Dentro deste item pode ser considerado 'Usar paisagismo como redutor de ganho térmico', critério muito relevante considerado SOMENTE pelo GB Tool. Preferencialmente que seja utilizado um paisagismo produtivo e com vegetação nativa ou já adaptada ao local, e para locais que apresentam a estratégia de aquecimento solar no inverno, é importante também o uso de vegetação com folhas caducas, que no verão funcionem como barreira térmica e no inverno quando seja necessário um aquecimento passivo deixem passar o sol.

5. Considerações Finais

Os critérios levantados anteriormente devem ser considerados em uma metodologia de avaliação brasileira com foco nas habitações, levando em conta adaptações que tenham que ser feitas para uma melhor contextualização regional. Apresentam-se problemas como a falta de parâmetros nacionais e normas de desempenho energético já estabelecidas, o que já possuem os países em que estão implantadas estas metodologias, como mencionado anteriormente; ao igual do que a falta de incentivos estatais e locais para implementarem muitos destes critérios, o que será desenvolvido em tema posterior no projeto quando sejam colocadas proposições de políticas públicas. A proposição de implementação destes parâmetros dentro de uma metodologia brasileira de avaliações para habitações também será aprofundada na etapa seguinte deste projeto.

Neste capítulo foram abordados os principais conceitos relacionados com a eficiência energética nas habitações de baixa renda no Brasil. Foi mostrada a importância do setor residencial de baixa renda na participação do consumo de energia dentro do panorama nacional, e da relevância no uso de conceitos de eficiência energética desde a fase de projeto para melhorar o atual consumo energético e evitar consumos elevados no futuro, na medida em que a população cresça e melhore a sua renda e exigências.

No setor residencial de baixa renda o consumo de energia apresenta como principais usos finais:

- Iluminação
- Uso de eletrodomésticos
- Energia para cocção, e
- Energia para aquecimento da água.

O capítulo abordou estratégias para diminuição do consumo focado em iluminação e no uso de eletrodomésticos, já que o uso da lenha para cocção é considerado como um material mais renovável e por o aquecimento de água estar sendo estudado em outro capítulo.

Entre os conceitos relacionados foram abordados o estudo da bioclimatologia, que engloba o desempenho térmico da edificação, o conforto ambiental, a ventilação natural e a iluminação natural e iluminação eficiente; assim como também foram considerados o uso de recursos renováveis de

energia e o uso de aparelhos energeticamente eficientes. Entre esses conceitos ressalta-se a importância da aplicação das Normas de desempenho térmico aprovadas e em estudo, principalmente no relacionado à concepção de projetos a partir das diretrizes estipuladas no zoneamento bioclimático brasileiro da NBR 15.220-3 de 2005. A diferença de outros países, o Brasil está com carência de parâmetros de desempenho ambiental o que começa a ser suprido em parte com a aplicação das Normas aprovadas e com a futura aprovação das que estão em andamento.

Critérios como o uso da iluminação natural, iluminação eficiente e da ventilação são básicos para os projetistas considerarem nos projetos para HIS. Igualmente, o uso de eletrodomésticos com baixo consumo de energia se coloca também como outra das estratégias importantes para obterem-se importantes ganhos energéticos nas habitações de baixa renda, onde seriam necessárias políticas públicas ou incentivos para que seja popularizada mais esta prática dentro do setor.

Da mesma forma o uso de componentes com um desempenho térmico adequado dependendo da região climática em que se encontre, é algo de fundamental importância, para o qual deve ser considerado o desempenho da envolvente (paredes e coberturas) e o uso de materiais que proporcionem um melhor desempenho térmico como mantas isolantes e principalmente forros, os quais não são comumente usados nas HIS. Entre os outros componentes usados no setor constatou-se que o componente janelas com dispositivos de sombreamento é um dos que mais precisaria de inovações na área.

A análise das metodologias de avaliação mostrou os parâmetros que estão sendo considerados por outros países na avaliação ambiental das suas edificações, o que servirá de base para a proposição de uma metodologia própria para o país, além de servirem de diretrizes para projetos mais sustentáveis. Através da análise foram constatados também os benefícios de se ter parâmetros de referência como os já existentes em outros países sobre normas de eficiência energética e da importância da contextualização dos critérios em função das necessidades diferentes nas regiões climáticas do país, assim como foi constatado a importância da eficiência energética dentro do panorama da sustentabilidade e das metodologias de avaliação ambiental de edificações.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, M.; SCHAEFFER, R.; LA ROVERE, E. The potential for electricity conservation and peak load reduction in the residential sector of Brazil. **Energy**, v. 26, n. 5, p. 413-429, Apr. 2001.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **ASHRAE Green Guide**. David Grumman (Ed.). Atlanta, 2003. 165 p.

_____. **ASHRAE STANDARD 90.1-1999**: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Atlanta: Illuminating Engineering Society of North America; ASHRAE, 1999. 160 p.

ANDRADE, S.F. **Estudo de estratégias bioclimáticas no clima de Florianópolis**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: http://www.eps.ufsc.br/disserta96/suely/index/ind_sue.htm. Acesso em: 12 set. 2005.

BITTENCOURT, L; CANDIDO, C. **Introdução à ventilação natural**. Maceió: EDUFAL, 2005. 147p. :il.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NB 57**: Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR 10.152**: Níveis de Ruído para Conforto Acústico. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 15.215**: Iluminação Natural de Edificações. Rio de Janeiro, 2005a.

_____. **NBR 15.220**: Desempenho Térmico para Edificações. Rio de Janeiro, 2005b.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Programa Déficit Habitacional no Brasil**: Municípios Selecionados e Microrregiões Geográficas. 2. Ed. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/index.php?option=content&task=section&id=49&menupid=287&menutp=cidades>. Acesso em: 22 nov. 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. ELETROBRÁS. **Projeto Ribeirinhas**: Energia elétrica para populações isoladas. Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.eletronbras.gov.br/EM%5FProgramas%5FRibeirinhas/>. Acesso em: 29 jan. 2006.

_____. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Eletrobrás**. [Homepage Institucional]. Disponível em: <http://www.eletronbras.gov.br>. Acesso em: 07 maio 2005.

_____. **Balanco Energético Nacional 2005 (BEN)**. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: 28 jan. 2006.

_____. **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL)**. Brasília, 1985. Disponível em: www.eletronbras.gov.br/procel. Acesso em: 19 nov. 2005.

BREEAM Office BRE. **ECOHOMES**: The Environmental rating for Homes: Worksheets. Watford, UK, Mar. 2002. 78 p.

BROWN, G.Z.; DEKAY, Mark. **Sol, Vento & Luz**: estratégias para o projeto de arquitetura. 2.ed. São Paulo: Bookman, 2004. 415 p.

BRUNTLAND, G. (Ed.). **Our common future**: The World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University, 1987. Disponível em: http://www.are.admin.ch/are/en/nachhaltig/international_uno/unterseite02330/index.html.

Acesso em: 15 Abr. 2005.

BUENO, A.D. **Transferência de Calor e Umidade em Telhas Cerâmicas**: Simulação e Análise Experimental. 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CAIXA). **Desenvolvimento Urbano**. [Homepage da CAIXA sobre Desenvolvimento Urbano]. Disponível em: <https://webp.caixa.gov.br/urbanizacao/index.asp>. Acesso em: 30 jan. 2005.

CASA EFICIENTE. **Projeto Casa Eficiente**. [Homepage do Projeto]. Disponível em: <http://www.casaeficiente.com.br>. Acesso em: 12 nov. 2005.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT (CSTB). **Référentiel Technique de Certification Bâtiments Tertiaires**: Démarche HQE® Bureau et Enseignement. Paris, 2004.

CENTRO DE APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS EFICIENTES (CATE). **Planilha de Cálculo do consumo Residencial de Energia Elétrica**. Disponível em: <http://www.cate.cepel.br/planilha/CalculoConsumoEnergia.xls>. Acesso em: 09 fev. 2006.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO (CRESESB). **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/atlas_eolico_brasil/atlas-web.htm. Acesso em: 05 fev. 2006.

CENTRO EXPERIMENTAL DE TECNOLOGIAS HABITACIONAIS SUSTENTÁVEIS (CETHS) 2001. [Homepage do Projeto de pesquisa CETHS]. Disponível em: <http://www.cpgec.ufrgs.br/norie/ceths/index2.htm>. Acesso em: 24 nov. 2005.

CENTRO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS. [Homepage Institucional]. Disponível em: <http://www.cndpch.com.br>. Acesso em: 05 mar. 2006.

COMITÊ BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO CIVIL (COBRACON) DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. [Homepage Institucional]. Disponível em: <http://www.cobracon.org.br>. Acesso em: 07 fev.2005.

DIGIACOMO, M. **Estratégias de projeto para a habitação social flexível**. 2004. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

DUARTE, E. **Estudo do Isolamento Acústico das Paredes de Vedação da Moradia Brasileira ao Longo da História**. 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). **Official Energy Statistics**. [Homepage Institucional]. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/>. Acesso em 10 maio 2005.

EVANS, M. **Housing, climate and comfort**. London: Architectural, 1980. 186 p.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. [Homepage Institucional]. Dados sobre Déficit Habitacional no Brasil. Disponível em: <http://www.fjp.gov.br/>. Acesso em: 15 ago. 2005.

GAUZIN-MULLER, D. **Arquitetura Ecológica**. Barcelona: Gustavo Gili, 2002. 286 p.

GHIAUS, C.; ALLARD, F. (Ed). **Natural Ventilation in the Urban Environment**: Assessment and Design. London: EARTHSCAN, 2005. 241 p.

GHIAUS, C.; ROULET, C. (Ed). Strategies for Natural Ventilation. In: GHIAUS, C.; ALLARD, F. (Ed) **Natural Ventilation in the Urban Environment: Assessment and Design**. London: EARTHSCAN, 2005. 241p.

GREEN BUILDING COUNCIL OF AUSTRALIA. **Green Star**: Office Design. Rating Tool v.2. Disponível em: www.gbcaus.org. Acesso em: 12 jul. 2005.

HABITARE. Programa de Tecnologia de Habitação. [Homepage Institucional]. Disponível em: <http://habitare.infohab.org.br/>. Acesso em: 20 abr. 2005.

INO, A.; SHIMBO, I.; SOUZA, A. Otimização do processo de fabricação de esquadrias de madeira no centro produtor da região Sul e desenvolvimento de janelas de baixo custo para habitação social. In: FORMOSO, C.T.; INO, A. (Ed.). **Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional**. Porto Alegre: ANTAC, 2003. Cap. 9, p. 422-453. (Coletânea Habitare, v. 2). Disponível em: <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/107.pdf>. Acesso em: 29 set. 2005.

INSTITUTE FOR BUILDING ENVIRONMENT AND ENERGY CONSERVATION (IBEC). COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILDING ENVIRONMENTAL EFFICIENCY (CASBEE). **CASBEE-NC** (for New Construction): Assessment Software v.1. 2004. Disponível em: <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>. Acesso em: 18 de jun 2005.

_____. **CASBEE-NC (for New Construction)**: Technical Manual. 2004. 231 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). [Homepage Institucional]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). **Programa Brasileiro de Etiquetagem**. [Homepage Institucional]. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br>. Acesso em: 07 fev. 2006.

INTERNATIONAL INITIATIVE FOR A SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT (IISBE). **GB TOOL**: Green Building Tool: GB Tool User Manual. Ottawa, Feb. 2002. 70 p.

_____. **GB TOOL**: Green Building Tool: GBT05 Demo. Ottawa, 18 Aug. 2005. Disponível em: http://www.iisbe.org/down/gbc2005/GBtool_2k5_Demo_unlocked/. Acesso em 20: de jun. 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 7730**: Moderate Thermal Environments: Instruments and Methods for Measuring Physical Quantities. Geneva, 1994.

KRAUSE, C.; LOMARDO, L.; MAIOR, F. **CADERNO 9 – MCIDADES PARCERIAS**: Eficiência Energética em Habitações de Interesse Social. Brasília: PROCEL/Eletróbras/Ministério de Minas e Energia; Ministério das Cidades, 2005. 113 p.

LA ROVERE, E.; AMERICANO, B. Domestic actions contributing to the mitigation of GHG emissions from power generation in Brazil. **Climate Policy**, v. 2, n. 2-3, p. 247-254, Sept. 2002.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. [Homepage do Laboratório de Pesquisa]. <http://www.labee.ufsc.br/>.

_____. **Programa Analysis BIO**. 2003. Disponível em:

_____. **Programa Analysis SOL_AR**. 2005. Disponível em: www.labee.ufsc.br.

LAMBERTS, R. **Desempenho Térmico de Coberturas Leves com Ático**: bancada de testes e

- modelo matemático. 1983. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1983.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW, 1997. 192 p.
- LANG, S. Progress in energy-efficiency standards for residential buildings in China. **Energy and Buildings**, v. 36, n. 2, p. 1191-1996, Dec. 2004.
- OLGYAY, V. **Clima y Arquitectura en Colombia**. Universidad del Valle, Facultad de Arquitectura, Cali – Colombia. 1968. 240 p.
- ROAF, S.; FUENTES, M.; THOMAS, S. **Ecohouse: a design guide**. London: Architectural, 2001. 346 p.
- RÜTHER, R. **Edifícios Solares Fotovoltaicos: O potencial da Geração Solar Fotovoltaica Integrada a Edificações Urbanas e Interligada à Rede Elétrica Pública no Brasil**. Florianópolis: LABSOLAR, 2004. 114 p.
- SANTAMOURIS, M. Energy in the Urban Built Environment: The Role of Natural ventilation. In: GHIAUS, C.; ALLARD, F. (Ed.). **Natural Ventilation in the Urban Environment: Assessment and Design**. London: EARTHSCAN, 2005. 241 p.
- 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 set. 2005.
- TAVARES, S.F. **Metodologia para análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- TAVARES, S.F.; LAMBERTS, R. Consumo de energia para construção, operação e manutenção das edificações residenciais no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 2005, Maceió. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2005.
- TRIANA, M.A. **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.
- UNITED NATIONS. **Earth Summit Agenda 21**. United Nations Conference on Environment and Development – UNCED. Rio de Janeiro: [s.e.], jun.1992. [versão em português: Agenda 21 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento] 1992 – Rio de Janeiro. Disponível em: . Acesso em: 5 abr. 2005.
- US CENSUS BUREAU. **World Population Information**. Washington, 2005. Disponível em: <http://www.census.gov/ipc/www/world.html>. Acesso em 12 abr 2005.
- US DEPARTMENT OF ENERGY – DOE. [Homepage Institucional]. Disponível em: <http://www.energy.gov/>. Acesso em: 02 maio 2005.

US GREEN BUILDING CONCIL. **LEED for Homes Program**. Rating System for Pilot Demonstration, Versão 1.72. Washington, 2005, 138 p. Disponível em: <https://www.usgbc.org/>. Acesso em: 16 out. 2005.

VITTORINO, F; SATO, N; AKUTSU, M. Desempenho térmico de isolantes refletivos e barreiras radiantes aplicados em coberturas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7; CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES, 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ANTAC, 2003. p. 1277-1284.

WIEL, S.; MC MAHON, J. Governments should implement energy-efficiency standards and labels cautiously. **Energy Policy**, v. 31, n. 13, p. 1403-1415, Oct 2003.

WINES, J. **Green Architecture**. Milan: Taschen, 2000. 240 p.

YEANG, K. **El rascacielos ecológico**. [The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings]. Barcelona: Gustavo Gili, 2001. 303 p.

ANEXO A

Metodologias de certificação ambiental de edificações: eficiência energética



ANEXO A

Metodologias de certificação ambiental de edificações: eficiência energética

Neste anexo são vistos em maior profundidade os parâmetros que fazem parte dos critérios levantados na análise de algumas das metodologias de avaliação ambiental correspondentes à **eficiência energética** para habitações de baixa renda.

As metodologias apresentadas são:

Metodologia 1: BREEAM / Ecohomes – Reino Unido	71
Metodologia 2: LEED for Homes - Estados Unidos	77
Metodologia 3: CASBEE - Japão	82
Metodologia 4: GB TOOL	87
Metodologia 5: GBC - Green Star – Austrália	91

Energia

A. Evitar a produção de Carbono devido ao consumo de energia

Objetivo: Minimizar as emissões de CO₂ na atmosfera provenientes da operação da habitação e seus serviços. Avalia a quantidade de CO₂ emitida pela habitação como resultado da calefação, aquecimento de água, iluminação e equipamentos eletrodomésticos.

O CO₂ é selecionado como a medida de quantidade já que tem um impacto ambiental direto e permite levar em consideração o tipo de combustível primário. A escala do crédito se relaciona aos requerimentos de energia operacional da habitação numa situação operacional Padrão no lugar da energia atual usada. Isto é usado para comparar as características básicas de desempenho de umas habitações com outras. Deve ser salientado que o consumo real de energia pode ser marcado diferente, como um parâmetro já que características específicas do usuário o afetarão, tais como, as horas de operação da calefação, o tipo e tamanho da família, uso de eletrodomésticos, etc.

Os créditos são ganhos pela quantidade de emissões de CO₂, e vão desde 60 kg/m²/ano até zero ou menos kg/m²/ano de emissões de CO₂. Como o crédito refere-se às emissões de CO₂, as habitações que usam gás terão uma pontuação melhor do que as que usam outros combustíveis fósseis, já que as emissões de CO₂ do gás são das menores considerando todos os combustíveis fósseis.

Os cálculos levam em consideração a iluminação, uso de energias renováveis, CHP (*Combined heat power*) e ar condicionado usado.

Para a iluminação, considera se são usadas de forma total, parcial ou nenhuma lâmpadas com baixo consumo de energia.

Para o uso de energias renováveis, considera o uso de certos sistemas de energias renováveis (ex. solar, painéis para aquecimento de água, e equipamentos com combustão de madeira). Medido em kWh por ano de energia renovável.

Para o CHP leva em consideração a carga de aquecimento e carga de energia, em kWh/ano.

E para o ar condicionado quando usado, com uma fórmula simples se estabelecem as emissões preditas de CO₂.

OBS: No caso de conjunto de casas, os cálculos são feitos para cada tipo de casa, considerando-se sempre as de maior desvantagem, casas com maior quantidade de paredes externas e com maior fachada Norte (na Inglaterra).

B. Melhorar o desempenho da envolvente da edificação

Objetivo: Melhorar a eficiência das habitações através de toda a sua vida, ou encorajar habitações reformadas a melhorar os seus padrões de isolamento.

A envolvente é um dos componentes que ao longo da vida tem uma influência mais significativa no consumo de energia. Em 2002 foram estabelecidas no Reino Unido as normas de desempenho térmico 2002 – *Building Regulations*, que melhoram o desempenho geral das habitações, através do estabelecimento de padrões básicos de U (transmitância). Assim os créditos são diferenciados para habitações construídas antes da norma de 2002, e são levados em consideração os valores de U para parede, piso, teto, janela e porta.

C. Fornecimento de local para secagem de roupas

Objetivo: Minimizar a quantidade de energia usada para secagem de roupas, encorajando a secagem de roupas de forma natural no lugar de usar uma secadora.

Especialmente importante para considerar-se em habitações sem grandes jardins. O local de secagem pode ser interno, externo ou coberto. A medida mínima necessária é dada em número de camas, sendo uma linha de 6 m para unidades de 3 ou mais camas, ou 3 metros para unidades de 1 ou 2 camas.

Requisitos para o espaço de secagem de roupas:

Espaço externo: Jardim privado ou comunal, com segurança, ou

- Balcão, que possa ser aberto ao menos em toda a sua frente, e
- Acessórios para fixação de cordas para secagem.

Espaço interno: Espaço sem calefação com boa ventilação natural,

- Espaço com aquecimento com adequada e controlada ventilação
- i.e extractor com sensor de umidade ou ventilação passiva

OBS: Os usos dos espaços para a secagem não devem impedir o uso pretendido dessa área.

D. Uso de produtos com ecoselo

Objetivo: Encorajar o fornecimento ou compra de equipamentos eficientes, para reduzir as emissões de CO₂ da residência¹.

Este crédito dá pontos aos eletrodomésticos com ecoselos (selos de eficiência energética) para diferenciar as suas emissões de aqueles que não tem. Tomam-se em conta os seguintes eletrodomésticos: geladeira, *freezer*/geladeira, freezer, lavadora de roupas, secadora, lavadora de pratos. No caso de que não sejam fornecidos equipamentos com ecoselos, deve ser fornecido ao futuro locatário ou comprador, informação explicando sobre selos para consumo de energia, da sua importância e benefícios, e de preferência todos os eletrodomésticos devem ter selo A no *EC Energy Efficiency labelling scheme*. Secadoras e lavadoras/secadoras podem ter selo C ou mais.

E. Iluminação exterior eficiente

Objetivo: Encorajar o fornecimento de iluminação externa energeticamente eficiente e adequadamente controlada para minimizar o consumo de energia.

Inclui-se neste item luz da garagem, iluminação pelas portas externas, iluminação em *halls* e escadas e qualquer iluminação de segurança.

Os créditos são dados para:

Uso de luminárias com lâmpadas fluorescentes compactas (CFL) para os ambientes acima descritos; toda a iluminação do alarme contra roubo deve ter no máximo 150 W e ter sensores de movimento e sensores para integração como luz natural; toda a outra iluminação de segurança deve ter lâmpadas fluorescentes compactas ou *strip lights*, e devem ser equipados com sensores de iluminação natural ou *timers*, e este crédito também pode ser alcançado usando luminárias que usem energia solar.

¹ Para habitações construídas nas normas da *Building Regulations 2002 part L*, a iluminação e os eletrodomésticos contam como 1/3 das emissões de CO₂.

Transporte

Objetivo: As distâncias entre as edificações e seus diferentes usos, tendem a ser cada vez maiores, o que ocasiona grandes gastos energéticos pelo transporte. Segundo dados no Manual do Ecohomes; no Reino Unido o transporte de pessoas entre edifícios conta em 22% da energia nacional (dados de 1996), sendo que a energia usada e as emissões pelo transporte estão crescendo aproximadamente 4% ao ano, devido principalmente ao aumento no transporte privado. Para diminuir-se as emissões de CO₂, o uso de energia para o transporte e a poluição e desconforto gerados, deve-se diminuir as distâncias entre os locais e incentivar o uso do transporte coletivo. Com isto em mente, a proposta do Ecohomes é que deve ser incentivada nos projetos a integração com o transporte público, junto com caminhos seguros para pedestres que levem das residências aos locais necessários, ou ainda que forneçam a opção aos usuários de trabalhar em casa, deixando para isto as residências preparadas em termos de espaços e serviços de telecomunicações.

F. Incentivo ao Transporte público

Objetivo: Encorajar incorporadores a fornecer opções de formas de transporte que minimizem o uso do carro.

Os créditos são considerados para o projeto em que 80% dele se encontre entre 500m e 1000 m de um ponto de ônibus, que tenha um caminho seguro de pedestres e leve ao centro local, centro da cidade ou um terminal de transporte, e tenha serviços no mínimo horários entre as 07h30min e 20h00min. Consideram-se transportes como: ônibus, trem, metrô, e as medidas tomadas para garantir a segurança do pedestre no caminho, tais como, limitador de velocidade, ou outras medidas.

G. Fornecimento de bicicletários

Objetivo: Encorajar o uso de bicicletas como meio de transporte, fornecendo bicicletários seguros.

O número de quartos na habitação determina os espaços necessários para bicicletas por cada residência, assim: 1 ou dois quartos – depósito para 1 bicicleta.

3 quartos - depósito para 2 bicicletas.

4 quartos ou mais - depósito para 4 bicicletas.

Para obter este crédito o espaço mínimo necessário para armazenagem da bicicleta quando ela não está pensada pendurada nas paredes da garagem (com espaço adequado para a bicicleta/s e o carro junto) ou em algum outro sistema apropriado é:

1 bicicleta: 2 x 0.75 m

2 bicicletas: 2 x 1.5m

4 bicicletas: 2 x 2.5 m

H. Incentivo a facilidades locais

Objetivo: Encorajar inversionistas a planejar novos assentamentos de habitação de forma a que contenham áreas de comércio e outras atrações, para incentivar a independência do carro por parte dos moradores. Requisitos para o crédito: 80% do empreendimento devem estar dentro de distâncias que possam ser percorridas a pé até as atrações locais (com passagens e rotas seguras para pedestres), com localização dentro de 500m de caixa de correio e mini-mercado, ou 1 km de oficina de correio, banco, farmácia, escola, centro médico, centro de lazer, centro comunitário e *playground* infantil, com rotas seguras de pedestres.

I. Fornecimento de espaço para trabalho em casa

Objetivo: Reduzir a necessidade de transporte ao local de trabalho através do fornecimento do espaço e serviços necessários para o trabalho desde a residência, instalando um espaço para trabalho dentro da habitação, em local adequado e tranquilo.

Requisitos mínimos do local:

- 2 tomadas dupla
- 2 pontos de telefone (ou ponto duplo) ou equivalente (no caso de banda larga, ou cabo de rede).
- Janela
- Ventilação adequada através da janela ou ventilação alternativa
- Local mínimo que comporte uma escrivaninha, mesa para computador, e armário, com espaço para circular e abrir a porta.

Para apartamentos de 1 quarto ou *flat*, o local pode ser no quarto ou *living*, mas tem que ter no mínimo uma parede de 2,50 m e as tomadas devem estar posicionadas de tal forma que evitem o uso de extensões.

Poluição

As principais preocupações respeito à poluição atual são que o aumento de CO₂ e outros gases na atmosfera estão aumentando o efeito estufa, levando a uma mudança no clima, e que o despejo de alguns químicos na atmosfera está levando à destruição da camada de ozônio que protege aos seres vivos da radiação UV nociva do sol.

J. Uso de materiais que não afetem a camada de ozônio (Redução de emissões HCFC)

Objetivo: Diminuir a quantidade de substâncias nocivas à camada de ozônio lançadas à atmosfera.

O principal uso de substâncias nocivas à camada de ozônio em residências, é como agentes fundidos no material de isolamento. Por isso este crédito se relaciona ao uso de isolantes que não tenham na sua fabricação substâncias nocivas à camada de ozônio.

ODP está definido como a mudança total no ozônio, por unidade de massa quando a substância alcançou um estado constante na atmosfera.

Conta nos créditos o uso de materiais isolantes com zero potencial de esgotamento da camada de ozônio, no telhado (incluindo acesso ao *loft*), paredes externas e internas (incluindo vergas de portas e janelas), piso (incluindo fundações), cilindro de água quente, tubos isolantes e outros acumuladores térmicos.

Os seguintes materiais são conhecidos como tendo zero potencial de esgotamento da camada de ozônio:

- fibra mineral
- fibra de vidro
- cortiça
- vidro celular
- poliestireno expandido (do grânulo)
- placa de fibra de madeira
- lã
- linho
- jornal reciclado

K. Boilers com baixa emissão de NOx

Objetivo: Reduzir o NOx lançado na atmosfera.

O gás no sistema de aquecimento doméstico é uma fonte com baixo conteúdo de NOx, enquanto estações de energia, (e aquecimento elétrico) são uma fonte significativa de NOx. Enquanto o CO2 é produzido simplesmente em proporção à quantidade de gás queimado, as quantidades de emissões de NOx variam de produto para produto. Este crédito recompensa quem inclui *boilers* com baixo nível de NOx nos seus sistemas. Os *boilers* usados na residência devem ter emissões de NOx menores ou iguais a 70 mg/kWh até no máximo de 150 mg/kWh.

OBS: As emissões de Nox de estações de energia são de aproximadamente 1400 mg/kWh, não se enquadrando dentro dos requisitos no crédito, mas fontes renováveis de energia como solar ou vento, não tem emissões de NOx.

Saúde e bem estar

De acordo ao Ecohomes, em países como o do Reino Unido e demais países ocidentais, as pessoas passam aproximadamente 90% do seu tempo em edificações ou ambientes construídos, razão pela qual as edificações tem uma grande influencia na qualidade de vida dos seus ocupantes, ao fornecerem espaços para trabalhar, lazer e habitação, devendo por tanto estes espaços serem locais saudáveis e confortáveis. Desta forma, para o Ecohomes uma das questões chaves para uma melhor qualidade de vida é a disponibilidade de espaço externo ao redor ou perto da residência, e internamente, os aspectos principais são a iluminação natural e a qualidade acústica das residências.

S. Iluminação natural

Objetivo: Melhorar a qualidade de vida nas residências através de uma boa iluminação natural, contribuindo também na redução da necessidade de energia para iluminação artificial.

A iluminação natural além causar uma sensação de bem estar é relevante para a saúde e é um dos aspectos para buscar uma eficiência energética da iluminação. Iluminação natural adequada reduz o consumo de energia para iluminação elétrica, e ter-se um ganho solar em inverno reduz a necessidade de energia usada para aquecimento.

A quantidade e qualidade de luz natural no interior de uma edificação depende de:

- Tamanho e posição das janelas
- Profundidade e forma dos ambientes
- Cores das superfícies internas
- Desenho do ambiente externo: (obstrução de edificações e objetos)

O crédito conta pontos na medida em que o desenho da cozinha (como mínimo este ambiente) e outros ambientes habitáveis (estar, jantar, e *home office*) sigam os requisitos necessários para iluminação natural previstos pela Norma Inglesa (*British Standard BS 8206: part 2*).

Cozinha: Fator de luz dia mínimo: 2 % + Vista ao exterior em ao menos 80% da área do ambiente (numa altura de 0.85 m) e de todas as superfícies fixas de trabalho (bancadas) e mesa.

Demais cômodos habitáveis: Fator de luz dia mínimo: 1.5 % + Vista ao exterior em ao menos 80% da área do ambiente (numa altura de 0.85 m).

T. Isolamento acústico

Objetivo: Encorajar fornecimento de melhoria acústica entre paredes divisórias e pisos para reduzir

a probabilidade de aborrecimento dos usuários e aumentar a privacidade dos ocupantes.

O crédito dá pontos a desempenho acima do exigido no *Document Part E of the Building Regulation*. Quando não se tem paredes divisórias e pisos divididos, ganham-se automaticamente alguns pontos. São dados um número maior de créditos quando todas as casas são isoladas, e são especificados 4 tipos de paredes (com alguns subtipos) para serem usadas segundo estudos de critérios de acústica do BRE, sendo elas:

1. Alvenaria sólida:

- Bloco de concreto rebocado em ambas as faces
- Concreto in loco, ou painéis grandes, com reboco opcional.
- Tijolo, com reboco em ambas as faces.

2. Alvenaria com furos:

- Tijolo furado duplo, com furo de 50 mm.
- Bloco leve de agregado duplo
- Bloco denso de agregado duplo

3. Alvenaria entre painéis isolados.

4. Madeira e steel frames com material absorvente.

Dos pisos são especificados 3 tipos:

1. Base em concreto com contrapiso.
 2. Base em concreto com camada flutuante.
 3. Base do assoalho de madeira ou de *steel frame* com camada flutuante e teto com isolamento.
-

São apresentadas os créditos dentro das categorias que apresentam relação com a eficiência energética:

Qualidade Ambiental Interna (IEQ)

Crédito 1. Usar pacote de qualidade de ar interno de acordo ao ENERGY STAR

Objetivo: Melhorar a qualidade ambiental interna ao instalar um pacote aprovado de medidas de qualidade.

Medidas obrigatórias: Não tem.

Se e usado este crédito 1, devem excluir-se os créditos: 2-3-4.1-4.2-5.1-5.2-6.1-7.1-8.1-9-10, e pode ter-se até 10 pontos máximos neste crédito.

Medidas opcionais: Completar todos os requisitos do pacote de medidas para a qualidade do ar do EPA's ENERGY STAR³, que inclui as seguintes medidas:

1. Medidas requeridas para o controle da umidade, fala sobre isolamento e valores de R (Resistência) de paredes externas, entre outras coisas.
2. Medidas para o controle do gás radon, para construções em áreas que se tenha a existência dele.
3. Medida para controle de pragas, em áreas sujeita a infestação.
4. Medidas para o sistema HVAC, equipamentos de resfriamento e aquecimento, ventilação e filtração do ar.
5. Medidas para os sistemas de combustão.
6. Medidas a serem tomadas para os materiais de construção, na sua preparação, instalação e nas características do próprio material.
7. Medidas de comissionamento para as casas, o que inclui manual do proprietário.

Crédito 3. Controle da Umidade⁴

Objetivo: Fornecer um ambiente termicamente confortável na residência.

Medidas obrigatórias: Nenhuma

Medidas opcionais: Analisar a carga de umidade e a necessidade de um sistema central de controle da umidade quando seja necessário para manter a proporção da umidade abaixo de 0.012 (lb. *Water vapor*/ lb. *Dry air*) para atender a seção 5.2.2 da ASHRAE Standard 55-2004.

Estratégias recomendadas pelo LEED-H: Os equipamentos para controle da umidade devem ser selecionados para manter os níveis de umidade de acordo à Tabela 1 a seguir, baseada no desenho

² Fonte: https://www.usgbc.org/FileHandling/show_general_file.asp?DocumentID=855
Checklist para projeto, disponível em:
<https://www.usgbc.org/FileHandling/show_general_file.asp?DocumentID=851>

³ O pacote pode ser baixado na sua íntegra para download em:
http://energystar.gov/index.cfm?c=bldrs_lenders_raters.pt_builder_news#indoorair

⁴ Os pontos do LEED para uma melhoria na fundação, paredes externas e gerenciamento da água do telhado estão incluídos no crédito 4 – MR do plano de durabilidade.

Tabela 1 - Condições térmicas do ambiente para requerimentos de controle de conforto da umidade. ANSI/ASHRAE Standard 55-2004, "Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy"

Temperatura interna do projeto no verão (F)	Umidade relativa (%)	Razão da umidade (lb water/lb dry air)
70	76%	0.012
74	66%	0.012
78	58%	0.012
82	50%	0.012

para verão da temperatura do ar interno, já que para o LEED manter níveis mínimos de umidade no inverno é discutível. A ASHRAE Standard 55 no tem limites inferiores e a ASHRAE Standard 62 sugere 25% de Umidade Relativa como uma diretriz de limite inferior, mas eles pontuam que aumentar a umidade pode gastar energia e em alguns casos tem-se mostrado com algo não muito saudável e que pode afetar de forma adversa a durabilidade.

Crédito 4. Ventilação de ar para o exterior

Objetivo: Proteger os ocupantes de poluentes internos ventilando com ar do exterior.

Na seção 4.1.3 da ASHRAE Standard 62.2 são dadas diretrizes específicas para balançar o uso da ventilação natural e mecânica, para não super ventilar as residências.

Medidas obrigatórias: Desenhar e instalar um sistema de ventilação para a edificação que esteja de acordo com a ASHRAE Standard 62.2. A Standard dá uma opção de desenho alternativo para a ventilação (e.g., passivo) na seção 4.1.2.

Medidas opcionais:

- Instalar sistema de fornecimento de ar externo que esteja de acordo com a ASHRAE Standard 62.2 e forneça transferência de calor entre o fluxo de ar vindo do exterior e o fluxo de ar escapado (exceto em climas muito temperados ou secos) E tenha o fornecimento e a exaustão totalmente feita através de dutos. (2 pontos).
- Ter uma terceira pessoa (*rater*) que teste a proporção do fluxo de ar exterior dentro da residência. (1 ponto).

Crédito 5. Exaustão local

Objetivo: Remover poluentes internos em banheiros e cozinhas, que são mais propícios a instalar-se nesses locais se não se tem uma boa exaustão.

Medidas obrigatórias: Desenhar e instalar sistemas de exaustão local em banheiros e cozinha de acordo ao Standard da ASHRAE 62.2, E usar exaustores com selo da Energy Star, exceto para exaustores que sirvam múltiplos banheiros.

Medidas opcionais:

Instalar sensores de ocupação OU controlador automático do sensor de umidade OU timer para exaustores de banheiro para operar por um intervalo de tempo após os ocupantes saírem do espaço ou até que o nível de umidade seja reduzido. (1 ponto)

Ter uma terceira pessoa (*rater*) que teste cada taxa de exaustão de fluxo de ar/ proporção do fluxo que sai da residência e esteja de acordo a Standard da ASHRAE 62.2. (1 ponto).

Energia e Atmosfera (EA)

Crédito 1. Residência projetada de acordo ao selo ENERGY STAR

Objetivo: Melhorar o desempenho energético total da habitação projetando e construindo uma habitação selo Energy Star que tenha um alto desempenho.

Uma habitação que detêm o selo da Energy Star é desenhada e testada para usar 30% menos dos usos finais de energia para resfriamento, aquecimento e aquecimento de água do que uma habitação construída de acordo ao Modelo do Código de Energia.

Medidas obrigatórias: Devem alcançar-se os requerimentos do Energy Star para residências, e a casa deve ter a inspeção de outra pessoa (*rater*).

Medidas opcionais: Exceder-se nos requerimentos mínimos exigidos pelo Energy Star. Podem ser obtidos até um máximo de 16 pontos.

Crédito 2. Isolamento da envolvente

Objetivo: Desenhar e instalar isolamento para minimizar pontes térmicas, melhorando assim o desempenho da envolvente.

Medidas obrigatórias: Que o isolamento cumpra com as exigências de *II Grado do National Home Energy Rating Standards*⁵, e deve ser verificada por outra pessoa (*rater*) a instalação.

Medidas opcionais: Idem ao anterior, mas que esteja de acordo com o Grado I. (1 ponto), OU exceder-se em 5% dos requisitos do código local (1 ponto), OU, demonstrar um desempenho comparável para um sistema alternativo de isolamento de parede. (1 ponto).

Tabela 2 - Valores de U e SHGC para janelas com selo Energy Star.
Fonte: https://www.usgbc.org/FileHandling/show_general_file.asp?DocumentID=851

Crédito 4. Janelas

Objetivo: Otimizar o desempenho energético das janelas.

Medidas obrigatórias: Desenhar e instalar janelas que alcancem os requisitos exigidos pela Energy

Lista de créditos	Medida	Região climática			
		Norte	Centro-Norte	Centro-Sul	Sul
Energy Star (requerido)	Fator U	≤ 0.35	≤ 0.4	≤ 0.4	≤ 0.65
	SHGC	Nenhum	≤ 0.55	≤ 0.4	≤ 0.4
10% > Energy Star (1 ponto)	Fator U	≤ 0.32	≤ 0.35	≤ 0.35	≤ 0.65
	SHGC	Nenhum	≤ 0.55	≤ 0.35	≤ 0.35
20% > Energy Star (2 pontos)	Fator U	≤ 0.30	≤ 0.32	≤ 0.32	≤ 0.65
	SHGC	Nenhum	≤ 0.55	≤ 0.30	≤ 0.30

⁵ Informações adicionais podem ser encontradas em: <http://natresnet.org/standards/enhancements.htm>

Star para janelas de acordo à Tabela 2 do Energy Star. O Energy Star divide o país (USA) em 4 grandes regiões com necessidades diferentes, assim: Norte (necessidade maior de aquecimento), Centro-Norte (aquecimento e resfriamento), Centro-Sul (aquecimento e resfriamento), Sul (preferencialmente resfriamento), e para cada uma destas regiões da valores para as janelas de U (transmitância) e Fator Solar (SHGC – Solar Heat Gain Coefficient). Os valores de U da janela para a região Norte são os menores, e os valores dados para a região Sul são os maiores, ficando as outras regiões em valores intermediários; ao contrario os valores para SHGC são maiores para a região Norte e menores para a região Sul.

Medidas opcionais: São dados até 2 pontos no crédito por desempenho superior ao requerido pelo Energy Star em 10% ou 20%. Podem ser usados filmes nas janelas para alcançar os fatores de SHGC.

Crédito 7. Aquecimento de água

Este ponto está sendo abordado em outro capítulo.

Crédito 8. Iluminação

Objetivo: Reduzir carga elétrica devido à iluminação.

Medidas obrigatórias: Nenhuma.

Medidas opcionais: Selecionar e instalar qualquer uma das seguintes medidas:

- Instalar sensores de movimento para todas as luzes externas, E ao menos 4 luzes externas fotovoltaicas sem fio, se são instalados aparelhos externos. (1 ponto)
 - Instalar ao menos 4 luminárias com selo Energy Star (1 ponto)
 - Instalar lâmpadas fluorescentes compactas em ao menos 80% das luminárias. (1 ponto).
- OU Instalar ENERGY STAR Advanced Lighting Package (ALP). (3 pontos).

Crédito 9. Eletrodomésticos

Objetivo: Minimizar a demanda de energia dos eletrodomésticos, através do uso de eletrodomésticos com selo Energy Star, que economizam perto de 20% do consumo de energia quando comparados a outros eletrodomésticos.

Medidas obrigatórias: Nenhuma.

Medidas opcionais: O uso de eletrodomésticos com selo da Energy Star dá 0.5 pontos (por eletrodoméstico usado) neste crédito, considerando-se geladeira, ventiladores de teto (um no estar e um por quarto), máquina de lavar pratos e máquina de lavar roupas.

Para máquinas de lavar roupas muito eficientes com um fator de energia modificado (modified energy factor –MEF) > 1.8 e Fator de água (Water factor –WF) < 5.5, é dado 1 ponto a mais.

Crédito 10. Uso de energia renovável

Objetivo: Reduzir a demanda de fontes de energia não renováveis instalando um sistema de geração de energia elétrica renovável.

Medidas obrigatórias: Nenhuma.

Medidas opcionais: Desenhar e instalar um sistema de geração de eletricidade renovável (É dado 1 ponto por cada 10% de carga elétrica anual⁶ alcançada pelo sistema, até um máximo de 6 pontos).

Conscientização do Usuário (HA)

Crédito um. Educação do Proprietário

Objetivo: Educar o proprietário sobre a manutenção e operação de sistemas chaves e equipamentos relativos ao desempenho da habitação para aperfeiçoar o seu desempenho ao longo do tempo.

Medidas obrigatórias:

O construtor deve entregar ao proprietário, um Manual do proprietário que contenha entre outros os manuais de fabricação de todos os equipamentos e eletrodomésticos instalados, informação geral em uso eficiente de água, energia e recursos naturais; guia nas seguintes atividades: paisagismo, impacto de fertilizantes, pesticidas e outros, irrigação, seleção de iluminação, de eletrodomésticos, e educação em energia verde.

E mostrar ao proprietário todos os equipamentos instalados, a operação e manutenção apropriada dos equipamentos e das medidas usadas na casa.

Medidas opcionais:

Adicionalmente ao anterior, o construtor deve dar um mínimo de 3 horas de treinamento sobre o uso da habitação (*come training*) durante o processo da construção.

⁶ A carga anual é definida no LEED-H como o kWh fornecido pelo sistema de geração elétrica renovável, relativo ao kWh total anual usado na habitação.

São analisados os créditos correspondentes referentes à eficiência energética que têm relevância no foco da pesquisa.

Q. Desempenho e qualidade ambiental da edificação

Q1. Ruído e acústica

1.1 Ruído

1.1.1 Ruído de fundo: Considerado em especial para edifícios que requerem medidas anti-ruído tipo teatros, auditórios, etc.

1.2 Isolamento acústico

1.2.1 Isolamento acústico das aberturas

1.2.2 Isolamento acústico em paredes divisórias

1.2.3 Isolamento acústico em laje de piso (fontes de baixo e alto impacto)

1.3 Absorção do som: Avalia o uso de materiais absorventes em parede, piso e teto.

Q2. Conforto térmico

Dentro do item conforto térmico são avaliados a temperatura local, o controle da umidade nos espaços e o tipo de sistema de ar condicionado usado.

2.1 Controle da temperatura do local: Avalia três condições:

2.1.1 Padrão de temperatura do local: Deve estar de acordo à ASHRAE: 22-24 oC em inverno e 24-26 oC em verão.

2.1.3 Desempenho do perímetro: Avalia a capacidade de bloquear a infiltração térmica do exterior. Se têm sido desenhados sistemas de janelas e paredes exteriores para manter a temperatura interna do ambiente sem interferência das alterações exteriores.

2.1.4 Controle por zonas: Ideal que cada andar seja dividido em pequenas zonas de acordo à suas cargas térmicas ou outros fatores, e que o sistema de ar condicionado seja planejado para permitir aquecimento ou resfriamento em cada zona.

2.2 Controle da Umidade: Estabelece que o sistema tenha funções de umidificação/desumidificação, e que seja estabelecido para ele um intervalo de funcionamento entre 45%-55% com referência nos parâmetros de conforto da ASHRAE.

2.3 Tipo de sistema de ar condicionado: Ideal que o sistema de ar condicionado tenha sido escolhido para amenizar a diferença de temperatura vertical e velocidade do ar no local. Isto se refere por exemplo a sistemas de resfriamento e aquecimento radiante de piso e teto, ou sistemas de piso ventilado, etc.

Q3. Uso de iluminação eficiente e luz natural

3.1 Iluminação natural: Dentro deste item são analisados:

3.1.1 Fator de luz dia: A porcentagem ideal varia de acordo ao tipo de edifício, e entre as diferentes áreas de ocupação, considerando a permanência nelas. Ideal entre 2% a 2.5%. O ponto considerado

para o cálculo é estabelecido na metade do espaço. Para o cálculo não é levado em consideração a transparência da janela nem a refletância do teto.

3.1.2 Posicionamento das aberturas de acordo à orientação: O ideal é ter as aberturas nas fases sul (Norte para o Brasil) e leste.

3.1.3 Mecanismos para luz natural: Avalia o uso de mecanismos para melhoria da iluminação natural, tais como: prateleiras de luz, dutos de luz, persianas graduáveis, condensadores e fibras óticas.

3.2 Medidas anti-ofuscamento

3.2.2 Controle de luz natural: Avalia a existência de medidas anti-ofuscamento causadas pela luz solar direta, considerando a existência de cortinas, persianas e beirais, ao redor das aberturas. O estado e grau de ofuscamento devem ser considerados para as horas de insolação direta, e o espaço avaliado deve ser para uso intensivo. Entre maior a quantidade de medidas tomadas, melhor.

3.3 Nível de iluminância

3.3.1 Iluminância: Avalia o brilho a 80 cm do piso no centro do ambiente no horário de dia (levando em consideração o nível mínimo do dia) em termos de iluminância (lux). Os valores variam de acordo ao tipo de edifício. Considera as áreas comuns com maior iluminância do que os locais de permanência. Ex. para edifícios de escritórios, hospitais, hotéis entre outros, 500 lux; para escolas 400 lux, e para edificações residenciais e áreas de acomodação 150lux.

3.4 Controle da iluminação: refere-se ao controle dado aos ocupantes sobre o sistema de iluminação, para acendimento, ajuste de brilho e posição.

Q4. Qualidade do ar

4.1 Controle da fonte

4.1.1 Poluentes químicos: Avalia se têm sido tomadas medidas adequadas para evitar a poluição do ar através de poluentes químicos. A idéia é evitar a síndrome de edifícios doentes. No Japão existe uma lei *Law for Maintenance of Sanitation in Buildings*, que tem servido especialmente para edifícios, mas as residências e escolas que dependem mais de ventilação natural, ainda apresentam problemas maiores. Ao menos 70% dos materiais usados (por área de piso, parede e teto) devem ter padrões altos de desempenho de acordo as Normas existentes, e devem ter baixa emissão de VOC.

4.2 Ventilação

4.2.1 Taxa de ventilação: Avalia se ha um volume adequado de ventilação. Como mínimo deve satisfazer a *Building Standards Law* e a *SHASE-102-1997 Ventilation Standard and Commentary*. O indicador usado aqui é a taxa de ventilação; mas em edifícios comerciais, as zonas que originam poluentes devem ter o seu sistema de ventilação isolado do resto.

4.2.2 Desempenho da ventilação natural: Avalia se há suficientes janelas que possam ser abertas, e a intenção é dar mais controle aos ocupantes.

4.2.3 Consideração de tomada de ar externo: As tomadas de ar externo devem ser desenhadas para conseguir tomar o melhor ar externo disponível, longe das áreas de poluição, entre as quais se incluem garagens/estacionamentos, fábricas, edifícios vizinhos, os respiradouros do condicionamento de ar e da ventilação e respiradouros de calor do próprio edifício, torres de resfriamento e áreas de coleta de lixo.

4.3 Plano de operação

4.3.1 Monitoramento de CO2: É desejável manter um monitoramento constante de CO2 na edificação.

LR1. Energia

A base do método de avaliação de energia é em leis e regulamentos atuais do Japão, tais como a Lei da eficiência energética (*The Energy Saving Law*) e a Lei da Qualidade Garantida das Habitações (*The Housing Quality Assurance Law*). Os pontos ganhos para estes créditos estão de acordo com seu desempenho em relação às normas antes mencionadas. O objetivo é avaliar a redução dos ganhos e perdas térmicas devido à insolação e aos gradientes de temperatura interior-exterior e o controle da carga térmica como um meio de reduzir a energia consumida pelo resfriamento e aquecimento. Apartamentos devem ser avaliados em função do *Housing Quality Assurance Law*.

1. Carga térmica do edifício

As perspectivas para avaliação são descritas nos pontos a seguir:

- Medidas no local onde se encontra o edifício, tais como a forma do edifício e a posição do núcleo central, para reduzir cargas térmicas.
- Nível de uso de métodos de construção e materiais em paredes, tetos e outras partes, altamente isolantes.
- Nível de uso de brises, persianas e outros métodos de sombreamento em janelas, que devem tomar em consideração as variações nas estações da altura do sol, que é diferente em verão e em inverno.
- Nível de uso de medidas tais como materiais com alto grau de isolamento, janelas com vidros duplos ou triplos, janelas ventiladas e fachada dupla.

A Tabela C3 mostra uma Comparação entre as leis do *Residential Energy-Saving Standard* e o *Housing Quality Assurance Law*, e a Tabela C4 mostra detalhes de itens de avaliação que tem que ser considerados para o controle da carga térmica da edificação.

Tabela 3 - Comparação entre as leis *Residential Energy-Saving Standard* e o *Housing Quality Assurance Law*.

NOTA: I a IV representa categorias regionais.

Tabela 4 - Detalhes de itens de avaliação.

Housing Quality Assurance Law	Carga anual de aquecimento e resfriamento MJ/m ² -ano					
	I	II	III	IV	V	VI
Grado 1	(Edificações que estão abaixo do solicitado para o Grado II)					
Grado 2	840 ou menos	980 ou menos	980 ou menos	980 ou menos	980 ou menos	980 ou menos
Grado 3	470 ou menos	610 ou menos	640 ou menos	660 ou menos	510 ou menos	420 ou menos
Grado 4	390 ou menos	390 ou menos	460 ou menos	460 ou menos	350 ou menos	290 ou menos

Itens médios	Itens específicos	Detalhes	
Controle de carga térmica do edifício	Desempenho do isolamento	Carga de aquecimento e resfriamento anual	Coefficiente de perda de calor
	Desempenho do sombreamento para o ganho de calor		Coefficiente de ganho solar no verão
	Cargas do ar externo		Trocador de calor por entalpia, etc.
	Ganhos diretos		Redução da carga pelo ganho solar

2. Utilização da energia natural

Neste item são considerados o uso direto da energia natural e o uso convertido de energia renovável.

2.1 Uso direto da energia natural

A avaliação depende do número de esforços usados entre os seguintes:

- a. Uso de luz natural: Usar sistemas que usem iluminação natural, no lugar de artificial, como prateleiras de luz, etc.
- b. Uso de ventilação natural: Uso de sistemas de ventilação natural que substituam o uso de ar condicionado, reduzindo a carga térmica pelo uso de ar condicionado (Ex: ventilação noturna, sistemas de ventilação ligados a um átrio, ventilação por efeito chaminé, etc.).
- c. Uso de energia geotérmica: Uso de sistemas que usem energia geotérmica em substituição a fontes de aquecimento e equipamentos de ar condicionado, reduzindo cargas de aquecimento e resfriamento.
- d. Outras estratégias: Planejamento pelo uso efetivo da natureza em outros sistemas.

Neste crédito se avaliam os esforços para o uso direto da energia natural, de forma apropriada à escala, tipo e entorno do edifício, consideram-se os métodos usados e a escala de implementação do edifício.

2.2 Uso convertido da energia renovável

Igualmente avalia os esforços feitos em relação a itens como:

- a. Uso de sistemas que usem luz do sol no lugar de equipamentos que usem energia elétrica (ex: painéis solares, etc.).
- b. Uso de aquecimento solar: Planejamento do uso efetivo de sistemas de aquecimento solar em equipamentos de aquecimento para reduzir cargas de aquecimento (ex: painéis solares).
- c. Melhorar a eficiência da fonte de calor no equipamento de aquecimento. (ex: Bombas de calor usando água de rio, etc.).
- d. Outras estratégias: Planejamento pelo uso efetivo da natureza em outros sistemas.

4. Eficiência da operação (monitoramento por uso final)

São analisados 3 subitens dentro deste critério:

4.1 Monitoramento: Dado por medição por cada tipo de energia e de energia por cada sistema.

1. Medição por cada tipo de energia:

- Quantidade de resfriamento e aquecimento
- Volume de gás para aquecimento e uso em cozinhas
- Energia elétrica para fontes de calor, equipamentos secundários de ar condicionado, ventilação, iluminação, tomadas e cargas especiais (cargas de computadores em edifícios de escritórios, cargas de cozinha em restaurantes e outras cargas que contam por grandes proporções de consumo de energia).

2. Medição de energia por cada sistema:

- Quantidades de aquecimento e resfriamento para cada sistema de ar condicionado.
- Volumes de gás para cada fonte e aparelho de calor, e para usos especiais que consumam grandes volumes.
- Consumo de energia elétrica para cada aparelho de ventilação e ar condicionado, e para cada bomba.

4.2 Sistema de gerenciamento operacional

O sistema de operação e gerenciamento não tem um conteúdo no desenho como tal, mas é um sistema que pode ser aplicado pelo proprietário. A avaliação deste ponto deve examinar que tão longe o projetista foi para preparar tal sistema, cortando cargas térmicas, e propondo-as ao proprietário do edifício. A avaliação deve cobrir sistemas de gerenciamento e objetivos estabelecidos para a operação planejada e organizada, manutenção e preservação do edifício, o estabelecimento dos valores alvo para consumo anual de energia, e a implementação de um plano de gerenciamento para alcançar os objetivos e o alvo.

LR2. Materiais e Recursos

4. Evitar a poluição de luz

Propõe avaliar a poluição de luz causada pelos edifícios, que inclui iluminação exterior e iluminação que vem do interior da edificação, iluminação por displays de publicidade, e ofuscamento refletido pelo edifício (se o edifício tem fachada envidraçada).

O Ministério do Meio Ambiente do Japão publicou em Março de 1998 *Light Pollution Countermeasures Guidelines*, e os governos locais estão adotando seu próprio plano ambiental de iluminação local, em acordo com o guia citado. Para avaliar este item o mais importante e ver o quanto se está considerando o Guidelines ou o plano de iluminação local.

5. Reduzir o efeito de ilha de calor

Avaliar a existência de medidas para ajudar a reduzir a carga térmica em áreas fora do sítio. Checar se tem sido feito esforços nos seguintes pontos:

1. Tem sido considerado o movimento do ar que sai do local, e tem sido feitos esforços para reduzir o impacto térmico.
 2. Tem sido considerados materiais para sombreamento externo.
 3. Tem sido considerados materiais de sombreamento das paredes exteriores.
 4. Tem sido feito esforços para reduzir emissões de aquecimento artificial.
-

Dentro os parâmetros abarcados pelo GB Tool, descrevem-se a seguir aqueles considerados relacionados à eficiência energética e relacionados ao foco desta pesquisa.

R1 Consumo de Recursos

R1. Uso da rede do ciclo de vida da energia primária

Critérios para avaliação:

R1.1 Energia primária incorporada nos materiais, considerada anual sobre o ciclo de vida: Dada em MJ/m²/ano, considerando a área total da edificação. Os dados podem ser obtidos pelos programas Athena ou EcoQuantum.

R1.2 Rede primária de energia não renovável usada para as operações do edifício ao longo do ciclo de vida. A avaliação deve incluir:

- Consumo de energia anual do sistema HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*= Aquecimento, ventilação e ar condicionado)
- Consumo anual de luz no local
- Consumo anual de luz no edifício
- Consumo anual de outros sistemas de energia do edifício (refrigeração, transporte)
- Consumo anual de energia para água quente

Os valores devem ser apresentados através de simulação computacional ou ferramentas de predição.

Q1 Qualidade Ambiental Interna

Por meio deste item procura-se conforto, saúde e bem-estar para os ocupantes da edificação.

Q1. Qualidade do ar e da ventilação

Critérios: São considerados todos críticos e colocados a seguir,

Q1.1 Controle da umidade:

Avalia as medidas tomadas para eliminar problemas na qualidade do ar provenientes da umidade, *sprays* e água parada. O crescimento de contaminantes biológicos é regulado pela umidade. Materiais de construção que permitem fungos são madeira, celulosa, papel de parede, materiais isolantes, colas, pinturas, argamassas, têxteis, etc. Sistemas de água são contaminados por bactérias, algas e fermentos, e quando aerotransportados, os micróbios podem causar problemas na saúde. O principal para controlar a contaminação é o controle de umidade no edifício e nos seus sistemas HVAC, o que pode ser feito com adequada ventilação e uso de filtros.

Subcritérios:

Q1.1.1 Controle de umidade dentro do edifício (na envolvente): Principalmente no que diz respeito à saúde humana deve cuidar-se de vazamento de água e da migração da umidade através da envolvente do edifício. Um detalhamento pobre pode ocasionar:

- Condensação em janelas e paredes.
- Fontes internas de produção de umidade e controles inadequados de controle de umidade como exaustores.
- Tempo insuficiente para secagem durante a construção, especialmente na aplicação de revestimentos (não devem ser colocados até que a umidade relativa no edifício seja menos que 85%).
- As demandas mudam de acordo ao lugar.

Q1.3 Presença de ventilação e ar fresco

Subcritérios:

Q.1.3.1 Porcentagem total de ventilação externa em áreas condicionadas mecanicamente de residenciais multifamiliares.

Q.1.3.5 Desempenho da ventilação em áreas naturalmente ventiladas do edifício com um só lado de ventilação.

Q.1.3.6 Idem ao anterior, mas para edifícios com ventilação cruzada. Importante pensar também na posição das aberturas, o tamanho e sua distribuição.

Q1.4 Ventilação efetiva em zona de ocupação primária

Conta a proporção de unidades com ventilação cruzada

Q2 Conforto térmico

Critérios:

Q2.1 Temperatura do ar nos principais locais de ocupação: Procura-se a temperatura adequada às necessidades de uso de iluminação natural, massa térmica e ventilação natural. Mede-se a porcentagem de horas em que a temperatura está em níveis de conforto aceitáveis. Medição feita especialmente para espaços críticos como a fachada oeste no verão ou a sul no frio (simulação em computador).

Q2.3 Umidade relativa em ocupações primárias

Subcritérios:

Q2.3.1 Níveis mínimos de umidade relativa nas principais áreas de ocupação durante a estação quente: Nessa época do ano é quando se precisa instalar umidificadores o que pode ser ruim para a saúde humana.

Q3. Luz natural e iluminação

Aplicado aos principais espaços de ocupação da edificação.

Critérios:

Q3.1 Entrada de luz natural nas principais áreas de ocupação:

Medida de desempenho: Para residências mede-se o Fator de luz dia médio (%) estimado disponível no estar e jantar de unidades residenciais tipo, do piso tipo mais baixo. O Fator de luz dia é a proporção da iluminância horizontal do interior ao exterior, excluindo a luz solar direta.

Q3.2 Potencial de ofuscamento nas principais áreas de ocupação (associado às janelas):

A principal preocupação neste critério é a claridade que penetra da luz solar direta através das janelas orientadas ao norte. Deve-se evitar contrastes excessivos entre fontes de luz e superfícies iluminadas, o que pode ser controlado pela refletância dos acabamentos internos e pela redução na fonte. Melhor do que usar elementos internos tipo persianas é usar prateleiras de luz que distribuem a luz solar de forma mais uniforme e com maior alcance no interior dos espaços.

S1 Qualidade do Serviço

Refere-se à qualidade da operação e dos serviços oferecidos para evitar que o edifício fique obsoleto prematuramente.

S1 Flexibilidade e adaptabilidade

Adaptação a mudanças.

Critérios:

S1.5 Adaptabilidade a mudanças futuras no tipo de suprimento de energia:

Buscar facilidade de adaptação a novas fontes de combustível ou tecnologias de energias renováveis. Deixar áreas suficientes para adaptar futuros sistemas com uso solar.

S3. Manutenção do desempenho

Deve procurar-se manter o nível de desempenho do edifício. Os sistemas técnicos têm que ter manutenção.

Critérios:

S3.3 Habilidade para manter parâmetros de desempenho crítico sobre condições anormais:

Eventos como: queda de energia, condições climáticas extremas, enchentes, temperaturas extremas máximas ou mínimas. Este critério cobre medidas tomadas pelos projetistas como:

- Dar maior massa ao edifício para manter mais a temperatura interna.
- Medidas para isolar seções críticas do edifício ou dos sistemas de dano que possa acontecer por enchente ou tormentas.
- Redundância nos sistemas como sistema back-up para iluminação ou ventilação.

S3.4 Medição e monitoramento do desempenho:

Permitir feedback do sistema aos usuários e controladores do sistema. Colocar mecanismos que detectem falhas e vazamentos.

Subcritérios:

S3.4.1 Monitoramento dos parâmetros-chaves do sistema de desempenho: Colocar medidor central e individual de energia.

S3.4.2 Fornecer um sistema detector de vazamento que cubra os principais sistemas fornecedores de água e gás.

S4. Privacidade e acesso a luz solar e vistas

Critérios:

S4.3 Acesso a luz solar direta desde as principais áreas de convívio de dia nas unidades residenciais:

Medida de desempenho: Porcentagem de tempo em que os principais espaços das unidades residenciais recebem luz do sol direta, principalmente estar, jantar e cozinha durante o inverno. É importante considerar:

- Orientação desses espaços para que recebam várias horas de luz solar.
- Ausência de edifícios vizinhos ou similares que possam bloquear a luz do sol.
- Janelas operáveis largas suficientes e que permitam a entrada da luz solar.

S5. Qualidade de atrações e desenvolvimento do lugar

Critérios:

S5.1 Atrações do lugar para sombra e relaxamento e lazer para trabalhadores e residentes:

- Criar áreas externas confortáveis para relaxar ou caminhar. Propor espaços externos flexíveis para vários usos ao longo do ano. O desenho da paisagem pode ajudar a reduzir ganho solar e resfriamento, como por exemplo:
- Treliças, arcadas, coberturas de árvores;
- Plantas que promovam a circulação do ar;
- Áreas para descansar com sombra que não obstruam o tráfego de pedestres.

S6. Impacto na qualidade do serviço do local e propriedades contíguas

Critérios:

S6.2 Interferência com acesso a luz solar nas propriedades adjacentes:

O edifício não pode obstruir a vista da abóbada do céu para os edifícios vizinhos.

S6.3 Impacto no potencial de energia solar das propriedades adjacentes:

Mede se o edifício dá um nível de acesso à luz solar no inverno, aceitável nas propriedades vizinhas.

Medida de desempenho: Porcentagem da área das fachadas dos edifícios vizinhos que são sombreadas pelo edifício novo.

Transporte Alternativo

(Categoria em desenvolvimento).

Busca encorajar o acesso a pedestres e a outros meios de transporte menos poluidores como o da bicicleta

Gerenciamento

M2. Afinação do desempenho

O comissionamento total do edifício, de sistemas, estrutura, envolvente e acabamentos pode dizer, se o edifício é apropriado para ocupação.

Critérios:

M2.1 Nomeação do agente de comissionamento e desenvolvimento dos protocolos do comissionamento. Critério só aplicável a edifícios maiores de 500m².

Método de avaliação ambiental de edificações australiano. Green Star Office Design Versão 2

Qualidade Ambiental Interna

IEQ-1. Fornecimento de melhores taxas de ventilação

Objetivo: Encorajar e reconhecer o fornecimento de melhores taxas de ar externo, para promover um ambiente interno saudável.

São dados pontos em função de se é usada ventilação natural ou se as taxas de ar externo são melhores do que as requeridas pela AS 1668.2-1991.

Para edificações com ventilação mecânica

- 1 ponto é dado por uma melhoria de 50% em relação a AS 1668.2-1991
- 2 pontos são dados por uma melhoria de 100% em relação a AS 1668.2-1991
- 3 pontos são dados por uma melhoria de 150% em relação a AS 1668.2-1991

Edifícios com ventilação natural

- São dados três pontos quando é demonstrado que 90% da área útil é naturalmente ventilada de acordo com a AS 1668.2-2002.

Edifícios Mistos

Os dois modos de operação devem satisfazer os critérios para ventilação mecânica e natural. Os pontos dados serão limitados aos pontos máximos possíveis de serem ganhos sob o critério de ventilação.

IEQ-4. Iluminação natural

Objetivo: Encorajar projetos que forneçam bons níveis de iluminação natural para os ocupantes do edifício.

São outorgados pontos quando é demonstrado que uma porcentagem da área útil tem um Fator de Luz Dia não menor do que 2.5%, medido em nível do piso sob condições de céu uniforme, considerando-se como mínimo desde 30% até 90% da área útil no andar nessas condições.

IEQ-8. Vistas Externas

Objetivo: Encorajar e reconhecer a redução de stress visual para os ocupantes da edificação ao permitir vistas de longo alcance e o fornecimento de conexão visual como exterior.

São outorgados pontos quando demonstrado que uma porcentagem de NLA tem uma linha direta de visão através do vidro, tanto externa ou a um átrio adequado em tamanho e com iluminação natural como segue:

- 1 ponto = 60% do NLA;
- 2 pontos = 90% do NLA.

A distância para o vidro não pode ser maior do que 8 metros.

IEQ-9. Conforto Térmico

Objetivo: Encorajar e reconhecer o uso de critérios de conforto térmico que guiem as opções de desenho.

Os pontos são dados quando é demonstrado que tem sido feitas avaliações de níveis de conforto térmico durante a fase de projeto e usados para avaliar opções apropriadas de serviços. Os seguintes níveis de PMV, calculados de acordo com ISO7730 (ou equivalente usando o Draft ASHRAE Comfort Standard 55 and "Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference - Final Report on ASHRAE RP884") devem ser atingidos durante horas *Standard* de ocupação e usando roupa *Standard*, taxa de metabolismo e valores de velocidade do ar para 98% do ano.

- 1 ponto = níveis de PMV estão entre -1 a +1;
- 2 pontos = níveis de PMV estão entre -0.5 a 0.5

IEQ-12. Níveis de ruído interno em nível apropriado

Objetivo: Encorajar e reconhecer edifícios que são projetados para manter níveis de ruído interno num nível apropriado.

Até 2 pontos são outorgados quando é demonstrado que para 95% da área útil por pavimento, o projeto mantém níveis de ruído nos ambientes internos de acordo com AS/NZS 2107:2000, como segue:

Desenho dos serviços do edifício:

- 1 ponto é dado quando o ruído dos serviços do edifício alcança os níveis de ruído requeridos na Tabela 1 por AS/NZS 2107:2000.

Energia

Ene-1. Redução no uso da energia (Pré-requisito)

Objetivo: Reduzir energia na operação do edifício e emissões que afetem a camada de ozônio⁷. O edifício deve alcançar um mínimo de 4 estrelas usando o Australian Building Greenhouse Rating (ABGR) scheme.

Ene-2. Aumento do Desempenho Energético

Objetivo: Encorajar e reconhecer projetos que contenham ferramentas de desenho que ajudem a minimizar o consumo de energia operacional e emissões de gases de efeito estufa que afetem a camada de ozônio além do requerido no crédito anterior (Ene-1).

Podem ser alcançados de 3 a 15 pontos dependendo do desempenho da edificação em relação à

⁷ Gases na atmosfera que afetam o calor do sol, contribuindo assim ao aumento da temperatura na superfície (conhecido como efeito greenhouse). Os principais gases de efeito estufa são o Dióxido de Carbono (CO₂), que é um subproduto da queima de combustíveis fósseis. São aproximadamente 30 gases produzidos pelas atividades humanas que são nocivos à saúde, mas os principais são 6 listados pelo Protocolo de Kyoto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) (de fontes agrícolas), óxido nitroso (N₂O) (de fontes industriais), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs), and sulphur hexafluoride (SF₆).
Fonte: <www.ghgprotocol.org/glossary.htm>

ABGR quando se demonstra que há uma melhora na eficiência energética e nas emissões de gases greenhouse além do pré-requisito anterior (Ene-1); contando-se para 9 pontos ou mais redução nas emissões de CO₂, que variam de um mínimo de 20% a 60%.

Os pontos são alcançados da seguinte forma:

- 3 pontos = 4.5 Estrelas ABGR;
- 6 pontos = 5 Estrelas ABGR;
- 9 pontos = 5 Estrelas ABGR + 20% de redução de CO₂;
- 12 pontos = 5 Estrelas ABGR + 40% de redução de CO₂;
- 15 pontos = 5 Estrelas ABGR + 60% de redução de CO₂.

Se o estacionamento tem sido incluído na avaliação da ABGR, então os pontos obtidos podem ser incrementados como segue:

- Adiciona-se 1 ponto se ao menos uma vaga de estacionamento é prevista para 200m² de área útil (NLA - *Net Lettable Area*);
- Adiciona-se 2 pontos se ao menos uma vaga de estacionamento é prevista para cada 100m² de NLA.

Ene-4. Submedidor elétrico para locatários

Objetivo: Encorajar e reconhecer o fornecimento de um medidor de energia para facilitar o monitoramento pelos locatários ou usuários finais. Devem ser instalados medidores em cada andar e espaço de locação.

Ene-7. Redução na demanda do pico de energia

Objetivo: Encorajar e reconhecer projetos que implementem sistemas que reduzam as demandas do pico na infra-estrutura do fornecimento de energia.

Podem ser alcançados 2 pontos quando é demonstrado que têm sido instalados sistemas redutores da demanda de energia para reduzir em 25% a demanda do pico de eletricidade na infra-estrutura.

A redução deve ser medida em relação à demanda do pico de energia do edifício base calculada sem o benefício dos sistemas de redução instalados. Isto pode ser alcançado por geração de energia no local ou por sistemas do armazenamento de energia térmica, mas não pelo *lopping* da carga usando o sistema de gerenciamento do edifício (BMS).

Transporte

TRA-3. Facilidades para ciclistas

Objetivo: Encorajar edificações que incentivem o uso da bicicleta pelos ocupantes e visitantes através de espaços adequados para este uso. Deve constar no projeto local para guardar bicicletas dos proprietários e visitantes com duchas e vestiários.

São dados até 3 pontos quando é demonstrado que tem-se incluído facilidades para ciclistas como segue:

- Local seguro para guardar a bicicleta para 5% dos ocupantes da edificação (baseado em 1 pessoa para cada 15m² de NLA), mais duchas com fácil acesso (1 para cada 10 bicicletas) e vestiários com

armários (1 para cada bicicleta).

São dados 2 pontos quando:

- É fornecido local seguro para guardar a bicicleta para 10% dos ocupantes da edificação (baseado em 1 pessoa para cada 15m² de NLA), mais duchas com fácil acesso (1 para cada 10 bicicletas) e vestiários com armários (1 para cada bicicleta).

Emissões

EMI-7. Evitar a poluição de luz artificial

Objetivo: Reconhecer um projeto de iluminação que reduza a poluição da dispersão não necessária da luz no céu noturno e dentro das propriedades vizinhas.

- 1 ponto dado quando é demonstrado que nenhum brilho de luz é dirigido além dos limites do sitio ou para cima sem cair diretamente numa superfície com o propósito explícito de iluminar essa superfície e que o desenho esteja de acordo com a AS 4282-1997 Control of the Obtrusive Effects of Outdoor Lighting.

EMI-9. Uso de isolantes térmicos que não afetem a camada de ozônio (*Insulant ODP*)

Objetivo: Reconhecer projetos que reduzam o potencial de dano a longo prazo à camada de ozônio através do uso de isolamento térmico que não contenha substâncias que na sua fabricação ou composição sejam prejudiciais à camada de ozônio.

Gerenciamento

MAN-1. Cláusulas de comissionamento

Objetivo: Melhorar o desempenho dos serviços da edificação e da eficiência energética através de um comissionamento e monitoração adequada como parte dos serviços de manutenção.