

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E
URBANISMO**

MARIANA GARNICA BOTTAMEDI

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE HOTÉIS DE
QUATRO ESTRELAS EM FLORIANÓPOLIS: APLICAÇÃO DO
PROGRAMA DE ETIQUETAGEM DE EDIFICAÇÕES**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Roberto Lamberts, PhD.

Florianópolis

2011

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

B751a Bottamedi, Mariana Garnica

Avaliação da eficiência energética de hotéis de quatro estrelas em Florianópolis [dissertação] : aplicação do programa de etiquetagem de edificações / Mariana Garnica Bottamedi ; orientador, Roberto Lamberts. - Florianópolis, SC, 2011.

153 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura.

Inclui referências

1. Arquitetura. 2. Energia elétrica - Consumo. 3. Florianópolis (SC) - Hotéis, pensões, etc. 4. Simulação (Computadores). I. Lamberts, Roberto. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

CDU 72

Mariana Garnica Bottamedi

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE HOTÉIS DE
QUATRO ESTRELAS EM FLORIANÓPOLIS: APLICAÇÃO DO
PROGRAMA DE ETIQUETAGEM DE EDIFICAÇÕES**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 21 de outubro de 2011.

Prof. Fernando Oscar Ruttkay Pereira, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Roberto Lamberts, Ph.D.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Joyce Correna Carlo, Ph.D.
Universidade Federal de Viçosa

Prof.^a Ana Ligia Papst de Abreu, Dra.
Instituto Federal de Santa Catarina

Prof. Martin Ordenes Mizgier, Ph.D.
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho aos meus
queridos pais.

AGRADECIMENTOS

A mi querido papá Rolando e a minha linda mãe Janice, por su amor incondicional, dedicación, incentivo y sobre todo, por el ejemplo de vida que me guio hasta aquí.

A meu tio Fernando e a minha querida tia Graça, que me abriram as portas da sua casa e me acolheram com tanto amor e carinho. Sou muito grata por tudo o que fizeram por mim.

A mis hermanos, Bianka, Huascar, Jeanine, Daniel, y Pamela que siempre me apoyaron a pesar de la distancia. As minhas irmãs do coração Liz e Isabel pelos momentos que compartilhamos juntas, pelas conversas e conselhos. E aos mais pequeninhos Thais e Lucas por fazer parte da minha vida.

Ao Prof. Roberto Lamberts, pela orientação e disponibilidade.

A Ana Paula Melo, por todo o apoio durante o desenvolvimento da pesquisa.

A Silvio Prizibela, pela primeira e grande amizade que fiz ao chegar aqui e por continuar contando com ela.

A Priscila Tavares pela imensa felicidade de contar com a sua amizade, risadas, comidas, carinho... Pri Pri, muito obrigada por tudo.

A Rubia, Guillerme, Camila, e Marina, pela amizade.

A mis amigas Romina, Paloma, Verónica, Ceci, Clau y Mariela por demostrarme que hay cosas que la distancia no consigue separar.

Aos amigos do LabEEE: Renata, Rogerio, Miguel, Marcio, Claudia, Alejandro, Andrea, Carol, Rosane, Ana Kelly, Davis, Michele, Veridiana e todos os demais companheiros de cafezinhos e almoços.

Ao empreendimento hoteleiro que contribui no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos membros da banca, por aceitarem o convite para participar da banca de avaliação deste trabalho e pelas valiosas sugestões.

A CAPES e a Eletrobrás pelo financiamento da minha pesquisa e a oportunidade de trabalhar no projeto de Regulamentação.

A todos que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento.

"Para realizar grandes conquistas, devemos não apenas agir, mas também sonhar; não apenas planejar, mas também acreditar."

(Anatole France)

RESUMO

O Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações visa a classificar o nível de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas, assim como edificações residenciais, de acordo com cinco faixas de energia classificadas a partir do conceito “A” (mais eficiente) ao “E” (menos eficiente). Para tanto, foram elaborados os regulamentos de classificação RTQ-C e RTQ-R correspondentes a cada tipo de edificação, sendo que estas podem ser realizadas por meio do método prescritivo ou de simulação computacional. Edificações hoteleiras são classificadas como edificações comerciais, mas seu funcionamento é igual ao de qualquer edificação residencial, onde o ocupante faz uso do dormitório durante o período da noite, sendo que durante longo período do dia, ele se encontra vazio. Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência energética de hotéis de quatro estrelas em Florianópolis, aplicando o procedimento de avaliação descrito pelo Programa de Etiquetagem de Edificações. Para tal, como primeiro passo, foi realizado um levantamento de campo da área central de Florianópolis com foco nos hotéis de quatro estrelas. Foram observadas as características construtivas mais representativas da atividade, assim como as características de funcionamento e operação de uma das edificações hoteleiras. Seguidamente, foi aplicado o PBE de edificações comerciais, de serviços e públicas – RTQ-C e de edificações residenciais RTQ-R, ambos pelo método prescritivo e de simulação computacional em uma das edificações hoteleiras para conhecer a classificação alcançada por esta edificação. Em ambos os casos, por meio da simulação computacional se obteve um melhor desempenho da edificação, como era esperado. Finalmente, em base ao modelo da edificação real e da simulação computacional, avaliou-se a influência dos parâmetros construtivos observados durante o levantamento de campo. Foram simulados 34 casos, variando-se oito parâmetros, dois deles relacionados às características externas à edificação (entorno e orientação) e; características relacionadas à envoltória do edifício (PAFt; AHS; Upar; Ucob; apar e α cob). Observou-se assim, que a variação destes parâmetros pode influenciar em até 9% o consumo de energia desse tipo de edificações. A partir desta análise, podem ser tomadas medidas adequadas de intervenção em uma edificação já construída ou em projeto, de forma a garantir melhor desempenho energético.

Palavras-chave: Consumo energético em hotéis. Etiquetagem de edificações. Simulação computacional. EnergyPlus.

ABSTRACT

The Brazilian Program of Building Labeling (PBE) classifies energy efficiency levels in commercial, public services, and residential buildings into five categories which vary between “A”(efficient) to “E”(non efficient). Consequently, the following classificatory regulations were elaborated, RTQ-C and RTQ-R for commercial and residential buildings. The classification of buildings can be implemented through prescriptive or computer simulation methods. Hotels are classified as commercial buildings but their due to the nature of their occupancy trends, they are treated as a residential building where the occupant make use of the room facilities mostly during the night and the room remains mostly empty during daytime. The main objective of this project is to appraise the energy efficiency of four star hotels in Florianopolis, applying the process of evaluation described by the Labeling program of buildings. To achieve this purpose, the first step is to survey and evaluate the downtown area of the city Florianopolis, with a focus on four star hotels. The projected evaluated several hotel buildings in the area. As a result of this evaluation, building trends which are typical to the hotel industry were identified, as well as patterns of their operational and functional processes. Consequently, the RTQ-C for commercial and public buildings, and the RTQ_R for residential buildings have been applied. Both prescriptive and computer simulation methods were used in one of the hotels. For both the RTQ-C and RTQ-R, the computer simulation method obtained the best results. Finally, the prescriptive and the computational simulation data determined the influence of building patterns and techniques over the energy efficiency of the building. A total of 34 cases have been evaluated, altering 8 parameters, two related with the external characteristic of the building (surrounding and orientation) and six related to the internal characteristics related to the building (PAFt; AHS; Upar; Ucob; α par e α cob). It has been observed that the variation of the parameters has a direct influence of up to 9% of the energy consumption in these types of buildings. From this analysis, we can take the necessary measures of intervention in built and projected buildings, in order to secure better energy efficiency levels.

Keywords: Energy consumption in hotels. The Brazilian Program of Building Labeling. Simulation. EnergyPlus.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Consumo final energético por setor.....	1
Figura 02. Consumo de energia no setor comercial.....	2
Figura 03. Caracterização do setor hoteleiro em Santa Catarina.....	13
Figura 04. Distribuição dos hotéis na Grande Florianópolis.....	14
Figura 05. Gastos do setor de alojamento com serviços de utilidade pública em 2002 no Brasil e em Santa Catarina.....	14
Figura 06. Distribuição do consumo de energia elétrica no setor hoteleiro.....	15
Figura 07. Consumo de água em hotéis com serviço de lavanderia terceirizado.....	17
Figura 08. Consumo de água em hotéis com serviço de lavanderia.....	17
Figura 09. Porcentual de uso de energia em 16 edifícios de hotéis em Hong Kong.....	19
Figura 10. Perfil do uso mensal de eletricidade em um hotel de Hong Kong em 1995.....	20
Figura 11. Modelo da ENCE - Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas.....	24
Figura 12. Modelo ENCE Residencial - Unidades Habitacionais (a) ZB 1 a ZB 4 (b) ZB 5 a ZB 8.....	27
Figura 13. Modelo ENCE Residencial - Edificação Multifamiliar.....	27
Figura 14. Modelo ENCE Residencial - Áreas de Uso Comum (a) Áreas de uso frequente e eventual. (b) Áreas de uso frequente.....	28
Figura 15. Localização de hotéis no centro da cidade de Florianópolis.....	50
Figura 16. Levantamento fotográfico das edificações hoteleiras de 4 estrelas localizadas na área de estudo.....	53
Figura 17. Variação do entorno da edificação hoteleira.....	55
Figura 18. Quadrantes para definição da orientação das fachadas.....	56
Figura 19. Definição da orientação da fachada principal de cada edificação.....	56
Figura 20. Tipologias dos pavimentos.....	58
Figura 21. Elementos de proteção solar nas fachadas.....	59
Figura 22. Elementos de composição das fachadas.....	59
Figura 23. Sacadas como elementos de sombreamento.....	59
Figura 24. Consumo médio mensal de energia elétrica.....	62
Figura 25. Consumo médio mensal de combustível diesel por dia.....	64
Figura 26. Taxa de ocupação anual da edificação hoteleira.....	65
Figura 27. Características construtivas adotadas paredes e coberturas.....	67
Figura 28. Classificação parcial da envoltória, iluminação e condicionamento.....	72
Figura 29. EqNumEnv das UHs do 3º Pavimento.....	75
Figura 30. EqNumEnv das UHs do Pavimento Tipo- 4º ao 13º andar.....	76
Figura 31. EqNumEnv das UHs Pavimento 14º (Pé direito 3,15m).....	76
Figura 32. EqNumEnv das UHs Pavimento 15º (Pé direito 3,15m).....	77
Figura 33. EqNumEnv das UHs do 16º Pavimento.....	78
Figura 34. Classificação geral das UHs (Método Prescritivo RTQ-R).....	82

Figura 35. Esquema de zoneamento da edificação - Modelo Residencial.....	88
Figura 36. Volumetria da edificação - Modelo Residencial. (a) Fachada Principal. (b) Fachada Posterior.	89
Figura 37. Modelo de Referência A - Fachada principal (a); Fachada Posterior (b).....	96
Figura 38. Modelo de Referência B - Fachada principal (a); Fachada Posterior (b).....	97
Figura 39. Modelo de Referência C - Fachada principal (a); Fachada Posterior (b).....	97
Figura 40. Modelo de Referência D - Fachada principal (a); Fachada Posterior (b).....	97
Figura 41. Consumo de energia anual do Modelo Real e dos Modelos de Referência A, B, C e D.....	99
Figura 42. Consumo de energia anual do Modelo Real e dos Modelos de Referência A, B, C e D.....	99
Figura 43. Classificação da envoltória das UHs na condição naturalmente ventilada através da simulação computacional.....	102
Figura 44. Classificação geral das UHs na condição naturalmente ventilada através da simulação computacional.....	103
Figura 45. Classificação da envoltória das UHs na condição condicionada artificialmente através da simulação computacional.....	104
Figura 46. Percentual de variação do consumo energético em função do sombreamento do entorno.....	109
Figura 47. Relação do consumo anual de energia com o entorno.....	110
Figura 48. Variação do nível de eficiência em relação ao entorno da edificação.....	110
Figura 49. Percentual de variação do consumo energético em função da orientação.....	111
Figura 50. Relação do consumo anual de energia com a orientação.....	111
Figura 51. Variação do nível de eficiência em relação à variação da orientação.....	112
Figura 52. Percentual de variação do consumo energético em função ao PAFt.....	112
Figura 53. Relação do consumo anual de energia com o PAFt.....	113
Figura 54. Variação do nível de eficiência em relação ao PAFt.....	113
Figura 55. Percentual de variação do consumo energético em função ao AHS.....	114
Figura 56. Relação do consumo anual de energia com o AVS.....	114
Figura 57. Variação do nível de eficiência em relação ao AVS.....	115
Figura 58. Percentual de variação do consumo energético em função da transmitância térmica das paredes.....	116
Figura 59. Relação do consumo anual de energia com a transmitância térmica das paredes.....	116
Figura 60. Variação do nível de eficiência em relação à transmitância térmica das paredes.....	117

Figura 61. Percentual de variação do consumo energético em função da transmitância térmica da cobertura.	118
Figura 62. Relação do consumo anual de energia com a transmitância térmica da cobertura.	119
Figura 63. Variação do nível de eficiência em relação à transmitância térmica da cobertura.	119
Figura 64. Percentual de variação do consumo energético em função da absorvância solar das paredes.	120
Figura 65. Relação do consumo anual de energia com a absorvância solar das paredes.	120
Figura 66. Variação do nível de eficiência em relação à absorvância solar das paredes.	121
Figura 67. Percentual de variação do consumo energético em função da absorvância solar da cobertura.	121
Figura 68. Relação do consumo anual de energia com a absorvância solar da cobertura.	122
Figura 69. Variação do nível de eficiência em relação à absorvância solar da cobertura.	122
Figura 70. Padrão de ocupação academia.	137
Figura 71. Padrão de ocupação área administrativa 1.	137
Figura 72. Padrão de ocupação área administrativa 2.	137
Figura 73. Padrão de ocupação auditórios.	!Error! Marcador no definido.
Figura 74. Padrão de ocupação cozinha e restaurante.	!Error! Marcador no definido.
Figura 75. Padrão de ocupação das UHs.	138
Figura 76. Padrão de Iluminação dos auditórios.	!Error! Marcador no definido.
Figura 77. Padrão de Iluminação das áreas de circulação.	!Error! Marcador no definido.
Figura 78. Padrão de Iluminação da cozinha.	139
Figura 79. Padrão de Iluminação das UHs.	140
Figura 80. Padrão de uso de equipamentos academia.	141
Figura 81. Padrão de uso de equipamentos escritórios.	141
Figura 82. Padrão de uso de equipamentos auditórios.	141
Figura 83. Padrão de uso de equipamentos cozinha.	!Error! Marcador no definido.
Figura 84. Padrão de uso de equipamentos UHs.	!Error! Marcador no definido.
Figura 85. Padrão de uso de equipamentos lavanderia.	142
Figura 86. Padrão de uso de ocupação dos dormitórios.	143
Figura 87. Padrão de uso da iluminação dos dormitórios.	143

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Categorização de estabelecimentos hoteleiros de acordo com dados da EMBRATUR, (2010c).....	10
Tabela 02. Adaptação própria do Anexo III, do manual de avaliação.	10
Tabela 03. Critérios de classificação dos meios de hospedagem. (Adaptado pela autora).....	11
Tabela 04. Percentual do consumo de energia elétrica em edificações comerciais	15
Tabela 05. Consumo energético em Hotéis no mundo.	18
Tabela 06. Equivalente numérico para cada nível de eficiência (EqNum).	25
Tabela 07. Equivalente numérico de acordo a Pontuação Total.	42
Tabela 08. Coeficientes da Equação 2.1 do RTQ-R.	43
Tabela 09. Síntese das características do Modelo Real e do Modelo de Referência.....	45
Tabela 10. Valores de referência para os níveis de eficiência energética da envoltória.....	46
Tabela 11. Quantificação de edificações Hoteleiras de acordo a sua categorização no centro de Florianópolis.	50
Tabela 12. Quantificação de edificações Hoteleiras de acordo com sua categorização no centro de Florianópolis.	54
Tabela 13. Percentual de Abertura de Fachada calculada.....	58
Tabela 14. Parâmetros definidos de paredes e coberturas.....	60
Tabela 15. Parâmetros definidos para as aberturas.....	60
Tabela 16. Parâmetros para cálculo do Indicador de Consumo da Envoltória IC_{env}	68
Tabela 17. Valores limites dos diferentes níveis de eficiência da envoltória.....	69
Tabela 18. Potência de limite (DPI_L) do edifício para a atividade "Hotel"	69
Tabela 19. Índices de eficiência dos sistemas de condicionamento de ar.....	70
Tabela 20. Classificação dos diferentes sistemas de condicionamento de ar.....	70
Tabela 21. Parâmetros para cálculo da classificação geral.	71
Tabela 22. Verificação dos pré-requisitos RTQ-C.....	73
Tabela 23. Classificação máxima a ser alcançada pela edificação aplicando o RTQ-C através do Método Prescritivo	74
Tabela 24. Pré-requisitos da transmitância e capacidade térmica de paredes e cobertura.....	79
Tabela 25. Classificação das UHs sem a verificação dos Pré-requisitos (Método Prescritivo).....	84
Tabela 26. Classificação das UHs com a verificação dos Pré-requisitos (Método Prescritivo).....	85
Tabela 27. Principais características do Modelo de Simulação.	89
Tabela 28. Taxas metabólicas para as diferentes atividades.	90
Tabela 29. Características para o Modelo Real e os Modelos de Referência.....	95

Tabela 30. Classificação máxima a ser alcançada pela edificação aplicando o RTQ-C através do Método de Simulação	100
Tabela 31. Classificação das UHs Naturalmente Ventiladas sem a verificação dos Pré-requisitos (Método de Simulação)	106
Tabela 32. Classificação das UHs Condicionadas Artificialmente com a verificação dos Pré-requisitos (Método de Simulação).....	107
Tabela 33. Parâmetros construtivos avaliados	108
Tabela 34. Classificação das UHs Naturalmente Ventiladas sem a verificação dos Pré-requisitos (Método de Simulação)	126

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01. Consumo médio mensal.....	39
Equação 02. Consumo horário.....	40
Equação 03. Equação geral para determinação da pontuação total-RTQ-C.....	41
Equação 04. Equação geral para determinação da pontuação total de eficiência da UH – RTQ-R.....	42
Equação 05; Equação do equivalente numérico da envoltória da UH por meio do método de simulação RTQ-R.....	43
Equação 06. Equação para determinação do indicador de consumo da envoltória.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS

BEN	Balanço Energético Nacional.
MME	Ministério de Minas e Energia.
LabEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações.
RTQ-C	Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.
RTQ-R	Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais.
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
UH	Unidade Habitacional
UHs	Unidades Habitacionais
EMBRATUR	Instituto Brasileiro de Turismo
ABIH	Associação Brasileira da Indústria de Hotéis
ABIH-SC	Associação Brasileira da Indústria de Hotéis de Santa Catarina
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia
DOE	<i>Department Of Energy</i>
SMDU	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento

LISTA DE SIGLAS

AHS	Ângulo horizontal de sombreamento
AVS	Ângulo vertical de sombreamento
AC	Área condicionada (m ²)
ANC	Área não condicionada (m ²)
A _{env}	Área da envoltória (m ²)
APT	Área de permanência transitória (m ²)
A _{pcob}	Área de projeção da cobertura (m ²)
A _{pe}	Área de projeção do edifício (m ²)
AU	Área útil (m ²)
A _{tot}	Área total construída (m ²)
C _A	Consumo relativo para aquecimento (kWh/m ²)
C _R	Consumo relativo para refrigeração (kWh/m ²)
COP	Coefficiente de performance
DCI	Densidade de carga interna (W/m ²)
DPI	Densidade de potência de iluminação limite (W/m ²)
EqNumAA	Equivalente numérico do sistema de aquecimento de água
EqNumAC	Equivalente numérico da eficiência do sistema de condicionamento de ar
EqNumDPI	Equivalente numérico da eficiência do sistema de iluminação
EqNumEnv	Equivalente numérico da eficiência da envoltória
EqNumEnvAmb	Equivalente numérico da envoltória do ambiente
EqNumS	Equivalente numérico da edificação avaliado pelo método da simulação
FA	Fator altura
FF	Fator de forma
FS	Fator solar
GH _R	Indicador de graus-hora para resfriamento

IC_{env}	Indicador de consumo da envoltória
PAZ	Percentual de abertura zenital (%)
PAF_T	Percentual de área de abertura na fachada total (%)
POC	Percentual de horas ocupadas em conforto
PT	Pontuação total
U_{COB}	Transmitância térmica da cobertura
U_{PAR}	Transmitância térmica das paredes
V_{tot}	Volume total da edificação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	6
1.1.1 <i>Objetivo Geral</i>	6
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	6
1.2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1. CARACTERIZAÇÃO DO SETOR HOTELEIRO.....	9
2.2. LEGISLAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	22
2.2.1. <i>Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos - RTQ-C</i>	24
2.2.1.1. Método Prescritivo	25
2.2.1.2. Método de Simulação Computacional	25
2.2.2. <i>Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais - RTQ-R</i>	26
2.2.2.1. Método Prescritivo	28
2.2.2.2. Método de Simulação Computacional	29
2.3. SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO TERMO-ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES	30
2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
3. MÉTODO	35
3.1. LOCALIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE EDIFICAÇÕES HOTELEIRAS.	35
3.2. LEVANTAMENTO DE DADOS	36
3.2.1. <i>Levantamento de campo e fotográfico</i>	36
3.2.1.1. Características Gerais.....	36
3.2.1.2. Características do Projeto Arquitetônico	37
3.2.1.3. Características Construtivas	37
3.2.2. <i>Levantamento detalhado</i>	37
3.2.2.1. Características do consumo de energia	37
3.2.2.2. Características do consumo de água.....	38
3.2.2.3. Padrão de uso e taxa de ocupação	39
3.3. AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES HOTELEIRAS – MÉTODO PRESCRITIVO.....	40
3.3.1. <i>Aplicação do RTQ-C</i>	40
3.3.1.1. Classificação da Envoltória	41
3.3.1.2. Classificação do Sistema de Iluminação	41
3.3.1.3. Classificação do Sistema de Condicionamento de Ar.....	41

3.3.1.4. Classificação Geral	41
3.3.2. <i>Aplicação do RTQ-R</i>	42
3.3.2.1. Classificação da Envolória	42
3.3.2.2. Classificação do Sistema de Aquecimento de Água.....	43
3.3.2.3. Classificação Geral	43
3.4. AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES HOTELEIRAS – MÉTODO DE SIMULAÇÃO	44
3.4.1. <i>Programa de Simulação</i>	44
3.4.2. <i>Arquivo Climático</i>	44
3.4.3. <i>Aplicação do RTQ-C</i>	44
3.4.4. <i>Aplicação do RTQ-R</i>	45
3.5. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS CONSTRUTIVOS NA EFICIÊNCIA DAS EDIFICAÇÕES	47
4. RESULTADOS	49
4.1. LOCALIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE EDIFICAÇÕES HOTELEIRAS.	49
4.2. LEVANTAMENTO DE DADOS	51
4.2.1. <i>Levantamento de campo e fotográfico</i>	52
4.2.1.1. Características gerais.....	53
4.2.1.2. Características do Projeto Arquitetônico	54
4.2.1.2.1. Entorno	54
4.2.1.2.2. Orientação	56
4.2.1.2.3. Tipologia do pavimento tipo	57
4.2.1.3. Características Construtivas	58
4.2.1.3.1. Percentual de Aberturas na Fachada (PAF).....	58
4.2.1.3.2. Elementos de Proteção Solar	58
4.2.1.3.3. Cores Externas.....	60
4.2.1.3.4. Características de Construção.....	60
4.2.2. <i>Levantamento Detalhado</i>	61
4.2.2.1. Características do consumo de energia.....	62
4.2.2.1.1. Energia elétrica	62
4.2.2.1.2. Gás	63
4.2.2.1.3. Combustível Diesel.....	63
4.2.2.2. Características do consumo de água	64
4.2.2.3. Taxa de ocupação.....	65
4.3. PROGRAMA DE ETIQUETAGEM DE EDIFICAÇÕES - MÉTODO PRESCRITIVO	66
4.3.1. <i>Aplicação do RTQ-C</i>	66
4.3.1.1. Classificação da Envolória	66
4.3.1.2. Sistema de Iluminação.....	69
4.3.1.3. Sistema de Condicionamento de Ar	70
4.3.1.3.1. Verificação dos Pré-requisitos do Sistema de Condicionamento de Ar.....	71

4.3.1.4. Classificação Geral	71
4.3.1.5. Verificação dos Pré-requisitos RTQ-C.....	72
4.3.2. <i>Método Prescritivo RTQ-R</i>	75
4.3.2.1. Envoltória.....	75
4.3.2.2. Aquecimento de Água.....	78
4.3.2.2. Verificação dos Pré-requisitos RTQ-R.....	78
4.3.2.3. Classificação das UHS	81
4.4. PROGRAMA DE ETIQUETAGEM DE EDIFICAÇÕES - MÉTODO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL	86
4.4.1. <i>Características Gerais</i>	86
4.4.1.1. Modelo de Simulação	86
4.4.1.2. Padrões de Ocupação	90
4.4.1.2.1. Academia	90
4.4.1.2.2. Área administrativa	91
4.4.1.2.3. Auditórios	91
4.4.1.2.4. Cozinha e Restaurante.....	91
4.4.1.2.5. Dormitórios.....	91
4.4.1.3. Padrão de Iluminação	92
4.4.1.3.1. Auditórios	92
4.4.1.3.2. Áreas de Circulação	92
4.4.1.3.3. Cozinha	92
4.4.1.3.4. Dormitórios.....	93
4.4.1.4. Cargas Internas e padrão de uso de Equipamentos.....	93
4.4.1.4.1. Academia	93
4.4.1.4.2. Área Administrativa	93
4.4.1.4.3. Auditórios	93
4.4.1.4.4. Cozinha	94
4.4.1.4.5. Dormitórios.....	94
4.4.1.4.6. Lavanderia	94
4.4.2. <i>Método de Simulação - RTQ-C</i>	94
4.4.2.1. Parâmetros estabelecidos pelo RTQ-C.. !Error! Marcador no definido.	
4.4.2.2. Resultados das Simulações	98
4.4.3. <i>Método de Simulação - RTQ-R</i>	100
4.4.3.1. Resultados das Simulações	101
4.5. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS CONSTRUTIVOS NA EDIFICÊNCIA DAS EDIFICAÇÕES	108
4.6.1. <i>Resultados da variação de parâmetros construtivos</i>	108
4.6.1.1. Variação do Entorno	109
4.6.1.2. Variação da Orientação.....	110
4.6.1.3. Variação do Percentual de Abertura na Fachada - PAFt	112
4.6.1.4. Variação do Ângulo Vertical de Sombreamento - AVS.....	113
4.6.1.5. Variação da Transmitância Térmica das Paredes	115
4.6.1.6. Variação da Transmitância Térmica da Cobertura	117
4.6.1.7. Variação da Absortância Solar das Paredes	119

4.6.1.8. Variação da Absortância Solar da Cobertura	121
5. CONCLUSÕES	123
5.1. CONCLUSÕES GERAIS	123
5.2. LIMITAÇÕES	128
5.3. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	128
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
APÊNDICE A – PADRÕES DE OCUPAÇÃO.....	137
A.1. PADRÃO DE OCUPAÇÃO: ACADEMIA.....	137
A.2. PADRÃO DE OCUPAÇÃO: ÁREA ADMINISTRATIVA 1	137
A.3. PADRÃO DE OCUPAÇÃO: ÁREA ADMINISTRATIVA 2	137
A.4. PADRÃO DE OCUPAÇÃO: AUDITÓRIOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
A.5. PADRÃO DE OCUPAÇÃO: COZINHA E RESTAURANTE	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
A.6. PADRÃO DE OCUPAÇÃO: DORMITÓRIOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
APÊNDICE B - PADRÕES DE ILUMINAÇÃO.....	139
B.1. PADRÃO DE ILUMINAÇÃO: AUDITÓRIOS	139
B.2. PADRÃO DE ILUMINAÇÃO: ÁREAS DE CIRCULAÇÃO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
B.3. PADRÃO DE ILUMINAÇÃO: COZINHA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
B.4. PADRÃO DE ILUMINAÇÃO: DORMITÓRIOS	140
APÊNDICE C –PADRÃO DE USO DE EQUIPAMENTOS	141
C.1. PADRÃO DE USO DE EQUIPAMENTOS: ACADEMIA.....	141
C.2. PADRÃO USO DE EQUIPAMENTOS: ÁREA ADMINISTRATIVA	141
C.3. PADRÃO USO DE EQUIPAMENTOS: AUDITÓRIOS.....	141
C.5. PADRÃO USO DE EQUIPAMENTOS: COZINHA .	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
C.6. PADRÃO USO DE EQUIPAMENTOS: DORMITÓRIOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
C.6. PADRÃO USO DE EQUIPAMENTOS: LAVANDERIA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
APÊNDICE D – PADRÕES DE OCUPAÇÃO E ILUMINAÇÃO DEFINIDOS PELO RTQ-R	143
D.1. PADRÃO DE OCUPAÇÃO: DORMITÓRIOS	143
D.2. PADRÃO DE ILUMINAÇÃO: DORMITÓRIOS	143
ANEXO A – DESCRIÇÃO	145

1. INTRODUÇÃO

Em 2001, o Brasil se deparou com um grave problema de falta de energia que teve origem em duas causas: a escassez de chuvas, provocando a falta de funcionamento pleno das hidroelétricas, e a ausência de outras fontes de geração de energias alternativas às hidroelétricas. A partir daí foram adotadas diferentes medidas para novas fontes de geração de energia, assim como soluções que visassem à redução de seu consumo. De acordo com o BEN, no ano de 2011 cerca de 78% da energia, no Brasil, é proveniente de hidroelétricas, sendo que os 22% restantes são originários dos derivados de petróleo, carvão mineral, gás natural, biomassa, energia eólica, energia nuclear e importação.

Dos quatro setores ligados, direta e indiretamente, à construção civil, é o setor industrial que apresenta o maior consumo energético, seguido pelo setor residencial, posteriormente o comercial e finalmente o público. A Figura 01 ilustra a participação de todos os setores no consumo energético final do Brasil.

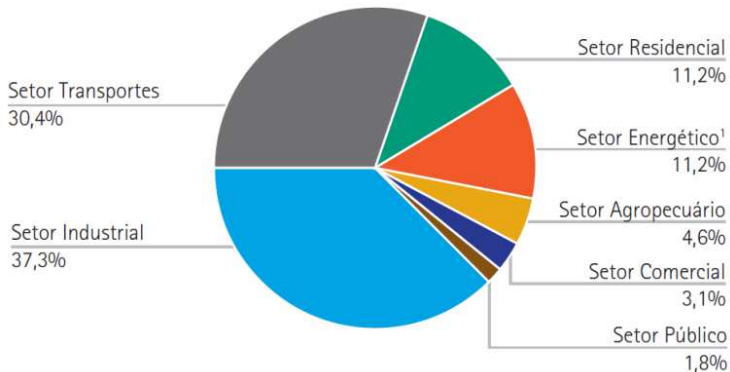


Figura 01. Consumo final energético por setor.
Fonte: BEN, 2011

No ano de 2009, a demanda de recursos energéticos pelo setor comercial teve um crescimento de 2,3%, passando de 6.190×10^3 tep (toneladas equivalentes de petróleo) em 2008 para 6.335×10^3 tep em 2009. A Figura 02 mostra como a energia elétrica é a fonte de energia mais requerida neste setor, com aproximadamente 90% da demanda energética, tendo apresentado um crescimento de 5,6% em 2009 em

relação a 2008; sendo que as outras fontes de energia entre elas gás natural, lenha, óleo diesel, óleo combustível, GLP e carvão vegetal, apresentaram um decréscimo de 18,9% com relação ao ano anterior (BEN, 2011).

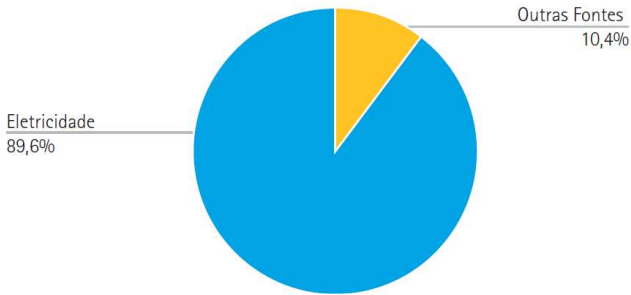


Figura 02. Consumo de energia no setor comercial.
Fonte: BEN, 2010.

De acordo com Lippiatt (1998), a construção civil é o setor da atividade humana que mais está crescendo e, por isso, se tornando responsável por 40% e 16% da energia e água utilizadas no mundo, respectivamente. Essa utilização ocorre durante o ciclo de vida de uma edificação, que se inicia com a fabricação e transporte dos materiais de construção, durante a construção e vida útil da edificação, e a demolição e deposição final dos materiais (TAVARES e LAMBERTS, 2005). A Eletrobrás (2010) estima que 50% da energia elétrica que se produz no país seja consumida na operação, manutenção e nos sistemas artificiais de iluminação, climatização e aquecimento de água de edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas.

Santamouris *et al.* (1996) indica que um dos principais responsáveis pelo consumo de energia nas edificações é o projeto arquitetônico inadequado, por estar relacionado ao tipo de uso da edificação; tipo de construção; manutenção; sistemas de iluminação e equipamentos; sistemas de aquecimento e resfriamento; entre outros sistemas.

Cabe aos arquitetos, engenheiros e outros profissionais, que atuam na área de projeto, construção e operação de edificação, a responsabilidade de projetar e especificar as edificações de acordo com o clima no qual a edificação está inserida, bem como promover o uso eficiente de energia, entendendo que seu desperdício significa exercitar

inadequadamente sua profissão. Frente a isto, é que surge o conceito de Edificações Sustentáveis e, com ele, a racionalização do uso da energia que vem sendo adotada com a finalidade de evitar desperdícios, sem comprometer o meio ambiente, as necessidades, a segurança, o conforto, a produtividade e a saúde dos usuários.

Edifícios de hotéis têm uma das mais altas taxas de consumo de energia, variando significativamente de acordo com as características de funcionamento, tipo de serviços oferecidos, operação e uso pelos usuários; características construtivas; tipo e eficiência dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar (ALI *et al.*, 2008). Para evitar problemas relacionados ao consumo de energia, é importante que as sociedades mudem os seus hábitos de consumo. Economias de energia também podem ser alcançadas por meio da implantação de programas e políticas de conservação e uso racional de energia, estabelecidos pela introdução de novas tecnologias e mudanças do padrão de consumo (GELLER, 1991).

Foi assim, que o Ministério de Minas e Energia – MME – publicou o Plano de Trabalho de implantação da Lei de Eficiência Energética, Lei N° 10.295 de 17 de outubro de 2001 (MME, 2009). Nesta lei, fica determinado que devem ser desenvolvidos mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas no Brasil, não só pelo uso de equipamentos ou sistemas mais eficientes, mas também por meio de projetos arquitetônicos adaptados ao clima da região. Deverão, assim, ser considerados: a iluminação natural integrada à artificial, o uso de ventilação natural com orientação e forma planejadas, proteções solares corretas e especificação criteriosa de materiais de acabamento (especialmente na envoltória da edificação), entre outros aspectos.

Depois de alguns anos de discussões e pesquisas, o INMETRO, em parceria com a Eletrobrás, lançou o Programa de Etiquetagem de Edificações. Inicialmente, em 2009, foi publicado o Regulamento Técnico da Qualidade de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas - RTQ-C e revisado em 2010, ano em que, também, foi publicado o Regulamento Técnico da Qualidade de Edificações Residenciais - RTQ-R. Este processo de etiquetagem é inicialmente de caráter voluntário e passará a ter caráter obrigatório para edificações novas em prazo a ser definido. A classificação do nível de eficiência de edificações varia de A (mais eficiente) ao E (menos eficiente). Nos edifícios comerciais, de serviços e públicos a classificação é alcançada por meio da avaliação de três quesitos: envoltória, iluminação e condicionamento de ar, além de

conceder bonificações com a economia de água, controle de resíduos e os controles inteligentes da edificação. Já nas edificações residenciais são avaliados: a envoltória e o sistema de aquecimento de água, assim como os sistemas presentes nas áreas comuns dos edifícios multifamiliares, como iluminação, elevadores, bombas centrífugas, entre outros, além de conceder bonificações pela adoção de iniciativas que aumentem a eficiência do edifício. Contudo, estima-se que o potencial de conservação de energia, por meio de intervenções e medidas de *retrofit*, em edificações já construídas possa atingir até 30%, sendo que em edificações novas que utilizam tecnologias energeticamente eficientes, esse potencial possa ser superado em mais de 50% em economia (Eletrobrás, 2010).

Uma ferramenta que vem sendo utilizada para estudar o comportamento das edificações, é a simulação computacional. Vários softwares de simulação são disponibilizados, como, por exemplo, o DOE-2, BLAST, eQuest, *EnergyPlus*, entre outros programas, que servem para avaliar a eficiência energética, uso de energias renováveis e a sustentabilidades das edificações. Esta ferramenta pode ser uma grande aliada dos arquitetos, engenheiros, projetistas e outros especialistas envolvidos no ciclo de vida de uma edificação, permitindo conhecer o comportamento do consumo energético das edificações em base a parâmetros construtivos que compõem uma edificação e aos sistemas nele instalados, sejam estes equipamentos e, sistemas naturais e artificiais de condicionamento e iluminação (LAMBERTS *et al.*, 1997). Assim, a simulação lida com interações complexas de acordo com uma diversidade de condições, predizendo cargas térmicas, condições do ambiente interno como temperatura e umidade; consumo e demanda de energia, dimensionamento de sistemas de condicionamento de ar, entre outras coisas. Desta forma, é possível avaliar e classificar tecnologias de eficiência energética ou medidas de *retrofit* e a sua viabilidade de implantação antes de inseri-las nas edificações, sejam estas novas ou já existentes.

Tendo em vista que o Brasil está prestes a sediar a Copa do Mundo em 2014 e os Jogos Olímpicos em 2016, vem se falando muito sobre a oportunidade do Brasil ser reconhecido como um país que se preocupa com a sustentabilidade ambiental por meio de ações responsáveis que preservam e respeitam o meio ambiente. Estas práticas seriam aplicadas em estádios, hotéis, restaurantes, aeroportos e outros estabelecimentos, pelo uso de tecnologias de eficiência energética, pelo

sistema de aproveitamento de recursos hídricos, pela reciclagem de resíduos e coleta seletiva do lixo, e pelo uso de fontes alternativas de energia, entre outras medidas.

Considerando que o setor hoteleiro sustenta a atividade turística, de importância na atividade social e econômica nas cidades (BECALLI, 2009), e que este setor possui uma das mais elevadas taxas de consumo energético, em comparação a outros tipos de edificações comerciais, isso eleva a procura de fontes alternativas de energia, reformas para o melhoramento da eficiência (*retrofit*) e estratégias de gerenciamento e operação. Como forma de apoiar e incentivar este tipo de “boas práticas”, o Banco Nacional do Desenvolvimento – BNDES lançou o programa “BNDES ProCopa Turismo” que visa ao financiamento da construção, reforma, ampliação e modernização de hotéis, de forma a aumentar a capacidade e qualidade de hospedagem em função da Copa do Mundo de 2014 (BNDES, 2010). Para tanto, será necessário obter a certificação de acordo com um dos subprogramas: Hotel Sustentável ou Hotel Eficiência Energética.

Poderão assim, participar destes programas micro, pequenas e médias empresas com até 100% dos itens financiáveis; e grandes empresas com até 80% dos itens financiáveis. O valor mínimo para operação direta varia de R\$ 3 milhões para cidades-sede da Copa do Mundo e demais capitais; e de R\$ 10 milhões para outros municípios. O prazo para o pagamento varia de acordo com o tipo de projeto, sendo que para construção de novos empreendimentos varia de 15 até 18 anos; e para projetos de ampliação, reforma e modernização de 10 até 12 anos, de acordo com o programa escolhido.

Para obter o financiamento da construção, reforma, ampliação e modernização de hotéis pelo programa Hotel Sustentável, será necessário a obtenção da certificação no Sistema de Gestão da Sustentabilidade para Meios de Hospedagem ou outra certificação de construção sustentável reconhecida por entidade de credenciamento acreditada dentro do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade. No caso de optar pelo programa Hotel Eficiência Energética, será necessária a obtenção da certificação de eficiência energética nível “A” dentro do Programa de Eficiência Energética nas Edificações.

Edificações hoteleiras são classificadas como edificações comerciais, mas seu funcionamento, em muitos casos, sobretudo do setor das habitações, é igual ao de qualquer edificação residencial em que o ocupante da UHs permanece nele geralmente durante o período da noite, sendo que durante longo período do dia encontra-se ausente.

Por tanto, surge uma grande questão: Qual é a melhor forma de avaliar um hotel? Deveriam ser utilizados os procedimentos descritos pelo RTQ-C ou pelo RTQ-R, já que o uso de um hotel esta composto por áreas similares às de qualquer edificação comercial, como hall de entrada, restaurante, salas de eventos, oficinas, entre outros, assim como aquelas áreas que compõem as edificações residenciais entre elas as Unidades Habitacionais - UH. Nesse contexto, a realização desta pesquisa surge pela importância do setor hoteleiro como base da atividade turística das cidades, bem como estabelecer os parâmetros necessários para a avaliação do consumo energético, nesse tipo de edificação, quando aplicado o Programa de Etiquetagem de Edificações.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar a eficiência energética de hotéis de quatro estrelas em Florianópolis, aplicando o procedimento de avaliação descrito pelo Programa de Etiquetagem de Edificações.

1.1.2 Objetivos Específicos

A avaliação de eficiência energética de edifícios de hotéis será alcançada por meio dos seguintes objetivos específicos:

- Elaboração de uma planilha que guie o levantamento de dados;
- Criação de uma base de dados das características tipológicas de edifícios de hotéis de quatro estrelas localizados no centro da cidade de Florianópolis;
- Classificação da eficiência energética da edificação hoteleira;
- Comparação dos resultados obtidos pelo RTQ-C e o RTQ-R aplicados a edificações hoteleiras;
- Avaliação da influência das características representativas de edificações hoteleiras no consumo energético da edificação.

1.2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O trabalho realizado está organizado em cinco capítulos: Introdução, Revisão Bibliográfica, Método, Resultados e Conclusão. No

primeiro capítulo, Introdução, é introduzida brevemente a problemática do setor hoteleiro com respeito ao consumo energético demandado por este setor, assim como medidas que estão sendo adotadas no Brasil em busca da eficiência energética.

Na Revisão Bibliográfica são apresentados os temas tratados neste trabalho entre eles: categorização do setor hoteleiro; revisão sobre a legislação em eficiência energética; trabalhos com foco em hotéis e as variáveis que influenciam o consumo de energia em edificações; e finalmente, sobre a simulação computacional do desempenho energético de edificações.

No terceiro capítulo é apresentado o método aplicado neste trabalho de forma a alcançar o objetivo proposto no primeiro capítulo. O capítulo inicia com a localização e quantificação de edificações hoteleiras, seguido do levantamento de dados para coletar as informações das edificações. Em seguida, avalia-se a eficiência energética de uma edificação hoteleira e finalmente é feita a avaliação da influência de parâmetros construtivos na eficiência das edificações.

No quarto capítulo são apresentados os resultados obtidos por meio da aplicação do método.

Por último, no quinto capítulo são apresentadas as conclusões extraídas das análises realizadas a partir dos resultados descritos no quarto capítulo junto às limitações encontradas e a proposta para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A seguir, é apresentada a revisão bibliográfica relacionada ao tema tratado neste trabalho, dividida em quatro temas principais. Primeiramente, é relatada a caracterização do setor hoteleiro; logo em seguida, é realizada uma revisão sobre a legislação em eficiência energética com ênfase no que vem sendo abordado no Brasil; na terceira seção, é apresentada uma revisão de trabalhos elaborados a respeito do consumo energético em hotéis e das variáveis que influenciam em seu uso. Por fim, comenta-se a simulação computacional, apresentando o programa *EnergyPlus* como ferramenta que executa simulações do desempenho termo-energético de edificações.

2.1. CARACTERIZAÇÃO DO SETOR HOTELEIRO

No Brasil, a EMBRATUR – Instituto Brasileiro de Turismo e a ABIH - Associação Brasileira da Indústria de Hotéis Nacional, são os órgãos responsáveis em definir parâmetros para a classificação dos meios de hospedagem, tendo como resultado o Regulamento Geral dos Meios de Hospedagem e o Regulamento do Sistema Oficial de Classificação dos Meios de Hospedagem, que foram revisados e atualizados em abril de 2002. Nesses regulamentos são apontadas as exigências mínimas para a operação, funcionamento e categorização de estabelecimentos hoteleiros. Entre os padrões definidos na matriz de classificação, avaliam-se alguns parâmetros referentes a posturas legais, segurança, setor habitacional, serviços oferecidos, cuidados com o meio ambiente, dentre outros (EMBRATUR, 2010).

De acordo ao cumprimento dos parâmetros exigidos pela EMBRATUR, os empreendimentos hoteleiros irão se encaixar dentro de uma categorização que os classifica, (Tabela 01) assim, os hotéis classificados como Super Luxo, Luxo, Superior e Turístico devem ser submetidos à avaliação do cumprimento dos parâmetros anualmente, já as categorias Econômicas e Simples devem ser avaliadas a cada dois anos. A ABIH de cada estado brasileiro disponibiliza um cadastro dos hotéis associados e a sua respectiva classificação, diferenciando-a pelo número de estrelas.

Tabela 01. Categorização de estabelecimentos hoteleiros de acordo com dados da EMBRATUR, (2010c).

Categoria	Símbolo
Super Luxo	★★★★★ SL
Luxo	★★★★★
Superior	★★★★
Turístico	★★★
Econômico	★★
Simples	★

Destaca-se que, dentre as exigências para a categorização dos hotéis, existem alguns itens que podem estar influenciando o comportamento destas edificações, tanto quanto o consumo de água e energia assim como nas características de uso e funcionamento dos hotéis, que são diferenciadas de acordo com a categorização de cada edificação como exemplificado na Tabela 02 a seguir.

Tabela 02. Adaptação própria do Anexo III, do manual de avaliação.

Fonte: EMBRATUR, 2010c.

ITENS		1 *	2 *	3 *	4 *	5 *	5 * SL
Atendimento ao hóspede	Roupa lavada e passada no mesmo dia					x	x
	Serviços de recepção						
	a) no período de 24 horas				x	x	x
	b) no período de 16 horas			x			
	c) no período de 12 horas	x	x				
	Serviço de refeições leves e bebidas nas Unidades Habitacionais ("room service") no período de 24 horas				x	x	x
Setor habitacional	Mini refrigerador em 100% das UH			x	x	x	x
	Comando de aparelhos de som, ar condicionado, luz e TV em 100% das UH				x	x	x
	Vedação opaca nas janelas em 100% das UH				x	x	x
	Água quente em 100% das UH:						
	a) em todas as instalações					x	x
	b) no chuveiro e lavatório				x		
c) no chuveiro	x	x	x				

É possível observar, pela tabela, que existem alguns itens relacionados a medidas que estimulam o consumo de água e energia no setor hoteleiro. Pode-se citar a exigência de lavagem de roupa no mesmo dia; o que irá demandar o funcionamento do setor de lavanderia mesmo

quando as quantias de roupas sejam pequenas e a operação venha a ser cumprida de forma não eficiente, se o serviço não for terceirizado. Outras medidas, como o fato de todas as unidades habitacionais possuírem mini-refrigeradores, aumenta a carga interna instalada, assim como, também, o livre comando de equipamentos pelos usuários, em especial do sistema de condicionamento de ar. O padrão de uso e o consumo energético dependerão das exigências, expectativas e comportamento dos usuários, que na maioria das vezes, como ressalta Mascaró e Mascaró (1992), adotam hábitos diversos, imprevisíveis e contrastantes com os objetivos de economia de energia.

Lima (2007) ressalta que existem, também, outras formas de classificar os meios de hospedagem além da classificação quanto à qualidade dos serviços, indicado pelo número de estrelas; ele classifica esses meios de hospedagem de acordo com quatro critérios principais, como mostra a Tabela 03.

Tabela 03. Critérios de classificação dos meios de hospedagem. (Adaptado pela autora).

Fonte: Lima (2007), Mtur (2010).

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Qualidade (de acordo com o tipo de instalação, conforto, serviços e preços)	Super Luxo	Classificação de acordo com a ABIH
	Luxo	
	Superior	
	Turístico	
	Econômico	
Localização (de acordo com o lugar onde o hotel está implantado)	Simples	
	Hotel de aeroporto	Hotéis localizados dentro ou próximo dos aeroportos, de altura restrita e grande isolamento acústica. Possui facilidades de um hotel urbano, com a flexibilidade de alugar por horas, períodos do dia, o por dias inteiros.
	Hotel - casa de campo	Hotéis localizados em áreas rurais, e por geral composto de pequenas cabanas.
	Hotel de centro de cidade/urbanos	Hotéis localizados dentro das cidades. Partido arquitetônico vertical com vários pavimentos. Oferece hospedagem e alguma estrutura de lazer e negócios.
	Hotel de praia	Hotéis localizados próximos às praias, possuindo variação na sua altura.
Hotel de montanha	Hotéis localizados em áreas montanhosas, por geral em zonas frias.	

Especialização (de acordo com serviços especiais disponibilizados)	Hotéis resorts / lazer	Hotéis situados em uma zona turística de forte demanda sazonal, localizados fora das áreas metropolitanas e oferecem uma variada gama de atividades de recreação e lazer para os hóspedes como uma variedade de piscinas, jardins e espaços naturais. Possuem entre 10 a 250 ou até 1.000 UHs.
	Hotéis de negócios	Situados geralmente nos centros urbanos e visa a abastecer a demanda por usuários em trânsito na cidade por questões de trabalho.
	Hotéis cassinos	Hotéis que tem por finalidade oferecer aos visitantes jogos de azar dentro dos cassinos, de onde provêm os maiores ingressos, tendo o conceito de alojamento num plano secundário que busca atrair turistas por terem preços econômicos.
Operação (de acordo com o modelo de administração)	Grandes redes hoteleiras	Grupos hoteleiros que operam tanto hotéis de que são proprietários como outros que lhe são arrendados, podendo assim apenas administrar hotéis ou operar acordos de franquia. Este tipo de hotéis se caracteriza por manter um padrão de qualidade nos serviços oferecidos.
	Hotéis autônomos independentes	Pelo geral, pequenos hotéis gerenciados na maioria das vezes pelo proprietário.
	Hotéis autônomos associados a algum tipo de consórcio	Hotéis de porte médio que possuem o apoio de outros consórcios na administração e operação do hotel.

Este tipo de categorização agrupa algumas das características adotadas para o setor hoteleiro, tanto de tipologia arquitetônica como de estratégias adotadas, de acordo ao critério analisado. Por exemplo, hotéis localizados em centros urbanos são projetados de forma mais concentrada e verticalizados, devido ao espaço reduzido, diferente de hotéis localizados fora destes centros urbanos, que geralmente são projetados de forma mais dispersa.

Assim, pode se dizer que a arquitetura de hotéis e pousadas no Brasil tem uma variedade de tipologias arquitetônicas que vão de pequenas pousadas, situadas em regiões onde predomina o ambiente natural, a grandes blocos de edifícios, localizados em centros urbanos de alta densidade. Os projetos arquitetônicos são determinados junto à utilização de materiais e tecnologias disponíveis no mercado que, podem

às vezes, melhorar a eficiência energética destes. Entretanto, o desafio na elaboração de um projeto arquitetônico para o setor hoteleiro está principalmente em: atender às demandas do proprietário, que tem interesses econômicos no projeto e nos resultados; e a dos hóspedes, que têm expectativa quanto ao conforto das instalações e das opções de lazer e diversão disponíveis. Contudo, a arquitetura deve propor soluções compatíveis com as exigências destes dois clientes.

O setor hoteleiro é responsável por atender às necessidades de alojamento e abrigo das pessoas que estão em trânsito ou temporariamente longe de seus domicílios. De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria de Hotéis de Santa Catarina – ABIH-SC (2010), 62% da oferta hoteleira nacional concentra-se nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia e Santa Catarina.

O estado de Santa Catarina conta com cerca de 2.750 meios de hospedagem entre hotéis, resorts, pousadas, hotéis-fazenda, albergues, hospedarias, entre outros. Os hotéis catarinenses têm em média 40 UHs - Unidades Habitacionais, com um total de 110.000 mil UHs que somam cerca de 275 mil leitos. Desse universo, 40% são pousadas e pequenos hotéis com até 30 UHs, 54% são hotéis com 30 a 80 UHs, e 6% são hotéis com mais de 80 UHs (ver Figura 03).

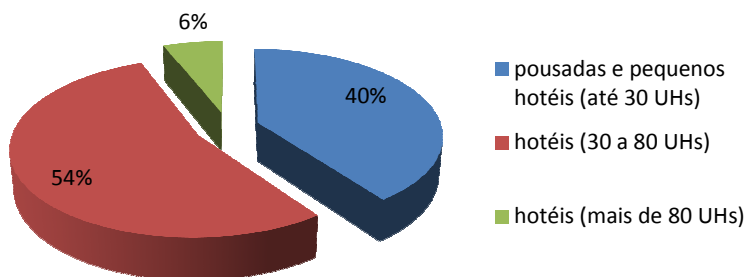


Figura 03. Caracterização do setor hoteleiro em Santa Catarina.
Fonte: ABIH-SC, 2010.

Do universo hoteleiro de Santa Catarina, 51,9% da taxa de ocupação residem na Grande Florianópolis, sendo que desta, 46,5% se concentra na área de praias e 59,9% no centro da cidade como mostra a Figura 04.

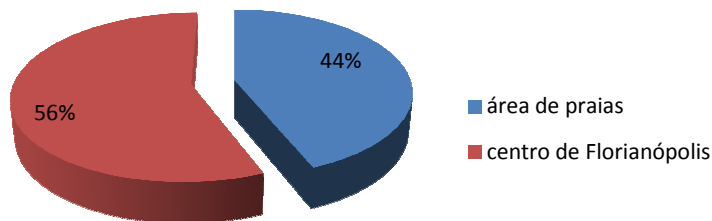


Figura 04. Distribuição dos hotéis na Grande Florianópolis.

Fonte: ABIH-SC, 2010.

Em 2002, o IBGE levantou as estimativas dos valores gastos pelo setor hoteleiro com cada um dos principais serviços de utilidade pública, considerados entre eles: água, esgoto, energia elétrica, gás, telefone, correio, conexão de internet e outros serviços de comunicação. Estes dados foram obtidos por meio da desagregação dos custos levantados pela Pesquisa Anual de Serviços - PAS de 2002 (EMBRATUR/MTUR, 2006) e apresentados na Figura 05 a seguir.

Por meio da pesquisa é possível observar que, no Brasil, 44% dos gastos do setor hoteleiro com serviços de utilidade pública são referentes ao consumo de energia elétrica, sendo que no estado de Santa Catarina, em base a dados levantados na grande Florianópolis, este representa 39% dos gastos do setor.

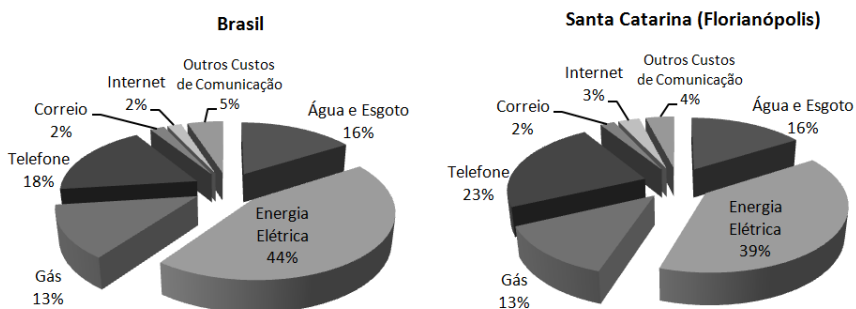


Figura 05. Gastos do setor de alojamento com serviços de utilidade pública em 2002 no Brasil e em Santa Catarina.

Fonte: EMBRATUR/Mtur – Estrutura de consumo e impactos na economia.

Dados apresentados pelo SINPHA (2008) mostram que a distribuição do consumo de energia elétrica do setor comercial está relacionado principalmente a três usos finais: iluminação, climatização e equipamentos, como apresentados na Tabela 04.

Tabela 04. Percentual do consumo de energia elétrica em edificações comerciais
Fonte: SINPHA, 2008.

Edificação	% do consumo de energia elétrica com:			
	Iluminação	Climatização	Equipamentos	Outros sistemas
Hotéis	18	41	14	27
Bancos	17	41	29	13
Hospitais e Clínicas	21	30	37	12
Instituições de ensino	26	42	17	15
Shopping Center	24	54	3	19
Supermercados	19	32	3	46

De forma geral, pode-se dizer que os grandes responsáveis pelo consumo de energia elétrica do setor comercial são os sistemas de climatização, seguidos, de acordo com a função da edificação, da iluminação e dos equipamentos nele inseridos.

Analisando o que acontece no setor hoteleiro, este comportamento não é diferente, já que 63% do consumo de energia elétrica são relacionados aos funcionamentos de tais sistemas (climatização, iluminação e equipamentos), como observado na Figura 06.

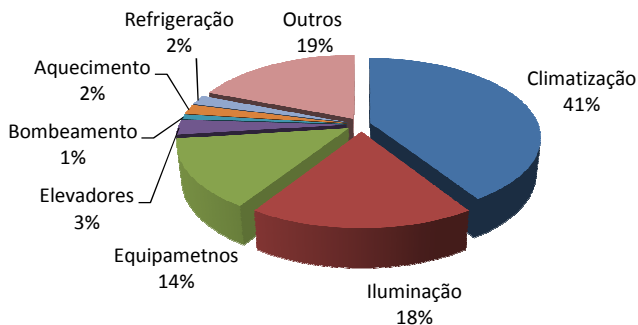


Figura 06. Distribuição do consumo de energia elétrica no setor hoteleiro
Fonte: SINPHA, 2008.

Mas os gastos do setor hoteleiro apresentam um comportamento diferenciado entre as diferentes edificações com relação aos diferentes tipos de serviços oferecidos pela instituição, tendo entre eles: restaurantes, serviços de lavanderia, *business center*, academia, piscinas, entre outros. Outro fator de peso quanto aos gastos do setor é a variação da taxa de ocupação durante o ano juntamente com preferências dos hóspedes, as quais influenciam no funcionamento da edificação, dos serviços e sistemas, gerando situações específicas de consumo de energia para cada edificação.

Como forma de assegurar ou expandir a sua participação de mercado, os hotéis precisam pensar com regularidade na modernização das instalações e na manutenção da infraestrutura. A desatualização ou o envelhecimento da edificação podem fixar desvantagens com a competência e induzir a uma redução nos preços das tarifas para manter os níveis médios de ocupação.

Os custos para a reforma de um hotel são bastante variáveis e dependem da abrangência do projeto de remodelação e do estado de conservação do estabelecimento. Segundo o FOHB - Fórum de Operadores Hoteleiros do Brasil, os hotéis necessitam realizar investimentos anuais em montantes crescentes da ordem de 1% a 5% de seu faturamento bruto, permanecendo ao redor de 5% a partir do quinto ano de implantação. Além disso, de forma geral, devem passar por grandes reformas estruturais e adoção de medidas de *retrofit*, com investimentos da ordem de 20% a 30% de seu investimento inicial, a cada 10/12 anos. (FONTENELLE, e FONSECA; 2005).

A implantação de programas de eficiência energética neste setor ainda sofre resistência devido ao alto custo de implantação, a complexidade de alguns programas, a necessidade de retorno rápido, assim como a falta de informação entre técnicos e empreendedores (LIMA, 2007), mas grandes benefícios poderiam ser alcançados no campo financeiro se os proprietários investissem em programas de eficiência energética.

Em Hong Kong, de acordo com um estudo realizado por Deng e Burnett (2002), constatou-se que os gastos do setor hoteleiro com o consumo de água variam entre um máximo de 7,7 m³/m² e um mínimo de 2,1 m³/m², com uma média de 4,5m³/m². Esta variação do consumo está fortemente influenciada pelo tipo de serviço de lavanderia oferecido

pela edificação. Edificações hoteleiras que possuam este serviço terceirizado, terão grande parte da demanda de água pelo setor de cozinha, sendo que esta será fortemente influenciada de acordo com o número de pratos servidos por este setor. Já o consumo do setor de hospedagem, dependerá da variação do número de hóspedes na edificação hoteleira. Finalmente, uma pequena parcela da demanda de água está relacionada a outros usos, podendo ser estes piscinas e fontes de água (Ver Figura 07).

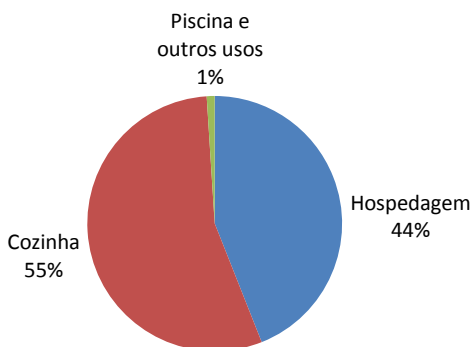


Figura 07. Consumo de água em hotéis com serviço de lavanderia terceirizado.

No caso de edificações hoteleiras que possuem o serviço de lavanderia dentro de suas instalações, o consumo de água apresenta a maior parcela demandada pelo setor de lavanderia, seguida do setor habitacional, a cozinha e outros usos finais, como mostra a Figura 08.

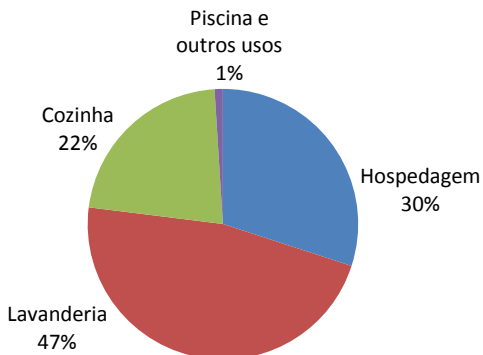


Figura 08. Consumo de água em hotéis com serviço de lavanderia.

Diversos estudos vêm sendo desenvolvidos com o fim de estabelecer parâmetros de consumo energético para os diferentes tipos de edificações. Destacam-se, no entanto, alguns dados encontrados nos estudos de edifícios de hotéis, apresentando na Tabela 05 um resumo do consumo médio de energia em hotéis levantados em diferentes estudos ao longo dos anos.

Tabela 05. Consumo energético em Hotéis no mundo.

Região	Ano	Consumo médio kWh/m ²	Fonte:
Ottawa	1991	688,70	DENG; BURNETT, 2000
US	1995	401,00	DENG; BURNETT, 2000
Hong Kong	-	366,00	DENG; BURNETT, 2000
Hong Kong	-	257,80	DENG; BURNETT, 2001
Hong Kong	1998	564,00	DENG; BURNETT, 2000
Grecia (República Hellenica)	-	273,00	SANTAMOURIS <i>et al.</i> , 1996
UK (Londres)	1988	715,00	DENG; BURNETT, 2000
Italia	-	215,00	KARAGIORGAS <i>et al.</i> , 2006
Espanha	-	287,00	KARAGIORGAS <i>et al.</i> , 2006
Grecia	-	280,00	KARAGIORGAS <i>et al.</i> , 2006
França	-	420,00	KARAGIORGAS <i>et al.</i> , 2006
Florianópolis (Brasil)	2005	67,38	MELO, 2005
Natal (Brasil)	2005	126,11	LIMA, 2008

Pode, assim, ser observado que na Europa, América do Norte e Hong Kong, a média de consumo energético em hotéis está entre 250 a 700 kWh/m², o que pode variar de acordo com os serviços oferecidos por cada hotel; as características do clima de cada região, que demandará diferentes cargas para as condições de conforto térmico; as exigências e expectativas dos usuários, entre outros fatores. Já no Brasil, o consumo médio de energia varia significativamente comparado aos outros países, fato que pode ser atribuído à pequena procura ou demanda pelo setor hoteleiro no Brasil. Mesmo assim, este consumo médio de energia varia entre 70 a 125 kWh/m², sendo que estes índices podem ser ainda mais baixos se as edificações aplicassem medidas de *retrofit* visando à melhoria na eficiência energética.

Em um hotel, o funcionamento dos sistemas de iluminação, condicionamento de ar, aquecimento de água, transporte vertical, serviços de lavanderia, serviços de alimentação, entre outros, requerem o uso de diversas fontes de energia. De acordo com Deng e Burnett (2002) há três tipos de energia comumente utilizadas neste tipo de

edificação: elétrica, gás e diesel. Mas também não é descartado o uso de outras fontes como geradores, sistemas fotovoltaicos, eólicos, entre outros como indica Ali *et al.*(2008).

Deng e Burnett realizaram estudos sobre hotéis localizados em Hong Kong, onde analisaram o comportamento do consumo energético (1998) e sobre os usos e a aplicação de energia em hotéis (2002). Estes estudos foram realizados sobre os dados obtidos de 16 hotéis classificados como três, quatro e cinco estrelas. Estas edificações foram construídas no período entre 1969 e 1994 e possuem entre 216 e 862 UHs e de 1 a 8 restaurantes. Informação sobre as contas de consumo energético e taxas de ocupação mensal foram levantados pelo período de um ano. Desta forma, foi constatado que há três tipos de energia utilizada neste tipo de edificação: gás, diesel e elétrica; sendo que esta última abastece 73% da energia demandada por estas edificações. Deste total, a maior parcela abastece os sistemas de condicionamento de ar, seguidamente os sistemas de iluminação, transporte vertical e vários outros sistemas. Incluído neste último, o consumo de energia para água quente demandada pelo hotel como mostra a Figura 09.

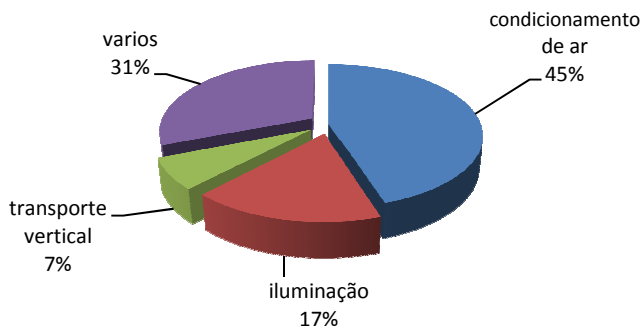
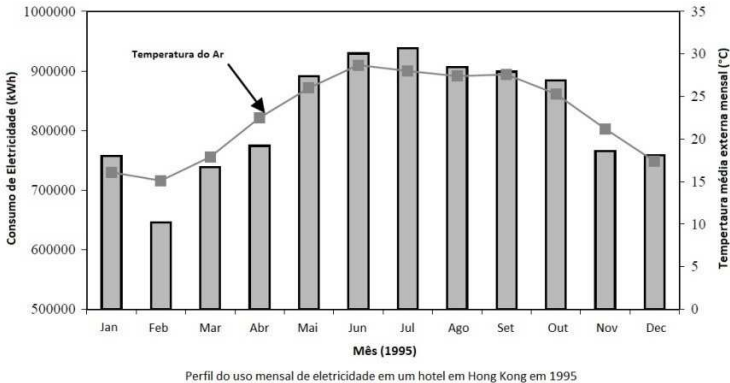


Figura 09. Porcentual de uso de energia em 16 edifícios de hotéis em Hong Kong.

Fonte: Deng e Burnet; 2002.

Esta parcela que abastece o sistema de condicionamentos de ar tem uma lógica atribuída ao clima subtropical da região, o que demanda o uso deste tipo de equipamento pelos hóspedes que usam a edificação. No segundo estudo desenvolvido pelos mesmos autores (2002), além de analisar o uso de energia nos 16 hotéis, fizeram uma análise detalhada de uma destas edificações relacionada ao consumo de energia elétrica,

gás e diesel com as variações de temperaturas nos diferentes períodos do ano, entre outros parâmetros. Foi observado que o consumo de energia tem um comportamento similar à variação de temperatura externa como pode ser observado na Figura 10. Eles destacam que a temperatura externa é a variável mais significativa no consumo de energia, por estar estritamente associada ao uso de sistemas de condicionamento de ar em climas tropicais, que geralmente são operados com energia elétrica.



Perfil do uso mensal de eletricidade em um hotel em Hong Kong em 1995

Figura 10. Perfil do uso mensal de eletricidade em um hotel de Hong Kong em 1995

O consumo do diesel nestas edificações tem um comportamento inverso à temperatura externa, por ser utilizado para o aquecimento da água, portanto, quanto maior a temperatura externa, menor a demanda de água quente utilizada nas UHs tendo somente uma parcela fixa de uso na cozinha. Mas o consumo de energia em um hotel não é unicamente afetado pelas condições climáticas do lugar, uma vez que este consumo também está relacionado aos serviços que cada edificação venha a oferecer a seus hóspedes, ao número de usuários e às exigências atribuídas a sua categorização.

Bohdanowicz e Martinac (2007) realizaram uma análise detalhada de fatores físicos e operacionais que influenciam o consumo de água e energia em duas classes de hotéis classificados como hotéis de alta e média classe. Entre os fatores físicos, têm-se o tipo e classificação do hotel, tamanho da edificação, área total de piso, estrutura e desenho arquitetônico, idade da edificação, tipo de sistemas de água e energia instalados, custos dos serviços básicos que abastecem a edificação, entre outros. Entre os parâmetros operacionais, analisou-se como é feito o

abastecimento de alimentação e tipo de serviço de lavanderia (interno ou terceirizado), serviços oferecidos (piscinas, SPA, ginásio, etc.), variação da taxa de ocupação, preferência dos usuários em relação ao conforto internamente, cultura e padrão de uso dos hóspedes, sendo que muitos destes são difíceis de quantificar por ser de caráter qualitativo. Eles destacam que o comportamento de cada variável neste tipo de edificação dependerá dos serviços e das características de cada hotel, já que cada edificação apresenta características próprias ao seu funcionamento.

No Brasil, Melo (2005) analisou estratégias para a redução do consumo de energia elétrica em um hotel localizado na cidade de Florianópolis – SC. Foi possível constatar por meio da simulação computacional, que economias de energia podem ser alcançadas por medidas de *retrofit*, assim como também foi analisada a viabilidade de implantação de cada medida proposta. Entre elas, analisou-se a substituição de lâmpadas, o uso de sistema central de condicionamento de ar ao invés do tipo *Split*, e o uso de gerador e mudança de tarifa para hora-sazonal verde, alcançando-se 10,65%, 18,61% e 58,53% de economia anual de energia elétrica por cada medida respectivamente. Em relação à viabilidade de implantação de cada medida, foi constatado que o *payback* do investimento inicial da substituição de lâmpadas seria pago no primeiro ano com as economias alcançadas; já a o uso de sistema central de condicionamento de ar e o uso de gerador não são viáveis, já que seria necessário aproximadamente 20 anos para o pagamento do investimento, o que vem a ser aproximadamente o tempo de vida útil dos sistemas.

Lima (2007) realizou um estudo em que o objetivo foi identificar as decisões arquitetônicas que viessem a causar impacto no consumo energético em edifícios de hotéis. Este estudo foi realizado a partir de auditorias, em 43 meios de hospedagem onde foram analisadas as características construtivas, de funcionamento, equipamentos e sistemas de iluminação e condicionamento de ar presentes nestas edificações. Com estes dados foi criado um modelo de simulação computacional com o qual foi avaliado o impacto das diferentes alternativas de projeto arquitetônico no consumo energético utilizando o programa Visual-DOE. Decisões projetuais têm impacto sobre o consumo de energia neste tipo de edificações, podendo alcançar variações de até 73% no seu consumo. Existem estratégias que podem ser adotadas, em projetos arquitetônicos novos, ou implementadas em edificações já construídas. Segundo o autor, entre as medidas que minimizam o consumo

energético em projetos de hotéis estão a de adotar volumes alongados, orientados com o maior eixo no sentido leste-oeste, localizando sempre que possível as unidades habitacionais para fachada norte ou sul. Desta forma pode-se conseguir um maior sombreamento dos apartamentos e economias de até 14% da demanda energética. No caso de não poder modificar a orientação de um projeto, a adoção de sistemas de condicionamento de ar eficientes e com temperaturas de conforto ajustadas de forma apropriada, serão possíveis reduções de até 37% no consumo de energia para este tipo de edificações. Com a adoção de estratégias de sombreamento pode-se alcançar uma economia de 25% no consumo da edificação.

Medidas de conservação de energia podem reduzir os custos operacionais, o que aumenta a sua competitividade no mercado e com melhorias na sua imagem pública, entre outros benefícios. O desejo de conservação de energia varia de acordo com a categorização do estabelecimento como indica Ali *et al.* (2008). Hotéis de uma estrela não têm interesse em investir em novas tecnologias; já, pelo contrário, hotéis classificados com duas, três, quatro ou cinco estrelas, apostam em técnicas e tecnologias que venham a reduzir o consumo de energia.

2.2. LEGISLAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Com a crise do petróleo dos anos 70, começaram a surgir as primeiras normas de eficiência energética em edificações. Diversos países como Estados Unidos, Hong Kong, Portugal, Espanha, México, dentre outros, criaram programas de incentivo à conservação de energia que posteriormente se transformaram em normas ou leis de eficiência energética em edificações, trazendo benefícios sociais, ambientais e econômicos para a sociedade.

A *Standard 90.1* é uma norma utilizada por grande parte dos Estados Unidos e vários outros países para estabelecer requisitos mínimos de eficiência energética para edificações comerciais tanto na envoltória, sistemas e equipamentos que compõem as edificações, assim como, também, de base para a criação de outras normas e certificações. Esta norma foi originalmente publicada em 1975, sendo que ao longo dos anos passou por várias revisões, sendo que a versão mais atual da norma foi revisada e publicada em 2010. Esta norma apresenta tabelas com prescrições limites para componentes opacos e transparentes de edificações de acordo a região climática onde a edificação encontra-se

localizada, já que os climas são classificados por meio dos graus-dia para resfriamento e aquecimento. Valores limites quanto às propriedades térmicas de componentes construtivos e características do envoltório foram definidos para oito cidades brasileiras, sendo que não apresenta diferenças significativas quanto à transmitância térmica e, sim, no fator solar de janelas verticais. No Brasil, a partir de 12 de maio de 2010, entrou em vigor e com obrigatoriedade a norma NBR 15575. Esta norma, entre os sistemas analisados, apresenta requisitos mínimos de desempenho térmico para edificações habitacionais de até cinco pavimentos. Com ela, paredes externas e coberturas devem apresentar valores de transmitância térmica, além de capacidade térmica para paredes e absorvância da radiação solar para coberturas que proporcionem níveis mínimos de desempenho apropriado à zona bioclimática em que a edificação está localizada.

Desde meados de 1985, foi criado no Brasil pelo governo federal o PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, como medida para incentivar o uso eficiente da energia elétrica. De acordo com o INMETRO (2010), em 2001, após a crise energética ocorrida no País, foi criada a primeira lei referente à eficiência energética: a Lei nº 10.295 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, regulamentada pelo Decreto nº 4059 de 19 de dezembro de 2001. Esta Lei estabelece “níveis máximos de consumo de energia ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País”, bem como para as edificações construídas. Com o objetivo de regulamentar e elaborar procedimentos para avaliação da eficiência energética das edificações construídas no Brasil criou-se em 2005 o “Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País – GT-Edificações” visando ao uso racional da energia elétrica (BRASIL, 2009).

Por meio do Programa de Etiquetagem de Edificações, foram, então, elaborados dois regulamentos para a classificação de edificações construídas no Brasil: o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos - RTQ-C, lançado em 2009 e tendo passado por uma revisão em 2010, ano em que também foi lançado o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais - RTQ-R. O procedimento de etiquetagem de edificações comerciais

ocorre de forma distinta de edificações residenciais, já que cada um destes avalia parâmetros diferentes para a classificação geral, mas a aplicação de qualquer destes dois regulamentos pode ser pelo método prescritivo ou de simulação computacional, de acordo com as características da edificação ou exigência dos proprietários.

2.2.1. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos - RTQ-C

O RTQ-C aplica-se a edifícios comerciais, de serviços e públicos com área útil igual ou superior a 500m², ou que sejam atendidos por alta tensão. Por meio da aplicação do procedimento descrito no RTQ-C, é possível a obtenção da ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, a qual especifica o nível de eficiência alcançada pela edificação, classificando-a entre os níveis A (mais eficiente) ao E (menos eficiente), como apresentado na Figura 11.

A ENCE poderá ser fornecida em três momentos: para o projeto da edificação, para a edificação pronta depois de obtido o *habite-se* e finalmente para edificação existente após reforma.

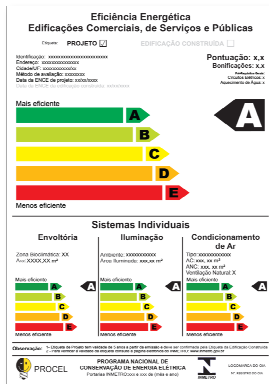


Figura 11. Modelo da ENCE - Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas.

A obtenção da classificação geral da edificação somente será alcançada quando analisados todos os sistemas que compõem a edificação - envoltória, iluminação e condicionamento de ar - caso contrário, pode-se optar pela classificação parcial dos sistemas de

iluminação e/ou condicionamento de ar desde que a envoltória já tenha sido avaliada.

2.2.1.1. Método Prescritivo

Para aplicação do método prescritivo, como primeiro passo deve-se verificar o cumprimento dos pré-requisitos gerais da edificação e específicos de cada sistema a ser avaliado. Seguidamente, aplicam-se os parâmetros definidos nos itens Envoltória, Iluminação e Condicionamento de Ar do RTQ-C, determinando-se, assim, o nível de eficiência para cada sistema em questão. Os equivalentes numéricos para os níveis alcançados por cada sistema são obtidos de acordo com a Tabela 2.2 do RTQ-C (ver Tabela 06).

Tabela 06. Equivalente numérico para cada nível de eficiência (EqNum).
Referencia: Tabela 2.2 do RTQ-C.

Classificação	EqNum
A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

A classificação geral da edificação é calculada de acordo com a ponderação do equivalente numérico para cada um dos seus sistemas avaliados, sendo 30% para a envoltória e 30% para o sistema de iluminação e 40% para o sistema de condicionamento de ar. Soma-se a estes a pontuação por bonificações alcançadas pela edificação. Finalmente, com a pontuação total obtida pela edificação, verifica-se o nível de eficiência correspondente à pontuação.

2.2.1.2. Método de Simulação Computacional

A aplicação do método de simulação não descarta o método prescritivo, já que alguns parâmetros para a simulação devem ser definidos por meio do método prescritivo. Este é utilizado para comprovar que, em certos casos, a utilização de parâmetros diferentes que os determinados no RTQ-C geram uma maior economia de energia, mantendo o conforto do ambiente, aproveitando algumas das condições do entorno e dando uma maior liberdade de desenho, sejam estes na forma do edifício, ou natureza de suas aberturas, uso de proteções

solares e sistemas utilizados. Desta forma, deverão ser elaborados dois modelos do edifício: um **modelo real**, com todas as características do edifício avaliado; e um **modelo de referência**, similar ao modelo real, mas com características de acordo com os parâmetros do nível de eficiência pretendido, definidos por meio da aplicação do método prescritivo. Por meio do resultado da simulação dos dois modelos, deve-se verificar o consumo final destes, em que para se obter o nível de eficiência desejado, o consumo do edifício real deve ser menor ou igual ao consumo do edifício de referência.

É também por meio do método de simulação que poderá ser avaliado o uso de estratégias passivas de condicionamento em edifícios condicionados, ou parcialmente condicionados artificialmente e edifícios não condicionados, assim como a incorporação de inovações tecnológicas nas edificações e comprovar que economia de energia pode ser alcançada.

Desta forma, o programa de simulação, o arquivo climático e os modelos de simulação deverão cumprir com alguns requisitos descritos no item "6. Simulação" do RTQ-C. O programa de simulação deve ser validado pela ASHRAE *Standard* 140; assim como produzir relatórios horários do uso final de energia pela edificação. Devem também permitir a análise do consumo de energia e que este modele o comportamento da edificação pelo período de 8760 horas por ano. Entre outros requisitos, deverá permitir que sejam analisadas as variações horárias de ocupação, potência de iluminação, equipamentos e sistemas de condicionamento de ar, assim como modelagem de multizonas térmicas. Quanto ao arquivo climático, este deve fornecer os valores horários para todos os parâmetros como, temperatura e umidade; direção e velocidade do vento e; radiação solar. Os dados climáticos adotados para a simulação devem ser representativos da Zona Bioclimática onde o projeto está localizado; e a utilização destes arquivos deve estar dentro dos formatos publicados no www.eere.energy.gov.

2.2.2. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais - RTQ-R

O RTQ-R visa a classificar edificações residenciais quanto à eficiência energética. Diferente do RTQ-C, o RTQ-R avalia unicamente o sistema de aquecimento de água e a envoltória de cada Unidade Habitacional - UH, esta última tendo algumas variações de acordo a

Zona Bioclimática Brasileira em que a edificação está inserida. Para as ZB1 a ZB4, a eficiência da envoltória é avaliada tanto para o verão quanto para o inverno, sendo que nas edificações da ZB5 a ZB8 é avaliada unicamente a eficiência da envoltória para o verão (ver Figura 12).

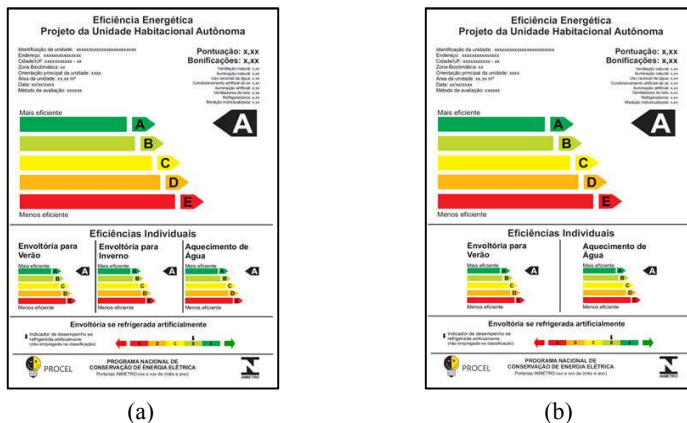


Figura 12. Modelo ENCE Residencial - Unidades Habitacionais (a) ZB 1 a ZB 4 (b) ZB 5 a ZB 8.

Edificações multifamiliares compostas de várias UHs podem optar pela classificação geral, uma vez que todas as UHs foram classificadas. A classificação é alcançada por meio da ponderação da classificação de suas UHs pela área útil das mesmas, sendo que o número de pontos obtidos com a ponderação define a classificação da edificação multifamiliar (ver Figura 13).

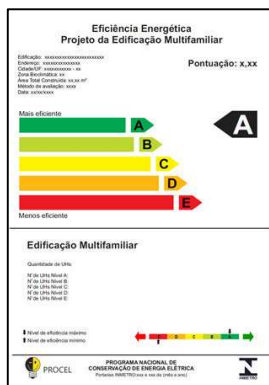
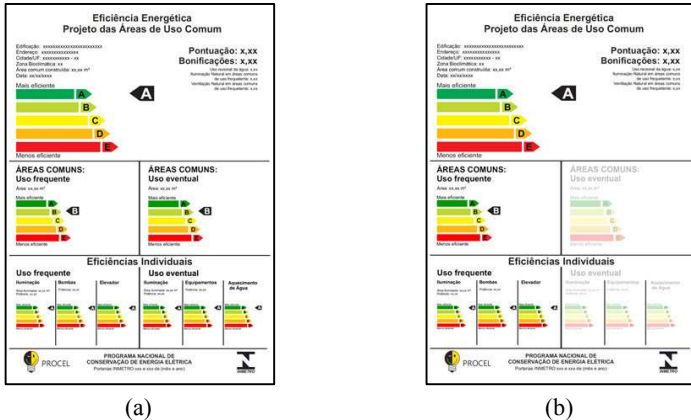


Figura 13. Modelo ENCE Residencial - Edificação Multifamiliar

Áreas de uso comum, de uso frequente e/ou eventual de edificações multifamiliares são avaliadas separadamente, recebendo a sua classificação sempre e quando existentes na edificação, sendo necessário avaliar cada um dos itens apresentados na etiqueta sempre que existentes na edificação, como apresentado na Figura 14.



(a)

(b)

Figura 14. Modelo ENCE Residencial - Áreas de Uso Comum (a) Áreas de uso frequente e eventual. (b) Áreas de uso frequente.

Da mesma forma que o RTQ-C, a classificação da UH deve cumprir com pré-requisitos estabelecidos, a diferença é que no RTQ-R estes são, na maioria dos casos, aplicados a ambientes de permanência prolongada e outros condicionais para toda a UH.

2.2.2.1. Método Prescritivo

Uma vez tendo verificado os pré-requisitos, deve-se calcular o indicador de graus-hora para resfriamento, assim como o consumo relativo anual para aquecimento desses ambientes. Por meio destes dois indicadores, e a ponderação de seus equivalentes numéricos de resfriamento e aquecimento pela respectiva área de cada ambiente de permanência prolongada, determina-se o equivalente numérico da envoltória da edificação para duas condições: resfriamento e aquecimento. Finalmente, aplica-se uma equação respectiva a cada Zona Bioclimática, determinando-se o Equivalente Numérico da Envoltória da edificação - EqNumEnv.

Como segundo passo, avalia-se o sistema de aquecimento de água. De acordo com o tipo de sistema utilizado - solar, gás, bomba de

calor, elétrico - a ponderação de sistemas mistos de aquecimento de água determina-se o Equivalente Numérico de Aquecimento de Água - EqNumAA. Verifica-se, também, a pontuação por bonificação alcançada com iniciativas que aumentem a eficiência da UH, podendo receber até um ponto na classificação geral.

As áreas de uso comum são avaliadas separadamente, distinguindo-as entre as de uso frequente – circulações, garagens, escadas, elevadores, entre outros; e as de uso eventual – salões de festa, piscina, sauna, etc. Nas áreas de uso frequente são avaliados a iluminação artificial, as bombas centrífugas e os elevadores instalados na edificação. Nas áreas de uso eventual avalia-se: a iluminação artificial, os equipamento de condicionamento de ar e eletrodomésticos, o sistema de aquecimento de água de chuveiros, torneiras e piscinas e, a sauna. Pré-requisitos também devem ser cumpridos, assim como também é possível se obter pontuação por bonificações.

2.2.2.2. Método de Simulação Computacional

Pré-requisitos quanto ao programa de simulação e o arquivo climático são exigidos e estes, são idênticos aos exigidos pelo RTQ-C.

Por meio deste método, avalia-se o desempenho da envoltória da edificação para duas condições: uma para a edificação naturalmente ventilada e outra para a edificação quando condicionada artificialmente. Compara-se assim o desempenho da edificação com valores referenciais já estabelecidos de acordo com o nível de eficiência pretendido.

No entanto, as condições para modelagem da edificação ventilada naturalmente - sistema de ventilação, padrão de ocupação, padrão de iluminação, cargas internas, temperatura do solo; assim como o procedimento para simulação da edificação condicionada artificialmente estão padronizados, o que facilita enormemente o processo de modelagem e determinação da eficiência da envoltória.

Uma vez determinado o equivalente numérico da envoltória para resfriamento e aquecimento, análogo ao método prescritivo, aplica-se uma equação para determinação do equivalente numérico da envoltória de acordo com a Zona Bioclimática da UH.

2.3. SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO TERMO-ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES

Com a crise do petróleo e a proliferação dos microcomputadores pessoais, começaram a surgir os primeiros programas computacionais para simulação do desempenho de edificações. Atualmente existem vários programas de simulação como o BEES, *Building Greenhouse Rating*, ECOTEC, *SolarDesignTool*, DOE-2.1, *EnergyPlus*, dentre outros programas, que são utilizados para analisar o desempenho de edificações quanto à sustentabilidade; ao comportamento ambiental; ao consumo energético; ao uso de energias renováveis; ao desenho de sistemas de condicionamento de ar, fotovoltaicos; dentre outras aplicações. Estas ferramentas podem servir tanto para uma análise rápida e simplificada, assim como análises detalhadas hora a hora do comportamento de edificações. Fenômenos complexos como os de transferência de calor entre os elementos da edificação; identificação do potencial de conservação de energia de diferentes propostas projetuais de edificações ou de medidas de *retrofit* a ser inseridas em uma edificação e a viabilidade de implantação de cada uma destas, entre outras análises podem ser realizadas por meio de simulação computacional. O *Building Energy Tools Directory* disponibiliza no site http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/, uma lista com 389 programas de simulação, para a avaliação de eficiência energética, energias renováveis e sustentabilidade nas construções, desenvolvidos no mundo inteiro.

Vários estudos vêm sendo realizados por meio da utilização de programas de simulação, sejam estes para analisar o comportamento térmico de parâmetros construtivos, economias alcançadas por medidas de *retrofit*, identificação da eficiência por meio de modelos de comparação, entre outras aplicações.

Dentre os diversos programas de simulação energética de edificações existentes, destaca-se o *EnergyPlus*, programa desenvolvido a partir dos códigos do DOE-2.1 e BLAST e distribuído pelo DOE – *Department Of Energy* dos Estados Unidos. Este programa é validado por meio do método BESTEST, da *Standard 140* para cada nova versão; atualizada duas vezes por ano. O *EnergyPlus* simula o desempenho térmico e energético de edificações com todos os sistemas que compõem a edificação relevantes no seu desempenho térmico e consumo de energia da edificação. Este programa apresenta três módulos básicos:

módulo gerenciador da simulação, módulo de cálculo de cargas por meio do balanço térmico e módulo de simulação de sistemas. Fornece, também, dados de consumo de energia, cargas térmicas, PMV, simula o aproveitamento da luz natural, dentre outros recursos devido à atualização periódica do programa. Considera fluxos de ar diferenciado por zonas, trabalha com sistemas modulares de climatização e pode simular dias de projeto, inserindo-se dados durante a modelagem, ou simulando um ano inteiro com o arquivo climático que contém 8760 horas de dados climáticos do lugar, que incluem temperatura, umidade, radiação solar incidente no local, vento, pressão atmosférica, iluminância da abóbada celeste, dentre outros (CRAWLEY *et al.*, 2001).

No estudo realizado por Santana (2006) foi diagnosticada a situação de edifícios de escritórios localizados em Florianópolis - SC, assim como avaliada a influência de parâmetros construtivos para alcançar a eficiência energética e racionalizar o consumo de energia nesse tipo de edificações por meio da aplicação da simulação computacional. Uma vez analisadas as tipologias construtivas das edificações e as características de funcionamento como, padrão de ocupação e uso de equipamentos, foram reunidas as características predominantes e definida, com elas, uma tipologia de edificação chamada como caso base para as simulações. Neste modelo foram aplicadas as simulações computacionais utilizando o programa *EnergyPlus*, simulando as variações de parâmetros construtivos. Estes foram divididos em: parâmetros que constituem a envoltória, parâmetros que envolvem padrão de ocupação e uso de equipamentos e; parâmetros que envolvem o sistema de condicionamento de ar. Foi, assim, constatado que variações nos parâmetros das edificações, como: percentual de área de janela na fachada, absorvância de paredes e coberturas, exposição da edificação a radiação solar, dentre outras medidas, podem acarretar aumentos no consumo energético que podem variar entre 1 a 15% ou mais o consumo de energia. Sistemas de condicionamento de ar apresentam valores ainda mais altos, já que ao se trocar um sistema eficiente por um menos eficiente, o consumo de energia na edificação pode chegar a aumentar aproximadamente 25%.

Carlo (2008) aplicou a simulação do desempenho energético utilizando o programa *EnergyPlus* em protótipos representativos de edifícios comerciais e institucionais como bancos, hotéis, escolas, escritórios, supermercados e outros. Por meio da combinação deste e outros procedimentos, foi possível elaborar uma metodologia de

avaliação da eficiência energética do envoltório das edificações. Para tanto, foi realizado um levantamento fotográfico sobre a volumetria e outras características externas das edificações, em cinco cidades brasileiras, entre elas Florianópolis, São Paulo, Salvador, Recife e Belo Horizonte. Este levantamento forneceu dados sobre a volumetria típica e características externas das edificações para as atividades comerciais que, permitiram gerar modelos de edificações que possuíssem as características mais frequentes. Como segundo passo, realizou-se o levantamento *in loco*, no qual foram recolhidas as características internas, de um exemplo típico de cada atividade em edificações localizadas na cidade de Florianópolis. As características investigadas em cada edificação foram divididas em três itens: do envoltório, do edifício e dos sistemas. Foi assim observado do envoltório: percentual de área de janelas nas fachadas; tipo de vidro (espessura, cor e existência de películas); tipo de parede e coberturas (espessura e identificação de suas camadas) e; existência e dimensões das proteções solares. Do edifício: forma; número de pavimentos e; orientação do edifício. Por último, dos sistemas (iluminação, equipamentos e condicionamento de ar): as cargas internas; padrão de uso e; características do sistema de condicionamento de ar. Com estes, foram gerados modelos representativos das edificações com os quais podem ser realizadas avaliações energéticas ou simulação computacional do desempenho termoenergético de edificações de uso comercial.

Nos Estados Unidos, o DOE – *Department Of Energy*, em parceria com vários dos seus laboratórios, utiliza a simulação computacional para desenvolver modelos de comparação, mais conhecidos como *benchmark*. Utilizando o *EnergyPlus* como programa de simulações, foram elaborados 16 modelos ou *benchmarking* de edifícios comerciais, entre eles: pequenos, médios e grandes escritórios; restaurantes de comida rápida; supermercados; pequenos e grandes hotéis; entre outras edificações, representando aproximadamente 70% das edificações comerciais nos Estados Unidos. Categorizados por ano de construção (pré-1980, pós 1980 e construções novas) e 16 zonas bioclimáticas diferentes, é possível ter uma descrição completa do comportamento energético das edificações. Com base nelas, é possível estabelecer parâmetros de comparação, além de contribuir no desenvolvimento de edificações cada vez mais eficientes de acordo com o seu uso, características construtivas e localização (DOE, 2010).

2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consumo energético de uma edificação está influenciado por variáveis relacionadas ao projeto arquitetônico, sistemas instalados e os padrões de uso e operação. Edificações hoteleiras oferecem serviço de alojamento aos turistas em trânsito nas cidades, mais uma variedade de serviços adicionais como piscinas, restaurantes, auditórios são oferecidos de acordo a categorização dos empreendimentos, diferenciando-os uns a outros. Desta forma, o presente trabalho foi realizado com foco em hotéis de quatro estrelas localizados no centro da cidade de Florianópolis.

Também foi visto que a simulação computacional é uma ferramenta que permite avaliar de forma rápida o comportamento energético de uma edificação, além de permitir analisar, a adoção de diferentes estratégias de projeto e como estas influenciam no consumo de energia.

Os trabalhos abordados na revisão bibliográfica, apresentaram diferentes métodos utilizados para avaliar o desempenho energético de uma edificação. Em base a estes, foi proposto o método para elaboração do presente trabalho descrito no capítulo a seguir.

3. MÉTODO

Neste capítulo é apresentado o método utilizado para o desenvolvimento da pesquisa, dividido em quatro etapas:

- Localização e quantificação de edificações hoteleiras;
- Levantamento de dados;
- Avaliação da Eficiência Energética de Edificações Hoteleiras;
- Avaliação da influência de parâmetros construtivos na eficiência das edificações.

A quantificação e o levantamento de dados foram realizados em base aos procedimentos descritos para as pesquisas elaboradas por Santana (2006), Lima (2007) e Carlo (2008). A avaliação da eficiência energética de edificações hoteleiras foi alcançada por meio da aplicação do Programa de Etiquetagem de Edificações Comerciais e Residenciais tanto pela aplicação do método prescritivo como o de simulação computacional. Finalmente, utilizou-se a simulação computacional para avaliar a influência de parâmetros construtivos na eficiência energética de edificações hoteleiras.

A seguir, é apresentado detalhadamente o procedimento metodológico.

3.1. LOCALIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE EDIFICAÇÕES HOTELEIRAS.

De acordo com o que foi exposto na revisão bibliográfica, edificações que possuam as mesmas características de entorno, construção ou funcionamento, podem ser comparadas entre si. Desta forma, delimita-se a área de estudo para edificações hoteleiras de quatro estrelas no centro da cidade de Florianópolis.

Tendo definido a área de estudo, a etapa inicial se constitui no levantamento do número de hotéis localizados dentro da mesma. Para tanto, foram considerados os hotéis de Florianópolis inscritos na Associação Brasileira da Indústria Hoteleira - ABIH, assim como hotéis que aparecem listados no guia telefônico da cidade e localizados dentro da área de estudo. Seguidamente, mediante cartas dirigidas aos empreendimentos hoteleiros, entrou-se em contato com cada um deles para expor os objetivos da pesquisa e conhecer a sua disposição em

contribuir com o estudo por meio do acesso às informações quanto ao uso e funcionamento destas edificações.

3.2. LEVANTAMENTO DE DADOS

Esta etapa consiste no registro fotográfico e levantamento de dados por meio de visita *in loco* e entrevistas com os responsáveis de manutenção com o objetivo de conhecer as características construtivas, de funcionamento e operação das edificações. Dentre as características que serão observadas se tem: tipos de materiais utilizados em paredes e coberturas; cor externa das edificações; características dos equipamentos; tipo de sistemas de condicionamento de ar utilizado; características e padrão de uso dos equipamentos; padrão de ocupação; entre outros.

Desta forma, dois tipos de levantamentos serão realizados de acordo com a acessibilidade aos dados: Levantamento de Campo e Fotográfico e; Levantamento Detalhado, descritos a seguir.

3.2.1. Levantamento de campo e fotográfico

O objetivo desta etapa é identificar as características representativas do projeto arquitetônico e construtivo das edificações hoteleiras. Estas serão utilizadas na etapa final do trabalho, para se avaliar a influência destes parâmetros no consumo de energia em este tipo de edificação.

Desta forma, durante esta etapa do levantamento, as informações foram coletadas por meio de registro fotográfico, visita *in loco*, informações disponíveis na internet e acesso aos projetos arquitetônicos das edificações hoteleiras, quando disponíveis na Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano – SMDU.

3.2.1.1. Características Gerais

Nesta etapa, realizou-se a coleta das informações dos hotéis, principalmente, por meio da utilização da internet, acessando as páginas web de cada um dos empreendimentos hoteleiros. Desta maneira foram coletadas informações gerais das edificações como: serviços oferecidos, número de habitações, número de pavimentos, entre outras informações.

3.2.1.2. Características do Projeto Arquitetônico

Por meio do acesso aos projetos arquitetônicos aprovados pela SMDU, foi possível realizar uma análise das áreas de piso, a distribuição da planta tipo, orientação da fachada principal, distribuição e características das UHs.

3.2.1.3. Características Construtivas

Por último, foi realizada uma visita *in loco*, a cada empreendimento hoteleiro de quatro estrelas localizado dentro da área de estudo, acompanhada de um registro fotográfico. A finalidade desta etapa foi a de reforçar possíveis deficiências encontradas nas etapas anteriores. Para tanto, foram observadas características formais de cada edificação como cor das fachadas, cor dos vidros, existência de proteções solares assim como possíveis reformas e medidas de *retrofit* que tenham sido adotadas após a aprovação do projeto.

3.2.2. Levantamento detalhado

O levantamento detalhado foi realizado somente nos hotéis que permitiram acesso aos dados de funcionamento e uso da edificação. Foram, assim, coletadas informações de acordo com três áreas de estudo: consumo de energia, consumo de água e padrão de uso e ocupação.

As informações coletadas durante esta etapa correspondem ao período mínimo de um ano, os mesmos que foram disponibilizados pelo empreendimento hoteleiro. O acesso a estes se deu por meio das contas de consumo de água e energia das concessionárias de serviço e/ou de registros realizados pelo próprio empreendimento. Durante esta etapa, também foi agendada uma visita guiada ao empreendimento, com o objetivo de conhecer os equipamentos e sistemas que compõem a edificação.

3.2.2.1. Características do consumo de energia

O levantamento das características do consumo de energia foi realizado por meio de uma distinção entre cada tipo de sistema atendido, classificado em: Sistema de iluminação; Equipamentos, Sistema de condicionamento de ar e Sistema de aquecimento de água. Também foi

necessário conhecer o tipo de fonte de energia que abastece cada um destes sistemas como: energia elétrica, gás, diesel ou outros.

A classificação do consumo de energia de acordo com o sistema abastecido é definida da seguinte forma:

Sistema de Iluminação – Considera-se como parte de um sistema de iluminação qualquer tipo de equipamento que venha a abastecer a edificação com iluminação artificial. Desta maneira, foi determinada a potência instalada em cada um dos ambientes. Para tanto, foram diferenciados os tipos de lâmpadas utilizadas (incandescentes ou fluorescentes) e a potência nominal das mesmas e dos seus reatores.

Equipamentos – Foram listados os diferentes tipos de equipamentos encontrados neste tipo de edificações em seus diferentes ambientes.

Sistema de Condicionamento de Ar – Consideram-se aqueles equipamentos que venham a tratar mecanicamente a temperatura, umidade e pureza do ar de cada um dos ambientes. Foi observado o tipo de sistema utilizado (janela, *split* ou central) e se os mesmos possuem elemento de sombreamento com ventilação adequada e a potência nominal e capacidade em BTU/h, ou em TR no caso de grandes equipamentos. Quando não foi possível obter esses dados, foi preciso conhecer o modelo e o fabricante do aparelho para futura verificação das suas características e classificação.

Sistema de Aquecimento de Água – Foi considerada toda a energia utilizada em aquecimento de água de acordo com o seu uso final, seja este para chuveiros, cozinha, lavanderia ou outros.

Na classificação do consumo, de acordo com o tipo da fonte de abastecimento, foi necessário classificar qual o consumo final de cada sistema de acordo com a fonte de energia utilizada podendo ser classificada entre: energia proveniente de centrais elétricas ou de gás e as geradas no próprio local pelo uso de geradores, de células fotovoltaicas ou outros.

3.2.2.2. Características do consumo de água

O levantamento sobre os usos finais de água de um edifício de hotel é um processo complexo, devido aos vários usos finais que variam

de acordo com a classificação e serviços oferecidos por este tipo de edificações. Por este motivo, optou-se em realizar uma estimativa do percentual de água quente, que é utilizada nos diferentes usos finais (chuveiros, lavanderia, cozinha, piscina, entre outros).

Assim, foram observados alguns elementos que possam levar a uma aproximação, como, por exemplo, o fato da existência de tanques de armazenamento de água quente (boilers) e a sua respectiva capacidade. Entrevistas com os responsáveis pela manutenção do hotel e a observação de quais as atividades que demandam o uso de água quente para uma rápida aproximação, também foram realizadas durante o desenvolvimento do trabalho.

3.2.2.3. Padrão de uso e taxa de ocupação

O levantamento de dados referente ao padrão de uso de equipamentos, sistemas de iluminação, sistemas de condicionamento de ar, e de ocupação da edificação, serão utilizados como os "*schedules*" ou "padrão de uso" para a realização da simulação termo-energética da edificação. Estes dados serão levantados durante a entrevista com um responsável ou algum registro feito pelo hotel. Se possível, a taxa de ocupação do hotel deve ser durante o período mínimo de um ano, podendo ter acesso a estas informações por meio do registro "*check in*" e "*check out*" dos hóspedes durante os diferentes períodos do ano.

A potência total de equipamentos instalados nos diferentes ambientes foi calculada e inserida no modelo de simulação. Quando a potência do equipamento, não for possível de ser levantada durante a visita ao hotel, esta foi obtida por meio dos catálogos disponíveis na internet em base aos modelos de cada equipamento. De acordo com a potência total instalada, foi calculada a variação da potência consumida hora a hora em cada ambiente por meio das Equações 01 e 02, elaborando assim, os padrões de uso dos equipamentos.

$$C = (P * t * n) / 60.000$$

Equação 01. Consumo médio mensal

Em que:

C: consumo médio mensal do aparelho em [kWh]

P: potência do aparelho em [Watts]

t: minutos de utilização do aparelho por dia

n: número de dias de utilização do aparelho por mês

$$CH = (CMM * 1000) / (30 * MU)$$

Equação 02. Consumo
horário

Em que:

CH: Consumo horário [Watts]

CMM: consumo médio mensal [kWh]

MU: média utilização/dia

3.3. AVALIAÇÃO DA EDIFICÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES HOTELEIRAS – MÉTODO PRESCRITIVO

A avaliação da eficiência energética de edificações hoteleiras foi realizada por meio da aplicação do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações em um hotel que foi visitado durante o levantamento detalhado. A escolha da edificação hoteleira foi feita em base aos dados mais completos levantados durante as visitas. Desta forma, serão aplicados tanto os Requisitos Técnicos da Qualidade da Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviço e Públicas - RTQ-C, assim como os Requisitos Técnicos da Qualidade da Eficiência Energética de Edificações Residenciais - RTQ-R, por meio do método prescritivo e de simulação computacional.

A aplicação do RTQ-R, foi considerada a partir da análise de funcionamento de uma edificação hoteleira, considerando que esta possui a área dos dormitórios com um uso similar ao de qualquer edificação residencial. Desta forma, a aplicação do RTQ-R foi unicamente aplicado às UHs.

3.3.1. Aplicação do RTQ-C

O RTQ-C foi aplicado integralmente em uma das edificações hoteleiras levantada durante a visita detalhada. Desta forma, foram avaliados cada um dos seus sistemas individuais - envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Com a classificação de seus sistemas, foi possível determinar a classificação geral alcançada pela edificação.

Existem pré-requisitos estabelecidos no RTQ-C para os diferentes sistemas em análise e para a edificação em geral, os mesmos que foram verificados unicamente com finalidade informativa de forma a não penalizar a classificação alcançada pela edificação hoteleira, entendendo

que a mesma foi construída anteriormente à publicação dos regulamentos.

3.3.1.1. Classificação da Envoltória

De acordo com a área de projeção do edifício e a zona bioclimática a que pertence, na cidade de Florianópolis, (ZB3), foi utilizada uma das duas equações apresentadas pelo RTQ-C para o cálculo do Indicador de Consumo da Envoltória (IC_{env}) para a respectiva zona bioclimática, respeitando os valores de fator de forma (FF) máximo e mínimo permitido.

3.3.1.2. Classificação do Sistema de Iluminação

A classificação do sistema de iluminação, assim como dos limites de potência instalada serão estabelecidos por meio do método de área da edificação, avaliando de forma conjunta todos os ambientes da edificação, considerando como atividade principal a de "Hotel".

Foram desconsideradas do cálculo de potência de iluminação as luzes de emergência dos corredores de circulação e das luminárias de mesa das UHs.

3.3.1.3. Classificação do Sistema de Condicionamento de Ar

De acordo com as características e modelos dos equipamentos de condicionamento de ar instalados na edificação, foi averiguado se os mesmos possuem classificação de nível de eficiência na página do INMETRO.

3.3.1.4. Classificação Geral

Uma vez determinados os níveis de eficiência alcançados por cada um dos três sistemas da edificação, foi determinada a classificação geral alcançada pela edificação. Esta classificação foi calculada de acordo com a distribuição dos pesos por meio da equação de Pontuação Total, Equação 2.1 apresentada pelo RTQ-C como visto a seguir (ver Equação 01).

$$PT = 0,30 \cdot \left\{ \left(\text{EqNumEnv} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + 0,30 (\text{EqNumDPI}) + 0,40 \cdot \left\{ \left(\text{EqNumCA} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + b \cdot 10$$

Equação 03. Equação geral para determinação da pontuação total –RTQ-C

Referência: Equação 2.1 do RTQ-C

O número de pontos obtidos irá definir a classificação geral da edificação, verificando-se o nível de eficiência respectiva à pontuação alcançada, de acordo com a Tabela 2.3 do RTQ-C (Ver Tabela 07).

Tabela 07. Equivalente numérico de acordo a Pontuação Total.

Referencia: Tabela 2.3 do RTQ-C.

PT	Classificação Final
≥4,5 a 5	A
≥3,5 a <4,5	B
≥2,5 a <3,5	C
≥1,5 a <2,5	D
<1,5	E

A verificação do cumprimento dos pré-requisitos estabelecidos pelo RTQ-C, tanto para a edificação geral como para cada um dos seus sistemas, foi aplicado de forma informativa na elaboração desta pesquisa.

3.3.2. Aplicação do RTQ-R

Como mencionado anteriormente, a aplicação do RTQ-R foi realizada unicamente nas UHs que compõem a edificação hoteleira, por esta ser considerada de uso similar ao de qualquer edificação residencial. Foram, assim, avaliados tanto a envoltória como o sistema de aquecimento de água das UHs e, assim, obtida sua classificação geral. Da mesma forma que no RTQ-C, a aplicação dos pré-requisitos tem finalidade informativa, sem alterar a classificação alcançada pela edificação.

3.3.2.1. Classificação da Envoltória

Foi calculado o desempenho térmico da envoltória de cada UH, considerando a sua eficiência quando, naturalmente, ventilada. Também

foi determinado o nível de eficiência da envoltória quando condicionada artificialmente para fins comparativos com o RTQ-C.

3.3.2.2. Classificação do Sistema de Aquecimento de Água

A classificação do sistema de aquecimento de água avalia o sistema instalado no empreendimento, seja este um sistema individual de aquecimento: solar, a gás, bombas de calor, elétricos e caldeiras a óleo; ou sistemas mistos de aquecimento de água, quando houver a combinação destes sistemas.

3.3.2.3. Classificação Geral

A classificação do nível de eficiência para cada UH, é obtida do resultado da distribuição dos pesos por meio da Equação 2.1 do RTQ-R apresentada a seguir (ver Equação 04), e a utilização dos coeficientes definidos de acordo com a região geográfica em que a edificação está localizada está apresentada na Tabela 08.

$$PT_{UH} = (a \times EqNumEnv) + [(1 - a) \times EqNumAA] + Bonificações$$

Equação 04. Equação geral para determinação da pontuação total do nível de eficiência da UH – RTQ-R.

Referência: Equação 2.1 RTQ-R

Tabela 08. Coeficientes da Equação 2.1 do RTQ-R.

Coeficiente	Região Geográfica				
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
a	0,95	0,90	0,65	0,65	0,65

A classificação da edificação multifamiliar, composta por várias UHs, é determinada por meio da ponderação da classificação de todas as UHs da edificação pela área útil das mesmas.

3.4. AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES HOTELEIRAS – MÉTODO DE SIMULAÇÃO

Tanto o RTQ-C como o RTQ-R, estabelecem alguns parâmetros referentes ao programa de simulação, ao arquivo climático, assim como do procedimento de simulação para determinação do nível de eficiência das edificações por meio do método de simulação computacional, que são descritos a seguir.

3.4.1. Programa de Simulação

Após a verificação e cumprimento dos requisitos exigidos pelo RTQ-C e RTQ-R, quanto ao programa de simulação, foi utilizado o *EnergyPlus* como ferramenta de simulação, utilizando a versão 6.0, a mais atual no momento. A modelagem da edificação foi elaborada no *SketchUp*, por meio do *Plug-ins OpenStudio* desenvolvido para o *EnergyPlus*.

3.4.2. Arquivo Climático

O arquivo climático utilizado para as simulações foi o correspondente a cidade de Florianópolis, no formato TRY - *Typical Meteorological Year*, disponível em www.labeee.ufsc.br.

3.4.3. Aplicação do RTQ-C

Para estabelecer a classificação do nível de eficiência da edificação hoteleira, cinco modelos serão elaborados: um "**Modelo Real**" com todas as características da edificação real e quatro "**Modelos de Referência**" que vão do A, B, C ao D, similar ao modelo real, mas com características de acordo com os parâmetros para cada nível de eficiência. A definição de alguns parâmetros e variáveis, que definem algumas das características dos modelos de referência de simulação, são definidos por meio do método prescritivo do RTQ-C. A Tabela 09 apresenta o resumo das características que devem apresentar tanto o modelo real como cada um dos modelos de referência a ser modelado.

Com os resultados das simulações dos modelos, deve-se verificar o consumo final destes, em que o nível de eficiência alcançada pelo modelo real deve estar dentro dos limites estabelecidos para cada um dos diferentes intervalos de consumo.

Tabela 09. Síntese das características do Modelo Real e do Modelo de Referência.

Característica do edifício	Modelo de Referência	Modelo Real
Geometria - dimensões	Igual ao edifício proposto	Igual ao edifício proposto
Orientação	Igual ao edifício proposto	Igual ao edifício proposto
Carga interna (DCI)	Igual ao edifício proposto	Igual ao edifício proposto
Padrão de uso: Equipamentos e Pessoas	Igual ao edifício proposto	Igual ao edifício proposto
Sistemas de condicionamento de ar	Igual ao edifício proposto com COP mín. do nível desejado	Igual ao edifício proposto
Envoltória		
PAZ	Se existe no real --> PAZ = 2%	Igual ao edifício proposto
PAF _T	Calcular pelo IC	
AVS e AHS	AVS = AHS = 0	
Tipo de vidro	Vidro simples, 3mm	
Fator solar	FS = 0,87	
Transmitância térmica	Máx. p/ eficiência desejada	
Absortância Solar	Máx. p/ eficiência desejada	
Sistema de iluminação	DPI máx. p/eficiência desejada - tabela 4.1 do RTQ-C	Igual ao edifício proposto

3.4.4. Aplicação do RTQ-R

A aplicação do RTQ-R por meio do método de simulação avaliaria o desempenho das UHs em duas condições: para a edificação naturalmente ventilada e outra para a edificação condicionada artificialmente. Desta forma, foi comparado o desempenho da edificação com os valores de referência estabelecidos pelo RTQ-R para os diferentes níveis de eficiência energética da envoltória.

Para tanto, foram respeitadas as diretrizes de modelagem do sistema de ventilação natural referentes ao coeficiente de rugosidade, coeficiente de pressão superficial, coeficiente de descarga para janelas e

portas, entre outros parâmetros. Além disso, os parâmetros referentes ao padrão de ocupação, padrão de uso da iluminação e cargas internas de equipamentos das UHs do modelo de simulação deverão ser os mesmos exigidos pelo RTQ-R.

Com os resultados das simulações, serão obtidos os valores para o indicador de graus hora de resfriamento (GHR) e o consumo relativo para aquecimento (C_A) conforme a Tabela 10.

Tabela 10. Valores de referência para os níveis de eficiência energética da envoltória

Cidade:	Florianópolis-SC ZB 3							Tipo de arquivo climático: TRY	
	Efic	Eq Num	GHR			C_A (kWh/m ² .ano)			
A	5		$GHR \leq$	822		$C_A \leq$	6,429		
B	4	822	$< GHR \leq$	1643	6,429	$< C_A \leq$	12,858		
C	3	1643	$< GHR \leq$	2465	12,878	$< C_A \leq$	19,287		
D	2	2465	$< GHR \leq$	3286	19,287	$< C_A \leq$	25,716		
E	1	3286	$< GHR$		25,716	$< C_A$			

Com eles, determina-se o equivalente numérico da envoltória de cada UH para resfriamento ($EqNumEnvAmb_{Resfr}$) e para aquecimento ($EqNumEnvAmb_A$). Finalmente, determina-se o equivalente numérico da envoltória da UH ($EqNumEnv$) por meio da equação 3.36 do RTQ-R respectivo da ZB3, apresentada a seguir (ver Equação 05).

$$EqNumEnv = 0,64 \times EqNumEnv_{Resfr} + 0,36 \times EqNumEnv_A$$

Equação 05. Equação para cálculo do equivalente numérico da envoltória da UH por meio do método de simulação.

Referência: Equação 3.38 do RTQ-R.

Seguidamente, pondera-se a pontuação da classificação da envoltória encontrada por meio do método de simulação, com a pontuação do sistema de aquecimento de água para que desta forma seja determinada a classificação das UHs.

3.5. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS CONSTRUTIVOS NA EFICIÊNCIA DAS EDIFICAÇÕES

A avaliação da influência de parâmetros construtivos na eficiência das edificações hoteleiras foi alcançada por meio da simulação computacional. Para tanto, foi utilizado o programa de simulação computacional *EnergyPlus* versão 6.0, o mesmo utilizado para a classificação do nível de eficiência energética na etapa anterior. O modelo utilizado para as simulações desta etapa do estudo é o mesmo utilizado para aplicação do RTQ-C por meio do método de simulação com todas as suas características de funcionamento, equipamentos e sistemas instalados na edificação.

Os parâmetros de avaliação foram divididos em dois grupos de acordo com o que foi observado durante o levantamento de campo e fotográfico: condições do entorno (características do espaço urbano e orientação) e características construtivas da envoltória (PAFt, Uso de elementos de sombreamento, Transmitância Térmica e Absortância de Paredes e Coberturas).

As simulações avaliam, isoladamente, a influência de cada parâmetro no consumo anual de energia elétrica, assim como, o impacto de cada um destes na classificação geral alcançada pela edificação hoteleira do ponto de vista do RTQ-C.

4. RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos durante a aplicação do método, os mesmos que foram divididos em quatro etapas. Primeiramente são apresentados os resultados da quantificação das edificações hoteleiras. Em seguida, descreve-se o que foi visto durante o levantamento de campo e fotográfico e o levantamento detalhado. Logo após, é aplicado o RTQ-C e o RTQ- R em uma edificação hoteleira por meio do método prescritivo e de simulação computacional, obtendo desta forma a classificação do nível de eficiência alcançado pela edificação em análise. Finalmente, são apresentados os resultados obtidos por simulação computacional, relacionados à variação de parâmetros construtivos, os mesmo que foram observados durante o levantamento de campo, avaliando-se desta forma a sua influência no consumo de energia da edificação. Para tanto, foi utilizado o mesmo programa de simulação, o *EnergyPlus*, assim como o mesmo modelo de simulação utilizado para a aplicação do RTQ-C por meio do método de simulação.

4.1. LOCALIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE EDIFICAÇÕES HOTELEIRAS.

A área de estudo para elaboração desta pesquisa é a área central da cidade de Florianópolis, em Santa Catarina. Edificações hoteleiras em centros urbanos das cidades possuem uma tipologia arquitetônica vertical com diversos pavimentos. Além disso, o entorno é denso, com limitações quanto ao aproveitamento dos ventos predominantes para a ventilação natural e a exposição à radiação solar destas edificações é muitas vezes limitada devido às características do entorno fechado.

Durante o levantamento das edificações hoteleiras no centro de Florianópolis foi possível constatar um total de 23 hotéis localizados dentro da área de estudos, como mostra a Figura 15.

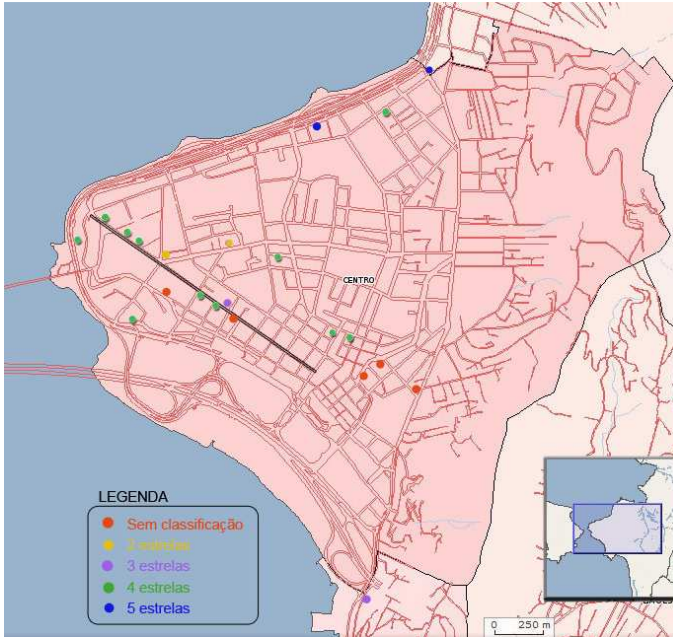


Figura 15. Localização de hotéis no centro da cidade de Florianópolis.

Por meio do gráfico é possível observar uma forte concentração de edificações hoteleiras ao longo de uma das principais ruas do centro da cidade, Rua Felipe Schmidt, assim como também próximas à praça central. Dentre as edificações levantadas, encontram-se hotéis do tipo econômico a luxo, 11 deles pertencem a edificações hoteleiras de quatro estrelas como apresentado na Tabela 11.

Tabela 11. Quantificação de edificações Hoteleiras de acordo a sua categorização no centro de Florianópolis.

CATEGORIZAÇÃO	QUANTIDADE
Sem classificação	5
2 ☆ _s Econômico	2
3 ☆ _s Turístico	3
4 ☆ _s Superior	11
5 ☆ _s Luxo	2

Pode-se dizer, assim, que os hotéis de quatro estrelas vêm a ser a categoria mais representativa da zona central da cidade de Florianópolis devido à alta frequência quando comparados com as outras categorias. A maioria destes hotéis se diz atender às necessidades de usuários turistas e executivos que transitam pela cidade.

Entre as medidas de aproximação com os administradores dos hotéis de quatro estrelas, ocorreu o primeiro contato telefônico fazendo uma breve explicação sobre o trabalho e agendada uma visita para maiores detalhes do trabalho. Uma carta com informações sobre os itens que seriam levantados para o estudo, e o compromisso de sigilo da informação fornecida, foi entregue em cada instituição.

Dos 11 hotéis contatados, somente três confirmaram a colaboração na pesquisa, dispondo-se a informar dados como: taxa de ocupação, tipos de equipamentos utilizados e o consumo de água e energia. Os hotéis restantes se disponibilizaram a analisar a proposta e entrar em contato posteriormente, sendo que não houve retorno.

4.2. LEVANTAMENTO DE DADOS

Com base na planilha utilizada por Santana (2006) e a estudos relacionados às variáveis do projeto arquitetônico, com influência no desempenho energético das edificações, assim citando Lima (2007), Carlo (2008), entre outros, foi elaborada uma planilha para levantamento de dados. Esta planilha está composta por cinco seções:

- Seção A – Dados Gerais da Edificação: dimensões, ano de construção, orientação, tipologia, entre outros.
- Seção B – Projeto Arquitetônico: observando características da envoltória como: tipo de fechamentos e cores externas características das aberturas como: tamanho das aberturas, materiais e uso de proteções solares.
- Seção C – Consumo Final de Energia por Sistema e Fonte: fornecido pelo hotel por meio das contas de consumo de energia da concessionária.
- Seção D – Consumo Final de Água por Sistema e Tipo de Aquecimento: igual a seção C, estes dados serão fornecidos pelo hotel por meio das contas de consumo ou registros.

- Seção E – Taxa de Ocupação: fornecida pelo hotel por meio do registro de “*check in*” durante um período mínimo de um ano.

O preenchimento da planilha foi realizado durante as duas etapas do levantamento de dados: Levantamento de campo e fotográfico e Levantamento detalhado.

O modelo da planilha completa se encontra no Anexo A.

4.2.1. Levantamento de campo e fotográfico

Foram realizadas visitas *in loco* às 11 edificações hoteleiras de quatro estrelas localizadas na área de estudo, as mesmas que estão apresentadas na Figura 16. As páginas web de cada empreendimento hoteleiro forneceram informações a respeito dos serviços oferecido por cada edificação, número de UHs, e muitas vezes a descrição de como as habitações são equipadas. A SMDU disponibilizou o acesso aos projetos das edificações hoteleiras. O registro de duas edificações não foi localizado, devido a uma provável mudança do nome ou tipo de uso da edificação, que não tenha sido atualizado no banco de dados e, somente, foi possível levantar seis projetos arquitetônicos completos.



Hotel Bristol Multy
Castelmar



Hotel Valerim Plaza



Hotel Inter City



Hotel Porto da Ilha



Hotel Deville



Hotel Mercure



Florianópolis Palace
Hotel



Hotel Bahia Norte



Hotel Cecomtur



Hotel Faial



Hotel Blue Tree Tower

Figura 16. Levantamento fotográfico das edificações hoteleiras de 4 estrelas localizadas na área de estudo.

Para auxiliar as diferentes etapas deste levantamento, as seções "A" e "B" da planilha foram preenchidas para cada edificação hoteleira. As informações que serão apresentadas a seguir, não identificam a edificação hoteleira a que pertencem, as mesmas foram identificadas numericamente e de forma aleatória.

4.2.1.1. Características gerais

Os serviços oferecidos por estes empreendimentos são similares entre si, tendo entre eles: café da manhã, almoço, jantar, *room sevice* 24 horas, além de contar com salas de eventos, auditórios, sala de *business center*, serviços de lavanderia, entre outros. Quanto aos serviços de recreação e lazer, grande parte deles possui academia, sauna, piscinas e/ou hidromassagem.

4.2.1.2. Características do Projeto Arquitetônico

Com base nas informações encontradas na SMDU, foi elaborada a Tabela 12, com alguns dados levantados.

Tabela 12. Quantificação de edificações Hoteleiras de acordo com sua categorização no centro de Florianópolis.

Edificação	Ano de Construção	# Total de pavim.	# Pavim. subsolo	# UHs	Área total (m ²)	Área cobertura
Hotel 01	1985	5	1	108	5398,26	641,13
Hotel 02	1988	17	3	-	19165,62	583,20
Hotel 03	1994	15	1	95	7458,32	0,00
Hotel 04	1972	17	3	150	18588,20	662,00
Hotel 05	1972	13	0	-	6220,00	0,00
Hotel 06	1977	14	0	66	4272,68	213,00
Hotel 07	1989	15	0	-	5878,10	187,10
Hotel 08	1984	16	0	121	7034,67	319,05
Hotel 09	2006	10	2	-	3872,58	214,44
Hotel 10	-	-	-	72	-	-
Hotel 11	-	-	-	88	-	-

Observa-se que a maioria dos hotéis levantados foram construídos aproximadamente a partir dos anos 80. A tipologia arquitetônica deles também é bem similar, com predominância da verticalidade, com exceção de uma das edificações, tendo em média uma área total de aproximadamente 8000m² distribuídos em 15 pavimentos.

4.2.1.2.1. Entorno

O entorno das edificações hoteleiras no centro da cidade apresentam obstruções causadas por edificações vizinhas e podem ser categorizadas em dois tipos: obstrução de uma das fachadas da edificação e obstrução de todo o entorno da edificação com variação da densidade, como é apresentado na Figura 17.



Obstrução da fachada posterior
(norte)



Obstrução da fachada principal
(sul)



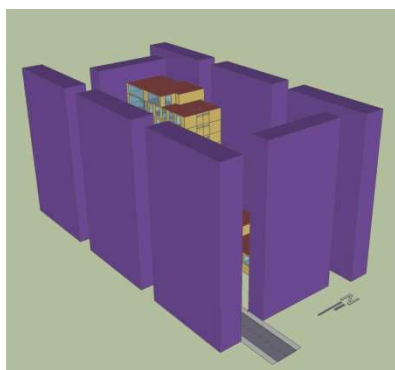
Obstrução da fachada lateral
(oeste)



Obstrução da fachada lateral
(leste)



Obstrução das quatro fachadas
(densidade baixa)



Obstrução das quatro fachadas
(densidade alta)

Figura 17. Variação do entorno da edificação hoteleira.

4.2.1.2.2. Orientação

A definição da orientação da fachada principal segue o que é recomendado pelo Programa de Etiquetagem de Edificações, que determina a orientação das fachadas por meio da implantação das edificações dentro de um dos quadrantes da rosa dos ventos apresentada na Figura 18.

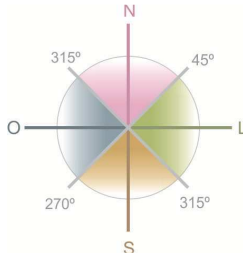


Figura 18. Quadrantes para definição da orientação das fachadas.
Referência: RTQ-R

Assim, com auxílio do *Google maps*, foram localizadas as diferentes edificações hoteleiras no mapa e uma perpendicular à fachada principal foi traçada em cada uma delas. A sobreposição de cada edificação sobre a rosa dos ventos permitiu visualizar, de uma forma mais clara, a orientação a que pertencem as suas fachadas principais como mostra a Figura 19.

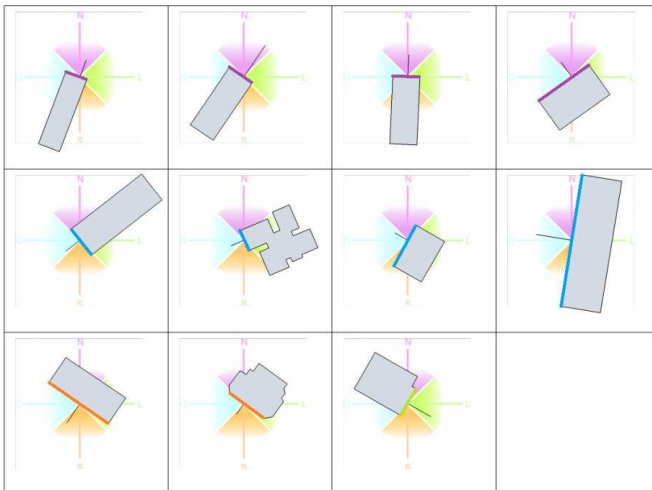


Figura 19. Definição da orientação da fachada principal de cada edificação.

Percebe-se, no entanto, que as orientações norte e oeste são as predominantes, encontradas cada uma delas em quatro edificações, seguidas da orientação sul em duas edificações e finalmente uma edificação com a fachada principal voltada para o leste.

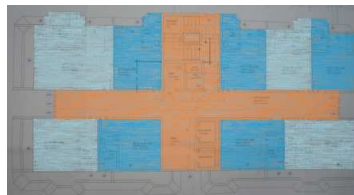
4.2.1.2.3. Tipologia do pavimento tipo

Como mencionado anteriormente, estes tipos de edificações possuem em média 15 pavimentos. Destes, na maioria dos casos e sem contar com o pavimento destinado para o estacionamento, dois pavimentos são utilizados para alojar as atividades administrativas, de operação e serviços oferecidos pelo empreendimento. Os outros pavimentos restantes estão destinados para as UHs com um pé-direito que varia entre 2,70 m a 2,85 m.

Das edificações hoteleiras, em que se teve acesso ao projeto arquitetônico, pode-se observar que a circulação do pavimento tipo é centralizada e que as UHs estão distribuídas perpendicularmente a esta circulação, permitindo, desta forma, que as UHs estejam expostas às diferentes orientações, como mostra a Figura 20.



Hotel 08
Pé direito: 2,80 m.



Hotel 07
Pé direito: 2,85 m.



Hotel 06
Pé direito: 2,80 m.



Hotel 02
Pé direito: 2,75 m.

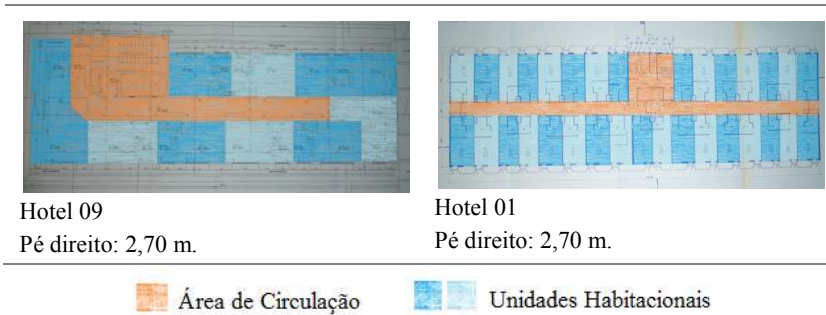


Figura 20. Tipologias dos pavimentos

Além disso, na maioria dos casos, as UHs não possuem sacadas e os seus banheiros estão dispostos no perímetro da edificação, de forma a se valer da ventilação natural, com exceção de um dos casos em que se faz necessário utilizar a ventilação mecânica destes ambientes.

4.2.1.3. Características Construtivas

4.2.1.3.1. Percentual de Aberturas na Fachada (PAF)

Pelo detalhe de esquadrias de quatro das edificações, foi possível estimar o percentual de abertura total de fachada, apresentadas na Tabela 13. Os hotéis 01, 07 e 08 concentram o maior percentual de aberturas em duas das suas fachadas, já o hotel 02 distribui proporcionalmente este entre todas as suas fachadas.

Tabela 13. Percentual de Abertura de Fachada calculada

Edificação	PAFt (%)
Hotel 01	28,75
Hotel 02	21,36
Hotel 07	14,60
Hotel 08	18,50

4.2.1.3.2. Elementos de Proteção Solar

Elementos de proteção solar nas aberturas são pouco utilizados (Figura 21), sendo que na maioria das vezes, quando empregados, eles

vêm a compor a fachada da edificação e nem sempre têm a finalidade de sombrear as aberturas como se pode observar na Figura 22. Em outros casos, as sacadas fornecem sombreamento às aberturas das UHs (Figura 23).

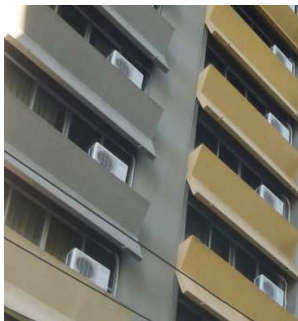


Figura 21. Elementos de proteção solar nas fachadas.

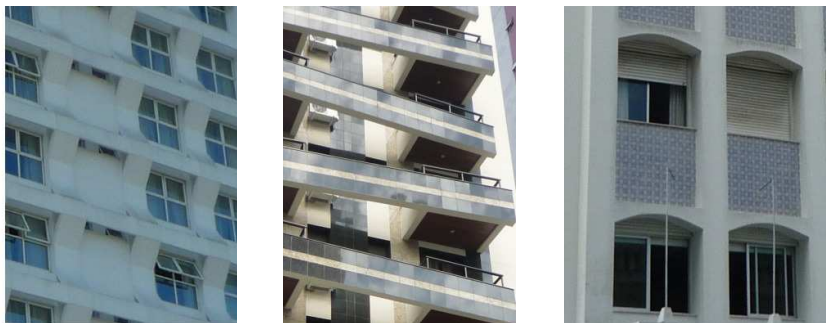


Figura 22. Elementos de composição das fachadas.



Figura 23. Sacadas como elementos de sombreamento.

4.2.1.3.3. Cores Externas

Observou-se a predominância de cores claras nas edificações. Na maioria dos casos há uma combinação de duas cores, tendo, na maioria das vezes, a cor branca em combinação com verde, vermelho, azul, amarelo, marrom e/ou preto; e em outros casos a cor bege em combinação com o azul.

Também foram encontrados casos em que as cores branca e o bege foram utilizadas de forma íntegra em toda a edificação.

4.2.1.3.4. Características de Construção

Não foi possível levantar as características construtivas de paredes e coberturas das edificações visitadas. Em vista à ausência destas informações optou-se em adotar os parâmetros levantados por Lima (2007) e Carlo (2008) na elaboração dos protótipos representativos da atividade hoteleira.

A Tabela 14 apresenta os parâmetros definidos para paredes e coberturas enquanto a Tabela 15 apresenta os valores adotados para as aberturas.

Tabela 14. Parâmetros definidos de paredes e coberturas.

Parâmetros		Variáveis de acordo:	
		Lima (2007)	Carlo (2008)
Paredes	transmitância térmica	2,34 W/m ² K	1,80 W/m ² K
	absortância	0,5	0,25
Cobertura	transmitância térmica	2,24 W/m ² K	1,75 W/m ² K
	absortância	0,7	0,6
Piso	transmitância térmica	4,18 W/m ² K	-
	absortância	0,4	-

Tabela 15. Parâmetros definidos para as aberturas.

Parâmetros		Variáveis de acordo:	
		Lima (2007)	Carlo (2008)
Vidro	cor	transparente	Transparente
	espessura	6 mm	4 mm
	fator solar	0,82	0,87
	Película refletiva	-	não

Percentual de área de janela na fachada	42%	25%
Ângulo vertical de sombreamento	-	35°
Ângulo horizontal de sombreamento	-	0°

4.2.2. Levantamento Detalhado

Embora três empreendimentos hoteleiros tenham aceitado disponibilizar informações e colaborar com a pesquisa, durante a etapa do levantamento de dados vários empecilhos foram colocados por dois destes empreendimentos. Em função das dificuldades encontradas e o prazo disponível para o levantamento, decidiu-se então trabalhar com as informações repassadas de um dos empreendimentos, que se mostrou acessível.

A edificação hoteleira visitada está localizada às margens da Av. Beira Mar Norte, no centro da cidade de Florianópolis. Esta edificação foi construída em 1985, passando por uma reforma posteriormente em 2002, sofrendo uma alteração na distribuição interna da edificação. Possui uma tipologia arquitetônica verticalizada, com uma área total de 6629,20 m² distribuídos em 16 pavimentos. As 121 Unidades Habitacionais - UHs estão distribuídas em 13 pavimentos, do 3° ao 16° pavimento, sendo este último a cobertura. As UHs estão voltadas tanto para a fachada principal e a posterior, orientadas para o sul e norte respectivamente. Estas fachadas possuem as maiores áreas envidraçadas, as mesmas que estão equipadas para minimizar ao máximo os ruídos vindos do exterior por meio da utilização de vidros duplos. As outras duas fachadas laterais possuem pequenas aberturas que permitem a ventilação dos banheiros. Elementos de proteção solar paralelos à fachada escondem as áreas envidraçadas dos banheiros em todas as fachadas. Entre as facilidades oferecidas tem-se: Piscina adulto e infantil, sauna, *fitness center*, *business center*, serviço de quarto 24 horas, entre outros.

Quanto às características construtivas da edificação, não foi possível conhecer a exata composição de cada elemento, já que a edificação foi construída há alguns anos. Mas, segundo dados repassados pelo responsável de manutenção, é possível ter uma aproximação da composição da edificação, já que, de acordo com ele, as paredes externas são revestidas de argamassa em ambas as faces do

tijolo cerâmico e com aproximadamente 15 cm e uma laje de concreto de 15 cm entre os pavimentos.

4.2.2.1. Características do consumo de energia

Entre os tipos de energia utilizada na edificação hoteleira estão a energia elétrica, o gás e o diesel; utilizados para a cocção de alimentos, operação dos serviços mecânicos de ventilação, condicionamento de ar, transporte vertical, aquecimento de água, equipamentos e iluminação. A seguir faz-se uma descrição de cada um destes.

4.2.2.1.1. Energia elétrica

A energia elétrica é fornecida pela CELESC por meio de uma rede de alimentação de alta tensão de 13,8 kV e distribuída por meio de uma subestação transformadora. Este tipo de energia é a mais utilizada e quase totalmente responsável pelo funcionamento de todos os sistemas que compõem a edificação. O consumo médio mensal de energia elétrica pode variar de 5396 kWh/mês no mês de junho a 11888 kWh/mês em fevereiro como mostra a Figura 24.

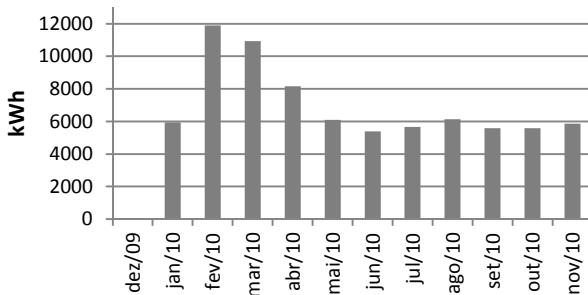


Figura 24. Consumo médio mensal de energia elétrica.

O período de alta temporada, em que os empreendimentos hoteleiros recebem uma maior quantidade de visitantes, acontece durante os meses de novembro a março. De acordo com o gráfico, o consumo energético do mês de janeiro foge do comportamento esperado, que pode ter sido causado por algum erro de leitura das medições de consumo energético feitas pelos responsáveis técnicos do empreendimento. As elevadas taxas de consumo energético dos meses de fevereiro e março estão relacionadas tanto ao período de alta temporada, assim como ao fato de serem estes, os meses mais quentes

do ano; período em que há uma maior demanda de funcionamento do sistema de condicionamento de ar de forma de garantir as condições de conforto dos usuários.

As UHs estão equipadas com um Dispositivo Economizador de Energia Elétrica- DEL, sendo necessário o encaixe do cartão para liberação da energia elétrica do apartamento, sendo que após 45 segundos da retirada do cartão, é bloqueado o fornecimento de energia. As tomadas do frigobar, da mesa de trabalho e da cabeceira, estão conectadas a um circuito independente, que fica constantemente energizado.

Vários tipos de lâmpadas são utilizados nos diferentes ambientes da edificação, entre elas: lâmpadas eletrônicas, lâmpadas fluorescente compactas, lâmpadas dicróicas, lâmpadas LED e HQI. Lâmpadas incandescentes são pouco utilizadas e sua aplicação é para tarefas específicas (banheiro e luminárias de mesa). A iluminação de corredores do andar tipo e de ambientes de uso transitório (escada de serviço) possui sensor de presença.

Sistemas de condicionamento de ar do tipo *Split* são utilizados em toda a edificação, com exceção dos corredores de andares tipo, estacionamento e cozinha, este último equipado com um sistema de ventilação e exaustão que outorga as condições mínimas operacionais e de conforto.

4.2.2.1.2. Gás

A utilização do gás é exclusiva para a cocção e preparação de alimentos do setor de cozinha. O abastecimento é feito por meio de duas garrafas estacionárias, cada uma delas com 90 kg. A recarga destas garrafas é feita duas vezes e meia por mês, ao redor de 200 kg a cada 28 dias. De acordo com o chefe de cozinha, são servidas, em média, aproximadamente 100 refeições por dia. Em base a isso pode se dizer que, são utilizados de 7 a 7,5 kg de gás por dia para a preparação de alimentos no setor de cozinha.

4.2.2.1.3. Combustível Diesel

O combustível diesel é utilizado na edificação para duas finalidades: aquecimento da água e geração de energia.

A primeira, o aquecimento da água, é feito por uma caldeira, aquecendo a água até a temperatura programada no termostato de 80°C, e partindo desta um ramal que alimenta o reservatório. Já na falta de energia, um gerador assume integralmente a carga do hotel, até a potência de 550 kVA, assim como, durante o horário de ponta, das 18:30 às 21:30 horas durante os dias de semana.

A Figura 25 a seguir apresenta a variação do consumo médio mensal de combustível diesel por dia.

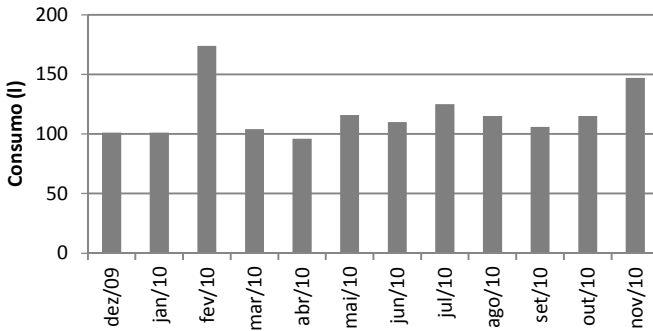


Figura 25. Consumo médio mensal de combustível diesel por dia.

O consumo do combustível diesel varia de 100 a 180 l/dia, sendo que em média são consumidos aproximadamente 120 l, do combustível, por dia para o funcionamento de seus sistemas. No período de alta temporada, de novembro a março, há um maior número de hóspedes no empreendimento hoteleiro e conseqüentemente, uma maior demanda de água quente. Os maiores picos de consumo encontrados durante o levantamento estão nos meses de novembro e fevereiro respondendo à demanda do período. No entanto, o consumo dos meses de dezembro e janeiro fogem do comportamento esperado podendo estar relacionado a erros de leituras do consumo diário durante dito período.

4.2.2.2. Características do consumo de água

O abastecimento de água do Hotel é feito pela empresa CASAN. A partir de dois reservatórios inferiores, um de 30,5 m³ e outro 34,5 m³, a água é bombeada para os reservatórios superiores de 13,65 e 7,5 m³, por meio de duas bombas de recalque. Estas funcionam alternadamente quando são requisitadas, evitando assim, o desgaste mecânico e elétrico

de uma bomba apenas. A partir dos reservatórios de água superiores e pelo barrilete de água fria é feita a alimentação dos ramais secundários de água do prédio.

A água quente do hotel é aquecida por uma caldeira que funciona com combustível diesel como mencionado anteriormente. Um ramal de água fria é encaminhado diretamente para a caldeira, sendo que nela a água é aquecida até a temperatura programada no termostato de 80°C. Da caldeira, por meio de uma bomba, parte um ramal de água quente que alimenta o reservatório (boiler), o qual tem uma capacidade de 3000 litros e um termostato ajustado em 65 °C. Em invernos rigorosos o termostato do boiler pode ser ajustado em 70°C. Do boiler, parte um ramal que alimenta um barrilete a partir do qual é distribuída a água quente no hotel.

4.2.2.3. Taxa de ocupação

O hotel possui 118 leitos distribuídos em 121 UHs. A ocupação do hotel varia de acordo com a demanda de usuários, na maioria dos casos, em trânsito na cidade por questões de trabalho. Um registro diário é realizado e a variação da ocupação é de 15 a 100%. A Figura 26 apresenta a variação diária da taxa de ocupação ao longo de um ano, durante o período de dezembro de 2009 a novembro de 2010.

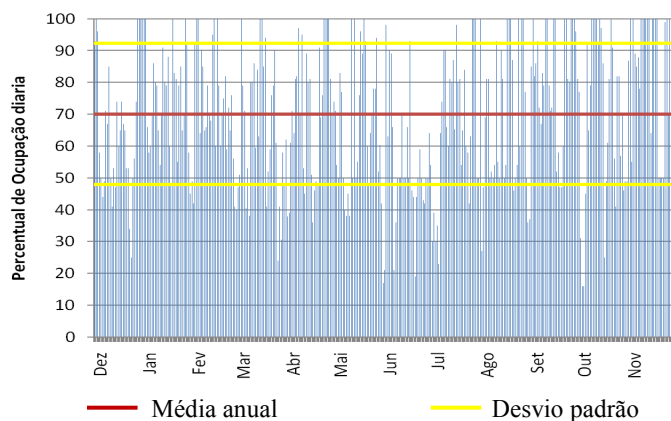


Figura 26. Taxa de ocupação anual da edificação hoteleira

Pode ser observado, assim, que durante longo período do ano, a taxa de ocupação do hotel em média é de 70,1%, sendo que o desvio padrão é de 22%. A taxa de ocupação do hotel é um valor consideravelmente alto que pode ser atribuído ao fato de Florianópolis ser uma cidade turística e a localização do hotel na área central próxima a pontos turísticos e de fácil acesso.

4.3. PROGRAMA DE ETIQUETAGEM DE EDIFICAÇÕES - MÉTODO PRESCRITIVO

Para a correta aplicação do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações, foi preciso realizar a digitalização do projeto arquitetônico levantado na SMDU, já que o mesmo não foi disponibilizado pelo empreendimento hoteleiro.

A aplicação do RTQ-C e RTQ-R apresentará a verificação dos pré-requisitos estabelecidos por cada sistema em análise com finalidade informativa mais do que a de penalizar a classificação alcançada pela edificação hoteleira, entendendo que a mesma foi construída anteriormente à publicação dos regulamentos. A seguir apresenta-se a classificação alcançada pela edificação hoteleira após a aplicação do RTQ-C e o RTQ-R.

4.3.1. Aplicação do RTQ-C

4.3.1.1. Classificação da Envoltória

De acordo com o que foi levantado durante as visitas no hotel, foram definidas, por aproximação, as propriedades térmicas dos fechamentos da edificação. Em base ao "Catálogo de propriedades térmicas de paredes e coberturas" (LabEEE, 2010), foram definidas as transmitâncias térmicas dos fechamentos verticais e horizontais, como apresentadas na Figura 27. A absorptância solar das mesmas foram definidas 0,3 para paredes e 0,4 para a cobertura, pelo fato da edificação ser totalmente branca exteriormente.

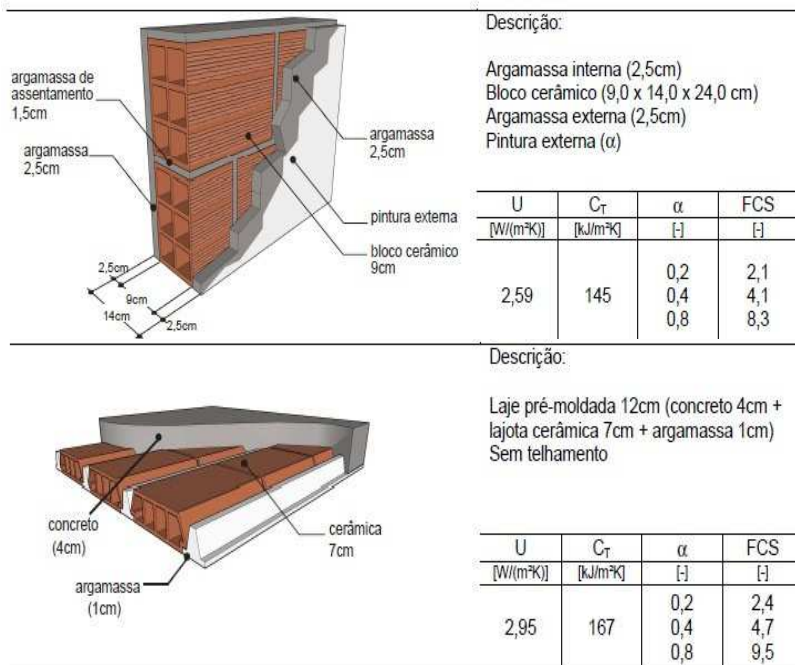


Figura 27. Características construtivas adotadas paredes e coberturas.
 Referência: LabEEE, 2010.

De acordo com a área de projeção do edifício (A_{pe}) e a zona bioclimática a que pertence a cidade de Florianópolis, foi utilizada a Equação 3.5 do RTQ-C, apresentada a seguir (ver Equação 06), para o cálculo do indicador de consumo da envoltória da edificação, respeitando os valores de fator de forma (FF) máximo permitido.

Zona Bioclimática 3: Florianópolis

$A_{pe} \leq 500 \text{ m}^2$ - Limite: Fator de forma máximo (A_{env}/V_{tot}) = 0,70

$$IC_{env} = -175,30.FA - 212,79.FF + 21,86.PAF_T + 5,59.FS - 0,19.AVS + 0,15.AHS + 275,19 \cdot \frac{FA}{FF} + 213,35.FA.FF - 0,04.PAF_T.FS.AVS - 0,45.PAF_T.AHS + 190,42$$

Equação 06. Equação para determinação do indicador de consumo da envoltória.
 Referência: Equação 3.5 do RTQ-C

As áreas de pisos dos ambientes condicionados, não condicionados, área útil total, área de aberturas e fachadas externas, entre outros dados, foram obtidos do projeto arquitetônico. Em base a estes, foram calculados os parâmetros estabelecidos pelo RTQ-C para determinar o Indicador de Consumo da Envoltória (IC_{env}), e apresentados na Tabela 16 a seguir.

Tabela 16. Parâmetros para cálculo do Indicador de Consumo da Envoltória IC_{env}

Parâmetros	Valores da Edificação Real	Parâmetros	Valores da Edificação Real
AVS	0,00	FA	0,127
AHS	0,00	FF	0,213
FS	0,86	PAF	0,185

Contudo, inicia-se com a classificação da envoltória:

1. Calculou-se o IC_{env} de acordo ao projeto do edifício, obtendo-se o seguinte resultado:

$$IC_{env} = 301,63$$

2. Com os parâmetros do IC_{max} estabelecidos pelo RTQ-C, é calculado o limite máximo do indicador de consumo IC_{maxD} .

$$IC_{max} = 309,30$$

3. Com os parâmetros d do IC_{min} estabelecidos pelo RTQ-C, é calculado o limite mínimo do indicador de consumo IC_{min} .

$$IC_{min} = 298,73$$

4. Com os valores do IC_{max} e IC_{min} obtidos, calcula-se o intervalo (i).

$$i = 2,64$$

5. Com o valor "i" são estabelecidos os valores limites dos intervalos para os diferentes níveis de eficiência como apresentados na Tabela 17.

Tabela 17. Valores limites dos diferentes níveis de eficiência da envoltória.

Eficiência	A	B	C	D	E
Limite mínimo	-	301,38	304,03	306,67	309,31
Limite máximo	301,37	304,02	306,66	309,30	-

6. Identifica-se o nível de eficiência alcançada pela edificação, comparando o IC_{env} obtido, com os limites estabelecidos da tabela.

$$IC_{env} = 301,63 \rightarrow B$$

4.3.1.2. Sistema de Iluminação

Foram verificadas primeiramente as atividades principais da edificação, tendo entre elas a de "Garagem" com 10% e 90% para a atividade de "Hotel". Ao constatar que a atividade "Garagem" não ocupa mais de 30% da área do edifício, a densidade de potência de iluminação limite para os diferentes níveis de eficiência foi estabelecida para a edificação como toda para a atividade de "Hotel".

Por meio dos dados obtidos durante o levantamento, foi calculada a potência total instalada no edifício, sendo esta a soma da potência de iluminação de todos os ambientes.

$$DPI_{atividade\ Hotel} = 66.522,47\ W$$

Em seguida, é determinada a área iluminada do edifício e com ela, é encontrada a potência limite de iluminação do edifício para os diferentes níveis de eficiência da atividade "Hotel". Os valores limites calculados são apresentados na Tabela 18.

Tabela 18. Potência de limite (DPI_L) do edifício para a atividade "Hotel"

Atividade	% Atividade	Área total por atividade	Potência (W)			
			(Nível A)	(Nível B)	(Nível C)	(Nível D)
Hotel	100	5640,0	60911,27	69935,16	78959,06	88546,94

Contudo, determina-se o nível de eficiência alcançado pelo sistema de iluminação comparando a potência total instalada no edifício

e a potência limite dos diferentes níveis de eficiência. A classificação alcançada pelo sistema de iluminação é o nível de eficiência "B".

$$\text{DPI} = 66.522,47 \quad \rightarrow \quad \text{B}$$

$$\text{EqNumDPI} = 4$$

4.3.1.3. Sistema de Condicionamento de Ar

Todos os dormitórios, assim como as áreas de uso comum e administrativas do hotel, são equipados com sistemas de condicionamento de ar do tipo "Split". De acordo com as características e modelos dos equipamentos, foi verificada a classificação de cada um deles, em base as tabelas do INMETRO, apresentadas na Tabela 19.

Tabela 19. Índices de eficiência dos sistemas de condicionamento de ar

Condicionadores de ar Split Hi-Wall				Data de atualização:30/03/11			
Clase	Coeficiente de eficiência energética (W/W)		Split Hi-Wall				
			Rotação Fixa		Rotação Variável		
A	3,20	< CEE	193	23,8%	104	81,3%	
B	3,00	< CEE ≤ 3,20	152	18,7%	16	12,5%	
C	2,80	< CEE ≤ 3,00	263	32,4%	8	6,3%	
D	2,60	< CEE ≤ 2,80	163	20,1%	0	0,0%	
E	2,39	< CEE ≤ 2,60	40	4,9%	0	0,0%	

Referencia: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>

Uma vez determinada a classificação da eficiência de cada equipamento, procede-se a classificar o sistema de condicionamento de ar da edificação, como mostra a Tabela 20.

Tabela 20. Classificação dos diferentes sistemas de condicionamento de ar.

BTU/h	# de Equipos	Potência total BTU/h	Eficiência W/W	Eficiência	EqNum	Pond. Potência	Pond. x EqNum	EqNumCA
12000	2	24000	2,69	D	2	0,01	0,02	
18000	3	54000	2,42	E	1	0,03	0,03	
24000	15	360000	2,65	D	2	0,17	0,35	
36000	12	432000	2,69	D	2	0,21	0,42	

O equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar é a soma do resultado da multiplicação da ponderação da potência pelo equivalente numérico dos diferentes equipamentos. Com o equivalente numérico do sistema, determina-se a classificação final do condicionamento de ar, que equivale ao nível de eficiência “C”.

$$\text{EqNumAC} = 2,56 \rightarrow \text{C}$$

4.3.1.3.1. Verificação dos Pré-requisitos do Sistema de Condicionamento de Ar

A verificação dos pré-requisitos do sistema de condicionamento de ar apresenta restrições para o nível de eficiência “A” por não possuir as unidades condensadoras com sombreamento permanente. Desta forma, o nível máximo que poderia ser atingido pelo sistema de condicionamento de ar é o nível “B”.

4.3.1.4. Classificação Geral

A classificação geral do edifício é calculada de acordo com a distribuição dos pesos para cada um dos sistemas avaliados na equação geral (ver Equação 03) e a sua combinação com diferentes parâmetros definidos, apresentados na Tabela 21.

Tabela 21. Parâmetros para cálculo da classificação geral.

Item	Unidade (m ²)
AC	3131,32
AU	5015,74
APT	1884,42
ANC	0,00

A Figura 28 a seguir apresenta um resumo da classificação parcial dos sistemas e o seu respectivo Equivalente Numérico – EqNum sem considerar o cumprimento dos pré-requisitos, como mencionados anteriormente.

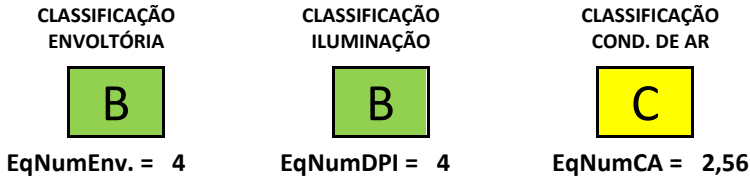




Figura 28. Classificação parcial da envoltória, iluminação e condicionamento.

Com tudo, é calculada a pontuação total alcançada pela edificação, sendo esta:

$$PT = 4,013$$

Comparando a pontuação total alcançada pela edificação hoteleira com as pontuações limite dos diferentes níveis de eficiência, tem-se a classificação geral da edificação com o nível de eficiência "B", ao cumprir com a pontuação mínima para o nível alcançado.

PT		Classificação
≥ 4,5	≥ a 5	A
≥ 3,5	a < 4,5	B
≥ 2,5	a < 3,5	C
≥ 1,5	a < 2,5	D
<	1,5	E

A verificação dos pré-requisitos do sistema de iluminação apresentados na Tabela 20, mostra que não há limitações quanto ao nível de eficiência alcançado por este sistema.

4.3.1.5. Verificação dos Pré-requisitos RTQ-C

A Tabela 22 a seguir apresenta a verificação dos pré-requisitos gerais e específicos da envoltória, sistema de iluminação e de condicionamento de ar, os mesmos que foram verificados de maneira informativa como mencionado anteriormente.

Tabela 22. Verificação dos pré-requisitos RTQ-C

DESCRIÇÃO		Pré-requisito Nível...?	cumpre?	Classificação Máxima	
GERAL (PT)	Circuitos elétricos	nível A ou B	sim	A	D
	Aquecimento de água	nível A	não	-	
		nível B	não	-	
		nível C	não	D	
	Isolamento de tubulações		sim	A	
	Elevadores	nível A	não	B	
nível B		sim	A		
ENVOLTÓRIA (ICenv)	Transmitância térmica cobertura de ambientes condicionados não deve ultrapassar ZB3 = 1,00 W/m²K	nível A	não	-	C
	Transmitância térmica cobertura de ambientes condicionados não deve ultrapassar ZB3 = 1,50 W/m²K	nível B	não	C	
	Transmitância térmica cobertura de qualquer ambiente não deve ultrapassar ZB3 = 2,00 W/M²k	nível C ou D	sim	C	
	Transmitância térmica cobertura para ambientes não condicionados não deve ultrapassar ZB3 = 2,00 W/m²K	nível A ou B	não	C	
	Transmitância térmica paredes externas não deve ultrapassar ZB3 = 3,70 W/m²K	nível A, B ou C	sim	A	
	Cores e absorvância paredes ZB3 $\alpha < 0,50$	nível A	sim	A	
	Cores e absorvância coberturas ZB3 $\alpha < 0,50$	nível A ou B	sim	A	
	Iluminação Zenital 0 a 2% => FS = 0,87	nível A ou B	sim	A	
ILUMINAÇÃO (EqNumDPI)	Divisão dos circuitos	nível A	sim	A	A
	Contribuição da luz natural	nível A ou B	sim	A	
	Desligamento automático do sistema de iluminação	nível A, B ou C	sim	A	
COND. DE AR (EqNumCA)	Proteção das unidades condensadoras	nível A	não	B	B
	Isolamento térmico para dutos de ar	nível A	sim	A	
	Condicionamento de ar por aquecimento artificial	nível A	-	-	

O sistema de aquecimento de água na edificação hoteleira é realizado por meio de uma caldeira a diesel. Este tipo de sistema de aquecimento, não cumpre com os pré-requisitos gerais exigidos pelo RTQ-C, o que restringe a classificação máxima a ser alcançada pela edificação para o nível de eficiência D, mesmo que as etiquetas parciais indiquem nível de eficiência A.

Quanto aos pré-requisitos relacionados à envoltória da edificação o nível máximo a ser alcançado é C devido ao não cumprimento com os valores de transmitância térmica da cobertura de ambientes condicionados. A adoção de isolamento térmico da cobertura poderia melhorar a transmitância térmica da cobertura e cumprir com os requisitos para nível de eficiência A ou B.

Já o sistema de iluminação não tem restrições quanto ao nível de eficiência a ser alcançado por este cumprir com todos os pré-requisitos.

Finalmente, o sistema de condicionamento de ar, apresenta restrições para o nível de eficiência A por não possuir as unidades condensadoras com sombreamento permanente. Desta forma, o nível máximo que poderia ser atingido pelo sistema de condicionamento de ar é o nível de eficiência B.

Contudo, foi verificado a classificação máxima que poderia ser atingida pela edificação, tanto com e sem a verificação dos pré-requisitos, apresentados na Tabela 23. Em negrito destaca-se as restrições quanto a classificação a ser alcançada para cada sistema em questão.

Tabela 23. Classificação máxima a ser alcançada pela edificação aplicando o RTQ-C através do Método Prescritivo

Classificação da edificação:	sem pré requisitos	com pré requisitos
ENVOLTÓRIA - (ICenv)	B	C
ILUMINAÇÃO - (EqNumDPI)	B	B
COND. DE AR - (EqNumCA)	C	C
GERAL - (PT)	B	D

Quando aplicados os pré-requisitos há restrições tanto para a classificação da envoltória para nível C, assim como para a classificação geral a ser alcançada pela edificação para o nível D.

4.3.2. Método Prescritivo RTQ-R

A aplicação do método prescritivo do RTQ-R, avaliará unicamente a classificação das UHs do empreendimento hoteleiro, entendendo que estes têm o seu uso similar a de qualquer edificação residencial.

4.3.2.1. Envoltória

O indicador Graus Hora de Resfriamento (GH_R) e o Consumo Relativo para Aquecimento (C_A) foram calculados pela utilização da planilha de cálculo da envoltória do RTQ-R, disponibilizado pelo LabEEE (2011). Para tanto, é preciso o preenchimento de uma série de dados como área de piso, área de fachada e das aberturas para cada orientação, transmitâncias térmicas, entre outros parâmetros. Com eles, é obtida de forma automática, a pontuação e classificação alcançadas para ambos indicadores dos indicadores - GH_R e C_A . A classificação e o equivalente numérico da envoltória de cada UHs é obtida por meio da ponderação destes valores. As Figuras 29 a 33 apresentam graficamente os resultados de classificação da envoltória obtidos para cada UHs nos diferentes pavimentos, sem aplicação dos pré-requisitos.

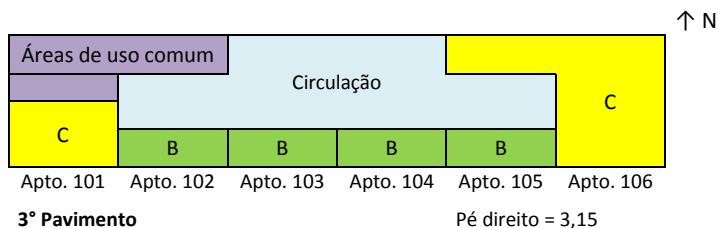


Figura 29. EqNumEnv das UHs do 3º Pavimento.

Pode ser observado que tanto as UHs do 3º pavimento (Figura 29), assim como as do 14º pavimento (Figura 31), possuem a mesma classificação das envoltórias das suas UHs, tendo as UHs voltadas para o sul com nível de eficiência "B" e as que estão voltadas para as outras orientações com nível de eficiência "C". A variação de eficiência das

UHs com finalização 01 e 06, em comparação às intermediárias a elas, é que além de estarem orientadas para o sul, elas possuem outra das suas fachadas expostas ao meio exterior e a outras orientações. Além disso, a área de piso é maior e a relação com a área de abertura, iguais para todas as UHs, é menor; contribuindo para as diferenças de classificação.

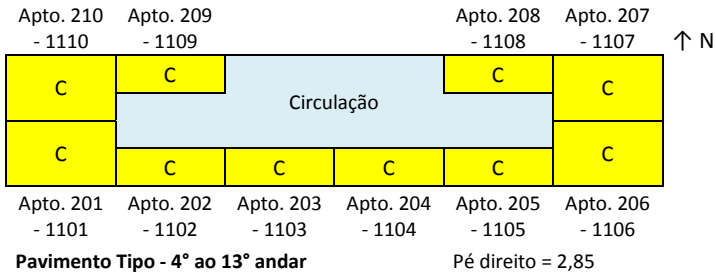


Figura 30. EqNumEnv das UHs do Pavimento Tipo- 4º ao 13º andar.

Já as UHs (todas elas) do pavimento tipo (Figura 30), obtiveram a classificação da sua envoltória como nível de eficiência "C". Tanto o pavimento tipo assim como o 16º pavimento, possuem um pé direito de 2,65m, diferente aos do 3º, 14º e 15º pavimento, os mesmos que possuem um pé direito de 3,15m. Essa diferença no volume das UHs influencia na classificação da envoltória das UHs, mesmo que estas possuam o mesmo tamanho e orientação.

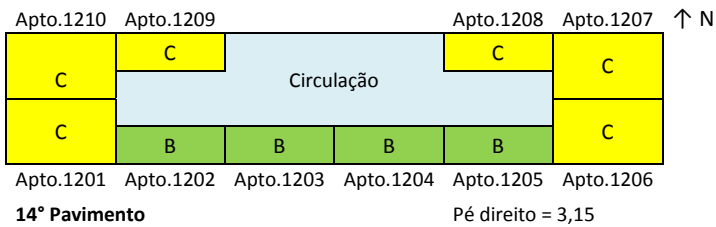


Figura 31. EqNumEnv das UHs Pavimento 14º (Pé direito 3,15m).

A envoltória das UHs do 15º pavimento alcançaram níveis de eficiência diferentes, variando do "A" ao "D" como observado na Figura 32 a seguir.

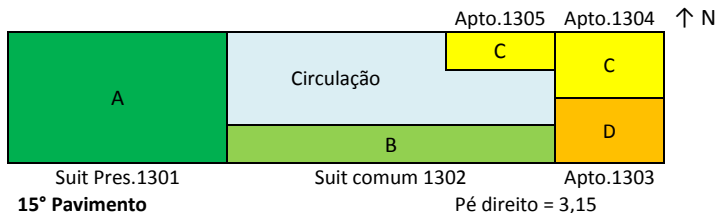


Figura 32. EqNumEnv das UHs Pavimento 15° (Pé direito 3,15m).

As UHs 1303 a 1305 obtiveram classificações próximas às alcançadas nos pavimentos inferiores, com a diferença de pontuação próxima ao nível de eficiência "D". Este comportamento está associado ao fato de que estas UHs têm a sua cobertura expostas ao meio externo e consequentemente, maior ganho térmico.

A suíte presidencial é um apartamento duplex, composta por uma planta baixa, a suíte 1301 e, uma planta alta, a suíte 1401.

A UH 1301 é uma sala ampla, de aproximadamente 90m², com grandes áreas envidraçadas nas três fachadas orientadas para o exterior e uma área mínima para ventilação deste ambiente. Ao possuir um grande volume de ar, as condições externas têm pouca influência na variação da temperatura interna do ambiente, contribuindo, assim, na obtenção da classificação da sua envoltória como nível de eficiência "A". O desempenho da envoltória da UH 1301, tanto para o indicador GHR e o CA, foi o mais eficiente, comparado com as outras UHs da edificação, as que apresentaram o desempenho da envoltória para CA com uma melhor avaliação comparada aos GHR. Apesar da UH 1301 ter obtido a melhor classificação da envoltória, esta não garante as condições de renovação de ar do ambiente, devido à pequena percentagem de abertura de ventilação, assim como ao não apresentar as condições para ventilação cruzada. Se os pré-requisitos de ventilação fossem aplicados à UH 1301, a classificação máxima a ser atingida não poderia ultrapassar o nível de eficiência "E".

Finalmente, a classificação da UH 1401 do 16º pavimento (Figura 33), apresenta as mesmas características do ambiente da UH 1301, com a diferença desta possuir a sua cobertura voltada ao exterior, tendo um maior ganho térmico e pouca eficiência da sua envoltória.

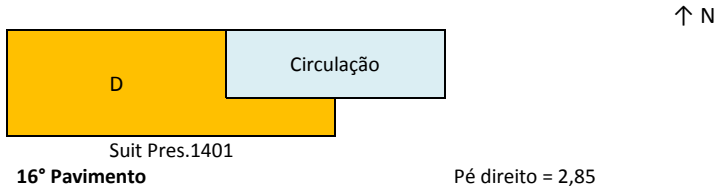


Figura 33. EqNumEnv das UHs do 16º Pavimento.

4.3.2.2. Aquecimento de Água

O aquecimento de água da edificação hoteleira é feito por uma caldeira utilizando combustível diesel para o seu funcionamento. De acordo com o Item 3.2.2.5 do RTQ-R, qualquer sistema de aquecimento de água que utilize combustíveis líquidos derivados de petróleo, citando o diesel como exemplo, receberá a classificação de nível de eficiência deste sistema como "E".

Utilização de combustível diesel → E

4.3.2.2. Verificação dos Pré-requisitos RTQ-R

Da mesma forma em que foi aplicado os pré-requisitos no RTQ-C, a verificação dos pré-requisitos exigidos pelo RTQ-R serão aplicados unicamente de maneira informativa. A Tabela 24 a seguir apresenta a verificação dos pré requisitos em cada UHs da edificação tanto da envoltória como do sistema de aquecimento de água.

Entre os pré-requisitos relacionados a envoltória são avaliados três quesitos: transmitância térmica e absorvância solar de paredes e coberturas, ventilação natural e, iluminação natural de ambientes de permanência prolongada.

Observa-se que as paredes externas de todas as UHs da edificação cumprem com os valores de transmitância térmica exigidos em base ao valores de sua absorvância, desta forma não haveria restrições quanto a sua classificação. No caso da verificação da transmitância térmica das coberturas, estas não cumprem com os valores mínimos estabelecidos pelo RTQ-R. Assim, as UHs 1302 a 1305 e a 1401, estariam restritas à classificação máxima da sua envoltória para o nível de eficiência "E".

Tabela 24. Pré-requisitos da transmitância e capacidade térmica de paredes e cobertura

VERIFICAÇÃO PRÉ-REQUISITOS:			GERAL		Parede		Cobertura		ENVOLTÓRIA						AQUECIMENTO DE ÁGUA			
Ambiente	Tipo de Ambiente		medição individualizada níveis A ou B		U, CT e absortância níveis A, B, C e D				% abertura ventilação* níveis A, B, C e D		ventilação cruzada níveis A, e B		ventilação controlável nível A		iluminação natural** nível A		isolamento térmico das tubulações níveis A, e B	
	Perm. Prolon.	Perm. Trans.	cumpre ?	Máxima PT _{UH}	cumpre ?	Máximo EqNumEnvAmb	cumpre?	Máximo EqNumEnvAmb	cumpre ?	Máximo EqNumEnvAmb	cumpre ?	Máximo EqNumEnv _{resfr}	cumpre ?	Máximo EqNumEnv	cumpre ?	Máximo EqNumEnv	cumpre ?	Máximo EqNumAA
	Dormitório 101	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A	sim
Dormitório 102	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 103	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 104	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 105	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Suit Comum 106	x		não	C	sim	A	-	-	não	E	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 201 a 1101	x		não	C	sim	A	-	-	não	E	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 202 a 1102	x		não	C	sim	A	-	-	não	E	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 203 a 1103	x		não	C	sim	A	-	-	não	E	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 204 a 1104	x		não	C	sim	A	-	-	não	E	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 205 a 1105	x		não	C	sim	A	-	-	não	E	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 206 a 1106	x		não	C	sim	A	-	-	não	E	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 207 a 1107	x		não	C	sim	A	-	-	não	E	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 208 a 1108	x		não	C	sim	A	-	-	não	E	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 209 a 1109	x		não	C	sim	A	-	-	não	E	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 210 a 1110	x		não	C	sim	A	-	-	não	E	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 1201	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 1202	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 1203	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 1204	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 1205	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 1206	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 1207	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 1208	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 1209	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 1210	x		não	C	sim	A	-	-	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A
Suit Presid.1301	x		não	C	sim	A	-	-	não	E	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Suit Comum1302	x		não	C	sim	A	não	E	não	E	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 1303	x		não	C	sim	A	não	E	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 1304	x		não	C	sim	A	não	E	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A
Dormitório 1305	x		não	C	sim	A	não	E	sim	A	não	C	sim	A	sim	A	sim	A
Suit Presid.1401	x		não	C	sim	A	não	E	não	E	sim	A	sim	A	sim	A	sim	A

* Para obtenção do nível de eficiência A foi verificado que todos os banheiros das UHs possuem ventilação natural

** Para obtenção do nível A foi verificado que todos os banheiros possuem aberturas para o exterior

Entre os pré-requisitos de ventilação natural são avaliados: percentual de áreas mínimas de abertura para ventilação, condições de ventilação cruzada no ambiente e, garantir a opção de ventilação controlada pelo usuário.

Todas as UHs, com exceção das suítes, possuem uma área de piso dos dormitórios entorno dos 16m². As esquadrias das aberturas dos pavimentos com pé-direito de 2,85m (4° ao 13° e 16° pavimento) possuem um percentual de abertura para ventilação em relação à área de piso entorno dos 5%, não cumprindo com o pré requisito estabelecido, implicando o nível de eficiência “E” para a envoltória das suas UHs. No caso dos pavimentos com pé-direito de 3,15m (3°, 14° e 15° pavimento) o percentual de abertura de ventilação das UHs, com exceção das suítes, esta entorno aos 8,75% cumprindo assim com os pré requisitos estabelecidos.

Quanto ao pré-requisito de ventilação cruzada, unicamente as UHs com terminação 01, 06, 07 e 10 cumprem com este pré requisito. Já as UHs com terminação 02 a 05, 08 e 09 estariam restritas a atingir no máximo nível “C” no equivalente numérico da envoltória para resfriamento

Finalmente, á exceção da suíte presidencial, todas as UHs garantem ao usuário condições de ventilação controlável. Além disso todas elas garantem acesso à iluminação natural de seus dormitórios e banheiros por meio de aberturas para o exterior, de forma de não ter restrições ao nível máximo a ser alcançado.

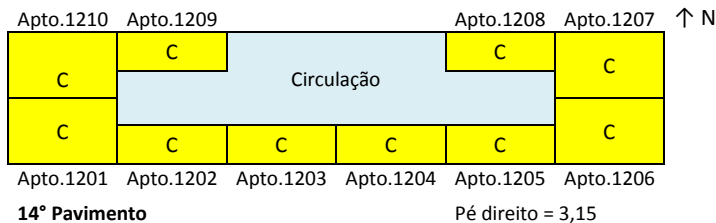
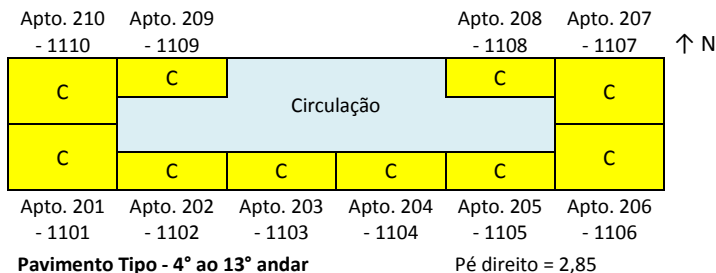
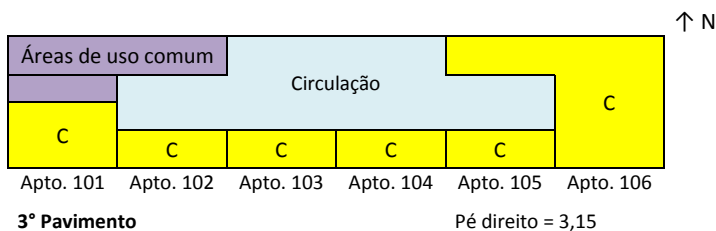
Em resumo, o não cumprimento com os pré-requisitos de transmitância térmica da cobertura dos apartamentos 1302, 1303, 1304, 1305, e 1401 assim como do não cumprirem com o pré-requisito de ventilação natural do 3° ao 14° e 15° pavimento, estes teriam a classificação da envoltória do seus ambientes restritas ao nível “E”, mais que para fins de aplicação no estudo estes não serão considerados.

Já a verificação dos requisitos do sistema de aquecimento de água, de acordo com o que foi levantado durante a visita, as tubulação de água quente são apropriadas para este fim além de possuir isolamento térmico, cumprindo assim com o pré-requisito exigido.

4.3.2.3. Classificação das UHs

A classificação da eficiência das UHs é o resultado da ponderação do desempenho térmico da envoltória e do sistema de aquecimento de água da unidade habitacional, acrescido da soma de possíveis bonificações alcançadas.

A seguir, a Figura 34 apresenta os resultados obtidos para a classificação alcançada por cada UH, ressaltando que para tanto não foi considerada a aplicação dos pré-requisitos.



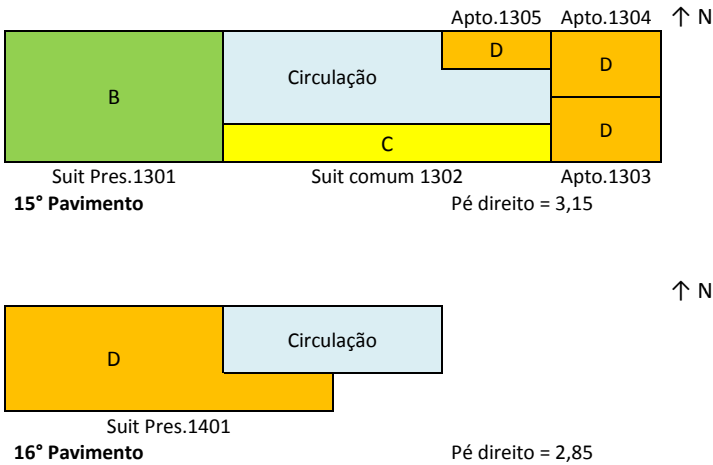


Figura 34. Classificação geral das UHs (Método Prescritivo RTQ-R).

De forma geral, a classificação de nível de eficiência "E" do sistema de aquecimento de água influencia na queda de um nível de eficiência de várias UHs, mesmo que algumas destas tenham alcançado níveis de eficiência "A" e "B" das suas envoltórias. A classificação geral alcançada pelas UHs foi obtida por meio da ponderação da classificação das UHs pela área útil de cada uma destas. O número de pontos obtidos com a ponderação define a classificação geral das UHs como apresentado a seguir.

PT = 2,55

Comparando a pontuação total alcançada com a pontuação limite dos diferentes níveis de eficiência, tem-se a classificação geral alcançada pelas UHs obteve nível de eficiência "C".

PT	Classificação
PT ≥ 4,5	A
3,5 ≤ PT < 4,5	B
2,5 ≤ PT < 3,5	C
1,5 ≤ PT < 2,5	D
PT < 1,5	E

➔ **C**

As Tabelas 25 e 26 apresentam um resumo da classificação alcançada por cada UH com e, sem a verificação dos pré requisitos. Em negrito destaca-se as restrições quanto a classificação a ser alcançada para cada sistema em questão.

Observa-se assim que ao não cumprir com o percentual de abertura de ventilação das UHs do pavimento tipo, assim como da transmitância térmica das UHs dos últimos pavimentos, estas tem restrições para o nível máximo da classificação da sua envoltória como nível E. Este comportamento força à queda da classificação destas UHs do nível C e D, para o nível E e piorando o desempenho geral alcançado pela edificação.

Tabela 25. Classificação das UHs sem a verificação dos Pré-requisitos (Método Prescritivo)

Ambiente	# pisos	Área m ²	EqNumEnv _{Resfr}		EqNumEnv _A		EqNumEnv		EqNumAA		PT _{UH}		Classif. Multi-UHs	
			Class.	EqNum	Class.	EqNum	EqNum	Class.	Class.	EqNum	EqNum	Class.	Class.	EqNum
Dormitório 101	1	16,15	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C	2,55	C
Dormitório 102	1	15,1701	B	4	B	4	4	B	E	1	2,95	C		
Dormitório 103	1	15,1701	B	4	B	4	4	B	E	1	2,95	C		
Dormitório 104	1	15,1701	B	4	B	4	4	B	E	1	2,95	C		
Dormitório 105	1	15,1701	B	4	B	4	4	B	E	1	2,95	C		
Suit Comum 106	1	53,5651	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 201 a 1101	10	16,15	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 202 a 1102	10	15,1701	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 203 a 1103	10	15,1701	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 204 a 1104	10	15,1701	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 205 a 1105	10	15,1701	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 206 a 1106	10	16,15	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 207 a 1107	10	16,15	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 208 a 1108	10	15,1701	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 209 a 1109	10	15,1701	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 210 a 1110	10	16,15	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 1201	1	16,15	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 1202	1	15,1701	B	4	B	4	4	B	E	1	2,95	C		
Dormitório 1203	1	15,1701	B	4	B	4	4	B	E	1	2,95	C		
Dormitório 1204	1	15,1701	B	4	B	4	4	B	E	1	2,95	C		
Dormitório 1205	1	15,1701	B	4	B	4	4	B	E	1	2,95	C		
Dormitório 1206	1	16,15	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 1207	1	16,15	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 1208	1	15,1701	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 1209	1	15,1701	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 1210	1	16,15	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Suit Presid.1301	1	94,3425	A	5	A	5	5	A	E	1	3,6	B		
Suit Comum1302	1	51,8076	B	4	B	4	4	B	E	1	2,95	C		
Dormitório 1303	1	16,15	D	2	C	3	2,36	D	E	1	1,884	D		
Dormitório 1304	1	16,15	D	2	B	4	2,72	D	E	1	2,118	D		
Dormitório 1305	1	15,1701	D	2	B	4	2,72	D	E	1	2,118	D		
Suit Presid.1401	1	127,58	E	1	B	4	2,08	D	E	1	1,702	D		

Tabela 26. Classificação das UHs com a verificação dos Pré-requisitos (Método Prescritivo)

Ambiente	# pisos	Área m ²	EqNumEnv _{Resfr}		EqNumEnv _A		EqNumEnv		EqNumAA		PT _{UH}		Classif. Multi-UHs	
			Class.	EqNum	Class.	EqNum	EqNum	Class.	Class.	EqNum	EqNum	Class.	Class.	EqNum
Dormitório 101	1	16,15	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C	1,1648221	E
Dormitório 102	1	15,1701	C	3	B	4	3,36	B	E	1	2,534	C		
Dormitório 103	1	15,1701	C	3	B	4	3,36	B	E	1	2,534	C		
Dormitório 104	1	15,1701	C	3	B	4	3,36	B	E	1	2,534	C		
Dormitório 105	1	15,1701	C	3	B	4	3,36	B	E	1	2,534	C		
Suit Comum 106	1	53,5651	C	3	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 201 a 1101	10	16,15	C	3	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 202 a 1102	10	15,1701	C	3	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 203 a 1103	10	15,1701	C	3	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 204 a 1104	10	15,1701	C	3	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 205 a 1105	10	15,1701	C	3	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 206 a 1106	10	16,15	C	3	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 207 a 1107	10	16,15	C	3	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 208 a 1108	10	15,1701	C	3	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 209 a 1109	10	15,1701	C	3	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 210 a 1110	10	16,15	C	3	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 1201	1	16,15	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 1202	1	15,1701	C	3	B	4	3,36	B	E	1	2,534	C		
Dormitório 1203	1	15,1701	C	3	B	4	3,36	B	E	1	2,534	C		
Dormitório 1204	1	15,1701	C	3	B	4	3,36	B	E	1	2,534	C		
Dormitório 1205	1	15,1701	C	3	B	4	3,36	B	E	1	2,534	C		
Dormitório 1206	1	16,15	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 1207	1	16,15	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 1208	1	15,1701	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 1209	1	15,1701	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Dormitório 1210	1	16,15	C	3	B	4	3,36	C	E	1	2,534	C		
Suit Presid.1301	1	94,3425	C	3	A	5	1	E	E	1	1	E		
Suit Comum1302	1	51,8076	C	3	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 1303	1	16,15	D	2	C	3	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 1304	1	16,15	D	2	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 1305	1	15,1701	C	3	B	4	1	E	E	1	1	E		
Suit Presid.1401	1	127,58	E	1	B	4	1	E	E	1	1	E		

4.4. PROGRAMA DE ETIQUETAGEM DE EDIFICAÇÕES - MÉTODO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

A seguir, apresenta-se numa primeira etapa, uma descrição das características gerais adotadas para a aplicação do método de simulação para ambos os regulamentos, RTQ-C e RTQ-R.

Seguidamente, é feita a avaliação da edificação hoteleira por meio da aplicação do RTQ-C e do RTQ-R, ambos pelo método de simulação computacional.

Cabe salientar, que para fins de aplicação do RTQ-R, os padrões de uso, ocupação e equipamentos das UHs foram modelados de acordo com as exigências deste regulamento, para que desta forma possa ser obtida a classificação da envoltória dentro dos limites por eles estabelecidos.

4.4.1. Características Gerais

O método de simulação foi aplicado utilizando o programa *EnergyPlus* na versão 6.0 e o arquivo climático referente à cidade de Florianópolis, no formato TRY. A modelagem da edificação hoteleira é a mesma tanto para a aplicação do RTQ-C como do RTQ-R. A seguir, é feita uma descrição das características do modelo de simulação utilizados nesta etapa do estudo.

4.4.1.1. Modelo de Simulação

Uma vez analisado o projeto arquitetônico da edificação e a distribuição dos seus ambientes, foi realizado o zoneamento levando às seguintes considerações:

- Todos os ambientes da edificação hoteleira devem ser modelados;
- O zoneamento da edificação deverá respeitar a condição dos diferentes ambientes, distinguindo-os entre ambientes condicionados e não condicionados artificialmente;
- Ambientes adjacentes que possuem as mesmas atividades e/ou características de uso foram agrupadas em uma única zona. Caso os ambientes sejam condicionados artificialmente, estes poderão ser agrupados, desde que o COP dos equipamentos instalados neles seja o mesmo. Caso contrário cada ambiente

atendido por equipamentos de condicionamento de ar com COP diferente, deverá ser modelados em zonas separadas e;

- Para a modelagem dos diferentes ambientes, foram consideradas as medidas entre os eixos das paredes.

Desta forma, o modelo de simulação da edificação hoteleira foi dividido em 81 zonas. A Figura 35 apresenta o esquema de zoneamento da edificação dos diferentes pavimentos. A volumetria do modelo simulado é apresentada na Figura 38 a seguir.

O primeiro pavimento foi dividido em duas zonas: uma condicionada, ocupada pela área administrativa, portaria, sala de governança e de manutenção e a outra zona não condicionada, do estacionamento e serviços.

O segundo pavimento possui sete zonas, duas delas não condicionadas, sendo a cozinha e área de circulação e outras cinco zonas condicionadas que compõem o hall, o restaurante, a área administrativa e dois auditórios.

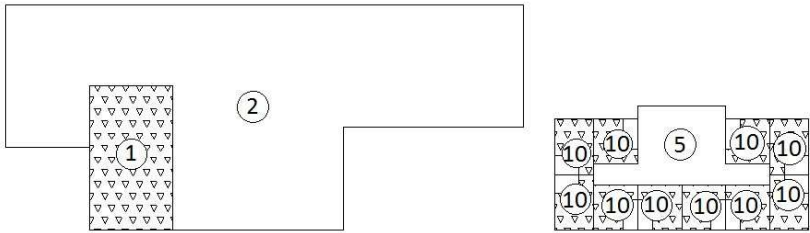
Em seguida, o terceiro pavimento possui ambientes destinados a atender os serviços oferecidos pelo hotel, assim como as de alojamento - as UHs. Desta forma, foram criadas dezoito zonas, sendo seis destas a academia, sauna, áreas de circulação e dois auditórios. As doze zonas restantes compõem seis UHs, cada uma delas composta pela zona dormitório condicionada e uma segunda não condicionada, o banheiro.

Do quarto ao décimo quarto pavimento há o pavimento tipo, composto por vinte e uma zonas, das quais uma é a circulação e as outras vinte compõem 10 UHs, divididas em quarto e banheiro.

O décimo quinto pavimento é composto por duas suítes, três UHs e a área de circulação, totalizando dez zonas.

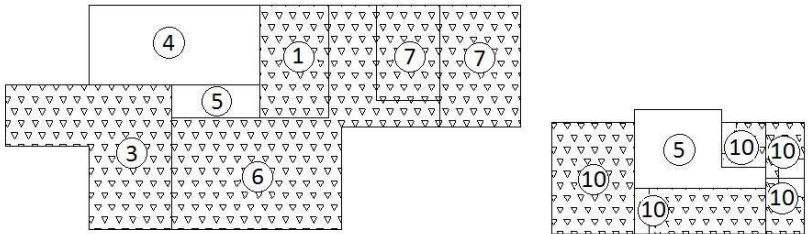
Finalmente o décimo sexto pavimento, com duas zonas que compõem o duplex da suíte presidencial e a área de circulação.

A volumetria do modelo simulado é apresentada na Figura 36 a seguir.



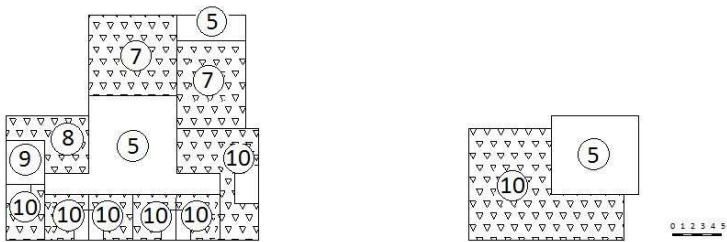
1º Pavimento

Pavimento Tipo 4º -14º



2º Pavimento

15º Pavimento



3º Pavimento

16º Pavimento



- | | | | |
|---|-------------------------|---|-----------------------------|
|  | Ambientes Condicionados |  | Ambientes Não Condicionados |
| 1 | Área administrativa | 2 | Estacionamento |
| 4 | Cozinha | 3 | Restaurante |
| 7 | Auditórios | 5 | Circulação |
| 10 | Unidade Habitacional | 6 | Hall |
| | | 8 | Academia |
| | | 9 | Sauna |

Figura 35. Esquema de zoneamento da edificação - Modelo Residencial

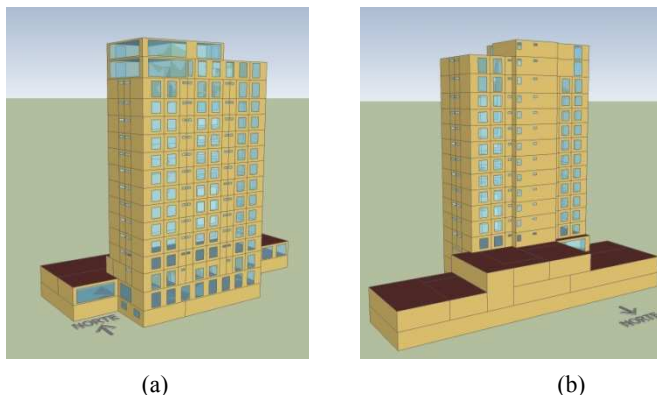


Figura 36. Volumetria da edificação - Modelo Residencial. (a) Fachada Principal. (b) Fachada Posterior.

A Figura 36 "a" representa a fachada principal voltada para o sul, e a Figura 36 "b", a fachada posterior com orientação para o norte. Pode ser observado nestas figuras que as fachadas laterais, leste e oeste, possuem as menores áreas envidraçadas com relação às outras duas.

As características construtivas adotadas para a simulação foram levantadas durante a visita detalhada, descritas anteriormente. Um resumo das principais características é apresentado na Tabela 27.

Tabela 27. Principais características do Modelo de Simulação.

CARACTERÍSTICAS GERAIS	
# pisos: 16 pavimentos	# UH: 121
Orientação fachada principal: Sul	
Área total: 6336,12 m ²	Área cobertura: 956,31 m ²
Acond: 3411,47 m ²	An/cond: 2688,06 m ²
Apar: 4157,88 m ²	Ajan: 769,25 m ²
PAF: 18,50%	AHS: 0°
DCI total: 11,50 W/m ²	COP: de acordo a cada equipamento
ENVOLTÓRIA	
Paredes	Tijolo cerâmico com argamassa em ambas as faces. Espessura da parede: 15 cm. U = 2,70 W/m ² K α = 0,3
Laje	Laje de concreto. Espessura 15 cm U = 2,61 W/m ² K

Cobertura	Laje de concreto revestida com blocos cerâmicos, Espessura: 12 cm $U = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ $\alpha = 0,4$
Janelas	Vidro transparente 3 mm. $FS = 0,76$

4.4.1.2. Padrões de Ocupação

Os padrões de ocupação foram definidos para as áreas administrativas, auditórios, cozinha e dormitórios. O banheiro e as áreas de circulação não serão ocupados por serem ambientes de curta permanência pelos usuários da edificação.

De acordo com a atividade desenvolvida nos diferentes ambientes, valores recomendados para as taxas metabólicas foram adotados em base a tabela 4 da ASHRAE 2005, os mesmos que são apresentados na Tabela 28 a seguir.

Tabela 28. Taxas metabólicas para as diferentes atividades.
Referência: ASHRAE 2005.

Ambiente	Atividade realizada	Calor produzido (W/pessoa)
Escritórios	Sentado, escrevendo	108
Auditórios	Sentado	99
Cozinha	Preparando alimentos	171
Dormitórios	Descansando	72
Hall	Sentado	99
Restaurante	Descansando	81

A seguir são descritos os padrões de ocupação adotados para os diferentes ambientes da edificação. O Apêndice A apresenta graficamente os padrões de ocupação para as diferentes atividades.

4.4.1.2.1. Academia

A academia do hotel tem uso variado ao longo do dia, sendo que é frequentada por alguns usuários no início da manhã e em menor proporção ao longo do dia, alcançando a sua ocupação máxima ao finalizar o dia, às 20 horas.

4.4.1.2.2. Área administrativa

O período de atendimento do hotel é durante as 24 horas do dia. Desta forma, os ambientes administrativos, além de funcionarem durante o horário comercial, das 08:00 às 12:00 e das 14:00 às 18:00 horas, apresentam ocupação mínima do seus ambientes durante o resto do dia. Em base a esta situação, foram criados dois padrões de ocupação.

O primeiro atende as salas administrativas do pavimento térreo, tendo um funcionamento diferenciado durante os dias da semana e os finais de semana. Já o segundo caso, tem o mesmo funcionamento durante todos os dias da semana.

4.4.1.2.3. Auditórios

O funcionamento dos auditórios é bastante irregular, porém com frequente ocupação. Não possuindo o registro do seu funcionamento, optou-se em modelar a ocupação destes com ocupação de 70% da sua capacidade durante horário comercial e com funcionamento unicamente durante os sábados.

4.4.1.2.4. Cozinha e Restaurante

O horário de funcionamento do restaurante é variado ao longo do dia. O café da manhã é servido das 6:00 às 10:00 horas, tendo a maior demanda durante as primeiras horas durante os dias da semana, quando os hóspedes acordam e saem do hotel. O almoço é servido das 12:00 às 14:30 horas, tanto para os hóspedes do hotel quanto para o público em geral. Finalmente, o jantar é servido das 19:00 às 22:30 horas. Também há serviço de bar durante as 24 horas do dia.

O padrão de ocupação da cozinha e do restaurante foi modelado com funcionamento diferenciado entre os dias da semana e os finais de semana considerando que nestes, os hóspedes acordam geralmente mais tarde.

4.4.1.2.5. Dormitórios

A ocupação das UHs da edificação é predominantemente noturna, já que a característica da edificação é atender usuários em trânsito na

cidade por questões de trabalho, razão pela qual a ocupação durante o dia é bem baixa.

Durante os dias da semana, o hóspede deixa a UH às 7:00 horas e retorna, aproximadamente, às 19:00 horas. Durante os finais de semana, o hóspede costuma levantar mais tarde, alguns almoçam no hotel e o retorno é mais ao final do dia. Cada UH é ocupada, por no máximo duas pessoas, sendo este valor proporcional à ocupação do hotel.

4.4.1.3. Padrão de Iluminação

A potência de iluminação instalada nos diferentes ambientes que compõem a edificação foi calculada por meio das informações obtidas durante o levantamento detalhado. A potência total instalada em cada ambiente foi dividida de acordo a área de piso e inserido o valor em W/m^2 para cada ambiente.

Os padrões de iluminação foram definidos para as áreas de circulação, a cozinha os auditórios e as UHs, que são apresentados a seguir. O Apêndice B apresenta graficamente os padrões de iluminação dos diferentes ambientes.

4.4.1.3.1. Auditórios

O padrão de uso de iluminação dos auditórios ocorre durante o seu período de ocupação. Desta forma, foi considerada a demanda máxima unicamente no período inicial e final do dia, considerando que durante o resto das horas aproveita-se da iluminação natural dos seus ambientes já que estes contam com grandes aberturas para o exterior.

4.4.1.3.2. Áreas de Circulação

A iluminação das áreas de circulação e sociais é atendida por sistemas que cumprem a função de iluminação do ambiente, assim como a de decoração. Desta forma, o seu uso foi considerado durante as 24 horas do dia e em menor proporção durante um período do dia em que alguns conjuntos são desligados.

4.4.1.3.3. Cozinha

A cozinha tem o funcionamento do seu sistema de iluminação durante as 24 horas do dia, não contando com iluminação natural neste

ambiente. No entanto, será considerado que durante o período da noite somente a metade do seu sistema de iluminação está em funcionamento.

4.4.1.3.4. Dormitórios

A iluminação das UHs foi considerada durante a sua ocupação pelos usuários. Desta forma o seu uso ocorre às 6:00 horas da manhã, quando o hóspede acorda e à noite, a partir das 19:00 até as 23:00 horas.

4.4.1.4. Cargas Internas e padrão de uso de Equipamentos

Durante a visita à edificação hoteleira, foram levantadas as características dos equipamentos utilizados em cada ambiente, entre eles: escritórios, academia, auditórios, cozinha, dormitórios e lavanderia.

A potência dos diferentes equipamentos foi obtida durante o levantamento ou obtida na internet por meio dos seus catálogos. A soma das potências de todos os equipamentos instalados em cada ambiente foi adotada como a potência total instalada. O percentual adotado para o padrão de uso nas diferentes horas foi obtido dividindo-se a potência instalada a cada hora pela potencia total instalada no ambiente. O Apêndice C apresenta graficamente os padrões de uso de equipamentos dos diferentes ambientes.

4.4.1.4.1. Academia

A academia é equipada com duas esteiras de corrida e uma televisão de 29 polegadas. O uso deste ambiente se dá durante um pequeno período da manhã e com maior intensidade no período da noite.

4.4.1.4.2. Área Administrativa

Os equipamentos encontrados nos escritórios foram: computadores de mesa e impressoras. O funcionamento da maioria é durante o horário comercial e uma parcela menor com funcionamento durante as 24 horas do dia.

4.4.1.4.3. Auditórios

Os auditórios são equipados com um computador e um projetor. A utilização destes ocorre durante o período em que são utilizados, em horário comercial, das 8:00 às 18:00 horas.

4.4.1.4.4. Cozinha

Os equipamentos utilizados na cozinha são micro-ondas e geladeiras de diferentes tipos, dentre elas: geladeiras horizontais, geladeiras verticais, balcões de refrigeração e freezers. O uso do micro-ondas foi considerado durante o horário do almoço e do jantar. A maioria destes equipamentos tem o seu funcionamento durante todo o dia, com exceção do micro-ondas, considerando-se o seu uso durante o horário próximo ao almoço e à noite durante o jantar.

4.4.1.4.5. Dormitórios

Todas as UHs são equipadas com os mesmos equipamentos e todos eles com as mesmas características, sendo estes: uma televisão de 32 polegadas, um frigobar e um secador de cabelos. Levando em conta que o secador de cabelo não é utilizado por todos os hóspedes, a potência do mesmo não foi considerada na potência total instalada.

O funcionamento do frigobar é durante as 24 horas do dia, já o uso da televisão se dá no período da manhã quando o hóspede acorda e à noite, quando retorna a sua habitação.

4.4.1.4.6. Lavanderia

Entre os equipamentos encontrados no setor de lavanderia estão: um tanquinho, uma máquina de lavar roupas, uma secadora e um ferro de passar. O funcionamento deste setor ocorre a partir das 10:00 às 17:00 horas, iniciando seu funcionamento após o recolhimento das roupas.

4.4.2. Método de Simulação - RTQ-C

Para a aplicação do método de simulação computacional do regulamento comercial foram simulados cinco casos: um Modelo Real, com as características iguais ao do edifício avaliado e; quatro Modelos de Referência com níveis de eficiência que variam do "A, B, C ao D", estes com algumas das características definidas pelo regulamento e outras calculadas em base ao modelo real, pelo método prescritivo.

A seguir, são apresentadas em, uma primeira etapa, as características de modelagem dos modelos de referência. Seguidamente, são apresentados os resultados obtidos das simulações e a classificação

do nível de eficiência alcançada pela edificação hoteleira por meio da aplicação deste regulamento.

4.4.2.1. Parâmetros estabelecidos pelo RTQ-C

A Tabela 29 apresentado a seguir, reúne as características de modelagem dos cinco modelos de simulação.

Tabela 29. Características para o Modelo Real e os Modelos de Referência.

Características do Edifício	Modelo Real	Modelos de Referência			
		A	B	C	D
Geometria		Igual ao edifício proposto			
Orientação		Igual ao edifício proposto			
Carga Interna		Igual ao edifício proposto			
Padrão de uso: equipamentos e pessoas		Igual ao edifício proposto			
COP do Sistema de CA	2,87	3,20	3,00	2,80	2,60
DPI do Sistema de iluminação W/m ²	11,37	10,80	12,41	13,98	15,67
PAZ	1,36	1,36			
PAFt (%)	18,50	17,30	29,40	41,50	53,60
AVS e AHS	0,00	AVS=AHIS=0			
Tipo de Vidro	Vidro duplo	Vidro simples, 3mm			
Fator Solar	0,76	0,87			
Transmitância térmica de paredes externas	2,70	3,70			
Transmitância térmica de coberturas de ambientes condicionados	2,00	1,00	1,50	2,00	2,00
Transmitância térmica de coberturas de ambientes não condicionados	2,00	2,00			
Absortância de coberturas	0,40	0,50		0,70	
Absortância de paredes	0,30	0,50		0,70	

O Modelo Real possui características iguais à edificação hoteleira avaliada, os mesmos que foram obtidos durante o levantamento detalhado e descritos no Item 4.5.1.1.

Já os Modelos de Referência "A, B, C e D" possuem algumas características idênticas ao modelo real, entre elas: a geometria e zoneamento dos diferentes ambientes; orientação da fachada principal; carga interna de equipamentos instalados e o padrão de uso de equipamentos e pessoas. Outros parâmetros como: COP do sistema de condicionamento de ar; densidade de potência de iluminação e; características relacionadas à envoltória (PAFt; transmitâncias e absorvância solar de paredes e coberturas, Fator solar dos vidros) são específicos para cada um dos níveis de eficiência, alguns deles obtidos pela aplicação do método prescritivo da edificação em análise.

As Figuras 37 a 40 ilustram os modelos de referência modelados para as simulações. Por meio deles, pode ser observada a diferença de PAFt dos diferentes modelos, aumentando proporcionalmente de acordo à ineficiência dos modelos.

As áreas de PAFt onde a área de abertura excedia os limites da fachada foi acrescentada em outras áreas da fachada, respeitando: a mesma condição do ambiente (condicionado ou não condicionado); zonas adjacentes; mesma orientação; mesma atividade e padrão de uso semelhante e; com o mesmo *set point* do sistema de condicionamento se fosse o caso. Quando as condições foram esgotadas, as áreas de abertura excedentes foram inseridas nas fachadas de outras orientações.

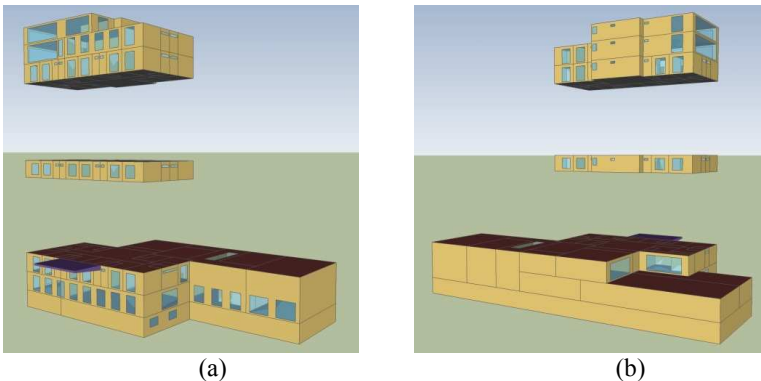
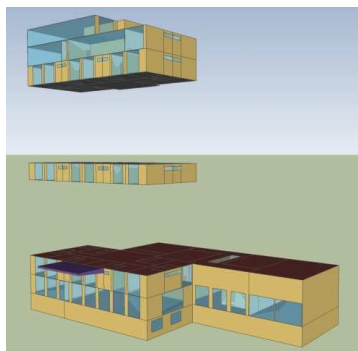
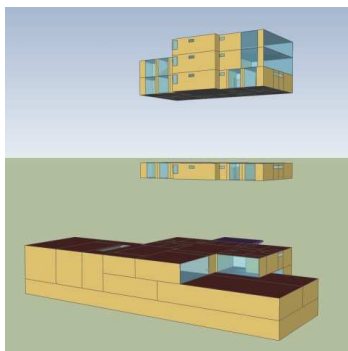


Figura 37. Modelo de Referência A - Fachada principal (a); Fachada Posterior (b).

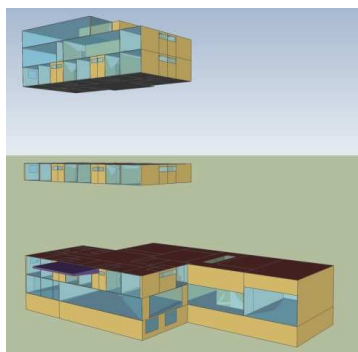


(a)

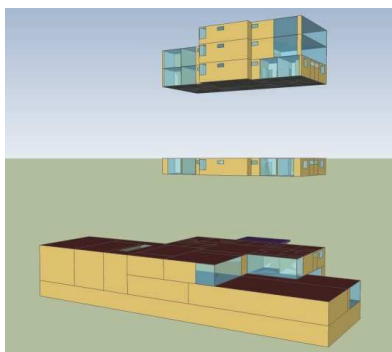


(b)

Figura 38. Modelo de Referência B - Fachada principal (a); Fachada Posterior (b).

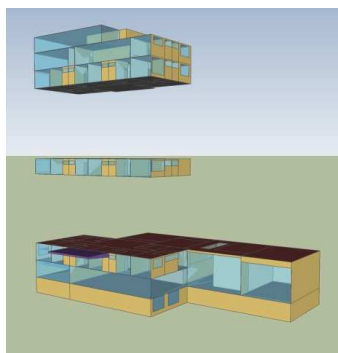


(a)

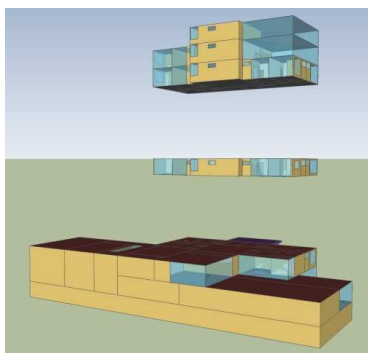


(b)

Figura 39. Modelo de Referência C - Fachada principal (a); Fachada Posterior (b).



(a)



(b)

Figura 40. Modelo de Referência D - Fachada principal (a); Fachada Posterior (b).

O Modelo de Referência "A", possui um PAFt de 17,3% ; quase 1% menor ao valor do PAFt do Modelo Real, desta forma, o tamanho das aberturas são similares para ambos os modelos.

No modelo de Referência "B" a diferença do PAFt em relação ao Modelo Real é de aproximadamente 11%. Algumas janelas desses ambientes foram combinadas, formando, assim, uma única janela que atendesse à área de abertura calculada para o ambiente.

Já os Modelos de Referência "C" e "D", possuem áreas envidraçadas maiores ao Modelo Real entre 23% a 35%, respectivamente. Como a área de abertura de alguns ambientes excede a sua área de fachada, estes excedentes foram acrescentados em ambientes adjacentes que tivessem as mesmas atividades e características de funcionamento, e em outros casos optou-se em colocá-las em paredes do mesmo ambiente, porém voltados para outra orientação.

4.4.2.2. Resultados das Simulações

As simulações foram realizadas para conhecer o comportamento de consumo energético da edificação hoteleira, avaliando todos os seus sistemas instalados. Desta forma, pela análise dos resultados alcançados, foi possível obter a classificação geral da edificação pelo método de simulação computacional.

A Figura 41 apresenta o consumo por uso final dos diferentes sistemas instalados na edificação, sendo estes: iluminação, condicionamento de ar, e equipamentos.

De acordo com a variação da eficiência dos modelos de referência, do mais eficiente ao menos eficiente, o consumo total de energia tem uma variação ascendente. O sistema de iluminação tem esse comportamento, como resposta da variação da densidade da potência de iluminação instalada em cada modelo. Já o comportamento de consumo do sistema de condicionamento de ar, pode estar relacionado às variações das características construtivas da envoltória - absorvâncias e transmitâncias térmicas de paredes e coberturas, assim como também do PAFt. Finalmente o consumo dos equipamentos no diferentes modelos tem comportamento linear, já que a potência dos mesmos é igual para todos os modelos simulados.

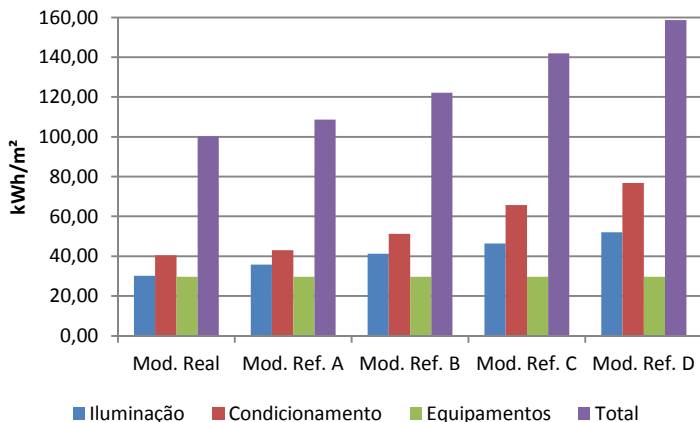


Figura 41. Consumo de energia anual do Modelo Real e dos Modelos de Referência A, B, C e D.

Com os resultados obtidos das simulações, foi observado o consumo de energia anual para cada um dos modelos, os mesmos que estão apresentados na Figura 42.

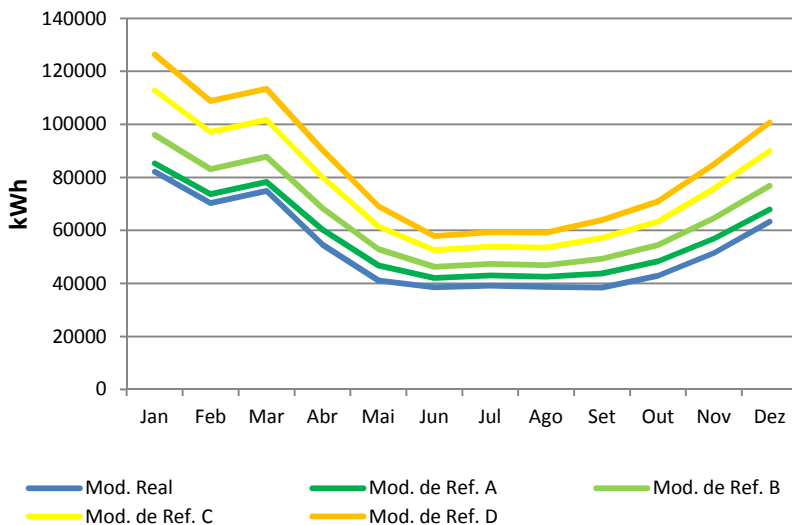


Figura 42. Consumo de energia anual do Modelo Real e dos Modelos de Referência A, B, C e D.

Todos os modelos simulados apresentaram ter o mesmo comportamento de consumo durante todo o ano, tendo as maiores taxas de consumo durante o primeiro trimestre, período de verão, e uma queda no período do inverno, relacionado à baixa demanda do sistema de condicionamento de ar durante este período.

O consumo de energia do Modelo Real, apresentado na Figura 42 com a cor azul, está abaixo do limite de consumo do nível de eficiência "A". Desta forma, a classificação geral alcançada pela edificação hoteleira é nível de eficiência "A", consumindo aproximadamente 1% a menos que o Modelo de Referência desse nível.

No caso de serem aplicados os pré-requisitos do RTQ-C, a classificação da edificação não poderia ultrapassar o nível de eficiência D (ver Tabela 30), por este não cumprir com o pré-requisito geral do sistema de aquecimento de água, como apresentado anteriormente na Tabela22.

Tabela 30. Classificação máxima a ser alcançada pela edificação aplicando o RTQ-C através do Método de Simulação

Classificação da edificação:	sem pré requisitos	com pré requisitos
GERAL (PT)	A	D

4.4.3. Método de Simulação - RTQ-R

Para determinação da eficiência da envoltória das UHs, pela aplicação do RTQ-R, a edificação foi modelada para duas condições: uma para a edificação quando naturalmente ventilada e outra para a edificação quando condicionada artificialmente. Tanto o zoneamento da edificação, assim como as características construtivas do modelo de simulação para a aplicação do RTQ-R foram mantidas iguais ao Modelo Real utilizado na aplicação do RTQ-C.

Tanto para a avaliação da envoltória da edificação, quando naturalmente ventilada, assim como, para a edificação quando condicionada artificialmente, foram seguidas as condições de

modelagem da envoltória feitas pelo RTQ-R. Também foram necessárias algumas variações referentes ao padrão de ocupação, padrão de iluminação e potência dos equipamentos das UHs. O Apêndice D apresenta graficamente os padrões de uso adotados para a modelagem.

Cabe salientar que as outras zonas da edificação, entre elas: escritórios, cozinha, áreas de circulação, auditórios e academia; foram mantidas com as mesmas características do Modelo Real.

4.4.3.1. Resultados das Simulações

Ao se avaliar o comportamento da envoltória das UHs na condição de naturalmente ventilada, foram comparados os indicadores de graus-hora de resfriamento para cada UH com os níveis de eficiência das tabelas do arquivo climático. Assim, determinou-se a classificação da envoltória das UHs com nível de eficiência A, como é apresentado na Figura 43.

A classificação geral para cada UH (Figura 44) é determinada conforme a Equação 04, onde se pondera o equivalente numérico da envoltória junto ao equivalente numérico obtido para a classificação do sistema de aquecimento de água. Como visto anteriormente, o uso de caldeira a diesel para o aquecimento da água é penalizado pelo RTQ-R, classificando este sistema com nível de eficiência E. Assim, a classificação geral alcançada pelas UHs cai para os níveis B e C.

As UHs com maiores áreas de piso 106, 1301, e 1401, assim como as que possuem as suas coberturas expostas ao meio externo (UH 1303 e 1304), foram classificadas com nível de eficiência C, sendo as menos eficientes na condição de naturalmente ventiladas.

Quando a edificação é condicionada artificialmente, compararam-se os consumos relativos para aquecimento (C_A) e refrigeração (C_R) das UHs com os níveis de eficiência das tabelas de acordo ao arquivo climático.

A classificação da envoltória das UHs é contrária ao que foi visto na condição de naturalmente ventilada, alcançando níveis D e E no desempenho da sua envoltória para as UHs (Ver Figura 45). Esta classificação é a mesma tanto da envoltória como a classificação geral para as UHs quando condicionada artificialmente.

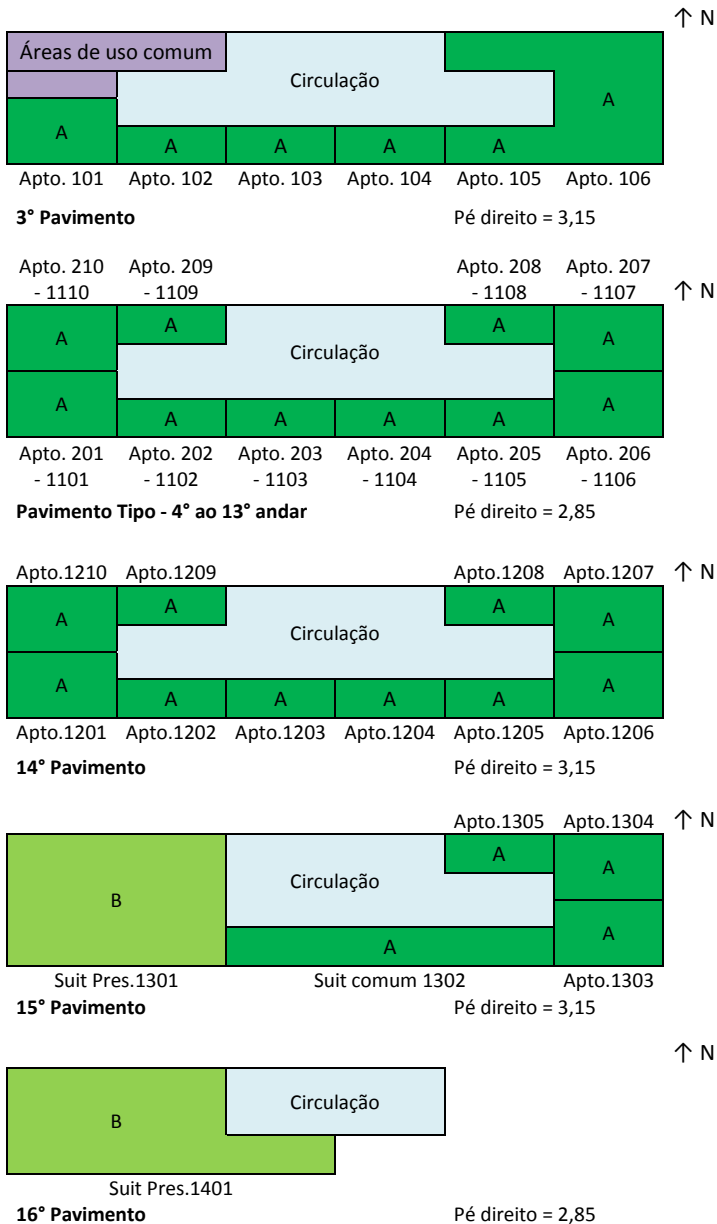


Figura 43. Classificação da envoltória das UHs na condição naturalmente ventilada através da simulação computacional.

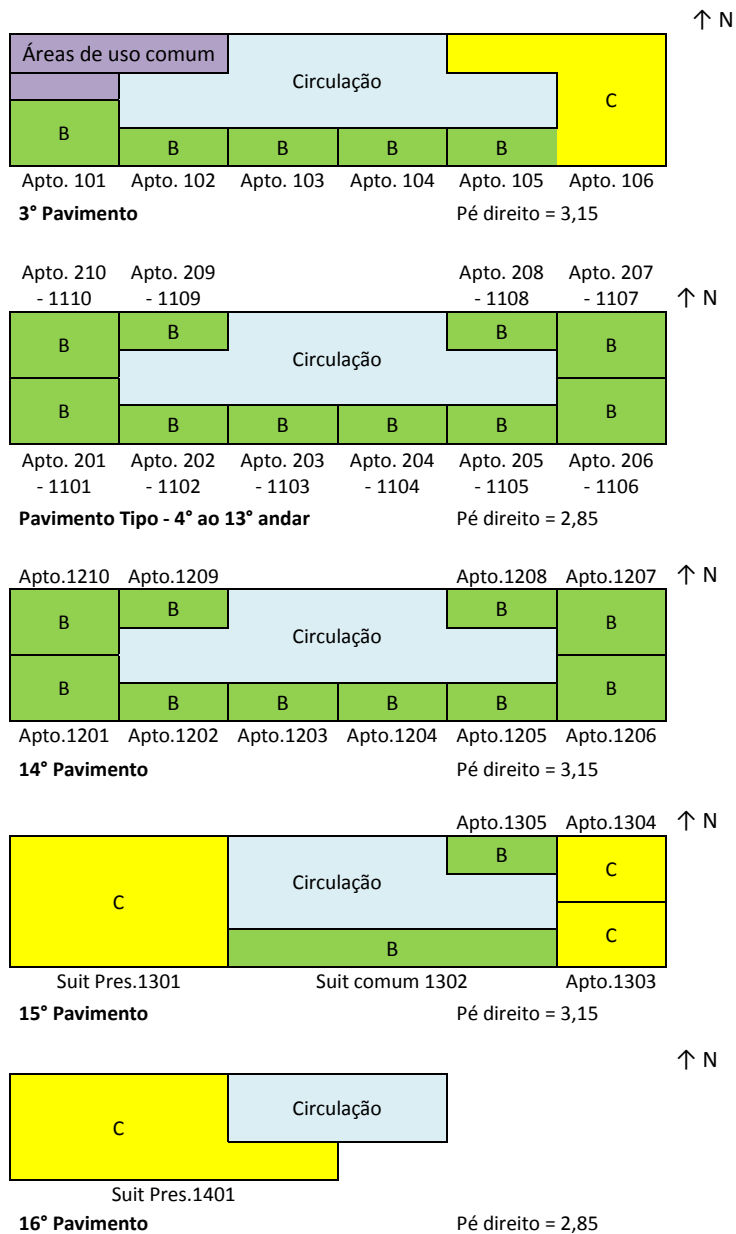


Figura 44. Classificação geral das UHs na condição naturalmente ventilada através da simulação computacional.

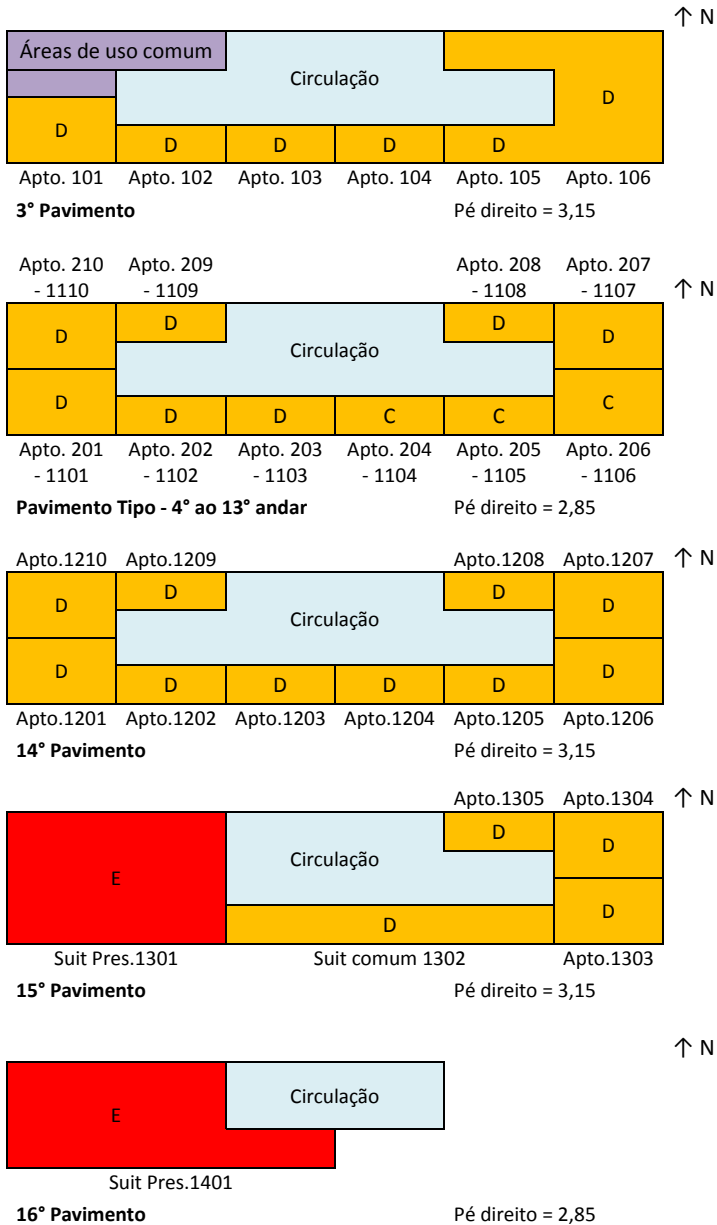


Figura 45. Classificação da envoltória das UHs na condição condicionada artificialmente através da simulação computacional.

Quanto à verificação dos pré-requisitos, no método de simulação devem ser atendidos os pré-requisitos de ventilação e iluminação natural, os mesmos que foram aplicados no método prescritivo (ver Tabela 24), e os específicos do programa de simulação e o arquivo climático.

A Tabela 31 e Tabela 32 apresentam a verificação dos pré-requisitos tanto para a edificação naturalmente ventilada assim como condicionada artificialmente. Em **negrito**, ressaltam-se as restrições quanto ao nível de classificação máximo a ser alcançado pela envoltória das UHs.

Observa-se que para ambas as condições, naturalmente ventilada e condicionada artificialmente, há restrições quanto ao nível a ser alcançado pela envoltória das UHs decorrente ao não cumprimento com os quesitos de ventilação natural.

O melhor desempenho das UHs foi encontrado na condição da edificação naturalmente ventilada, aonde a classificação geral das UHs varia entre os níveis B, C, D e E. No caso da edificação condicionada artificialmente, a classificação da envoltória varia unicamente entre os níveis D e E.

Tabela 31. Classificação das UHs Naturalmente Ventiladas sem a verificação dos Pré-requisitos (Método de Simulação)

Ambiente	# pisos	Área m ²	GH _R	EqNumEnv _{Resfr}	C _A	EqNumEnv _A	EqNumEnv		EqNumAA		PT _{UH}		Classif. Multi-UHs	
							EqNum	Class.	Class.	EqNum	EqNum	Class.	Class.	EqNum
Dormitório 101	1	16,15	A	5	A	5	5	A	E	1	3,6	B	1,23	E
Dormitório 102	1	15,1701	A	5	A	5	3	C	E	1	2,3	D		
Dormitório 103	1	15,1701	A	5	A	5	3	C	E	1	2,3	D		
Dormitório 104	1	15,1701	A	5	A	5	3	C	E	1	2,3	D		
Dormitório 105	1	15,1701	A	5	A	5	3	C	E	1	2,3	D		
Suit Comum 106	1	53,5651	A	5	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 201 a 1101	10	16,15	A	5	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 202 a 1102	10	15,1701	A	5	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 203 a 1103	10	15,1701	A	5	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 204 a 1104	10	15,1701	A	5	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 205 a 1105	10	15,1701	A	5	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 206 a 1106	10	16,15	A	5	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 207 a 1107	10	16,15	A	5	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 208 a 1108	10	15,1701	A	5	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 209 a 1109	10	15,1701	A	5	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 210 a 1110	10	16,15	A	5	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 1201	1	16,15	A	5	A	5	5	A	E	1	3,6	B		
Dormitório 1202	1	15,1701	A	5	A	5	3	C	E	1	2,3	D		
Dormitório 1203	1	15,1701	A	5	A	5	3	C	E	1	2,3	D		
Dormitório 1204	1	15,1701	A	5	A	5	3	C	E	1	2,3	D		
Dormitório 1205	1	15,1701	A	5	A	5	3	C	E	1	2,3	D		
Dormitório 1206	1	16,15	A	5	A	5	5	A	E	1	3,6	B		
Dormitório 1207	1	16,15	A	5	A	5	5	A	E	1	3,6	B		
Dormitório 1208	1	15,1701	A	5	A	5	3	C	E	1	2,3	D		
Dormitório 1209	1	15,1701	A	5	B	4	3	C	E	1	2,3	D		
Dormitório 1210	1	16,15	A	5	B	4	4,64	A	E	1	3,366	C		
Suit Presid.1301	1	94,3425	A	5	E	1	1	E	E	1	1	E		
Suit Comum1302	1	51,8076	A	5	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 1303	1	16,15	A	5	B	4	4,64	A	E	1	3,366	C		
Dormitório 1304	1	16,15	A	5	B	4	4,64	A	E	1	3,366	C		
Dormitório 1305	1	15,1701	A	5	A	5	3	C	E	1	2,3	D		
Suit Presid.1401	1	127,58	A	5	E	1	1	E	E	1	1	E		

Tabela 32. Classificação das UHs Condicionadas Artificialmente com a verificação dos Pré-requisitos (Método de Simulação)

Ambiente	# pisos	Área m ²	C _R	EqNumEnv _{Refrig}	C _A	EqNumEnv _A	EqNumEnv		EqNumAA		PT _{UH}		Classif. Multi-UHs	
							EqNum	Class.	Class.	EqNum	EqNum	Class.	Class.	EqNum
Dormitório 101	1	16,15	E	1	A	5	2,44	D	E	1	1,936	D	1,12	E
Dormitório 102	1	15,1701	E	1	A	5	3	C	E	1	2,3	D		
Dormitório 103	1	15,1701	E	1	A	5	3	C	E	1	2,3	D		
Dormitório 104	1	15,1701	E	1	A	5	3	C	E	1	2,3	D		
Dormitório 105	1	15,1701	E	1	A	5	3	C	E	1	2,3	D		
Suit Comum 106	1	53,5651	E	1	B	4	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 201 a 1101	10	16,15	E	1	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 202 a 1102	10	15,1701	E	1	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 203 a 1103	10	15,1701	E	1	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 204 a 1104	10	15,1701	E	1	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 205 a 1105	10	15,1701	E	1	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 206 a 1106	10	16,15	E	1	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 207 a 1107	10	16,15	E	1	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 208 a 1108	10	15,1701	E	1	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 209 a 1109	10	15,1701	E	1	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 210 a 1110	10	16,15	E	1	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 1201	1	16,15	E	1	A	5	2,44	D	E	1	1,936	D		
Dormitório 1202	1	15,1701	E	1	A	5	2,44	D	E	1	1,936	D		
Dormitório 1203	1	15,1701	E	1	A	5	2,44	D	E	1	1,936	D		
Dormitório 1204	1	15,1701	E	1	A	5	2,44	D	E	1	1,936	D		
Dormitório 1205	1	15,1701	E	1	A	5	2,44	D	E	1	1,936	D		
Dormitório 1206	1	16,15	E	1	A	5	2,44	D	E	1	1,936	D		
Dormitório 1207	1	16,15	E	1	A	5	2,44	D	E	1	1,936	D		
Dormitório 1208	1	15,1701	E	1	A	5	2,44	D	E	1	1,936	D		
Dormitório 1209	1	15,1701	E	1	B	4	2,08	D	E	1	1,702	D		
Dormitório 1210	1	16,15	E	1	B	4	2,08	D	E	1	1,702	D		
Suit Presid.1301	1	94,3425	E	1	E	1	1	E	E	1	1	E		
Suit Comum1302	1	51,8076	E	1	A	5	1	E	E	1	1	E		
Dormitório 1303	1	16,15	E	1	B	4	2,08	D	E	1	1,702	D		
Dormitório 1304	1	16,15	E	1	B	4	2,08	D	E	1	1,702	D		
Dormitório 1305	1	15,1701	E	1	A	5	2,44	D	E	1	1,936	D		
Suit Presid.1401	1	127,58	E	1	E	1	1	E	E	1	1	E		

4.5. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS CONSTRUTIVOS NA EDIFICÊNCIA DAS EDIFICAÇÕES

Os parâmetros construtivos avaliados foram aqueles observados durante a visita *in loco*, e que se mostraram representativos da atividade, sendo estes: características do entorno, orientação da fachada principal; percentual de abertura na fachada (PAFt); sombreamento das aberturas; transmitância e absorvância de paredes e cobertura.

O modelo de simulação utilizado para a avaliação foi o Modelo Real da edificação, o mesmo ao que se aplicou o RTQ-C e que obteve classificação nível A por meio do método de simulação, desde que não aplicados os pré-requisitos.

Contudo, foram simulados 34 casos, realizando as variações de cada parâmetro individualmente, para entender o seu impacto no consumo energético da edificação. A Tabela 33 apresenta o resumo dos parâmetros construtivos avaliados.

Tabela 33. Parâmetros construtivos avaliados

Parâmetros	# casos	Valores Adotados
Entorno	6	-
Orientação fachada principal	3	norte; leste; oeste
Percentual de abertura na fachada	2	15; 22
Brises horizontais	4	15°; 25°; 35°; 45°
Transmitância térmica de paredes	4	1,0; 2,0; 2,5; 3,7
Transmitância térmica da cobertura	3	0,5; 1,0; 1,5
Absorvância solar de paredes	6	0,4 ao 0,9
Absorvância solar da cobertura	6	0,3; 0,5 ao 0,9

4.6.1. Resultados da variação de parâmetros construtivos

A seguir, são apresentados os resultados obtidos da variação dos parâmetros apresentados, analisando como estes influenciam no consumo energético da edificação e a sua classificação geral de acordo o RTQ-C, desde que não aplicados os pré-requisitos. Os consumos obtidos com os diferentes casos serão sempre comparados com o consumo da edificação real.

4.6.1.1. Variação do Entorno

As variações do entorno foram feitas considerando as obstruções a radiação solar, ocasionadas pelo entorno denso e fechado, característico da área central. A variação da obstrução foi feita fachada a fachada, e também de todo o entorno ao seu redor, com as variações de densidade (ver Figura 17).

Este parâmetro está relacionado à proteção da fachada da edificação contra radiação solar do meio externo. Observa-se que, tanto para as condições em que a edificação tem a fachada sul, leste e oeste sombreadas, a variação do consumo é muito parecida entre si, alcançando as maiores economias durante os períodos quentes do ano. Diferente deste, quando a fachada norte é restringida por outras edificações, as maiores economias são alcançadas durante o período anterior ao inverno como apresentado na Figura 46.

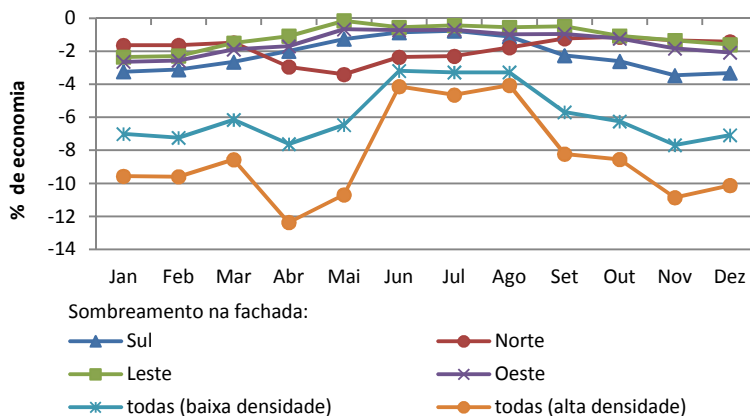


Figura 46. Percentual de variação do consumo energético em função do sombreamento do entorno.

Mas, as maiores economias relacionadas ao entorno ocorrem quando a edificação encontra-se obstruída em suas quatro fachadas, alcançando variações no consumo de energia de aproximadamente 12% de acordo a variação da densidade do entorno.

Em base a Figura 47, pode-se concluir que quanto menor a exposição da fachada da edificação, maiores serão as economias a serem alcançadas em relação ao consumo energético.

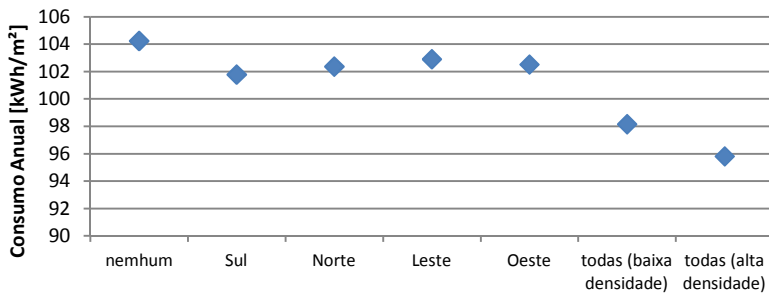


Figura 47. Relação do consumo anual de energia com o entorno.

Este comportamento ocorre principalmente devido ao menor ganho térmico da edificação, conseqüentemente, menor o consumo energético com refrigeração para manter as condições de conforto no interior.

Assim, a influência da variação do entorno na classificação geral alcançada pela edificação, em base ao Modelo Real, apresenta um comportamento ainda mais eficiente, mantendo a classificação de nível A em todos os casos avaliados (ver Figura 48).

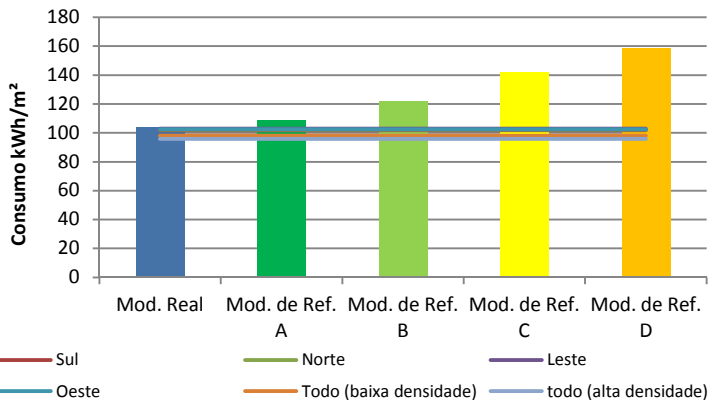


Figura 48. Variação do nível de eficiência em relação ao entorno da edificação.

4.6.1.2. Variação da Orientação

As maiores áreas envidraçadas do Modelo Real estão na fachada principal e na posterior, orientadas para o sul e o norte respectivamente.

A análise da influência da orientação no consumo de energia foi realizada rotando a edificação de forma que a fachada principal estivesse orientada tanto ao norte, leste e oeste.

De acordo a Figura 49, a variação do consumo dos modelos ao longo do ano, podem gerar economias de até 1,8% ou aumentos no consumo mensal da edificação de até 6,5% em relação ao Modelo Real.

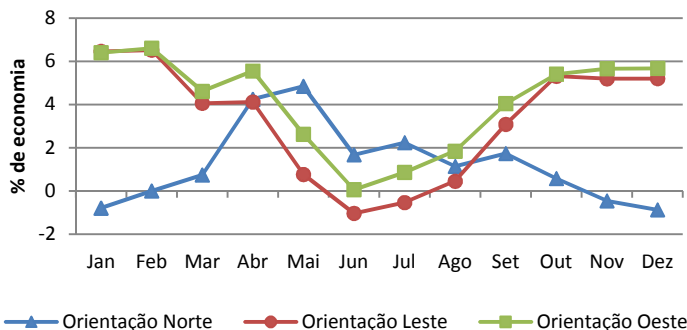


Figura 49. Percentual de variação do consumo energético em função da orientação.

Em todos os casos avaliados, ouve um acréscimo do consumo total da edificação sendo de aproximado 1,0% quando orientado para o norte, 3,93% orientado para o leste e 4,61% orientado para o oeste (ver Figura 50).

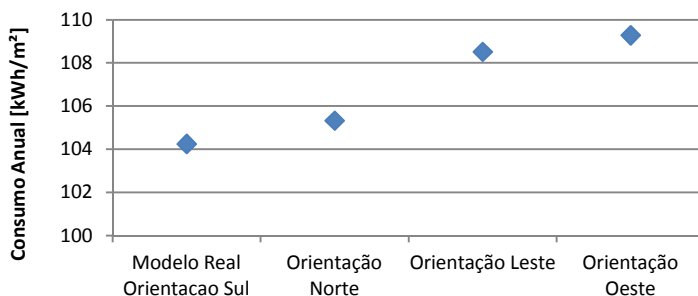


Figura 50. Relação do consumo anual de energia com a orientação.

Mas, os acréscimos no consumo total da edificação não influenciam na variação do nível de eficiência alcançada pela edificação, mantendo-se em todos os casos com a classificação de nível A, como apresentado na Figura 51.

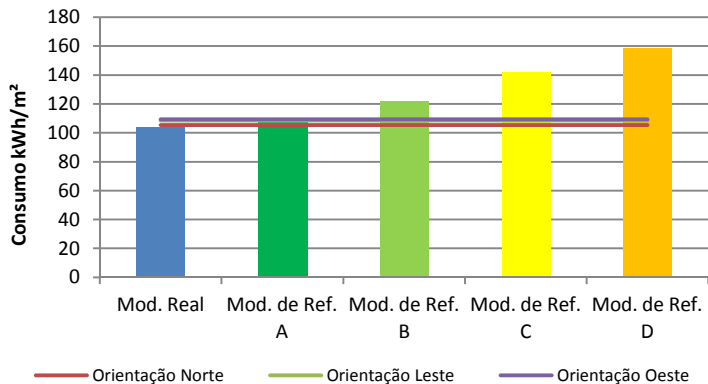


Figura 51. Variação do nível de eficiência em relação à variação da orientação.

4.6.1.3. Variação do Percentual de Abertura na Fachada - PAFt

O percentual de abertura da fachada total – PAFt do Modelo Real é de 18,5%. As variações realizadas para a análise considera PAFt de 15% e 22% .

Com os resultados obtidos pela variação do PAFt da edificação, observa-se que quanto maior a área das aberturas, maior será o consumo de energia da edificação, tendo uma leve variação do longo do ano como pode ser visto na Figura 52.

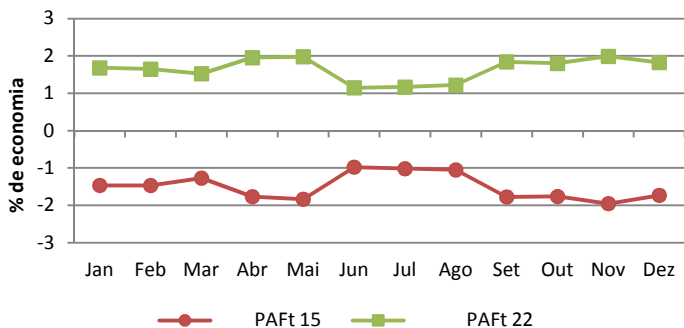


Figura 52. Percentual de variação do consumo energético em função ao PAFt.

Em relação ao consumo anual da edificação, economias de aproximadamente 1,5% no consumo energético podem ser alcançada com PAFt de 15% com base no Modelo Real. Já quando adotado um

PAFt de 22% o aumento no consumo energético pode chegar até 1,7% como apresentado na Figura 53.

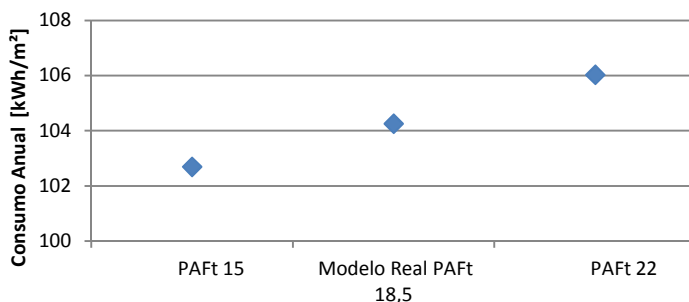


Figura 53. Relação do consumo anual de energia com o PAFt.

A variação de consumo anual encontrado em ambos os casos não altera a classificação alcançada pela edificação, mantendo-se, assim, com nível de eficiência A (ver Figura 54).

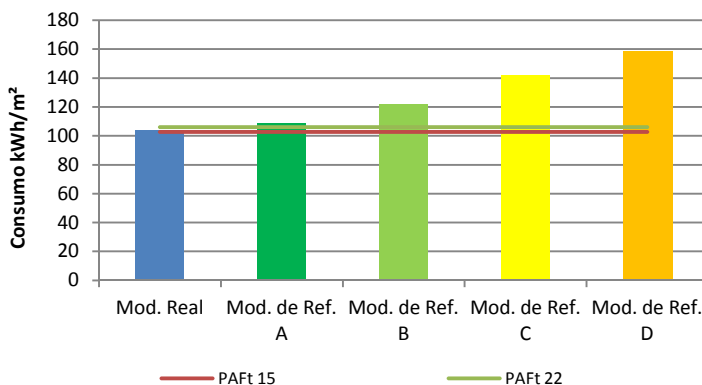


Figura 54. Variação do nível de eficiência em relação ao PAFt.

4.6.1.4. Variação do Ângulo Vertical de Sombreamento - AVS

Quanto ao uso de elementos de sombreamento nas aberturas, estes quase não são utilizados nas edificações hoteleiras. Em alguns casos, as sacadas das UHs cumprem esta função. Desta forma, foram adotados diferentes ângulos de sombreamento sendo estes: 15°, 25°, 35° e 45°. Quanto ao Modelo Real da edificação, este não possui nenhum tipo de sombreamento nas aberturas.

Com os resultados obtidos, observa-se que há uma redução na curva de consumo de energia do edifício em função da utilização de elementos de sombreamento. Quanto maior o ângulo de sombreamento das aberturas da edificação, maior a economia alcançada, como pode ser observado na Figura 55.

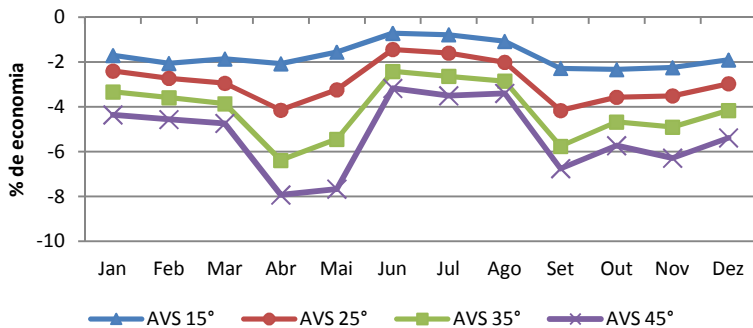


Figura 55. Percentual de variação do consumo energético em função ao AVS.

Esta redução do consumo mensal pode alcançar os valores máximos de economia durante o mês de abril e maio com aproximadamente 1% a 8% do consumo em relação ao Modelo Real.

Verificando o comportamento do consumo anual, apresentado na Figura 56, observa-se um comportamento linear, tendo um consumo menor em relação ao aumento do ângulo de sombreamento.

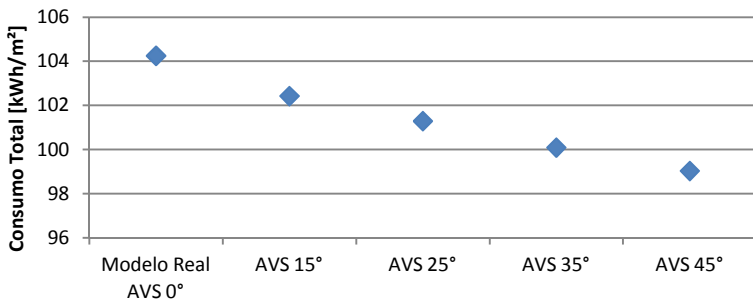


Figura 56. Relação do consumo anual de energia com o AVS.

Quanto à classificação geral alcançada pela edificação, a adoção de elementos de sombreamento nas aberturas irá a melhorar ainda mais o nível de eficiência alcançado pela edificação, como pode ser observado na Figura 57.

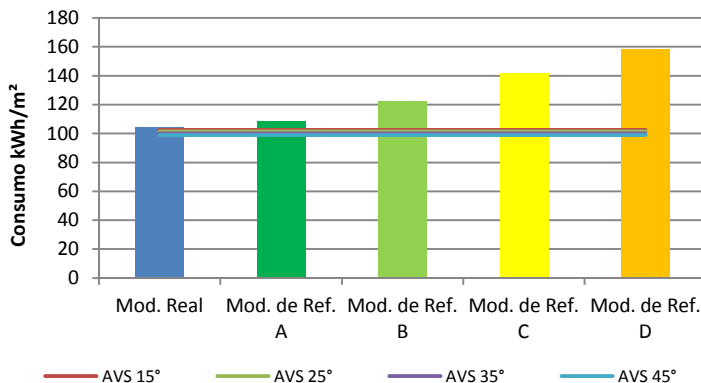


Figura 57. Variação do nível de eficiência em relação ao AVS.

4.6.1.5. Variação da Transmitância Térmica das Paredes

Para a variação da transmitância térmica das paredes, foram adotados transmitância entre os valores encontrados na bibliografia de hotéis pesquisados no Brasil, já que as características de construção das edificações visitadas durante o levantamento de campo, não foram possíveis de serem determinadas. Os valores adotados variam de 1,0 a 3,7 W/m²K.

Observa-se que para o valor de transmitância de 2,5 W/m²K o percentual de variação do consumo é pequeno por este ter transmitância térmica próxima ao adotado para as paredes do Modelo Real - 2,7 W/m²K. Já com o valor de transmitância térmica das paredes igual a 1,0 W/m²K foi obtido o maior valor de economia durante o primeiro trimestre, a diferença da transmitância de 3,7 W/m²K que durante o mesmo período demanda uma maior consumo energia (ver Figura 58).

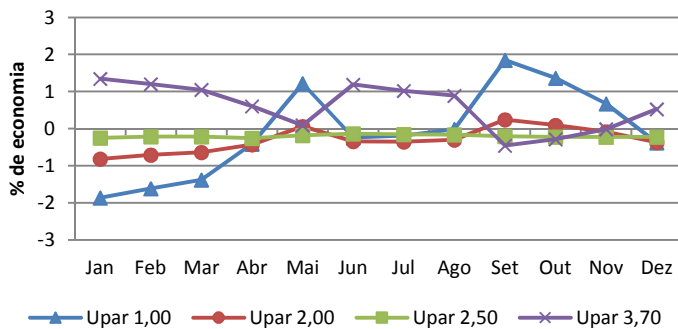


Figura 58. Percentual de variação do consumo energético em função da transmitância térmica das paredes.

Com relação ao consumo total, apresentado na Figura 59, observa-se que ao aumentar a transmitância térmica da parede, há um aumento do consumo de energia e inversamente quando a transmitância térmica é menor.

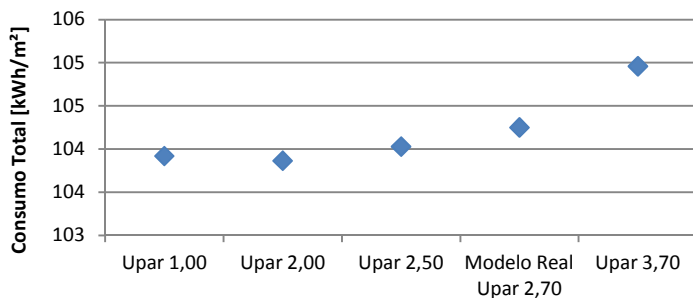


Figura 59. Relação do consumo anual de energia com a transmitância térmica das paredes.

Economias de até 0,34% foram encontradas com a adoção de transmitâncias térmicas menores à adotada pelo Modelo Real. Já no caso em que a transmitância é maior, ouve um acréscimo no consumo de 1,2%. A adoção de qualquer destes valores de transmitância térmica, não altera a classificação alcançada pela edificação, como observado na Figura 60.

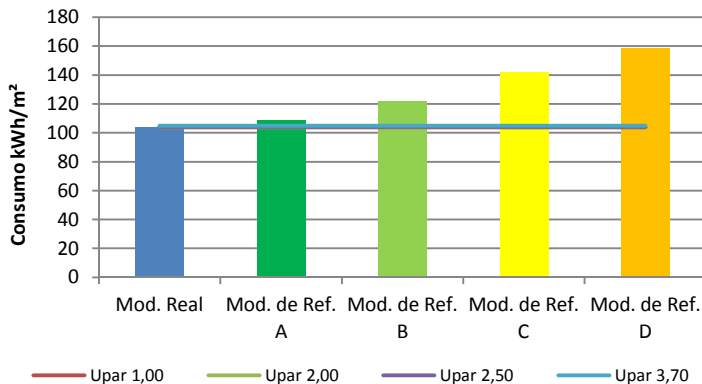


Figura 60. Variação do nível de eficiência em relação à transmitância térmica das paredes.

4.6.1.6. Variação da Transmitância Térmica da Cobertura

Foram simuladas três variações da transmitância térmica da cobertura. Esta por sua vez, não está restrita unicamente ao último pavimento da torre onde estão localizados os dormitórios, já que a edificação hoteleira está composta em sua base com área maior de piso em relação à torre da edificação, alojando as atividades de operação do hotel (auditórios, cozinha, restaurante, escritórios) por tanto, com uma considerável área de cobertura externa.

O consumo energético gerado pela variação deste parâmetro é similar em todos os casos, apresentando, em grande parte do ano, economias em relação ao Modelo Real (ver Figura 61 e 62). O maior consumo foi registrado unicamente no mês de maio e setembro quando adotadas transmitâncias de 1,0 e 0,5 W/m²K.

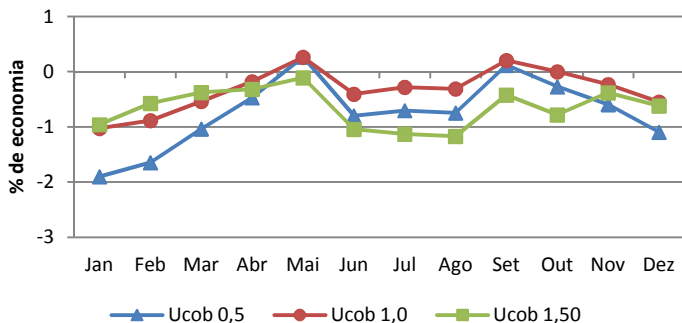


Figura 61. Percentual de variação do consumo energético em função da transmitância térmica da cobertura.

Por ser uma edificação que possui as áreas de uso comum condicionadas durante grande parte do dia, observa-se que a transmitância térmica da cobertura influencia o seu consumo, já que grande parte destas possui sua cobertura exposta ao meio externo. Assim, ao se adotar valores de transmitância térmica maiores na cobertura aumentam-se as trocas de calor com o ambiente externo. Desta forma a temperatura interna varia conforme a temperatura externa, demandando, conseqüentemente, o uso dos equipamentos de condicionamento de ar para manter as condições de conforto, gerando, assim, um aumento no consumo de energia.

O contrário acontece quando são adotados valores menores na transmitância térmica da cobertura, em que se dificultam as trocas de calor, mantendo, assim, temperaturas mais constantes e menor uso dos equipamentos de condicionamento de ar.

Desta forma, o comportamento do consumo anual da edificação com relação às variações das transmitâncias térmicas da cobertura se comporta como esperado (ver Figura 66), tendo maior demanda quanto maior a transmitância térmica e inverso, com uma pequena variação quando adotada transmitância de $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

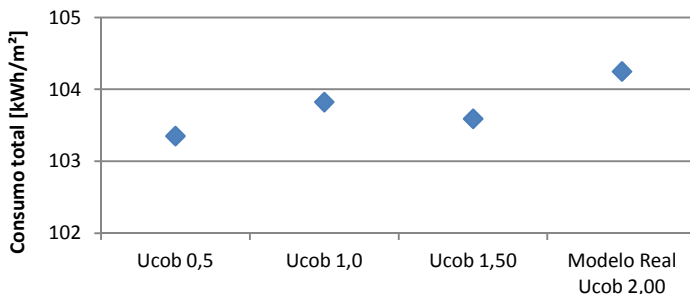


Figura 62. Relação do consumo anual de energia com a transmitância térmica da cobertura.

Em relação à classificação geral obtida pela edificação, a variação da transmitância térmica melhora o desempenho da edificação, já que ao se adotar valores menores de transmitância na cobertura se reduz o consumo energético da edificação (ver Figura 63).

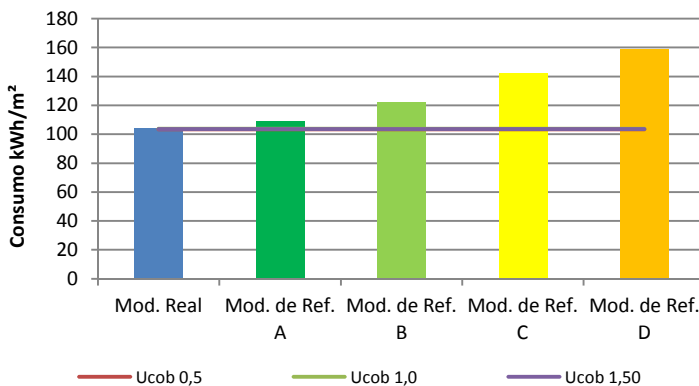


Figura 63. Variação do nível de eficiência em relação à transmitância térmica da cobertura.

4.6.1.7. Variação da Absortância Solar das Paredes

O Modelo Real possui absortância solar das paredes igual a 0,3 por ter a cor externa da edificação branca. A análise da influência da variação da absortância solar das paredes no consumo de energia considerou valores de absortância solar que variam entre 0,4 a 0,9 que corresponde a variação de cor entre o amarelo ao preto.

Pela Figura 64 é possível observar que a adoção de cores escuras, acarreta uma maior demanda de energia nos diferentes períodos do ano, gerando aumentos em até aproximadamente 6% a mais do consumo energia em relação à edificação real.

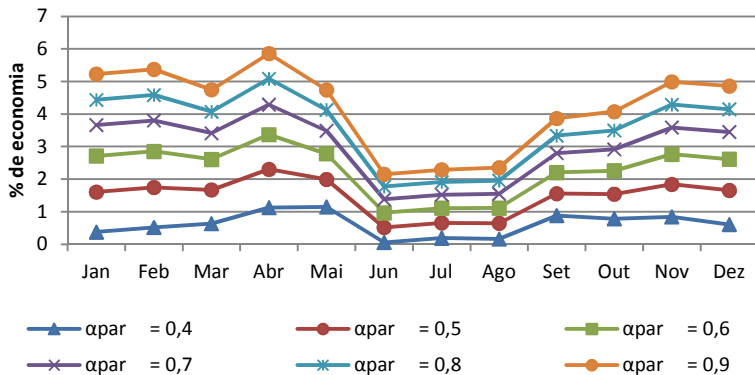


Figura 64. Percentual de variação do consumo energético em função da absorvância solar das paredes.

A figura 65 a seguir, demonstra a relação linear ascendente em relação ao aumento da absorvância solar das paredes. Cores escuras na fachada aumentam o ganho térmico na edificação, gerando um maior consumo de energia pelo uso dos equipamentos de condicionamento de ar. O aumento no consumo anual varia entre 0,62 com uso da cor amarela ($\alpha = 0,4$) a 4,5 com a cor preta ($\alpha = 0,9$).

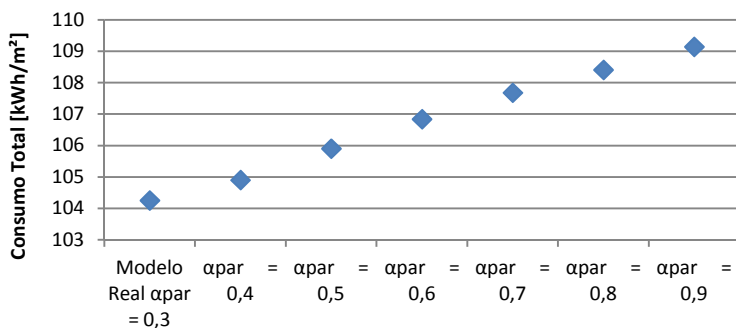


Figura 65. Relação do consumo anual de energia com a absorvância solar das paredes.

A variação da absorptância solar das paredes pode acarretar a queda na classificação alcançada pela edificação, caindo do nível A para o nível B quando a cor externa da edificação for preta (ver Figura 66).

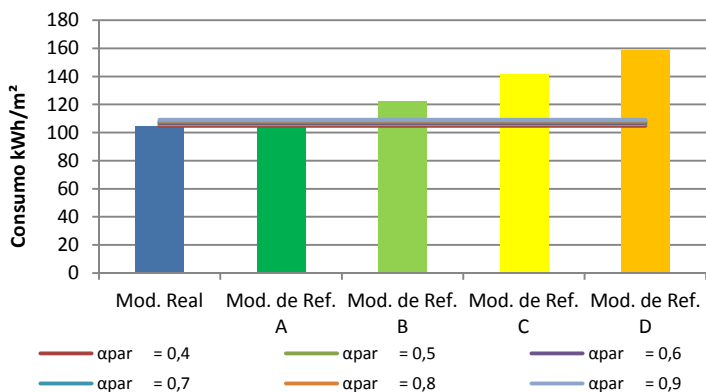


Figura 66. Variação do nível de eficiência em relação à absorptância solar das paredes.

4.6.1.8. Variação da Absortância Solar da Cobertura

O comportamento da edificação em base à variação da absorptância da cobertura tem o mesmo comportamento apresentado pela variação da absorptância das paredes. A diferença, de ambos os casos, é que o percentual de variação do consumo de energia devido à absorptância solar da cobertura, pode acarretar aumentos no consumo de energia em até 1,2% (ver Figura 67), sendo que no caso anterior, esta variação é de até 6%.

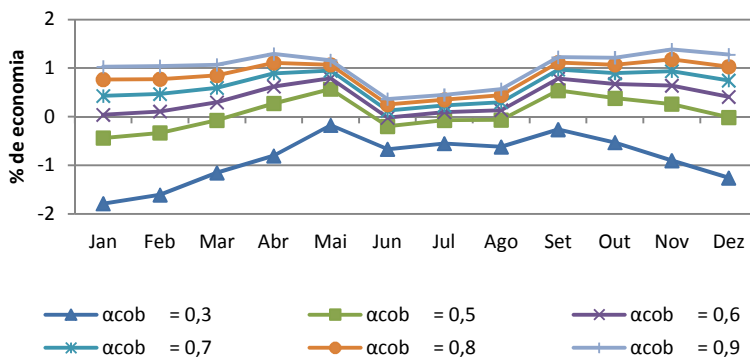


Figura 67. Percentual de variação do consumo energético em função da absorptância solar da cobertura.

Da mesma forma, constatou-se o aumento proporcional do consumo de acordo a variação da absorvância da cobertura, como pode ser visto na Figura 68.

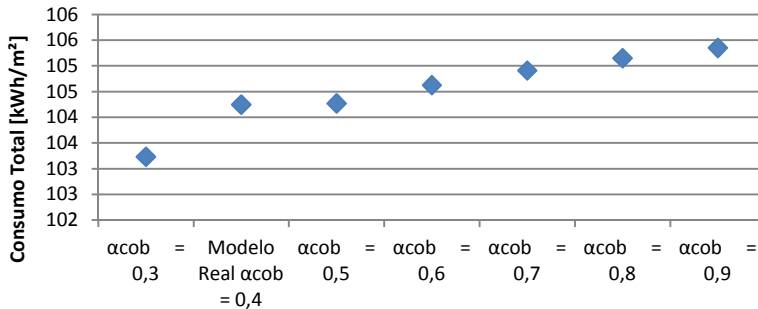


Figura 68. Relação do consumo anual de energia com a absorvância solar da cobertura.

A variação da cor da cobertura da edificação, não alterara a classificação alcançada pela edificação, mantendo-se em todos os casos com nível de eficiência A (ver Figura 69).

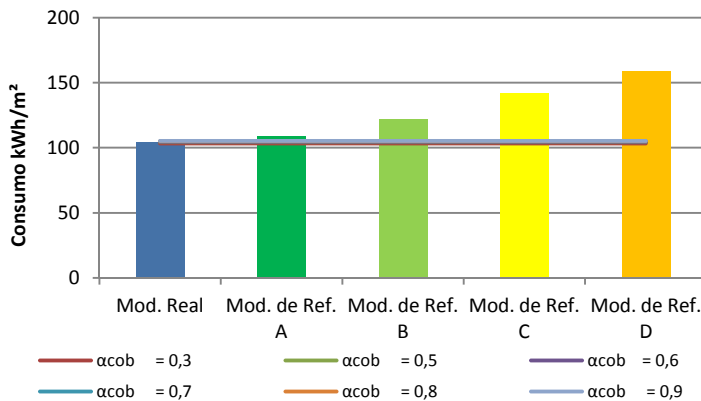


Figura 69. Variação do nível de eficiência em relação à absorvância solar da cobertura.

5. CONCLUSÕES

Este capítulo se refere às conclusões que são extraídas dos resultados da pesquisa, juntamente às limitações encontradas no desenvolvimento do trabalho e algumas recomendações para trabalhos futuros.

5.1. CONCLUSÕES GERAIS

A realização desta pesquisa surgiu pela importância do setor hoteleiro como base da atividade turística das cidades. No Brasil, 45% dos gastos deste setor hoteleiro com os serviços de utilidade pública estão relacionados ao consumo de energia elétrica, sendo que destes, 63% estão destinados ao funcionamento de seus sistemas vitais, entre eles: climatização, iluminação, equipamentos e aquecimento de água, sendo que para este último não se conhece valores específicos de sua participação no consumo energético das edificações hoteleiras.

A implantação de programas e políticas de conservação e uso racional de energia são algumas das medidas que vem sendo adotadas no Brasil como forma de minimizar problemas relacionados ao consumo de energia. Desta forma, o Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações tem por objetivo promover a eficiência energética de edificações, sejam estas do setor comercial, de serviços, e públicas; ou do setor residencial.

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, observou-se que, apesar da existência destes programas, junto aos incentivos e benefícios que poderiam ser alcançados pela adoção destes, são poucas as instituições hoteleiras que tem conhecimento destas vantagens e até do potencial de economia que poderiam ser alcançadas com elas. Além disso, a adoção de medidas de eficiência energética em edificações hoteleiras não é suficiente se não vier acompanhada de um sistema de gestão destas edificações.

Primeiramente, este trabalho avaliou a eficiência energética de uma edificação hoteleira localizada no centro da cidade de Florianópolis aplicando o procedimento de avaliação do Programa de Etiquetagem de Edificações. Seguidamente, em base as características representativas da atividade, as que foram observadas durante o levantamento de campo, foi avaliada a influência destes parâmetros no consumo de energia deste tipo de edificações. Ressalta-se que a colaboração deste empreendimento hoteleiro quanto à disponibilidade de informações e

dados relacionados ao funcionamento, consumo, uso, equipamentos e sistemas instalados na edificação, foram fundamentais para a conclusão da pesquisa.

A classificação do nível de eficiência alcançado pelo hotel avaliado foi realizada por meio da aplicação do RTQ-C e RTQ-R tanto pelo método prescritivo e de simulação computacional. Em ambos os casos, a verificação dos pré-requisitos gerais e específicos da edificação foram aplicados de maneira informativa, considerando que a edificação foi construída antes da publicação destes regulamentos. Além disso, o objetivo é conhecer o comportamento real da edificação, sem limitar a sua classificação devido ao não cumprimento dos pré-requisitos e também sem beneficia-la com as bonificações que poderiam ser alcançadas.

A aplicação do RTQ-C por meio do método prescritivo, permitiu obter a classificação dos três sistemas que compõem a edificação (envoltória, sistema de iluminação e condicionamento de ar), assim como a classificação geral alcançada pela edificação hoteleira. Tanto a envoltória como o sistema de iluminação, alcançaram o nível de eficiência "B", sendo que o sistema de condicionamento de ar, foi classificado como nível de eficiência C. A classificação geral obtida pela edificação através da ponderação de cada um dos seus sistemas alcançou a pontuação mínima equivalente ao nível de eficiência B.

Ao se verificar o cumprimento dos pré-requisitos, observa-se que tanto a classificação máxima a ser alcançada pela edificação assim como a classificação da envoltória e do sistema de condicionamento de ar apresentam restrições quanto ao nível máximo a ser alcançado, sendo estes D, C e B respectivamente. Diferentemente destes, o sistema de iluminação não apresenta restrições quanto ao nível máximo a ser alcançado.

Com tudo, a classificação máxima que poderia ser alcançada pela edificação seria o nível de eficiência D por este não cumprir com o pré-requisito geral referente ao sistema de aquecimento de água ao utilizar combustível diesel para este fim.

Diferente do método prescritivo, a aplicação do método de simulação do RTQ-C avaliou unicamente a classificação geral alcançada pela edificação hoteleira. A comparação do consumo anual do Modelo Real, idêntico à edificação avaliada, e a dos Modelos de Referência A,

B, C e D determinou a classificação da edificação hoteleira com nível de eficiência equivalente ao nível A, desde que não aplicados os pré-requisitos gerais e específicos dos diferentes sistemas.

Desta forma, foi comprovado que por meio da simulação computacional podem ser alcançados níveis de eficiência melhores aos obtidos pelo método prescritivo, melhorando em até um nível a classificação da eficiência da edificação em análise.

A aplicação do RTQ-R, tanto pelo método prescritivo e de simulação computacional, avaliou unicamente o comportamento das UHs da edificação hoteleira e não a da edificação como todo. Em ambos os casos, a verificação dos pré-requisitos foi aplicada de maneira informativa.

Por meio do método prescritivo se obteve a classificação da envoltória das UHs, quando naturalmente ventiladas, varia de "A ao D", de acordo com sua orientação, características do ambiente e exposição das fachadas ao ambiente externo. O sistema de aquecimento de água foi penalizado e classificado como nível E, por este utilizar combustível diesel para seu funcionamento. Desta forma, a ponderação da classificação alcançada pela envoltória e o sistema de aquecimento das UHs, em geral alcançou nível de eficiência C.

Se aplicados os pré-requisitos do RTQ-R, estes limitariam a classificação de várias UHs para os níveis C e E, sendo que com a ponderação do sistema de aquecimento de água, a classificação geral multi-UH cairia para nível E.

Quando aplicado o método de simulação, avaliou-se o comportamento das UHs em duas condições: naturalmente ventilada e condicionada artificialmente. A melhor classificação da envoltória das UHs foi encontrada para o indicador GH_R , com níveis de eficiência A para as UHs. Já o indicador do C_R obteve o pior desempenho, contrários aos obtidos pelo GH_R , com níveis de eficiência E.

A classificação da envoltória das UHs variou entre B e C para a condição de naturalmente ventilada e, D e E para a edificação condicionada artificialmente. A classificação geral ou multi-UH determinou nível C para a condição da edificação naturalmente ventilada e D quando condicionada artificialmente.

Com tudo, a Tabela 34 a seguir apresenta um resumo das principais diferenças entre o RTQ-C e o RTQ-R e, a classificação obtida para os diferentes sistemas avaliados.

Finalmente, a avaliação de parâmetros construtivos foi realizada baseada no Modelo Real utilizado para aplicação do RTQ-C por meio do método de simulação. Dentre os parâmetros analisados, estes podem ser divididos em dois grupos: características externas à edificação e; características relacionadas à envoltória do edifício.

O primeiro grupo está composto pela análise da variação do entorno da edificação e a orientação da fachada principal. Isto porque muitas vezes, estas são limitantes do espaço urbano em que a edificação está localizada sem poder interferir livremente nela. A variação do entorno da edificação hoteleira se destacou por apresentar economias do consumo energético que podem variar em até aproximadamente 9% do consumo total em base ao modelo da edificação real, a qual foi modelada sem nenhum elemento de sombreamento do entorno. A grande influência deste parâmetro está ligada às restrições da exposição solar da edificação, o que pode ser benéfico durante os períodos quentes de verão. Já a orientação da fachada principal, por possuir as maiores áreas envidraçadas da edificação, pode acrescentar à demanda de energia da edificação aproximadamente 4,5% do consumo anual, e este está relacionado, sobretudo, à orientação das maiores áreas envidraçadas da edificação.

Quanto às características relacionadas à envoltória do edifício foram analisados a variação do percentual de abertura da fachada; uso de elementos de sombreamento e; transmitância térmica e absorvância solar de parede paredes e cobertura. Destes, a utilização de elementos de sombreamento vertical, apresentou ser o que mais influencia na economia de energia, podendo chegar até 5%. Já a transmitância térmica de paredes e coberturas não chegou a influenciar nem 1% no consumo de energia da edificação. Diferentemente destes, a absorvância solar das paredes, se apresentou como um fator potencial no aumento de consumo da edificação, podendo influenciar em aproximadamente 5% do consumo.

Cabe destacar que os resultados do presente estudo se referem à avaliação do consumo energético de edificações hoteleiras localizadas no centro da cidade e com um perfil de ocupação das UHs durante o período da noite, por receber usuários que se encontram em trânsito pela cidade por questões de negócios, diferente de empreendimentos hoteleiros destinados a lazer e passeio.

5.2. LIMITAÇÕES

Durante a etapa de contato com os diferentes empreendimentos hoteleiros, foi observado que a solicitação do fornecimento de dados quanto ao consumo de energia, água e a taxa de ocupação, além da visita ao empreendimento hoteleiro, causa estranhamento em alguns gerentes e administradores de empreendimentos de pequeno porte, mesmo que sejam informados do sigilo das informações e que seu uso terá unicamente a finalidade de elaboração de um estudo. Além disso, a falta de divulgação de projetos e benefícios que poderiam ser adquiridos por empreendimentos hoteleiros e as economias a serem alcançadas com base na eficiência energética das suas edificações faz com que estes apresentem certa resistência em colaborar com este tipo de estudo. Além disso, muitos deles podem não possuir técnicas de gerenciamento e controle adequado do funcionamento das suas edificações.

Quanto às simulações, a adoção de padrões de uso em base ao que foi levantado durante as visitas, podem não representar completamente o comportamento do uso da edificação e, para tanto, é preciso um levantamento mais detalhado.

Finalmente, a não calibração do modelo elaborado da edificação hoteleira para as simulações e a ausência de modelagem de outros sistemas que compõem a edificação (elevadores e aquecimento de água), fazem com que o consumo alcançado não seja exatamente o mesmo da edificação real e sim uma aproximação.

5.3. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Em base ao trabalho realizado, algumas recomendações para trabalhos futuros são:

- Analisar o comportamento dos usuários, destacando as diferenças de comportamento em sua residência x em uma edificação hoteleira;
- Definir, em base a uma amostra maior de edificações hoteleiras, os padrões de uso tanto da ocupação, uso de equipamentos, dos sistemas de iluminação e de condicionamento de ar de um hotel;
- Estimar o consumo de energia para aquecimento de água tanto pelas UHs como dos serviços de cozinha, lavanderia e lazer (piscinas);

- Analisar o comportamento de consumo energético de edificações hoteleiras de diferentes categorias: hotel de praia, hotel de campo, hotel resorts, entre outros;
- Elaboração de um regulamento de classificação da eficiência energética específica de edificações hoteleiras, identificando três setores: habitações; área administrativa e áreas de uso comum do hotel; e
- Estudo do potencial de economia, que poderia ser alcançada por edificações hoteleiras com a adoção de estratégias de eficiência energética.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIH-SC, 2010. **Dados da hotelaria: Perfil da hotelaria de Santa Catarina**, disponível em <http://www.abih-sc.com.br/> acessado em 20/04/2010.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-5:2008. Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas**. 51 paginas, 2008.

ALI, Yahya; MUSTAFA, Mairna; AL-MASHAQBAAH, Shireen; MASHAL, Kholoud; MOHSEN, Mousa. **Potential of energy savings in the hotel sector in Jordan**. Energy Conversion And Management, [s.l], v. 49, n. , p.3391-3397, 2008.

ASHRAE. **ASHRAE Fundamentals Handbook**. New York: American Society of Heating Refrigerating and Air-conditioning Engineers. 2005.

BECCALI, Marco *et al.* **An empirical approach for ranking enviromental and energy savinh in the hotel sector**. Renewable Energy, [s.l], v. 34, n. , p.82-90, 2009.

BEM, 2010. **Balanco Energético Nacional – Ano Base 2010**. MME - Ministério de Minas e Energias. Disponível em: <https://www.ben.epe.gov.br/> Acesso em: 4/05/2010.

BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento. **Programa BNDES de Turismo para a Copa do Mundo de 2014 – BNDES ProCopa Turismo**. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoi_o_Financeiro/Programas_e_Fundos/ProCopaTurismo/index.html Acesso em: 12/05/2010.

BOHDANOWICZ, Paulina; MARTINAC, Ivo. **Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels - Case study of Hilton International and Scandic in Europe**. Energy And Buildings, [s.l], v. 39, n. , p.82-95, 2007.

1. Etiquetagem de Eficiência Energética em Edificações. BRASIL: 2009a.

2. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C. Brasil, 2009b.

CARLO, Joyce Correna. **Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envoltório de Edificações Não-residenciais.** 2008. 196 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia - Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2008.

CRAWLEY, D. B., LAWRIE, L. K., WILKELMANN, F. C., BUHL, W.F., HUANG, Y. J., PEDERSEN, C. O., STRAND, R. K., LIESEN, R. J., FISHER, D. E., WITTE, M. J., GLAZER, J. **EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation.** In: **Energy and Buildings.** Oxford: Elsevier, 2001. v. 22 pp 319-331.

DENG, Shiming; BURNETT, John. **Energy use and management in hotels in Hong Kong.** International Journal Of Hospitality Management, [s.l], v. 21, n. , p.371-380, 1998.

DENG, Shiming; BURNETT, John. **Water use in hotels in Hong Kong.** International Journal Of Hospitality Management, [s.l], v. 21, n. , p.57-66, 2002.

DENG, Shiming. **Energy and water uses and their performance explanatory indicators in hotels in Hong Kong.** Energy And Buildings, [s.l], v. 35, n. , p.775-784, 2003.

DOE Commercial Building Benchmark Models Preprint. P.

Torcellini, M. Deru, B. Griffith, and K. Benne National Renewable Energy Laboratory; M. Halverson and D. Winiarski, Pacific Northwest - National Laboratory; D.B. Crawley - U.S. Department of Energy. To be presented at the 2008 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. Pacific Grove, California. August 17-22, 2008.

U.S. Department Of Energy. Building Technologies Program. Disponível em:

http://www1.eere.energy.gov/buildings/commercial_initiative/benchmark_models.html Acesso em: 10/05/2010.

Eletrobrás, Edificações: Apresentação. 2010. Disponível em:
<http://www.eletrobras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={A8468F2A-5813-4D4B-953A-1F2A5DAC9B55}> Acesso em: 08/05/2010.

EMBRATUR, Instituto Brasileiro de turismo. **Deliberação Normativa n.º 429, de 23 de abril de 2002.** 2010a. Disponível em:
http://www.turismo.gov.br/export/sites/default/turismo/legislacao/downloads_legislacao/deliberacao_normativa_429_02_23_abril_2002.pdf
Acesso em: 30/04/2010.

EMBRATUR, Instituto Brasileiro de turismo. **Regulamento Geral dos Meios de Hospedagem.** 2010b. Disponível em:
http://www.turismo.gov.br/export/sites/default/turismo/legislacao/downloads_legislacao/Regulamento_geral_meios_hospedagem.pdf Acesso em:30/04/2010.

EMBRATUR, Instituto Brasileiro de turismo. **Regulamento do Sistema Oficial de Classificação de Meios de Hospedagem.** 2010c. Disponível em:
http://www.turismo.gov.br/export/sites/default/turismo/legislacao/downloads_legislacao/Regulamento_sistema_oficial_class_meios_hosp.pdf
Acesso em: 30/04/2010.

GELLER, Howard. **O uso eficiente da eletricidade: uma estratégia de desenvolvimento para o Brasil.** Rio de Janeiro: INNE – Instituto Nacional de Eficiência Energética. 1994. p. 226.

INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE/Eficiência Energética.** 2010. Disponível em:
<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/eficiencia.asp> Acesso em: 29/04/2010.

LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em edificações. Planilha de cálculo do desempenho da envoltória de edificações residenciais: Método Prescritivo. Acesso em 20/07/2011.

LIMA, Glênio Leilson Ferreira. **Influência de variáveis arquitetônicas no desempenho energético de hotéis no clima quente e úmido da cidade de Natal/RN.** 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de

Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Natal, 2007.

LIPPIATT, B. **Building for enviromental and economic sustainability (BEES)**. Invited for presentation at CIB World Building Congress 1998: Construction and the Enviroment. Gavle, Sweden. June 1998.

MASCARÓ, Juan Luis; MASCARÓ, Lucia. **Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios**. 2. ed. Porto Alegre: Sagra-dcluzatto, 1992. 134 p.

MELO, Ana Paula. **Avaliação computacional de estratégia para a redução do consumo de energia elétrica em um hotel de Florianópolis**. 2005. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2005. Cap. 2005.

MME - Ministério de Minas e Energia. **Textos sobre o Plano de Trabalho de implementação da Lei de Eficiência Energética**. Disponível em: <http://mme.gov.br>. Acesso em: 05 mai. 2009.

PEDRINI, A; WESPHAL F.S; LAMBERTS R. **A methodology for building energy modeling and calibration in warm climates**. Building and Enviroment, [s.l], v. 37, n. , p.903 - 912, 2002.

SANTAMOURIS, M. *et al.* **Energy conservation and retrofitting potential in Hellenic hotels**. Energy And Buildings, [s.l], v. 24, n. , p.65-75, 1996.

SANTANA, Marina Vasconcelos. **Influência de parâmetros construtivos no consumo de energia de edifícios de escritório localizados em Florianópolis - SC**. 2006. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2006.

TAVARES, Sergio F.; LAMBERTS, Roberto. **Consumo de energia para construção, operação e manutenção das edificações residenciais no Brasil**. In: ENCAC - ELACAC, ., 2005, Maceió,

Alagoas, Brasil. Anais... . Maceió, Alagoas, Brasil: Encac, 2005. p. 2037 - 2045.

Etiquetagem. LabEEE: 2010. Disponível em:
<http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/etiquetagem/> Acesso em:
29/04/2010.

SINPHA, 2010. **Informações Técnicas: Relatório da Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábito de Uso Classe Comercial – AT. Relatório da Classe Comercial – AT – Hotéis/Motéis.** Disponível em:
<http://www.eletrobras.com> Acesso em: 30/04/2010.

Ambiente Energia: meio ambiente, sustentabilidade e inovação. **Copa 2014: energia na pauta.** Data de publicação da notícia 18/05/2010. Disponível em <http://www.ambienteenergia.com.br/1010/03/copa-20140energia-na-pauta/> Acesso em: 12/05/2010

Canção Nova Notícias. **Brasil está confirmado como sede da copa 2014.** Terça feira, 20 de outubro de 2007. Disponível em:
<http://noticias.cancaonova.com/noticia.php?id=244171>. Acesso em:
13/maio/2010.

LabEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações..
Diretrizes para Etiquetagem ProCopa. Disponível em
http://labeee.ufsc.br/eletrobras/etiquetagem/diretrizes_para_etiquetagem_pro_copa.php. Acesso em: 12/05/21010
Etiquetagem. LabEEE: 2010. Disponível em:
<http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/etiquetagem/> Acesso em:
29/04/2010.

SINPHA 2010. **Informações Técnicas: Relatório da Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábito de Uso Classe Comercial – AT. Relatório da Classe Comercial – AT – Hotéis/Motéis.** Disponível em:
<http://www.eletrobras.com> Acesso em: 30/04/2010.

Dados EMBRATUR, disponível em www.abih-sc.com.br, acessado em 18/06/09 EMBRATUR/MTUR. Deliberação Normativa 429 – regulamento do sistema de classificação de meios de hospedagem.

UNIVERSO JURÍDICO, **A crise energética.** Disponível em:
<http://www.uj.com.br/publicacoes/doutrinas/default.asp?action=doutrina&coddou=889>. Acesso em: 30/08/2011.

APÊNDICE A – PADRÕES DE OCUPAÇÃO

A.1. Padrão de ocupação: Academia

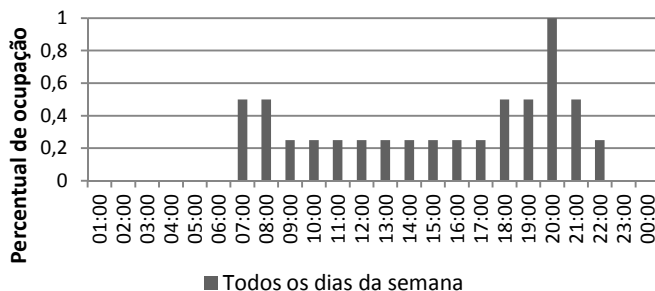


Figura 70. Padrão de ocupação academia.

A.2. Padrão de ocupação: Área administrativa 1

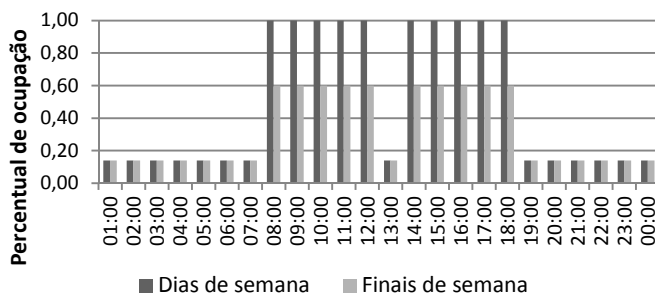


Figura 71. Padrão de ocupação área administrativa 1.

A.3. Padrão de ocupação: Área administrativa 2

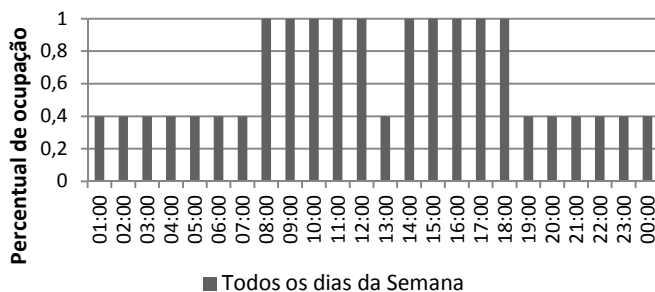


Figura 72. Padrão de ocupação área administrativa 2.

A.4. Padrão de ocupação: Auditórios

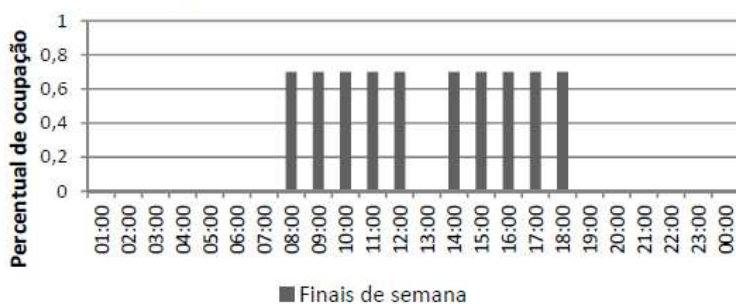


Figura 73. Padrão de ocupação auditórios.

A.5. Padrão de ocupação: Cozinha e Restaurante

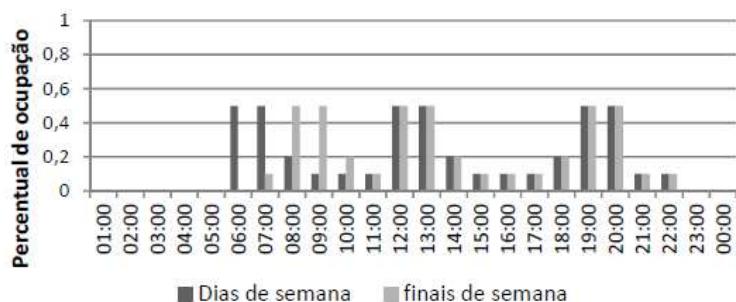


Figura 74. Padrão de ocupação cozinha e restaurante.

A.6. Padrão de ocupação: Dormitórios

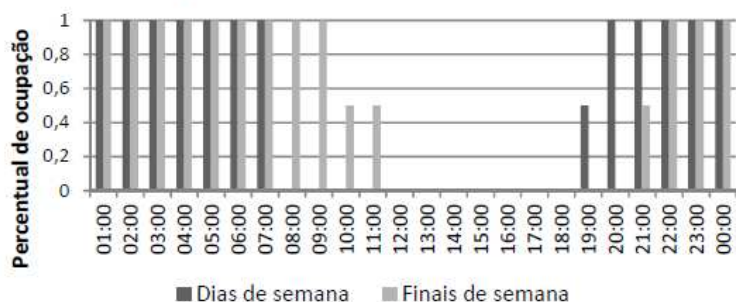


Figura 73. Padrão de ocupação das UHs.

APÊNDICE B - PADRÕES DE ILUMINAÇÃO

B.1. Padrão de iluminação: Auditórios

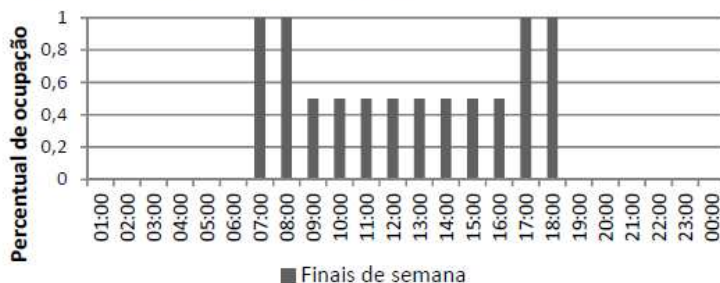


Figura 76. Padrão de Iluminação dos auditórios.

B.2. Padrão de iluminação: Áreas de Circulação



Figura 77. Padrão de Iluminação das áreas de circulação.

B.3. Padrão de iluminação: Cozinha



Figura 74. Padrão de Iluminação da cozinha.

B.4. Padrão de iluminação: Dormitórios

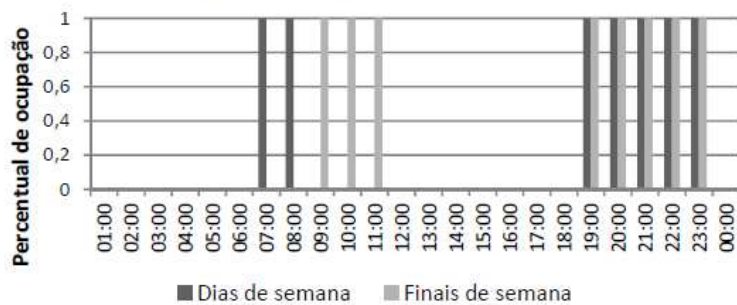


Figura 75. Padrão de Iluminação das UHs.

APÊNDICE C –PADRÃO DE USO DE EQUIPAMENTOS

C.1. Padrão de uso de equipamentos: Academia

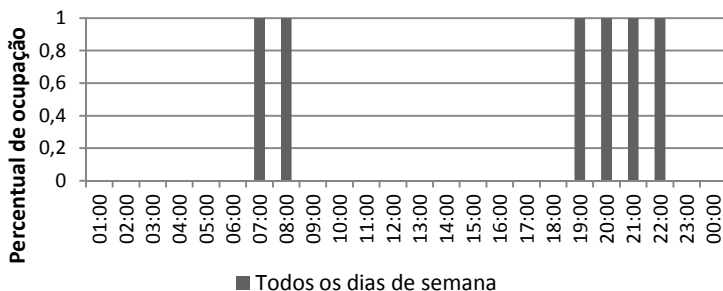


Figura 76. Padrão de uso de equipamentos academia.

C.2. Padrão uso de equipamentos: Área administrativa



Figura 77. Padrão de uso de equipamentos escritórios.

C.3. Padrão uso de equipamentos: Auditórios

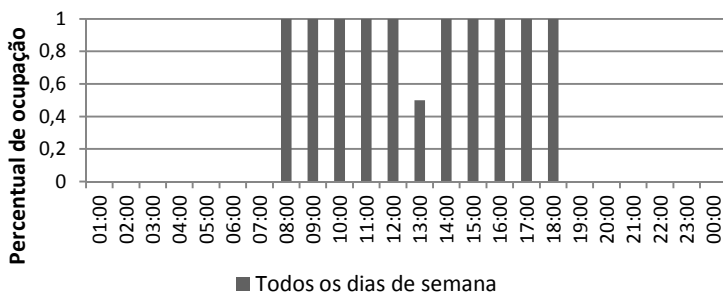


Figura 78. Padrão de uso de equipamentos auditórios.

C.5. Padrão uso de equipamentos: Cozinha



Figura 83. Padrão de uso de equipamentos cozinha.

C.6. Padrão uso de equipamentos: Dormitórios

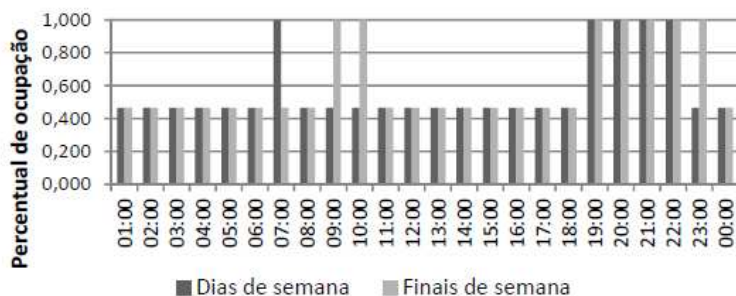


Figura 84. Padrão de uso de equipamentos UHs.

C.6. Padrão uso de equipamentos: Lavanderia



Figura 79. Padrão de uso de equipamentos lavanderia.

APÊNDICE D – PADRÕES DE OCUPAÇÃO E ILUMINAÇÃO DEFINIDOS PELO RTQ-R

D.1. Padrão de ocupação: Dormitórios

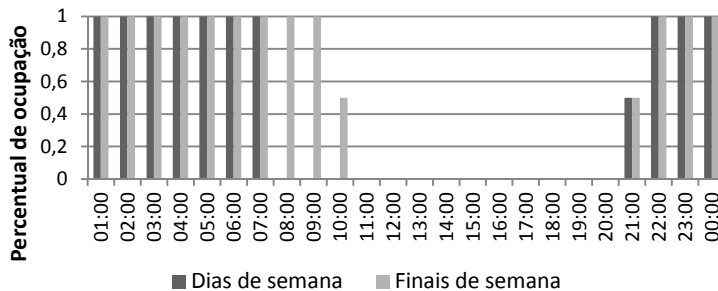


Figura 80. Padrão de uso de ocupação dos dormitórios

D.2. Padrão de iluminação: Dormitórios

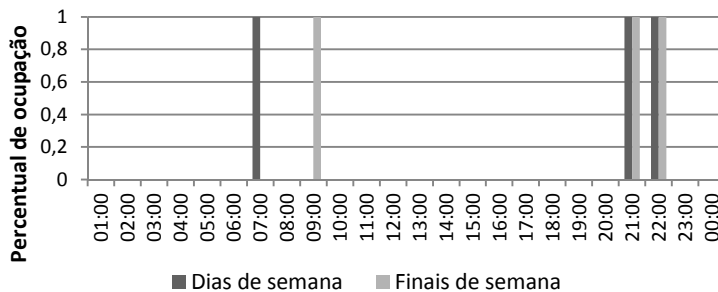


Figura 81. Padrão de uso da iluminação dos dormitórios

ANEXO A – Descrição

00.
NUMERAÇÃO
FICHA
04

SEÇÃO A: DADOS GERAIS

Foto da Edificação Hoteleira	01. NOME DO ESTABELECIMENTO		02. CLASSIFICAÇÃO	
	Cecomtur Executive Hotel		★★★★★	
	03. DISTRITO OU LOCALIDADE	MUNICIPIO	UF	
	Centro	Florianópolis	SC	
	04. ENDEREÇO	CEP	SITE	
Rua Arcipreste Paiva, 107 - Centro	88010-530	www.cecomturhotel.com.br/		
05. RESPONSÁVEL PROJETO ARQUITETÔNICO			ANO DE CONSTRUÇÃO	
Carlos F. Valente			1972	

Fig. 1 - FOTO DA EDIFICAÇÃO

06. RESPONSÁVEL ENTREVISTADO	07. DATA DO LEVANTAMENTO

08. ORIENTAÇÃO DA FACHADA PRINCIPAL	
09. ORIENTAÇÃO PRINCIPAL DAS UNIDADES HABITACIONAIS - UH	
10. NÚMERO DE UH	11. NÚMERO DE VARIAÇÕES TIPOLÓGICAS DAS UH

12. SERVIÇOS					
Café da manhã (...)	sim	não	Business Center	sim	não
Almoço (...)	sim	não	Fitness Center	sim	não
Almoço aberto ao público (...)	sim	não	Salão de Jogos	sim	não
Jantar (...)	sim	não	Piscina (...)	sim	não
Serviço de quarto (...)	sim	não	Sauna Úmida	sim	não
Bar (...)	sim	não	Sauna em Seco	sim	não
Sala de Eventos 1 (...)	sim	não	Jacuzzi	sim	não
Sala de Eventos 2 (...)	sim	não	Serviço de lavanderia local (...)	sim	não
Sala de Eventos 3 (...)	sim	não	Serviço lavanderia terceirizado (...)	sim	não
Sala de Reuniões (...)	sim	não	Outros:	sim	não
Auditorio 1 (...)	sim	não	Outros:	sim	não
Auditorio 2 (...)	sim	não	Outros:	sim	não

SEÇÃO B: PROJETO ARQUITETÔNICO E CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

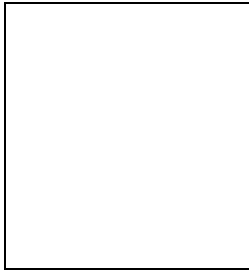


Fig. 2 - CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

13. DADOS DO EDIFÍCIO			
# Pavimntos		Area Total	
A. Coberta		A. Decoberta	
# pav. Subsolo			
pé direito		A. pv. Subsolo	
# pav. Tipo			
pé direito		A. pv. Subsolo	
Outros pavim.			
pé direito		A. pv. Subsolo	
Cobertura.		A. cobertura	
A. Total de Piso		A. Coberta	
A. Envoltorio		Volumen da Edificação	
		A. Descoberta	

14. FACHADAS

#	Orientação	Largura (m)	Altura (m)	PAJ (%)
1				
2				
3				
4				
5				



Fig. 3. Vista das Fachadas

Fig. 4. Vista das Fachadas

Fig. 5. Vista das Fachadas

Fig. 6. Vista das Fachadas

15. UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE SOMBREAMENTO NAS FACHADAS

Tipo	Em toda a fachada				Em parte dela (especificar)
	sim	não	sim	não	
Brises Verticais	sim	não	sim	não	
Brises Horizontais	sim	não	sim	não	
Brises Combinados	sim	não	sim	não	

16. CONSTRUÇÃO DAS PAREDES INTERNAS

Camadas	Espesura camada (cm)	Área (m ²)	Cor Externa	Transmitância	Absortância

acrescentar quantas linhas forem necessárias

17. CONSTRUÇÃO DAS PAREDES EXTERNAS					
Camadas	Espesura camada (cm)	Área (m ²)	Cor Externa	Transmitância	Absortância

acrescentar quantas linhas forem necessárias

18. ABERTURAS EM PAREDES - TIPO DE MATERIAL (TRANSPARENTE OU TRANSLÚCIDO)							
Material	Área (m ²)	% de Abertura	Espesura (mm)	Película		Cor	Fator Solar Vidro
Vidro				sim	não		
Polycarbonato				sim	não		
Outro:				sim	não		

acrescentar quantas linhas forem necessárias

19. CONSTRUÇÃO LAJE EM CONTATO COM O SOLO						
Camadas	Espesura camada	Área (m ²)	Cor Externa	Transmitância	Absortância	Condicionamento ?
						sim não
						sim não
						sim não
						sim não

acrescentar quantas linhas forem necessárias

20. CONSTRUÇÃO LAJE ENTRE PAVIMENTOS						
Camadas	Espesura camada	Área (m ²)	Cor Externa	Transmitância	Absortância	Condicionamento ?
						sim não
						sim não
						sim não
						sim não

acrescentar quantas linhas forem necessárias

21. CONSTRUÇÃO DAS COBERTURAS						
Camadas	Espesura camada	Área (m ²)	Cor Externa	Transmitância	Absortância	Condicionamento ?
						sim não
						sim não
						sim não
						sim não

acrescentar quantas linhas forem necessárias

22. ABERTURA ZENITAL - TIPO DE MATERIAL (TRANSPARENTE OU TRANSLÚCIDO)						
Material	Área de Projeção (m ²)	Espesura (mm)	Película		Cor	Fator Solar Vidro
Vidro			sim	não		
Polycarbonato			sim	não		
Outro:			sim	não		

acrescentar quantas linhas forem necessárias

23. DESCRIÇÃO DOS AMBIENTES								
#	AMBIENTE	ÁREA (m²)	ÁREA CONDICIONADA				PESSOAS	
			sim	#	Tipo	não	#	Permanentes?
1			sim	#	Tipo	não		sim não
2			sim	#	Tipo	não		sim não
3			sim	#	Tipo	não		sim não
4			sim	#	Tipo	não		sim não

acrescentar quantas linhas forem necessárias

30. SISTEMA DE CONDIÇÃOAMENTO DE AR								
Ambiente /Atividade	Área (m²)	Modelo	Tipo Sistema	#	Eficiência	Capacidade	Classificação INMETRO	
							sim	não
							sim	não
							sim	não
							sim	não

acrescentar quantas linhas forem necessárias

31. AQUECIMENTO DE ÁGUA							
ELÉTRICA							
Tipo		modelo		capacidade		Eficiência INMETRO	
Tipo		modelo		capacidade		Eficiência INMETRO	
Tipo		modelo		capacidade		Eficiência INMETRO	
Tipo		modelo		capacidade		Eficiência INMETRO	

SOLAR

Área de placas	# placas	Fração Solar	Eficiência INMETRO
Modelo de placa			
Reservatório	Capacidade		Eficiência INMETRO

GAS

Modelo de placa	Potência	Eficiência INMETRO
Modelo de placa	Potência	Eficiência INMETRO
Modelo de placa	Potência	Eficiência INMETRO

OUTROS

Tipo		modelo	Vazão/capacidade de		Eficiência INMETRO
Tipo		modelo	Vazão/capacidade de		Eficiência INMETRO

acrescentar quantas linhas forem necessárias

32. ELEVADORES

Elevador	sim	não	modelo		Controle de tráfego	sim	não
Elevador 1	sim	não	modelo		Controle de tráfego	sim	não
Elevador 2	sim	não	modelo		Controle de tráfego	sim	não
Elevador 3	sim	não	modelo		Controle de tráfego	sim	não
Elevador 4	sim	não	modelo		Controle de tráfego	sim	não
Elevador 5	sim	não	modelo		Controle de tráfego	sim	não

acrescentar quantas linhas forem necessárias

33. OUTROS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

Modelo		Ambiente		Capacidade	
Modelo		Ambiente		Capacidade	

acrescentar quantas linhas forem necessárias

24. FONTES DE ENERGIA

Energia Elétrica	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	Energia Solar	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
Gas	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	Boilers	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
Geradores	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	Outros	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não

25. SISTEMAS OU DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ENERGIA

	Referencial	Fotovoltaica	Eólica	Cogeração	Outra*:
Consumo anual (kWh/m ² /ano)					
Percentual de economia (%)					
*Descrição					

26. CONSUMO MENSAL POR FONTE DE ENERGIA

Fonte:		Fonte:		Fonte:	
Ano:		Ano:		Ano:	
Jan		Jan		Jan	
Fev		Fev		Fev	
Mar		Mar		Mar	
Abr		Abr		Abr	
Mai		Mai		Mai	
Jun		Jun		Jun	
Jul		Jul		Jul	
Ago		Ago		Ago	
Set		Set		Set	
Out		Out		Out	
Nov		Nov		Nov	
Dec		Dec		Dec	
Consumo Anual		Consumo Anual		Consumo Anual	
TOTAL		TOTAL		TOTAL	

27. CARACTERÍSTICAS DO CIRCUITO ELÉTRICO

Nº de medidores individuais no edifício

Divisão dos circuitos de acordo aos sistemas

Sistema de condicionamento de ar
Acionamento do sistema elétrico das UH com cartão

<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não

Sistema de Iluminação

Outros usos finais

<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não

28. EQUIPAMENTOS

#	Equipamentos	#	Equipamentos	#	Equipamentos
1	Aparelhos de ar condicionado	11	Secador de cabelo	2	
				1	
2	Bomba de água	12	Secadora de roupa	2	
				2	
3	Cafeteiras	13	Ventiladores/circuladores de ar	2	
				3	
4	Computadores	14	Outros:	2	
				4	
5	Elevadores	15		2	
				5	

6 Fogões	16	26
7 Geladeiras ou similares	17	27
8 Lavadora de louças	18	28
9 Lavadora de roupas	19	29
10 Radio	20	30

Ambiente /Atividade	# Equipam.	Tipo	Modelo	Quantidade	Potencia Nom.	Selo INMETRO

acrescentar quantas linhas forem necessárias

29. ILUMINAÇÃO

Ambiente /Atividade	Área (m²)	Tipo Lampada	#	Potencia (W)	Luminarias	Controle Manual		Sensores de desligamento	
						sim	não	sim	não
						sim	não	sim	não
						sim	não	sim	não
						sim	não	sim	não
						sim	não	sim	não
						sim	não	sim	não

acrescentar quantas linhas forem necessárias

30. SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

Ambiente /Atividade	Área (m²)	Modelo	Tipo Sistema	#	Eficiência	Capacidade	Classificação INMETRO	
							sim	não
							sim	não
							sim	não
							sim	não
							sim	não
							sim	não

acrescentar quantas linhas forem necessárias

31. AQUECIMENTO DE ÁGUA

ELÉTRICA

Tipo	modelo	capacidade	Eficiência INMETRO
Tipo	modelo	capacidade	Eficiência INMETRO

acrescentar quantas linhas forem necessárias

SOLAR

Área de placas	# placas	Fração Solar	Eficiência INMETRO
Modelo de placa			
Reservatório	Capacidade		Eficiência INMETRO

