UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL – PPGEC

REGIANE FARIA GIACOMIN

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS TIPOLOGIAS REPRESENTATIVAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE UM BAIRRO À LUZ DO PBE EDIFICA

Vitória
2017

REGIANE FARIA GIACOMIN

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS TIPOLOGIAS REPRESENTATIVAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE UM BAIRRO À LUZ DO PBE EDIFICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espirito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da Gama.

Vitória

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Tecnológica,
Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)
Sandra Mara Borges Campos – CRB-6 ES-000593/O

Giacomin, Regiane Faria, 1978-

G429e Eficiência energética das tipologias representativas de edifícios residenciais de um bairro à luz do PBE Edifica / Regiane Faria Giacomin. – 2017.

246 f. : il.

Orientador: João Luiz Calmon Nogueira da Gama.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Edifícios de apartamentos – Conservação de energia – Jardim Camburi (Vitória, ES). 2. Energia elétrica – Consumo. 3. Eficiência energética. 4. Etiquetagem de edificações. 5. Programa Brasileiro de Etiquetagem de edificações (PBE Edifica). 6. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). I. Gama, João Luiz Calmon Nogueira da. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 624

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS TIPOLOGIAS REPRESENTATIVAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE UM BAIRRO À LUZ DO PBE EDIFICA

Regiane Faria Giacomin

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de Construção Civil.

Aprovada no dia **19 de outubro de 2017** por:

Prof. Dr. João Luiz Calmon Nogueira da Gama
Doutor em Engenharia Civil
Orientador - UFES

Profa. Dra. Geilma Lima Vieira
Doutora em Engenharia Civil
Examinadora Interna - UFES

Prof. Dr. Marcel Olivier Ferreira de Oliveira
Doutor em Engenharia Civil
Examinador Externo - UFES

Profa. Dra. Ana Paula Rabello Lyra
Doutora em Cidade, Segurança e Saúde
Examinadora Externa - UVV

Vitória – ES, outubro de 2017

“A vida é uma dança…

Quando uma porta se fecha, outra se abre; quando um caminho termina, outro começa… Nada é estático no Universo, tudo se move sem parar e tudo se transforma sempre para melhor.

Habitue-se a pensar desta forma: tudo que chega é bom, tudo que parte também. É a dança da vida. ”

André Luiz

AGRADECIMENTOS

A dissertação de mestrado é motivo de orgulho dos que passam pelo processo de formação em Mestre em uma Universidade Federal. Professores Doutores nos preparam para resolver problemas não triviais e planejar como atingir objetivos, num processo de investigação com ética e respeito à comunidade acadêmica. Minha trajetória seguiu com dedicação, dificuldades, crescimento, conquistas e realizações. Sendo assim, eu não poderia deixar de agradecer as pessoas que comigo estiveram durante esse processo.

Ao meu orientador Professor João Luiz Calmon, meu muito obrigada por seus ensinamentos, sua acolhida, tempo e dedicação. “Pelo amor ou pela dor” o senhor me ensinou como lidar com os contratempos e a desenvolver habilidades. Agradeço ao senhor por eu estar hoje uma profissional mais completa e capaz.

À Professora Geilma Vieira, obrigada por compartilhar seus saberes, por sua dedicação e incentivo. Foram muito importantes na minha formação. Obrigada por acreditar em mim.

À Professora Ana Paula Lyra e Professor Marcel Olivier, por terem aceito o convite de participar desse marco em minha vida. Suas considerações foram de grande valia.

Às Professoras Cristina Angel e Karla Conde, e todos os que contribuíram e contribuem para minha formação acadêmica e profissional. Ao Professor Darli Vieira pela honra da parceria em um artigo. Agradeço ao corpo docente e administrativo do PPGEC. Obrigada à Ingrid Scardua e ao Sidney Gonçalves; vocês são muito importantes no processo.

Aos colaboradores do setor de arquivo de projetos da PMV por terem sido tão prestativos e gentis. À Equipe do LabEEE e do Fórum PBE Edifica, e às pessoas envolvidas em instituições dedicadas em continuar a desenvolver projetos, pesquisas e ferramentas sobre eficiência energética e a compartilhar tais informações. Ao Alexandre Morgan, do setor de consultoria em eficiência energética da Findes, pelo seu apoio, incentivo e atenção. Ao meu primo Dr. Filipe Tardin Rodrigues, em me auxiliar na interpretação das leis. Aos moradores dos edifícios representativos, pela gentileza em me receber e passar as informações necessárias ao processo.

Aos meus colegas e amigos de mestrado, tanto na civil, quanto na arquitetura. Por compartilharmos momentos e experiências, as dores e sabores do processo. Em especial à amiga Letícia Rabbi, parceria desde o início, quando ainda pesquisávamos incorporação de resíduos lignocelulósicos em matrizes cimentícias. Foi um grande aprendizado que resultou na publicação de dois artigos sobre o assunto. E à amiga mestranda Thais Sartori, por trocarmos experiências sobre o PBE Edifica. Aos amigos de jornada Argeu Maioli, Marianne Cavalcante, Thais Góis, Clarisse Pacheco, Maxwell Degen, Felipe Zanellato, Robson Zulcão, Sérgio Mittri, Jéssica Freire, Wagner Klippel, Wagner Martins, Stella Hoppe, Daniella Amorim e time do LabESBIM.

Aos meus amigos no Sistema Findes e Senai de Vila Velha, em especial às minhas Diretoras, Grasielle Braga Andrade e Sâmia Marques Cavalcante, e aos meus Gerentes Giovani Gujansky e Ewandro Petrocchi, por compreenderem as dificuldades do processo e me apoiarem nesta conquista. Aos amigos do STI, sobretudo Janine Gomes, sempre com palavras de incentivo. Obrigada à Kátia Castor, por ter me incentivado desde o início de minha carreira docente e à Filipe Martins por sua parceria de sempre.

À querida Dra. Rosane de Paula Nogueira, homeopata que cuida de mim com carinho, atenção e muita competência. Sem a senhora teria sido bem mais difícil.

Às minhas amigas de profissão e de coração que me acompanharam durante todo o processo, com dicas preciosas, força e momentos felizes restauradores, Andreia Fernandes Muniz, Joice Paiva Tosta, Juliana Gavini Uliana e Aline Fernandes de Oliveira Falcão (Dinda). Vocês foram fundamentais nesta jornada. Obrigada Aline, por suas leituras e considerações sobre esta pesquisa.

À minha família e amigos, por entenderem minha ausência durante muitos momentos, por torcerem para meu sucesso e por suas orações. À minha mãe, Alcione Tardin Faria, e ao meu marido Vitor Faiçal Campana, vocês são os melhores presentes que Deus poderia ter me dado. Obrigada por tudo, sempre.

E a todos que me acompanharam durante esse período e que de alguma forma me ajudaram, com dados técnicos, boas palavras, abraços e pensamentos positivos.

À Deus em sua grandiosidade, por sua luz e seu significado para mim.

RESUMO

GIACOMIN, Regiane Faria. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS TIPOLOGIAS REPRESENTATIVAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE UM BAIRRO À LUZ DO PBE EDIFICA. 2017. 246f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

O histórico do consumo de energia no Brasil dos últimos 10 anos exibe aumento significativo, e atualmente cerca de 54% do consumo de energia elétrica brasileira corresponde aos setores residenciais, comerciais, públicos e de serviços. Desta forma ressalta-se a importância em estabelecer estratégias que promovam a eficiência energética das edificações, sendo necessário compreender seu desempenho térmico e energético. No âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações, PBE Edifica, foram desenvolvidos regulamentos técnicos com objetivo de classificar o nível de eficiência energética de edificações. Assim, identificando a existência de uma lacuna em Vitória, ES, sobre conhecer o nível de eficiência energética de seus edifícios, esta pesquisa teve como objetivo definir o nível de eficiência energética de edificações residenciais multifamiliares do bairro Jardim Camburi, na capital do Espírito Santo, sudeste do Brasil, conforme o PBE Edifica, e por meio de edificações representativas. Para tanto, foram selecionados 4 edifícios com base na análise de tipologias mais frequentes que representam as edificações residenciais multifamiliares do bairro. Foram mapeados e classificados 663 prédios. Os edifícios representativos foram avaliados quanto sua eficiência energética em relação à Etiquetagem de Edificações, RTQ-R, do PBE Edifica. Foram analisados os resultados das unidades habitacionais (UH) quanto a graus-hora para resfriamento, consumo relativo para refrigeração, envoltória para verão e classificação final da UH com sistema de aquecimento de água e analisados os resultados da edificação multifamiliar. Desta forma, considerando a análise dos resultados dos edifícios representativos e a ZB 8, identificou-se que as principais variáveis arquitetônicas são dispositivo de proteção solar, sistema de aquecimento solar de água e absortância térmica. Assim, os resultados fornecem dados que contribuem para uma política eficiente para a indústria da habitação do município e permitir estudos sobre incorporação de medidas que promovam eficiência energética no setor.

Palavras-chave: PBE Edifica; RTQ-R; Eficiência energética; Etiquetagem; Tipologia; Edifícios residenciais.

ABSTRACT

GIACOMIN, Regiane Faria. ENERGY EFFICIENCY OF REPRESENTATIVE RESIDENCIALS BUILDING TYPOLOGIES OF A NEIGHBORHOOD ACCORDING TO PBE EDIFICA. 2017. 246p. Dissertation (Master in Civil Engineering) - Graduate Program in Civil Engineering, Federal University of Espírito Santo, Vitória, 2017.

The energy consumption in Brazil in the last 10 years shows a significant increase, and currently about 54% of Brazilian electricity consumption corresponds to the residential, commercial, public and service sectors. In this way, it is important to formulate strategies that promote the energy efficiency on buildings, and it is necessary to understand their thermal and energy performance. Technical regulations were developed by Brazilian buildings Labeling Program, PBE Edifica, to classify the level of energy efficiency of buildings. Thus, identifying the existence of a gap in Vitória, ES, about knowing the level of energy efficiency of its buildings, the objective of this research was to define the energy efficiency level of the multifamily residential buildings in Jardim Camburi, a neighborhood in the capital of Espírito Santo, southeast of Brazil , according to the PBE Edifica, and through representative buildings. To do so, this research selected four representatives buildings based on the analysis of the most frequent typologies that represent the multifamily residential buildings of the neighborhood. 663 buildings were mapped and classified. The representative buildings were evaluated for their energy efficiency in relation to Energy Labeling, RTQ-R, PBE Edifica technical regulation. The results of the housing units (UH) were analyzed for degrees-hour for cooling, relative consumption for refrigeration, envelope for summer and final classification of the UH with water heating system and analyzed the results of multifamily construction. Thus, considering the analysis of the results of representative buildings and ZB 8, it was identified that the main architectural variables are solar protection device, solar water heating system and thermal absorption. Thus, these results provide data that contribute to an efficient policy for the housing industry and city, as well as allowing studies on the incorporation of measures that promote energy efficiency in the sector.

Keywords: PBE Edifica; RTQ-R; energy efficiency; labeling; typology; residential buildings.

LISTA DE FIGURAS

Figura I – Fotografia da autora com paisagem de Jardim Camburi e seus edifícios.....capa

Figura II – Logomarca desenvolvida pala autora inspirada na ENCE e com formado do bairro Jardim Camburi.....capa

Figura 01 – As marcações em cinza no mapa mostram jurisdições com foco na melhoria de performance do uso de água e energia nas suas edificações. As marcações em branco onde não há incentivo governamental em forma de lei ou ainda não foi registrado no Portal.....34

Figura 02 – Recorte da fachada de uma imobiliária europeia. Com destaque para um anúncio de venda de imóvel apresentando a etiqueta de consumo de energia da edificação.....35

Figura 03 – Gráfico com a participação de cada fonte na oferta interna de energia elétrica.....37

Figura 04 – Gráfico com o consumo (GWh) de energia elétrica por classe em 2015 no Brasil.....38

Figura 05 – Mapa do Brasil com o zoneamento bioclimático, de acordo com a ABNT NBR 15220-3.....44

Figura 06 – Edifício *Seagram Building* projetado por Ludwig Mies Van der Rohe e Philip Johnson, em Nova York, EUA.....47

Figura 07 – Edifício Palácio Gustavo Capanema (RJ) À esquerda, fachada sudeste “sol da manhã” e à direita, fachada oposta “sol da tarde”.....48

Figura 08 – Pavilhão britânico na Expo 92.....49

Figura 09 – Desenho indicando algumas estratégias bioclimáticas aplicadas no Pavilhão britânico na Expo 92.....50

Figura 10 – Exemplo de estratégia de aquecimento solar passivo.....51

Figura 11 – Coletores solares para aquecimento de água em edifício multifamiliar.....52

Figura 12 – Esquema de instalação com painéis solares fotovoltaicos interligados à rede elétrica.....53

Figura 13 – Sistema combinado de fontes de energia limpa solar e eólica em um condomínio residencial no bairro Novo Campeche, Florianópolis (SC).....54

Figura 14 – Identificação do país de origem de alguns dos métodos de avaliação ambiental.....54

Figura 15 – Registros e Certificações LEED no Brasil.....55

Figura 16 – Nível de classificação do sistema LEED de acordo com a pontuação atingida.....55

Figura 17 – Quadro com as 14 categorias analisadas pelo Processo AQUA, dividida em 4 grupos de interesse.....56

Figura 18 - ENCE de edificação construída para a categoria Unidade Habitacional Autônoma. ENCE de outras categorias podem ser consultadas no RAC.....59

Figura 19 - Esquema simplificado do processo de etiquetagem de edificações.....60

Figura 20 - As quatro categorias que recebem as etiquetas PBE Edifica.....61

Figura 21 – Certificado com o Selo Procel Edifica concedido ao projeto de alta eficiência energética do anexo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo em Pelotas (RS) 61

Figura 22 – Publicações por ano.....69

Figura 23 – Fluxo com as etapas de trabalho para a realização desta pesquisa.....87

Figura 24 – Recorte do mapa de Vitória, ES. O número 1 indica a localização do bairro Jardim Camburi. Os números 2, 3 e 4 indicam, respectivamente, os municípios de Serra, Cariacica e Vila Velha.....90

Figura 25 – Vista aérea de um trecho de Jardim Camburi, Vitória ES.....91

Figura 26 – Recorte do mapa de delimitação do zoneamento urbanístico de Vitória, ES. Destaque para a indicação da região ZOC1/04, em rosa claro.....91

Figura 27 – Recorte do mapa de Jardim Camburi, Vitória ES, com os limites do bairro.....92

Figura 28 - Quantitativo dos tipos de edifícios levantados.....94

Figura 29 – Localização dos edifícios de acordo com as tipologias levantadas no bairro. As setas brancas indicam a localização dos edifícios representativos: Acima à esquerda: Edifício A1; acima à direita: B2; abaixo à esquerda: C5; abaixo à direita: D5.....95

Figura 30 – Alguns dos edifícios classificados nas Tipologias 1 e 2.....96

Figura 31 – Exemplo dos edifícios classificados na Tipologia 5, com varanda pequena e com varanda grande.....97

Figura 32 – Detalhe para as aberturas circulares na platibanda 98

Figura 33 – Edifícios representativos A1, B2, C5 e D5 99

Figura 34 – Planta baixa esquemática de cada edifício representativo, com identificação das colunas referentes às UHs. Observe que o edifício representativo C5 possui dois modelos de apartamento tipo.....100

Figura 35 – Planta baixa esquemática de cada edifício representativo, com destaque a disposição dos ambientes de permanência prolongada (APP) de uma UH.....100

Figura 36 – Quadrantes para determinação da orientação solar das fachadas dos edifícios, segundo o RTQ-R.....102

Figura 37 – Método de verificação do norte verdadeiro pela carta solar, realizado na varanda da UH do primeiro pavimento tipo, da coluna 5, do edifício representativo C5.....103

Figura 38 – Exemplo de determinação do equivalente numérico da edificação multifamiliar.....107

Figura 39 – Porcentagem de iluminação natural nos APPs dos edifícios representativos.....116

Figura 40 – Porcentagem de ventilação natural nos APPs dos edifícios representativos.....116

Figura 41 – Volumetria virtual do Edifício representativo A1.....118

Figura 42 – Planta baixa de um dos pavimentos tipo do Edifício representativo A1.....119

Figura 43 – Volumetria virtual do Edifício representativo B2.....121

Figura 44 – Planta baixa de um dos pavimentos tipo do Edifício representativo B2.....121

Figura 45 – Volumetria virtual do Edifício representativo C5.....124

Figura 46 – Planta baixa de um dos pavimentos tipo do Edifício representativo C5.....124

Figura 47 – Volumetria virtual do Edifício representativo D5.....26

Figura 48 – Planta baixa de um dos pavimentos tipo do Edifício representativo D5.....127

Figura 49 – Exemplo de composição de esquadria com veneziana móvel.....131

Figura 50 – Classificação final das UHs do Edifício Representativo D5 com melhorias, analisadas de acordo com a rotação da edificação.....143

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa para a ZB 8, de acordo com a ABNT NBR 15220.....45

Tabela 02 – Transmitância térmica (U), absortância (α) e capacidade térmica (CT) para cada tipo de vedação externa para a ZB 8, de acordo com a ABNT NBR 15575.....46

Tabela 03 - Classificação do nível de Eficiência de acordo com a pontuação.....60

Tabela 04 – Coeficientes para a equação 1, de acordo com a tabela 2.3 do RTQ-R.....109

Tabela 05 – Bonificações para edificações residenciais.....110

Tabela 6 - Comparação de conformidade nos edifícios representativos segundo pré-requisitos do RTQ-R para a ZB8.....117

Tabela 7 - Classificação do Edifício multifamiliar representativo A1 em sua situação atual.....120

Tabela 8 - Classificação do Edifício multifamiliar representativo B2 em sua situação atual.....123

Tabela 9 - Classificação do Edifício multifamiliar representativo C5 em sua situação atual.....126

Tabela 10 - Classificação do Edifício multifamiliar representativo D5 em sua situação atual.....128

Tabela 11 - Classificação final das edificações multifamiliares representativas o RTQ-R.....129

Tabela 12 - Classificação final do Edifício representativo D5 conforme azimute.....134

Tabela 13 - Classificação do Edifício multifamiliar representativo D5 em sua situação atual com melhorias.....140

Tabela 14 - Classificação do Edifício multifamiliar representativo D5 em azimute 180º e com melhorias.....140

Tabela 15 - Classificação do Edifício multifamiliar representativo D5 em azimute 270º e com melhorias.....141

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Caracterização das fontes consultadas.....67

Quadro 02 – Número de publicações por Universidades brasileiras.....68

Quadro 03 –Trabalhos publicados em revistas em ordem decrescente do ano de publicação.....69

Quadro 04 – Tipo de edificação estudada e método(s) utilizado(s) pelos pesquisadores dos trabalhos publicados em revistas, apresentados no Quadro 03.....73

Quadro 05 – Síntese de pesquisas que utilizaram edificações representativas como objeto de análise.....82

Quadro 06 – Dados necessários para alimentação do cálculo pelo método prescritivo e fontes para a coleta.....101

Quadro 07 – Dados dos edifícios representativos.....104

Quadro 08 – Áreas de ambientes e paredes dos edifícios representativos.....105

Quadro 09 – Representação gráfica do pavimento tipo do edifício representativo A1 com as classificações dos APPs e UHs conforme avaliação da eficiência energética.....120

Quadro 10 – Representação gráfica do pavimento tipo do edifício representativo B2 com as classificações dos APPs e UHs conforme avaliação da eficiência energética.....122

Quadro 11 – Representação gráfica do pavimento tipo do edifício representativo C5 com as classificações dos APPs e UHs conforme avaliação da eficiência energética.....125

Quadro 12 – Representação gráfica do pavimento tipo do edifício representativo D5 com as classificações dos APPs e UHs conforme avaliação da eficiência energética.....128

Quadro 13 – Quadro com valores dos descontos referentes às esquadrias utilizadas no cálculo do desempenho energético dos quartos do Edifício representativo D5.....131

Quadro 14 – Representação gráfica do pavimento tipo do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.....132

Quadro 15 – Representação gráfica do pavimento tipo do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.....133

Quadro 16 – Representação gráfica do primeiro pavimento tipo do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.....134

Quadro 17 – Representação gráfica dos pavimentos tipo intermediários do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.....135

Quadro 18 – Representação gráfica do último pavimento (topo) do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.....135

Quadro 19 – Representação gráfica do primeiro pavimento tipo do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.....136

Quadro 20 – Representação gráfica dos pavimentos tipo intermediários do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.....137

Quadro 21 – Representação gráfica do último pavimento (topo) do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.....137

Quadro 22 – Representação gráfica do último pavimento (topo) do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.....138

Quadro 23 – Representação gráfica do primeiro pavimento tipo do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.....139

Quadro 24 – Representação gráfica dos pavimentos tipo intermediários do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.....139

Quadro 25 – Representação gráfica do último pavimento (topo) do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.....140

Quadro 26 – Pesquisas publicadas em congressos em ordem decrescente do ano de publicação.....181

Quadro 27 – Tipo de edificação estudada e método(s) utilizado(s) pelos pesquisadores das publicações apresentadas no Quadro 26.....185

Quadro 28 - Teses (doutorado) em ordem decrescente do ano de defesa.....186

Quadro 29 – Tipo de edificação estudada e método(s) utilizado(s) pelos pesquisadores das teses apresentadas no Quadro 28.....187

Quadro 30 – Dissertações (mestrado) em ordem decrescente do ano de defesa.....187

Quadro 31 – Tipo de edificação estudada e método(s) utilizado(s) pelos pesquisadores das dissertações apresentadas no Quadro 30.....191

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

APP - Ambiente de Permanência Prolongada

AQUA - Alta Qualidade Ambiental

AQUA-HQE™ - Alta Qualidade Ambiental – *High Environmental Quality*

ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers*

BEN - Balanço Energético Nacional

BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento

BREEAM - *Building Research Establishment's Environmental Assessment Method*

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CEF - Caixa Econômica Federal

CGIEE - Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética

COL - Coluna

Confea - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

Conpet - Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e do Gás Natural

Eletrobras – Centrais Elétricas Brasileiras S. A.

ENCE - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

EPC - *Energy Performance Certificate*

ES - Espírito Santo

EUA - Estados Unidos da América

FGTS - Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

GCCE - Grupo Coordenador de Conservação de Energia Elétrica.

GT-Edificações - Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações

HQE™ - *Haute Qualité Environnementale* (Alta Qualidade Ambiental)

IAB - Instituto dos Arquitetos do Brasil

IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IEA – *International Energy Agency* (Agência Internacional de Energia)

Inmetro - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IPTU - Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana

LabEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações

LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*

MCMV - Minha Casa Minha Vida

MME - Ministério de Minas e Energia

MOHURD - *Ministry of Housing and Urban-Rural Development*

MPOG - Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão

OIA - Organismo de Inspeção Acreditado

PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem

PBE Edifica - Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações

PDU - Plano Diretor Urbano

PEMC - Política Estadual de Mudanças Climáticas

PMV - Prefeitura Municipal de Vitória

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PPGEC - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia

Procel Edifica - Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações

PUCPR – Pontifícia Universidade Católica do Paraná

QAE - Qualidade Ambiental do Edifício

R3E - Rede de Eficiência energética em edificações

RAC - Requisito de avaliação da conformidade para eficiência energética de edificações

RMGV - Região Metropolitana da Grande Vitória

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

SAS – Sistema de Aquecimento Solar de água

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SGE - Sistema de Gestão do Empreendimento

SLTI - Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação

UFAL – Universidade Federal de Alagoas

UFC – Universidade Federal do Ceará

UFES - Universidade Federal do Espírito Santo

UFF – Universidade Federal Fluminense

UH - Unidade Habitacional Autônoma

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

UFPA – Universidade Federal do Pará

UFPel - Universidade Federal de Pelotas

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

UFV – Universidade Federal de Viçosa

UnB – Universidade de Brasília

Unicamp – Universidade Estadual de Campinas

USGBC - *United States Green Building Council*

ZB - Zona Bioclimática

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 21
1.1. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA 24
1.2. QUESTIONAMENTO DA PESQUISA 27
1.3. OBJETIVOS 27
1.3.1. Objetivo geral 27
1.3.2. Objetivos específicos 27
1.4. LIMITAÇÕES DA PESQUISA 28
1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 29

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 33
2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 33
2.1.1. Eficiência Energética – Panorama Mundial 33
2.1.2. Geração e consumo de energia no Brasil 36
2.1.2.1. Legislação em eficiência energética em edificações 38
2.1.2.2. Legislação Urbana Municipal 40
2.1.2.3. Normas ABNT 42
2.1.3. Eficiência energética em edificações residenciais 43
2.1.3.1. Estratégias de Projeto 44
2.1.3.2. Principais Energias Limpas aplicáveis em residências 50
2.1.3.3. Métodos de avaliação ambiental 54
2.1.4. Procel Edifica 57
2.1.4.1. PBE Edifica 59
2.2. PESQUISAS SOBRE APLICAÇÕES DO PBE EDIFICA 65

3. ABORDAGEM METODOLÓGICA 85
3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA 85
3.2. DELINEAMENTO DA PESQUISA 86
3.3. OBJETO DA PESQUISA 89
3.3.1. Características do bairro Jardim Camburi 89
3.3.2. Definição das tipologias e levantamento das edificações 93
3.3.3. Caracterização dos edifícios representativos 99
3.4. MÉTODO PRESCRITIVO DO RTQ-R 107

4. RESULTADOS, ANÁLISES E DISCUSSÕES 114
4.1. CLASSIFICAÇÃO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS REPRESENTATIVOS NA SITUAÇÃO ATUAL 114
4.1.1. Verificação do atendimento aos pré-requisitos e bonificações 114
4.1.2. Determinação da eficiência da envoltória na situação atual pelo Método Prescritivo 118
4.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS QUANTO À CLASSIFICAÇÃO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS REPRESENTATIVOS NA SITUAÇÃO ATUAL 128
4.3. INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS NA CLASSIFICAÇÃO E DESEMPENHO ENERGÉTICO 130
4.3.1. Dispositivo de proteção solar 130
4.3.2. Ventilação e iluminação natural e sistema de aquecimento solar de água 132
4.3.3. Azimute 133
4.3.4. Absortância térmica 136
4.3.5. Associação das variáveis 138
4.3.6. Considerações sobre as variáveis 141

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS 145
5.1. CONCLUSÕES DE CARÁTER GERAL 146
5.2. CONCLUSÕES RELATIVAS À METODOLOGIA UTILIZADA E ÀS TIPOLOGIAS SELECIONADAS 147
5.3. CONCLUSÕES RELATIVAS AOS EDIFÍCIOS REPRESENTATIVOS 148
5.4. CONCLUSÕES RELATIVAS AO ESTUDO PARAMÉTRICO DAS VARIÁVEIS NO EDIFÍCIO REPRESENTATIVO D5 150
5.5. CONCLUSÕES RELATIVAS À QUESTÃO DA PESQUISA 151
5.6. RECOMENDAÇÕES FINAIS 151
5.7. PROPOSTAS PARA FUTURAS PESQUISAS 152

REFERÊNCIAS 155
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 155
REFERÊNCIAS NORMATIVAS 177

APÊNDICE A – Quadros com teses e dissertações 181
APÊNDICE B – Planilha para caracterização das tipologias definidas na pesquisa 193
APÊNDICE C1 – Formulário utilizado na entrevista com o morador do edifício A1 194

APÊNDICE C2 – Formulário utilizado na entrevista com o morador do edifício B2..... 197

APÊNDICE C3 – Formulário utilizado na entrevista com o morador do edifício C5..... 200

APÊNDICE C4 – Formulário utilizado na entrevista com o morador do edifício D5..... 203

APÊNDICE D – Cálculo da transmitância e capacidade térmica da cobertura padrão do RTQ-R descrito no item 9 do Anexo geral V (anexo B desta Dissertação) 206

APÊNDICE E – Cálculo da transmitância e capacidade térmica da cobertura do edifício representativo D com base na NBR 15220-2 208

ANEXO A - Lei nº 8.947, de 16 de maio de 2016..... 211

ANEXO B – TABELAS DE CONTROLE URBANÍSTICO, PDU de Vitória 2006. . 217

ANEXO C – Anexo Geral V do RTQ (exceto parte c: vidros) 221

ANEXO D – Dados de Vitória ES para cálculo de *somb* - Anexo I do RTQ 246

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO

"A dúvida é o princípio da sabedoria."
Aristóteles, filósofo grego

1. INTRODUÇÃO

Desde a crise do petróleo, década de 1970, a geração e consumo de energia vem sendo especialmente discutidos. De acordo com Agopyan e John (2011) mais de 80% da energia produzida no mundo é fóssil, significativamente responsável pelas mudanças climáticas. E mesmo as energias renováveis acarretam impactos; assim sendo, a economia de energia em edificações resulta em ganhos ambientais e economia de recursos. No Brasil, 64% da geração elétrica é por fonte hidráulica, seguida de 12,9% por gás natural, 8,0% biomassa, 4,8% derivados de petróleo, 3,5% eólica, 4,5% carvão, 2,4% nuclear e 0,01% solar (BRASIL; MME; EPE, 2016a).

Apesar de o consumo de energia no Brasil ter reduzido 2% do ano de 2014 para 2015, o histórico do consumo dos últimos 10 anos apresenta aumento significativo e o número de consumidores também é crescente, sendo 78.885 mil em 2015. Desses, 67.746 mil são residenciais e representam o segundo maior setor consumidor de energia do país com 28,2% do consumo de energia elétrica, ficando atrás apenas do setor industrial, que corresponde a 36,3% (BRASIL; MME; EPE, 2016b). Considerando que cerca de 54% do consumo de energia elétrica brasileira é dos setores residenciais, comerciais, públicos e de serviços e o atual cenário de mudanças climáticas, ressalta-se a importância de repensar o planejamento das edificações, seus projetos arquitetônicos, ciclo de vida e processos construtivos.

Deve ser previsto no planejamento dos edifícios que os mesmos são construídos para funcionarem por décadas, pois as melhorias após sua construção são mais difíceis e onerosas para serem implantadas. Neles, a energia é utilizada para o controle de temperatura interna, iluminação e ventilação artificial, equipamentos e eletrodomésticos, além do funcionamento do próprio edifício, como sistemas de aquecimento e abastecimento de água, monitoramento de segurança e elevadores.

Em esfera internacional, têm sido desenvolvidas iniciativas visando a conservação de energia em edificações, como programas de etiquetagem e certificações ambientais. A Norma americana ASHRAE 90.1 foi referência para vários países, incluindo o Brasil (KONIGAMI, 2011). A crise energética de 2001 impulsionou as primeiras iniciativas brasileiras, como a Lei nº 10.295, Política Nacional de Conservação de Energia (BRASIL, 2001a), e o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações –

Procel Edifica, instituído pela Centrais Elétricas Brasileiras S. A. – Eletrobras e Programa Nacional de Conservação de Energia - Procel em 2003, que junto a Universidades, centros de pesquisa, indústria da construção civil, entidades dos setores econômico, governamental, de desenvolvimento e tecnológico, Ministério das Cidades e Ministério de Minas e Energia (MME), trabalham em prol do uso racional de energia elétrica em edificações, com ações como disseminação, regulamentação e capacitação.

Desta forma, foram desenvolvidos os regulamentos técnicos da qualidade para o nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos (RTQ-C aprovado em 2009) e de edificações residenciais (RTQ-R aprovado em 2010), a partir de uma ação Procel e Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), e pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações, PBE Edifica. O objetivo é fornecer parâmetros para a classificação do nível de eficiência energética das edificações, consentindo a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2009; BRASIL; MDIC; INMETRO, 2010; BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012).

Matos (2012) relatou que a etiquetagem de edifícios e de equipamentos, tem sido responsável em diversos países por boa parte da conservação de energia; no entanto, no Brasil, os resultados são bons com equipamentos, mas em edificações ainda são pouco expressivos, pelo pouco tempo de existência e por ser opcional na maioria dos usos. Matos (2012) ainda conclui que quando o regulamento for obrigatório, haverá transformações no mercado imobiliário.

Triana, Lamberts e Sassi (2015) sugerem a aplicação do PBE Edifica no Minha Casa Minha Vida (MCMV), programa brasileiro de habitação, estabelecendo níveis mínimos de desempenho energético aos edifícios financiados, e ainda destacam a importância de considerar os recursos de construção em relação ao contexto de implantação. Krüger e Mori (2012) expõem que um imóvel com alta classificação no processo de etiquetagem de energia elétrica é valorizado, tendo valor de venda ou aluguel aumentado. Segundo Melo e outros (2016), as metodologias utilizadas para classificar os edifícios de acordo com o regulamento técnico do PBE Edifica, estimulam a aplicação de estratégias bioclimáticas em projetos, atendendo as condições da região e favorecendo a redução do uso de climatização artificial de ar.

Assim, considerando o avanço do número de residências no País e sua representatividade no consumo de energia, pesquisas com foco em eficiência energética no setor residencial devem ser impulsionadas. Em se tratando de pesquisas que analisam desempenho térmico e energético em grande escala, verificou-se o uso de edificações representativas, indicando diretrizes que orientem a construção de novas edificações, assim como a revitalização de existentes, com vistas a eficiência energética.

Triana, Lamberts e Sassi (2015) sugerem a análise de tipologias dos projetos que estão sendo construídos atualmente para caracterizar os empreendimentos e avaliar seu desempenho térmico e energético, de modo a fornecerem indicadores para uma política eficiente para a indústria da habitação.

De acordo com Kavgic e outros (2010), o *bottom-up* (de baixo para cima), com base em dados físicos do edifício, foi um dos métodos de modelagem para previsão e análise de aspectos do desempenho geral do consumo de energia da edificação definidos pela Agência Internacional de Energia (IEA). São realizadas considerações sobre uma amostra de residências representativas, que são caracterizadas com dados sobre variáveis fisicamente mensuráveis, provendo meios para estimar o consumo de energia em diferentes cenários. Tal ferramenta é utilizada no planejamento de programas de eficiência energética em diferentes lugares no mundo (WILSON; SWISHER, 1993), como no Canadá (FARAHBAKHSH; UGURSAL; FUNG, 1998) e na Finlândia (SNÄKIN, 2000).

Pesquisadores brasileiros também utilizam o método de definição de tipologias representativas, como Tavares (2006) que desenvolveu cinco modelos de edificações residenciais para aplicação de metodologia de análise do ciclo de vida energético. Matos (2012) definiu edifícios representativos residenciais verticais multifamiliares em Natal, RN, com base em características tipológicas e construtivas, analisando, através do método prescritivo do RTQ-R, o desempenho energético das envoltórias. O nível de eficiência energética de edificações residenciais no Plano Piloto de Brasília, DF, pelo RTQ-R, foi analisado por Meira (2014) a partir da seleção de três tipologias pelo critério de representatividade considerando o quantitativo de prédios com as mesmas características. Modelos representativos de projetos do Programa Minha Casa Minha

Vida foram definidos por Triana, Lamberts e Sassi (2015); que também avaliaram seu desempenho térmico e energético em relação ao RTQ-R.

Deste modo, atendendo a necessidade de pesquisas, iniciativas e avanços sobre conservação de energia em edificações residenciais nas cidades brasileiras e identificando a existência de uma lacuna em Vitória, ES, sobre conhecer o nível de eficiência energética de seus edifícios, o objetivo desta pesquisa é definir o nível de eficiência energética de edificações residenciais multifamiliares do bairro Jardim Camburi, na capital do Espírito Santo, sudeste do Brasil, conforme o Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações e por meio de edificações representativas.

Portanto, espera-se que esta pesquisa contribua na aplicação do RTQ-R por projetistas e profissionais da construção civil, e na identificação de estratégias de planejamento e projeto adequadas ao clima de Vitória, ES.

1.1. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A escolha do tema parte da observação e pesquisa sobre o cenário atual da situação energética brasileira, no qual são abordados redução do fornecimento de energia, mudanças climáticas, elevado valor tarifário, necessidade de investimento em fontes alternativas de energia e programas de incentivo à eficiência energética em edificações como o Procel Edifica. Para a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, entre vários temas de pesquisa relevantes para o desenvolvimento do país estão:

- Ampliar estudos voltados à conservação de energia nas diversas atividades urbanas, rurais e industriais do país, de forma a reduzir necessidade de altas taxas de ampliação do setor de produção de energia. Pesquisas são fundamentais para desenvolvimento de equipamentos mais eficientes, de processos e produtos energeticamente mais inteligentes.

- Promover estudos e monitoramento para orientação de políticas de ecoeficiência energética, que levem ao desacoplamento do crescimento do PIB e desenvolvimento social em relação ao consumo energético. [...]

- Propor soluções integradas de engenharia, arquitetura e urbanismo para problemas de mobilidade, saneamento, habitação e seguridade urbana (BRASIL; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO; CAPES, 2012, p.155 e 160).

Neste contexto destaca-se a importância de se pensar na aplicação de instrumentos norteadores de eficiência energética em edificações. Assim, o questionamento desta pesquisa giram em torno da observação dos edifícios residenciais da capital do Estado do Espírito Santo, Vitória, no que tange eficiência energética, a partir do PBE Edifica.

Foram identificadas algumas pesquisas sobre eficiência energética de edificações na capital. Nico-Rodrigues e outros (2015), avaliaram a influência da janela no desempenho térmico em edificações residenciais multifamiliares na cidade de Vitória, ES, considerando dois modelos de janelas localizadas nos dormitórios. O levantamento foi realizado com o método de observação e em 10 bairros da capital. Foi verificado que a janela usual nesta cidade não é eficiente para o alcance do conforto térmico, considerando a ventilação natural.

Fanticele e Alvarez (2009), analisaram, através do desenvolvimento de um modelo de um condomínio residencial multifamiliar no bairro Jardim Camburi, o potencial de aplicação de estratégias bioclimáticas na cidade de Vitória, ES. Os índices urbanos, ventilação e iluminação natural foram avaliados. Além disso, uma proposta de adequação do Plano Diretor do município no que tange o gabarito de altura foi feita.

Bernabé (2012) apresenta estudo referente aos edifícios de Vitória, ES, porém comerciais, públicos e de serviços, na qual a influência da envoltória no consumo energético em edifícios altos de escritórios climatizados artificialmente na cidade foi analisada. Para tanto, com base em estudos do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e de leis locais, foi um proposto edifício de referência. O método utilizado foi o de simulação do RTQ-C com dados climáticos de Vitória.

Marques e outros (2016) apresentaram estratégias relacionadas à gestão de água e energia em edificações (comerciais, residenciais e de serviços) na Região

Metropolitana da Grande Vitória[1] (RMGV), concluídas desde 2010, em obra e em lançamento. O levantamento foi feito por análise de dados nos sites de construtoras associadas ao Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Espírito Santo (Sinduscon-ES). Foi verificado que 2/3 das edificações possuem alguma estratégia para a redução do consumo de água e/ou energia; entretanto, apesar desse resultado, as tecnologias ainda são pequenas se comparadas às existentes no mercado.

Desta forma, verificou-se uma lacuna sobre conhecer o nível de eficiência energética dos edifícios residenciais multifamiliares existentes na cidade de Vitória/ES, pois não foi identificada nas pesquisas citadas, a definição do nível de eficiência energética de edificações residenciais da capital, no âmbito do PBE Edifica. Além disso, entende-se que aplicar o método prescritivo do RTQ-R para classificar os edifícios, fomenta o uso de estratégias bioclimáticas no processo de planejamento da edificação.

Foi então determinado, como região de estudo, o bairro Jardim Camburi, em Vitória, capital do Espírito Santo, sudeste do Brasil; local de ambiência dos pesquisadores envolvidos e do Centro Tecnológico da UFES, Universidade Federal do Espírito Santo. Como trata-se de avaliar o desempenho térmico e energético em grande escala, foram selecionadas edificações representativas, através de análise de tipologias existentes no bairro.

A pesquisa possibilitará identificação de variáveis de projeto e processos construtivos que interferem na eficiência energética do edifício, auxiliando os profissionais da área na tomada de decisões e a consumidores na escolha e manutenção de sua habitação, além de contribuir para a gestão municipal visando cidades mais eficientes do ponto de vista energético. Está inserida na Linha de Pesquisa de Construção Sustentável e Arquitetura Sustentável, com a aplicação do método prescritivo do RTQ-R, do programa brasileiro de etiquetagem de edificações, em edifícios residenciais multifamiliares representativos do bairro Jardim Camburi, Vitória, ES.

[1] A RMGV é formada por sete municípios: a capital do Estado do Espírito Santo (Vitória), Serra, Vila Velha, Cariacica, Guarapari, Viana e Fundão (PERFIL..., acesso em 25 jun. 2017).

1.2. QUESTIONAMENTO DA PESQUISA

A necessidade do fomento por eficiência energética em edificações e o atual cenário de mudanças climáticas, despertou na autora desta pesquisa e em seu orientador o interesse em analisar os edifícios residenciais do bairro Jardim Camburi, Vitória/ES, nos aspectos projetual e do processo construtivo. Assim, o questionamento desta pesquisa é:

Em que medida as variáveis arquitetônicas das edificações multifamiliares do bairro Jardim Camburi, Vitória, ES, influenciam sua eficiência energética?

O questionamento forneceu base para a construção do objetivo geral da pesquisa, e as respostas estão descritas nos capítulos de resultados e de conclusão.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo geral

Definir o nível de eficiência energética de edificações residenciais multifamiliares do bairro Jardim Camburi, na capital do Espírito Santo, sudeste do Brasil, conforme o Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações e por meio de edificações representativas.

1.3.2. Objetivos específicos

Para atender o objetivo geral, é necessário alcançar os objetivos específicos a seguir:

- Identificar as tipologias mais comuns de edificações residenciais multifamiliares em Jardim Camburi, Vitória, ES, a partir do levantamento das edificações no bairro;
- Definir tipologias que representam os edifícios residenciais multifamiliares do bairro Jardim Camburi;
- Selecionar e caracterizar a arquitetura dos edifícios representativos de Jardim Camburi através de dados dos projetos arquitetônicos aprovados na Prefeitura Municipal de Vitória e pesquisa de campo, de acordo com as necessidades de alimentação do método prescritivo do RTQ-R, regulamento técnico do PBE Edifica;

- Calcular o nível de eficiência energética da situação atual dos edifícios representativos através do método prescritivo do RTQ-R;
- Identificar variáveis arquitetônicas que influenciam na eficiência energética;
- Calcular os níveis de eficiência energética de um dos edifícios representativos considerando as variáveis de projeto e processos construtivos, alterando os valores da situação atual;
- Analisar a influência das variáveis arquitetônicas na classificação e no desempenho térmico e energético em relação ao PBE Edifica.

1.4. LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Segundo Gil (2002), o problema deve ser delimitado a uma dimensão viável. Devido à limitação do tempo e ao número de variáveis e dados necessários aos cálculos para etiquetagem PBE Edifica, RTQ-R, as delimitações da pesquisa estão descritas a seguir:

- A região de estudo é o bairro Jardim Camburi, Vitória, ES; local de ambiência dos pesquisadores envolvidos, próximo ao Centro Tecnológico da UFES e por apresentar edificações residenciais verticais, que foram construídas principalmente a partir dos anos 80, sendo um dos bairros mais recentes da capital;

- Foram individualizados os edifícios residenciais multifamiliares com 4 ou mais pavimentos existentes do bairro. Em um primeiro percurso, foi verificado que há no bairro edificações residenciais unifamiliares com até 3 pavimentos, e a determinação em identificar e caracterizar edifícios residenciais multifamiliares com 4 ou mais pavimentos contribui para o agrupamento em tipologias existentes de edificações multifamiliares com apartamentos. Não foram incluídos os edifícios em construção na época do levantamento.

- A análise sobre o uso e número de pavimentos foi visual, não sendo somados os pavimentos ½ subsolo (construídos parcialmente em subsolo, com laje de teto em cota superior à cota de nível do terreno) ou em subsolo;

- Estão incluídos na análise desta pesquisa os edifícios de uso misto (térreo comercial e demais pavimentos residenciais);

- Não faz parte desta pesquisa o residencial Atlântica Ville, pela falta de padronização dos imóveis;

- Foram analisados critérios relacionados a etiquetagem de unidades habitacionais e edificações multifamiliares, não sendo objeto de estudo a etiqueta de Áreas de Uso Comum. Tal limitação foi definida com base nos estudos dos documentos do RTQ-R, nos quais se esclarece que para cada um desses há uma ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia) específica.

- Foi definido, com base no RTQ-R, que as cores claras são as com $\alpha \leq 0,6$ e cores escuras com $\alpha > 0,6$ (absortância). Tais dados foram utilizados na planilha de levantamento de dados dos edifícios existentes no bairro e no cálculo dos níveis de eficiência energética do edifício representativo D5, ao variar os valores de absortância.

- A classificação das edificações foi feita pelo método prescritivo do RTQ-R, sendo realizada sem considerar a influência do entorno. No Requisito de avaliação da conformidade para eficiência energética de edificações (RAC) é informado que a eficiência energética atestada na ENCE "[...] pode ser comprometida ao utilizar o sombreamento das edificações vizinhas para melhorar seu nível de eficiência energética, caso estas edificações sofram alguma alteração construtiva" (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2013, p. 18).

1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está estruturada em cinco capítulos, além das referências, apêndices e anexos. Segue breve descrição do conteúdo de cada capítulo.

O capítulo 1 é introdutório. Apresenta o tema, os objetivos e a estrutura do trabalho. São abordados o questionamento da pesquisa, limitações, justificativa e relevância do tema.

O capítulo 2 trata da fundamentação teórica: conhecimentos gerais sobre o tema, expondo um panorama mundial sobre eficiência energética, a geração e consumo de energia no Brasil, leis pertinentes, normas da Associação Brasileira de Normas

Técnicas - ABNT e eficiência energética em edificações residenciais, como estratégias de projeto, energias limpas e métodos de avaliação ambiental. Além disso, são apresentados o Procel Edifica e o programa brasileiro de etiquetagem de edificações (PBE Edifica). Há ainda uma revisão bibliográfica de pesquisas acadêmicas que aplicaram os regulamentos técnicos do PBE Edifica.

O capítulo 3 explica a abordagem metodológica da pesquisa, descrevendo classificação e delineamento utilizados. Descreve o objeto de pesquisa, caracterizando o bairro Jardim Camburi, a definição das tipologias, o levantamento das edificações, a caracterização dos edifícios representativos e explana sobre o método prescritivo do RTQ-R, utilizado para o cálculo do nível de eficiência energética das edificações residenciais multifamiliares do bairro.

O capítulo 4 apresenta os resultados da classificação e desempenho energético dos edifícios representativos na situação atual, além da análise da influência das variáveis em situações propostas para a verificação de melhoria do nível de eficiência energética.

O capítulo 5 expõe as conclusões obtidas através de observações e análises da revisão bibliográfica de pesquisas acadêmicas, da vivência no levantamento dos dados e resultados apresentados no capítulo 4. Além de conclusões gerais, há conclusões relativas à metodologia utilizada e às tipologias selecionadas, aos edifícios representativos e ao estudo paramétrico das variáveis no Edifício Representativo D5, cujo projeto arquitetônico possui aprovação na Prefeitura Municipal de Vitória mais recente entre os edifícios representativos (2012). Com base nas conclusões, são feitas recomendações e sugeridos temas para trabalhos futuros na área em questão.

Por fim, constam as referências desta dissertação, apêndices e anexos complementares ao entendimento deste trabalho. No Apêndice A, estão disponíveis quadros com teses e dissertações, fruto da revisão bibliográfica das pesquisas acadêmicas que aplicaram os regulamentos técnicos do PBE Edifica; pois, no corpo do texto estão apenas as tabelas dos trabalhos publicados em revistas, como forma de não interromper a sequência de leitura. O Apêndice B apresenta a planilha utilizada no levantamento e caracterização das tipologias definidas na pesquisa. O Apêndice C traz os formulários preenchidos nas entrevistas com os moradores dos edifícios

representativos. Cálculos de transmitância e capacidade térmica paras as coberturas estão nos Apêndices D e E. Os Anexos apresentam a Lei nº 8.947, de 16 de maio de 2016, as tabelas de controle urbanístico relativas ao bairro em estudo, o Anexo Geral V do RTQ (exceto parte c: vidros) e dados de Vitória ES para cálculo de *somb* - Anexo I do RTQ, pois são materiais suplementares de possível interesse para a consulta do leitor.

CAPÍTULO 2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

"Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina. O saber se aprende com mestres e livros. A Sabedoria, com o corriqueiro, com a vida e com os humildes. O que importa na vida não é o ponto de partida, mas a caminhada. Caminhando e semeando, sempre se terá o que colher."

Erwin Schrödinger.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presente pesquisa aborda parâmetros sobre eficiência energética aplicados aos edifícios residenciais multifamiliares existentes no bairro Jardim Camburi, Vitória, ES, sudeste do Brasil. Está inserida no âmbito da construção sustentável e arquitetura sustentável, e aplica o método prescritivo do RTQ-R. Assim, no capítulo de revisão bibliográfica são descritos os aspectos principais relacionados ao tema proposto. Foi realizada uma revisão bibliográfica com fundamentação teórica sobre o panorama da eficiência energética no mundo, produção e consumo de energia no Brasil, eficiência energética em edificações residenciais, Procel e PBE Edifica, além de uma revisão sobre as pesquisas acadêmicas que aplicaram os regulamentos técnicos do PBE Edifica.

2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O capítulo de fundamentação teórica tem como objetivo auxiliar na ampla compreensão e contextualização do tema.

2.1.1. Eficiência Energética – Panorama Mundial

Para Konigami (2011), com a evolução tecnológica e crescimento do PIB, o consumo de energia é crescente. Soma-se a isso uma das heranças da produção arquitetônica do Movimento Moderno: extensas superfícies de vidro nas fachadas das construções, demandando por condicionamento de ar e iluminação artificiais. Realidade intensificada pelo adensamento urbano. Além disso, desde a crise do petróleo, na década de 1970, a produção de energia vem sendo questionada, havendo múltiplas iniciativas no âmbito internacional sobre eficiência energética, inclusive na construção civil.

No mundo, alguns países possuem regulamentos e normas como instrumentos de fomento na conservação de energia em edificações, como os americanos *Model Energy Code*, ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers*) 90.1 e 90.2 e *Title* 21, o brasileiro PBE Edifica, o EPC (*Energy Performance Certificate*) em Portugal, o *Building Energy Certificate* na Itália e o MOHURD *(Ministry of Housing and Urban-Rural Development) Building Energy Label* na China. A Figura 01 apresenta jurisdições no mapa do mundo que

possuem algum instrumento com foco na melhoria do desempenho de edificações, podendo ser obrigatório, parcialmente obrigatório ou voluntário. No Brasil, o PBE Edifica é parcialmente obrigatório, visto que apenas as edificações públicas com mais de 500 m² são obrigadas por lei a apresentarem classificação na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE.

A norma americana, uma das pioneiras, ASHRAE *Standard* 90.1 influenciou regulamentos de países com características climáticas, econômicas, culturais e processos construtivos distintos, tais como: Brasil, Egito, Filipinas, Hong Kong, Jamaica e Singapura (SANTOS; SOUZA, 2007). Em sua maioria, esses regulamentos e normas que visam eficiência energética encontram-se divididos em duas categorias: edificações residenciais e as demais edificações (comerciais, públicas e de serviços) e fornecem estratégias de acordo com as características climáticas de cada região (GOULART, 2007a). O objetivo é determinar o nível de eficiência energética de edificações, classificando os imóveis quanto a seu desempenho térmico e energético.

Figura 01 – As marcações em cinza no mapa mostram jurisdições com foco na melhoria de performance do uso de água e energia nas suas edificações. As marcações em branco onde não há incentivo governamental em forma de lei ou ainda não foi registrado no Portal.

Fonte: Portal Building Rating (JURISDICTIONS..., acesso em 10 jun. 2017).

De acordo com Olofsson, Meier e Lamberts (2004), a classificação de imóveis é crescente no planeta, contribuindo para a valorização financeira do imóvel e auxiliando na tomada de decisões em seu uso e operação, pois ajudam a identificar as possíveis fontes consumidoras de energia em uma edificação (Figura 02). Fuerst e outros (2015) relatam que tem acontecido um crescente enfoque político em prol do desempenho ambiental de residências, o que reflete a preocupação com as mudanças climáticas da última década. Reforçam que a principal função das certificações de eficiência

energética tem sido mudar o comportamento do consumidor, fornecendo informações confiáveis sobre os imóveis aos possíveis compradores. Fuerst e outros (2015) investigaram 333.095 habitações na Inglaterra e encontraram uma relação positiva entre a classificação de eficiência energética de uma residência e o preço de transação por metro quadrado.

Figura 02 – Recorte da fachada de uma imobiliária europeia. Com destaque para um anúncio de venda de imóvel apresentando a etiqueta de consumo de energia da edificação.

Fonte: Slide[2] de palestra do Prof. Roberto Lamberts – LabEEE UFSC (2013).

Goulard (2007b) realizou um levantamento sobre a experiência europeia na elaboração, aplicação e fiscalização de normas que visam eficiência energética em edificações. Neste relatório abordou como principais obstáculos para o uso mais eficiente de energia, a falta de informação e estrutura (falta enquadramento harmônico dos instrumentos norteadores), a limitação de financiamentos de tecnologias eficientes energeticamente e barreiras legais e institucionais, como o cálculo dos honorários dos profissionais envolvidos e metodologia de orçamentos. Desta forma, Goulard (2007b) afirma que para formar uma base própria para o desenvolvimento da eficiência energética, é necessária uma lei nacional que integre os processos

[2] LAMBERTS, Roberto. **Etiquetagem de eficiência energética de edificações.** Palestra ministrada no Seminário sobre Eficiência energética na Federação da Indústrias do Espírito Santo, em Vitória, ES, em 26 nov. 2013.

relacionado à construção civil. Além disso, Santos e Souza (2007) afirmam que características ambientais, tradição construtiva, desenvolvimento tecnológico e fatores políticos devem ser considerados na elaboração de leis que buscam eficiência energética em um país.

No Brasil, as primeiras leis relativas ao assunto foram impulsionadas pelo racionamento de energia de 2001. No mesmo ano foi aprovada a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, Lei 10.295, (BRASIL, 2001a), havendo a formação do Grupo Técnico para a Eficientização de Energia nas Edificações do País. Em 2003 foi lançado o Programa Procel Edifica, que a partir de 2005, juntamente com o Inmetro, buscou desenvolver o processo de obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para edificações.

Além dos programas de etiquetagem, há as certificações ambientais, como LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), BREEAM, (*Building Research Establishment's Environmental Assessment Method*), HQE™ (*High Environmental Quality*) e Processo AQUA-HQE™ (Alta Qualidade Ambiental – *High Environmental Quality*), que abordam, além de questões ligadas diretamente à eficiência energética, critérios como relação do edifício e seu entorno, gestão de resíduos, conforto acústico e visual, qualidade dos espaços e gestão de água. Sobreira e outros (2007) definem selos verdes ou certificações ambientais como atestados de conformidade de parâmetros que visam garantir para uma edificação ou produto menor consumo de energia ou impacto ambiental. Os métodos de avaliação ambiental serão abordados na seção 2.1.3.3 deste capítulo.

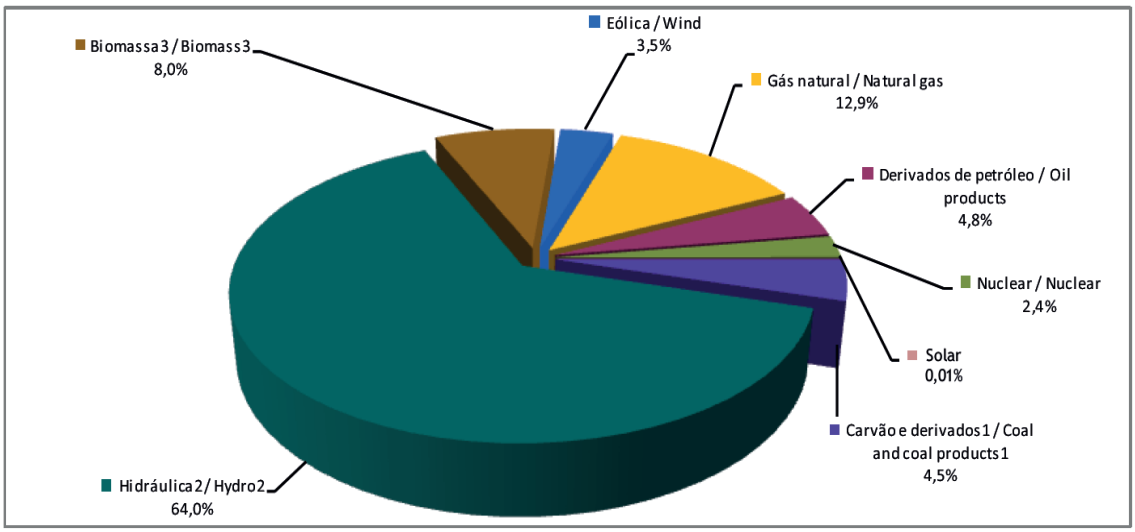
2.1.2. Geração e consumo de energia no Brasil

Em 2015, segundo o Balanço Energético Nacional - BEN, (BRASIL; MME; EPE, 2016a), a geração de energia no Brasil alcançou 581,5 TWh, considerando centrais de serviço, com 83,4% da geração total, e autoprodutores. A hídrica, matriz renovável, é a principal fonte de geração de energia elétrica no País, com 64% (Figura 03). No entanto, a oferta desta fonte, devido a condições hidrológicas desde 2012, vem sendo reduzida. A dependência externa de energia, incluindo o petróleo, representa 7,1% (BRASIL; MME; EPE, 2016a).

Atender grande parte da demanda de energia primária com energia renovável faz com que o setor de energia brasileiro seja um dos menos intensivos em carbono do mundo; mesmo tendo sua demanda dobrada desde 1990 (BRAZIL..., acesso em 11 jun. 2017). País parceiro da IEA (*International Energy Agency*) desde 2006, o Brasil, por meio de sua política de energia, possui ações que estão bem relacionadas com alguns dos desafios urgentes no mundo, como por exemplo, o Programa luz para todos, lançado em 2003, com a meta de levar acesso às áreas excluídas de energia elétrica no meio rural. Estão sendo beneficiadas escolas, residências, quilombos, comunidades ribeirinhas e indígenas, entre outros (PROGRAMA LUZ..., acesso em 11 jun.2017). Em 2015 acumulava 3.258 mil ligações realizadas pelo programa desde sua criação, sendo 58 mil somente no anho de 2015. (BRASIL; MME; EPE, 2016b).

O racionamento energético do País em 2001 também foi responsável por várias iniciativas visando eficiência energética, como a Política Nacional de Conservação de Energia (BRASIL, 2001a), e o Procel Edifica, onde agentes de vários setores trabalham juntos promovendo o uso racional de energia elétrica em edificações.

Figura 03 – Gráfico com a participação de cada fonte na oferta interna de energia elétrica[3].



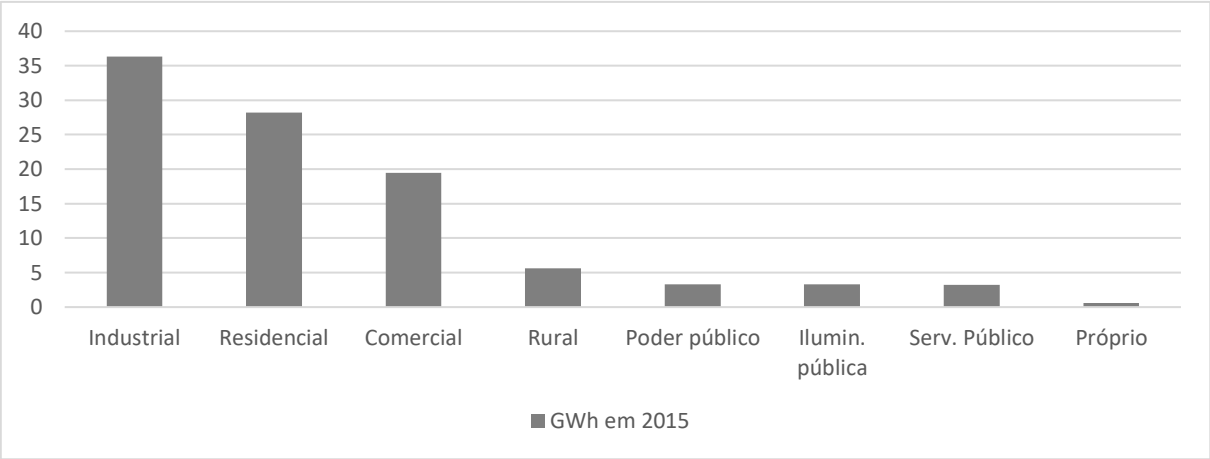
Fonte: BRASIL; MME; EPE (2016a).

Conforme o Anuário Estatístico de Energia Elétrica (BRASIL; MME; EPE, 2016b), em 2015 os setores de comércio, público, serviços e residencial representaram juntos mais de 50% do total do consumo do País. Sendo 28,2% referente ao setor

[3] Nota sobre a Figura 03: No percentual de carvão e derivados inclui gás de coqueria, na fonte hidráulica está computada a importação de eletricidade e em biomassa estão incluídos bagaço de cana, lenha e outras recuperações.

residencial, o maior entre eles (Figura 04). Lamberts, Dutra e Pereira (2014) afirmam que é nesses setores em que há maior influência do planejamento das construções, havendo considerações efetivas no âmbito de eficiência energética nas edificações.

Figura 04 – Gráfico com o consumo (GWh) de energia elétrica por classe em 2015 no Brasil.



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados da tabela 3.3 do Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2016 (BRASIL, MME e EPE, 2016b).

2.1.2.1. Legislação em eficiência energética em edificações

O aumento da população, desenvolvimento da tecnologia, impactos ambientais e crises energéticas tem impulsionado pesquisas e medidas preventivas no campo da eficiência energética, ou seja, em atividades que buscam otimizar o uso de fontes de energia. Segundo o glossário do Portal Procel Info (acesso em 13 jun. 2017), eficiência energética consiste em fornecer a mesma quantidade de valor energético com menos energia.

As primeiras normas de eficiência energética em edificações ocorreram com a crise do petróleo, em 1970. Principalmente os países desenvolvidos incentivaram programas e implantação de normas visando a redução do consumo de energia elétrica. A Norma americana *Standard 90* (*Energy Conservation in New Building Design*) influenciou vários países, inclusive o Brasil. Além disso, em 1997, com o Protocolo de Quioto, muitos países revisaram suas leis visando a regulação da emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa. (KONIGAMI, 2011).

As primeiras Leis brasileiras pertinentes à eficiência energética em edificações foram publicadas durante o racionamento de energia elétrica em 2001, como a Lei 9.991 e a Lei 10.295.

- Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000 e suas alterações (Lei regulamentada pelo Decreto nº 3.867, de 16.07.2001): realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica (BRASIL, 2000). Em 2016, a Lei 13.280, que altera a Lei 9.991, passa a destinar 20% dos recursos para eficiência energética das empresas de energia elétrica ao Procel (BRASIL, 2016a).
- Lei 10.295, 17 de outubro 2001, Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (regulamentada pelo Decreto nº 4.059, 19 de Dez de 2001): dispõe sobre a Política nacional de conservação e uso racional de energia, além de outras providências. (BRASIL, 2001a). Através deste decreto, foram criados o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE) e, especificamente para edificações, o Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País (GT-Edificações) para propor, com foco em eficiência energética de edificações, procedimentos para avaliação, indicadores técnicos referenciais para certificação e requisitos técnicos para projetos que atendam aos indicadores (BRASIL, 2001c).

Em 2011, com o objetivo de apresentar as projeções de eficiência energética para o país de 2010 a 2030, foi apresentado o Plano Nacional de Eficiência Energética pelo Ministério de Minas e Energia. Tal plano possui premissas e diretrizes envolvendo órgãos governamentais, empresas e diversos setores da sociedade (BRASIL; MME, 2011).

Em 17 de abril de 2012, a Resolução Normativa Nº 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL estabeleceu condições gerais para o acesso de micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e de compensação de energia elétrica (ANEEL, 2012). Tal Resolução possui alterações dadas pelas Resoluções 517, 687 e 786, também da ANEEL (ANEEL, 2012; ANEEL, 2015; ANEEL, 2017). Assim, o consumidor pode gerar energia elétrica através de fontes renováveis e fornecer o excedente para a rede de distribuição local.

A Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI), do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MPOG), em 21 de janeiro de 2014, através da Instrução Normativa STLI Nº 2/2014, torna obrigatória a etiquetagem de edificações

públicas federais com área superior a 500m². Dispõe sobre regras e o uso da ENCE nos projetos e construções dessas edificações, novas ou que recebam reformas que alterem seus sistemas de iluminação, condicionamento de ar ou sua envoltória. (BRASIL; MPOG; SLTI, 2014).

Em 16 de setembro de 2010, através da lei nº 9.531, foi instituída no Estado do Espírito Santo, a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC). Entre suas disposições, está o incentivo às práticas sustentáveis na construção civil, da concepção projetual à finalização da obra (ESPÍRITO SANTO, 2010). Na capital do Espírito Santo, Vitória, a Lei nº 8.947, de 16 de maio de 2016, dispõe sobre a política de eficiência energética e sustentabilidade neste município. Entre suas diretrizes e estratégias, estão fomentar o uso de fontes renováveis de energia em edificações e estabelecer critérios em obras (construção e reforma) de edifícios públicos que visem consumo eficiente e racional de recursos materiais. Menciona ainda que o município poderá conceder desconto no Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana - IPTU em edificações com determinada classificação na ENCE (VITÓRIA, 2016). Ver Anexo A.

2.1.2.2. Legislação Urbana Municipal

A Constituição Federal Brasileira de 1988 determina no seu artigo 21, inciso XX, a responsabilidade da União na instituição de diretrizes gerais para o desenvolvimento urbano. Seus artigos 182 e 183 dispõem sobre a Política de Desenvolvimento Urbano, a ser executada pelo poder público municipal. A Lei nº 10.257 de 2001, Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001b), é regulamentadora desses dois artigos. Através da gestão democrática por meio da participação da população e da cooperação entre os governos, iniciativa privada e demais setores da sociedade, busca a garantia do direito a cidades sustentáveis.

Desta forma, os poderes públicos de alguns municípios brasileiros, como Curitiba (PR), Belo Horizonte (MG), Manaus (AM), Recife (PE), Salvador (BA) e São Carlos (SP), através de desconto percentual no valor do IPTU, estão incentivando a adoção de práticas sustentáveis pela população, como instalar sistemas de captação de água de chuva e reuso de água na edificação, construir cobertura vegetal, garantir no terreno áreas permeáveis maiores do que as exigidas pela legislação local, instalar

placas fotovoltaicas para captação de energia solar e plantar árvores na frente da residência.

A Prefeitura Municipal de Salvador, por exemplo, com o objetivo principal de estimular práticas sustentáveis em empreendimentos imobiliários, instituiu em 2015 o IPTU Verde, programa de certificação sustentável em edificações (SALVADOR, 2015). Os descontos são proporcionais a quantidade de pontos obtidos pelo total de ações e práticas de sustentabilidade. Apresentar nível A de eficiência na envoltória de acordo com o Procel atinge 15 pontos, enquanto o nível C atinge somente 5 pontos.

Em Vitória, ES, como mencionado na seção 2.1.2.1 desta dissertação, através da Lei nº 8.947, de 16 de maio de 2016, dispõe que o município poderá conceder desconto no IPTU, por um determinado período. Poderão ser beneficiadas as edificações novas com classificação mínimo B e as existentes mínimo C na ENCE[4], edificações que geram energia de acordo com a Resolução nº 482/2012 a ANEEL e as que possuem sistemas de aquecimento solar de água (VITÓRIA, 2016). Ver Anexo A. Na Região Metropolitana da Grande Vitória, a Lei municipal nº 4.864, de 30 de dezembro de 2009, de Vila Velha (ES), concede descontos aos contribuintes que conservarem suas calçadas e possuírem árvores em frente ao seu imóvel (VILA VELHA, 2009).

Ainda considerando o Estatuto das Cidades, é também papel das políticas públicas e suas leis a garantia de edificações mais eficientes. Os municípios devem possuir instrumentos de planejamento urbano, tal como o Plano Diretor Municipal (ou Urbano) e o Código de obras e edificações, que são diretrizes para melhor organização dos espaços na cidade, considerando conforto e qualidade a seus usuários. Vitória (ES), desde 1984 possui o Plano Diretor Urbano - PDU para nortear as questões urbanísticas da cidade; a cada 10 anos ele deve passar por revisões. O PDU vigente no município é a Lei Municipal 6.705/06 (VITÓRIA, 2006). Para questões edilícias, o Código de Edificações vigente é a Lei Municipal nº 4.821/98 (VITÓRIA, 1998).

Segundo Souza (2015), os códigos de edificações brasileiros foram instituídos para adequar as necessidades da evolução da sociedade ao ambiente urbano, sendo o objetivo principal garantir a salubridade e segurança nos edifícios. Suas revisões ficam

[4] Na seção 2.1.4.1. desta dissertação será abordado o processo de classificação de edificações pelo PBE Edifica.

a critério de cada município, tornando-se algumas vezes defasados com relação às novas tecnologias e normas. Souza (2015) identificou que não é diferente com o Código de obras de Vitória e sugere revisões com foco em edificações sustentáveis. Observou iniciativas pontuais, como a Lei 8354/2012 que dispõe sobre a obrigatoriedade da medição individualizada de água em edificações multifamiliares residenciais (VITÓRIA, 2012) e a Lei 7.989/10 (VITÓRIA, 2010) que dispõe sobre a obrigatoriedade de utilização de dispositivos de controle de redução de água, pelos próprios órgãos públicos municipais.

No que tange a medição individualizada do consumo de água em Unidade Habitacional Autônoma (UH) no município de Vitória, desde 1999 é obrigatória: a Lei 4857/99 instituiu a obrigatoriedade de instalações hidráulicas que permitam a medição isolada do consumo de água nos “projetos de edificação de prédios de apartamentos” (VITORIA, 1999, p. 1). Vale ressaltar que em 12 de julho de 2016, a Lei federal 13.312 torna obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais brasileiras, passando a valer em 5 anos após sua publicação oficial (BRASIL, 2016b).

Para auxiliar os municípios na elaboração e atualização dos seus Códigos de Obras e Edificações, o Procel Edifica lançou um guia técnico disponível gratuitamente, fruto de uma parceria Eletrobras Procel e Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM. O guia traz informações que provocam a reflexão sobre a interação dos procedimentos de gestão local com eficiência energética, fornecendo a cada município a possibilidade de adaptação dos procedimentos a sua realidade (IBAM/DUMA; ELETROBRAS/PROCEL, 2012).

2.1.2.3. Normas ABNT

Desde 1940, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é responsável pela elaboração de normas técnicas brasileiras (ABNT NBR). São consideradas referências idôneas na disseminação de metodologias e processos (ABNT, 2011). Apresentam informações pertinentes em se tratando de eficiência energética de edificações. Entre elas destacam-se:

- ABNT NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008. Instalações elétricas de baixa tensão (ABNT, 2008a).

- ABNT NBR 15215:2005. 4 partes. Iluminação natural (ABNT, 2005a).
- ABNT NBR 15220:2005. 5 partes. Desempenho térmico de edificações (ABNT, 2005b; ABNT, 2005c; ABNT, 2008b).
- ABNT NBR 16401-1:2008. 3 partes. Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários (ABNT, 2008c).
- ABNT NBR ISO 50001:2011. Sistemas de gestão da energia — Requisitos com orientações para uso. (ABNT, 2011).
- ABNT NBR 15575:2013. 6 partes. Edificações habitacionais — Desempenho (ABNT, 2013a).
- ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. 1 parte. Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior. Esta Norma especifica os requisitos de iluminação para locais de trabalho internos e os requisitos para que as pessoas desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança durante todo o período de trabalho. Substitui a 5413 – cancelada (ABNT, 2013d).
- ABNT NBR 10899:2013. Energia Solar Fotovoltaica – Terminologia (ABNT, 2013e).

2.1.3. Eficiência energética em edificações residenciais

Como mencionado na seção 2.1.2 deste capítulo, o setor residencial é um dos maiores consumidores de energia elétrica no Brasil (BRASIL, MME e EPE, 2016b). Com o incremento do Procel e a Lei de Eficiência Energética (BRASIL, 2001a), houve redução no consumo de energia nos edifícios, em especial nas residências. No entanto, estima-se um potencial na otimização de energia com implementação de ações eficientes, por exemplo, nos sistemas de iluminação e ar condicionado e intervenções arquitetônicas, sobretudo com o Procel Edifica (BRASIL; MME, 2011).

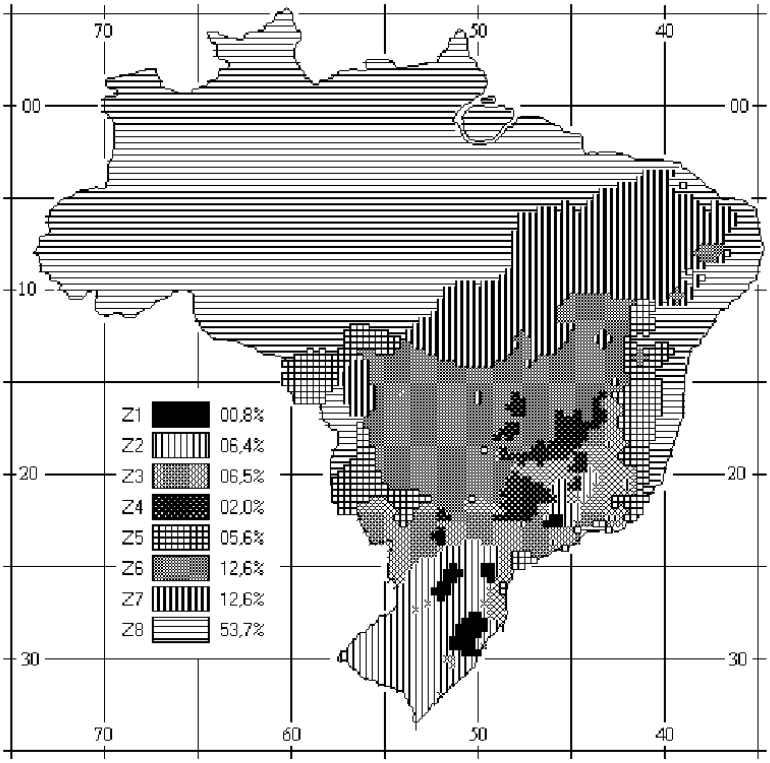
Além da adoção de aparelhos e equipamentos classificados pelo programa brasileiro de etiquetagem, PBE, vale ressaltar a importância das tomadas de decisão quanto a edificação em seu planejamento. Estratégias de projeto arquitetônico, decisões no projeto estrutural, processos construtivos e especificação de materiais e tecnologias devem ser considerados no âmbito do ciclo de vida das edificações, pois estas são construídas para serem utilizados por décadas, e após o início de sua obra, melhorias do ponto de vista de eficiência energética, tornam-se mais difíceis de serem

implantadas. Neste intuito, a seguir são abordadas estratégias de projeto, principais energias limpas aplicáveis em residências e métodos de avaliação ambiental.

2.1.3.1. Estratégias de Projeto

Goulart (2007a) relata que o uso de recursos climáticos locais é princípio básico para obter edifícios energeticamente eficientes, sendo a classificação de regiões climáticas e o estudo do efeito do clima no projeto os principais fatores para a implementação de um código de energia em edifícios. A ABNT NBR 15220-3 estabelece um zoneamento bioclimático brasileiro, considerando oito diferentes zonas com características climáticas semelhantes (Figura 05), e apresenta diretrizes técnico-construtivas, favorecendo o condicionamento térmico-passivo, para habitações unifamiliares de interesse social com até três pavimentos (ABNT, 2005c). Conhecer a zona bioclimática (ZB), assim como o comportamento do clima no qual a edificação será implantada, deve ser premissa para projetistas, visto que se trata de uma diretriz de projeto que interfere diretamente no desempenho térmico e energético da edificação.

Figura 05 – Mapa do Brasil com o zoneamento bioclimático, de acordo com a ABNT NBR 15220-3.



Fonte: ABNT NBR 15220-3 (2005c).

De acordo com esta norma, Vitória, ES, está classificada na Zona Bioclimática 8 (ZB 8). São diretrizes construtivas para a ZB 8: aberturas com sombreamento e grandes

vãos para ventilação (> 40 % em relação a área do piso de cozinha, dormitórios e sala de estar), paredes e coberturas leves e refletoras (Tabela 01), coberturas com aberturas para ventilação em no mínimo dois beirais opostos e que ocupem toda a extensão das respectivas fachadas e ventilação cruzada permanente (durante todo o ano). Com relação às estratégias de condicionamento térmico, são recomendadas as estratégias F, I e J detalhadas na tabela 25 da ABNT NBR 15220-3 (ABNT, 2005c):

> [...] F - As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes. [...]
>
> [...] I e J - A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deveria ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos. [...] (ABNT, 2005c, p. 11 e 12).

Tabela 01 – Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa para a ZB 8, de acordo com a ABNT NBR 15220.

Vedações externas		Transmitância térmica – U W/m².K	Atraso térmico – ϕ Horas	Fator solar – FSo %
Paredes	Leve Refletora	U ≤ 3,60	ϕ ≤ 4,3	FSo ≤ 4,0
Coberturas	Leve Refletora	U ≤ 2,30 x FT	ϕ ≤ 3,3	FSo ≤ 6,5

Notas:
1) No caso de coberturas (conjunto telhado, ático[5] e forro), a transmitância térmica deve ser verificada para fluxo descendente.
2) Transmitância térmica (U) = inverso do Somatório do conjunto de resistências térmicas correspondentes às camadas de um elemento ou componente, incluindo as resistências superficiais interna e externa.
3) Atraso térmico (ϕ) = Tempo transcorrido entre uma variação térmica em um meio e sua manifestação na superfície oposta de um componente construtivo submetido a um regime periódico de transmissão de calor.
4) Fator solar (FSo) = Quociente da taxa de radiação solar transmitida através de um componente opaco pela taxa da radiação solar total incidente sobre a superfície externa do mesmo.
5) FT = fator de correção da transmitância aceitável para as coberturas da zona 8.

Fonte: Adaptado pela autora com informações das ABNT NBR 15220-1 (2005b) e ABNT NBR 15220-2 (2008b).

Foram classificadas pela ABNT NBR 15220-3, 330 cidades brasileiras, sendo a ZB 8 com maior número de cidades (99). Além de Vitória, nesta zona bioclimática - ZB estão incluídas, por exemplo, as cidades Belém, Fernando de Noronha, Fortaleza, Manaus, Recife, Rio Branco, Salvador e Rio de Janeiro. A ABNT NBR 15220-3 (2005c) ainda alerta que o condicionamento passivo, na ZB 8, não será suficiente durante as horas mais quentes.

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) explicam que os elementos e componentes de construção podem apresentar desempenhos diferentes em relação à radiação térmica

[5] De acordo com a ABNT NBR 12220-3 (2005c), o termo “ático” refere-se à câmara de ar existente entre o telhado e o forro.

incidente, que pode ser transmitida, refletida, absorvida ou reemitida para o interior da edificação. Assim, as propriedades térmicas desses elementos precisam ser consideradas. A ABNT NBR 15220-2 (2008b) apresenta métodos de cálculo da transmitância térmica, capacidade térmica, atraso térmico e fator solar. E a ABNT NBR 15220-3 (2005c) e o Anexo V do RTQ-R (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012) expõem informações sobre as propriedades térmicas de alguns materiais e componentes.

Outra norma que estabelece diretrizes construtivas considerando o desempenho térmico é a ABNT NBR 15575 (2013a), que aborda o desempenho de edifícios habitacionais. Entre várias recomendações, orienta que as janelas de dormitórios devem possibilitar o controle da entrada de luz e calor, possuindo dispositivos externos à abertura, de forma a permitir o controle do sombreamento, escurecimento e ventilação, como por exemplo, venezianas. Na ZB 8 (região nordeste e sudeste do Brasil), as aberturas de ambientes de longa permanência (dormitórios e salas) devem ser grandes: maiores ou iguais a 8% da área do piso do ambiente ao qual elas servem. Essa norma estabelece um procedimento normativo com desempenho térmico mínimo em edificações, apresentando alguns indicadores diferentes da ABNT NBR 15220 (Tabela 02).

Tabela 02 – Transmitância térmica (U), absortância (α) e capacidade térmica (CT) para cada tipo de vedação externa para a ZB 8, de acordo com a ABNT NBR 15575.

Vedações externas	Transmitância térmica – U W/m².K	Capacidade Térmica - CT kJ/(m².K)
Paredes	Se α ≤ 0,6 então U ≤ 3,70	Sem requisito.
	Se α > 0,6 então U ≤ 2,50	
Coberturas	Se α ≤ 0,4 então U ≤ 2,30 x FT	
	Se α > 0,4 então U ≤ 1,50 x FT	

Notas:
1) α é absortância solar da superfície externa na parede, sendo absortância o quociente da radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície.
2) Capacidade Térmica (CT) é a quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema em kJ/(m².K).

Fonte: Adaptado pela autora com informações das ABNT NBR 15575-1 (2013a), ABNT NBR 15575-4 (2013b) e ABNT NBR 15575-5 (2013c).

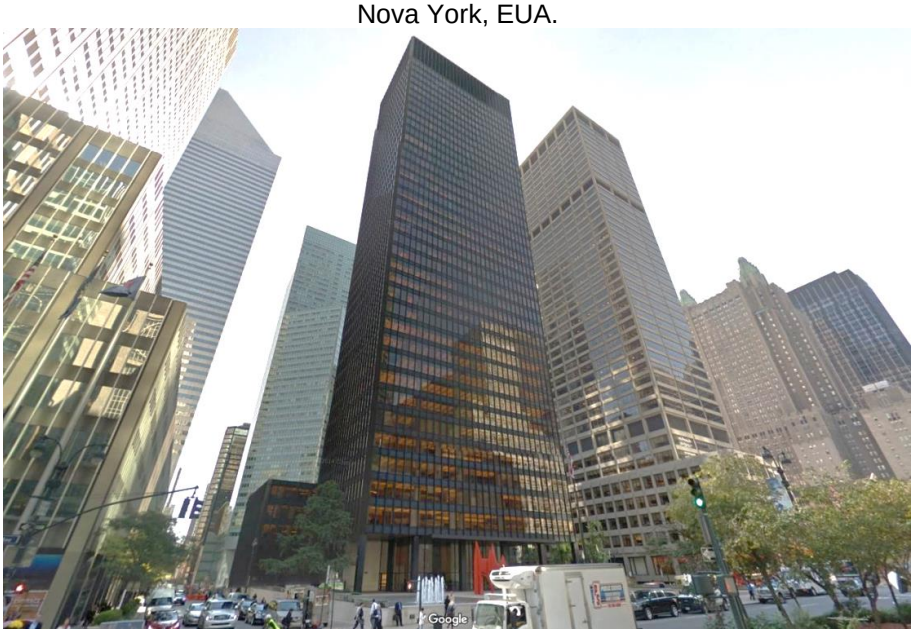
Segundo a ABNT NBR 15220-1 (2005b), uma ZB é uma região geográfica homogênea quanto aos dados climáticos que interferem nas relações entre o conforto humano e o espaço edificado. Desta forma, considera-se arquitetura bioclimática como aquela que se preocupa em utilizar os recursos ambientais, analisando características do clima local e aspectos de sustentabilidade nas construções, com vistas na otimização do consumo de energia.

> O termo bioclimático reúne em si mesmo uma relação entre o fator humano e o ambiente externo. A arquitetura funciona como um intermediador entre o homem e o meio, buscando conforto para os usuários por meio da adaptação do espaço construído aos condicionantes climáticos locais, numa relação de respeito e interatividade (FERNANDES, 2009, p. 27).

Matos (2012) e Lamberts, Dutra e Pereira (2014) alertam que a partir da Revolução Industrial, final do século XIX, e com o processo de industrialização, surgem novos materiais e tecnologias, como o concreto armado e o aço. Com a energia elétrica, os sistemas artificiais de iluminação e condicionamento térmico, passaram a permitir aos projetistas a desconsiderar técnicas de conforto ambiental. No período entre guerras e como vertente do Movimento Moderno (Século XX) na Arquitetura, surge o Estilo Internacional liderado por Mies Van Der Rohe. Edifícios com cortinas de vidro tornam-se um ícone, criando um padrão globalizado, independentemente das diferentes regiões climáticas (Figura 06).

Como consequências, há excessivo ganho lumínico e térmico, a depender da zona bioclimática e orientação solar na qual o edifício foi implantado. Além disso, as temperaturas altas e o uso inadequado da insolação precisam ser corrigidas com a instalação de tecnologias dispendiosas como condicionamento de ar e iluminação artificial. As decisões em se planejar e construir “edifícios estufas” acarretam em demasiados consumos de energia; porém, com os cenários das crises energéticas e mudanças climáticas, tem se desenvolvido o resgate aos conceitos de arquitetura aliada ao clima.

Figura 06 – Edifício *Seagram Building* projetado por Ludwig Mies Van der Rohe e Philip Johnson, em Nova York, EUA.



Fonte: Imagem do *Google Earth* atualizada em ago. 2015 (acesso em nov. 2015).

O Movimento Moderno também apresentou outra vertente, onde eram considerados como premissas de projeto os aspectos climáticos. Le Corbusier propôs os cinco pontos da nova arquitetura: pilotis, terraço-jardim, planta livre, fachada livre e janelas na horizontal, além do modulor. O edifício do Ministério da Educação e Saúde, Palácio Gustavo Capanema (Figura 07), no Rio de Janeiro, foi um marco fundamental na arquitetura brasileira, sobretudo pela participação de Le Corbusier na assessoria à equipe de arquitetos liderada por Lúcio Costa. O terreno, a implantação no terreno, a orientação solar e a ventilação constante e cruzada foram considerados na elaboração do projeto. A fachada sudeste recebe raios solares diretos em alguns dias no ano e fora do horário de trabalho, assim, foi dotada de grandes caixilhos de vidro. A face oposta, no entanto, foi protegida por brises (*brise-soleil*) moveis e horizontais (BRUAND, 1999).

Figura 07 – Edifício Palácio Gustavo Capanema (RJ). À esquerda, fachada sudeste “sol da manhã” e à direita, fachada oposta “sol da tarde”.

Fonte: Imagens do *Google Earth* atualizada em nov. 2014 (acesso em nov. 2015).

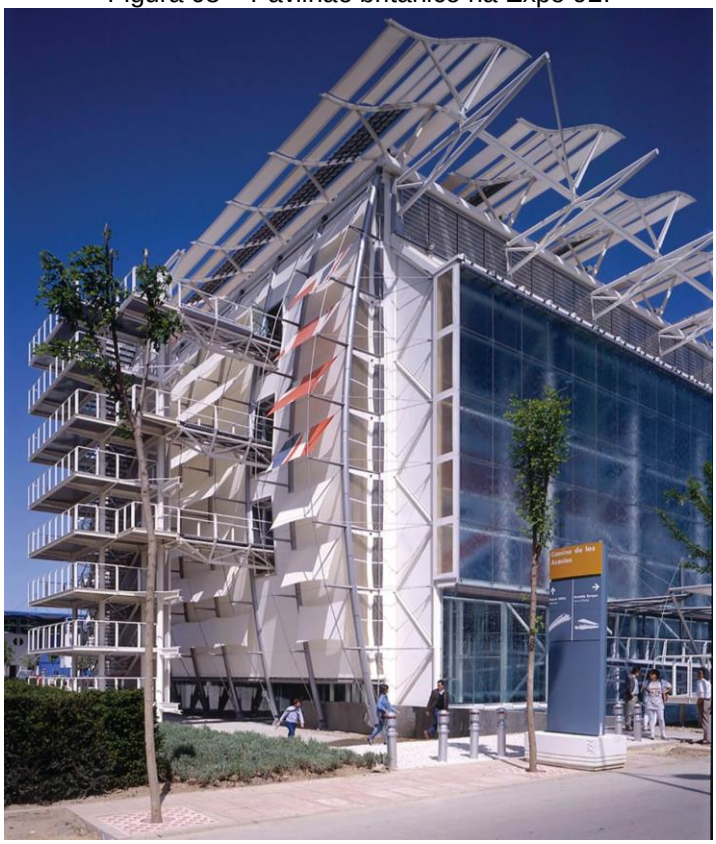
Arquitetos como Le Corbusier, Lúcio Costa e Lelé (João Filgueiras Lima) trabalhavam o controle da incidência solar no edifício, uso de iluminação indireta natural, *brise-soleil*, cobogós (elementos vazados), ventilação cruzada, entre outros elementos capazes de promover conforto térmico e lumínico naturalmente na maior parte do dia. Matos (2012) reforça que é na envoltória que o arquiteto consegue interferir com maior eficiência, devido a sua influência com conforto térmico interno.

A tomada de decisão sobre a aplicação de estratégias bioclimáticas, e consequentemente de eficiência energética, é realizada sobretudo na fase de planejamento e projeto da edificação. O Ministério do Meio Ambiente – MMA e o

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, trabalham juntos no Projeto 3E (Eficiência energética em edificações), cujo objetivo principal é desenvolver e influenciar o mercado de eficiência energética em edificações. Uma de suas ações é a plataforma nacional com soluções para se projetar edifícios eficientes e de acordo com a ZB de sua área de implantação (PROJETEEE..., acesso em 17 set. 2017). A expectativa dos colaboradores, entre eles o LabEEE, é a contribuição para o desenvolvimento de ações sustentáveis logo no início do planejamento da edificação.

Assim, o termo arquitetura sustentável surge a partir dos anos 90, principalmente após o Protocolo de Montreal, de Kyoto, Eco 92 e com a Agenda 21, e vem ganhando força com exemplos da arquitetura contemporânea (como o pavilhão britânico da Expo 92 em Sevilha, Espanha, e as obras de arquitetos como Severiano Porto) e com o cenário atual sobre a necessidade de alcançar eficiência energética nos vários setores industriais (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Figura 08 – Pavilhão britânico na Expo 92.



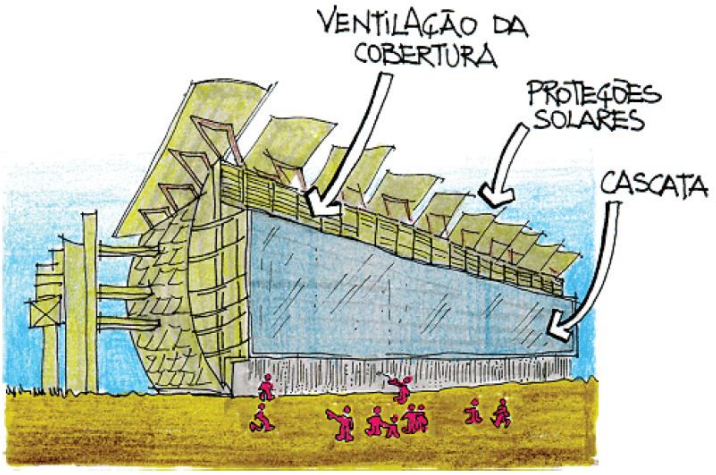
Fonte: BRITISH PAVILION... (acesso em 15 de nov. de 2017).

O pavilhão (Figura 08) que representou a Grã-Bretanha na Expo 92, em Sevilha, na Espanha, foi concebido pelo escritório Grimshaw. O projeto contou com fachadas retilíneas revestidas com materiais que colaboraram com o conforto térmico interno,

mesmo com o clima tipicamente quente de Sevilha. Uma parede de água de 65 metros na entrada do pavilhão (fachada leste) permitiu um resfriamento passivo para a vidraça e o ambiente. Em contraste com a fachada escultural da água, a parede oeste foi formada por uma espécie de escudo que protegia a edificação do sol da tarde. As fachadas norte e sul e o telhado introduziram luz filtrada e suave no pavilhão através de tecido de poliéster revestido de PVC, esticados entre mastros de aço e equipamentos (BRITISH PAVILION..., acesso em 15 de nov. de 2017).

Além disso, a instalação de proteções solares, aberturas para ventilação na cobertura e da cascata na fachada leste (Figura 09), contribuíram para que o pavilhão consumisse apenas um quarto da energia elétrica que seria necessária se fosse climatizado artificialmente (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Figura 09 – Desenho indicando algumas estratégias bioclimáticas aplicadas no Pavilhão britânico na Expo 92.



Fonte: Lamberts, Dutra e Pereira (2014).

2.1.3.2. Principais Energias Limpas aplicáveis em residências

O CBCS, Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, (2015) explana que as fontes renováveis de energia hidráulica, solar e eólica são complementares, pois quando há muito sol e vento, não costuma chover, e vice-versa. Ressalta ainda que é possível incorporar as duas últimas à edificação com ganho na redução de custos e impactos com linhas de transmissão e redes de distribuição. Além disso, o consumidor possui uma energia mais estável, por ser produzida próxima a fonte de consumo. A energia solar é aplicável em todo o país, pois há vasta insolação. As placas solares podem ser instaladas em coberturas e fachadas. Para a instalação da energia eólica é necessário consultar o Atlas do potencial eólico brasileiro (AMARANTE *et al.,* 2001)

e principais rotas de pássaros. Em ambos os casos, devem haver projetos elaborados por profissionais capacitados e de acordo com normas, e procedimentos técnicos e legislação vigente.

Uma edificação pode receber o benefício da energia solar principalmente de três formas: passiva (com técnicas de arquitetura bioclimática), no sistema de aquecimento solar de água (SAS) e com a produção de energia através de módulos fotovoltaicos. A energia solar passiva (Figura 10) provém da análise do comportamento dos raios solares e orientação solar face aos elementos arquitetônicos, como partido bioclimático e materiais e processos construtivos especificados, atuando no desempenho térmico da edificação. São recomendadas técnicas de inércia térmica para aquecer ou resfriar os espaços internos da edificação. Estratégias de projeto, conforme descrito na seção 2.1.3.1, são utilizadas.

Figura 10 – Exemplo de estratégia de aquecimento solar passivo.

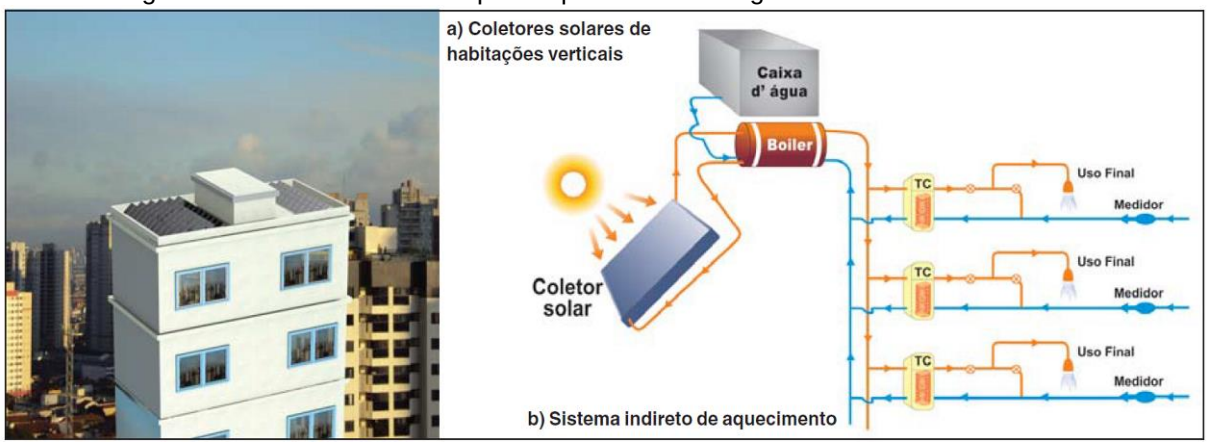
Fonte: John e Prado (2010).

O sistema de aquecimento solar de água (Figura 11) possui a vantagem de não apresentar custo para o aquecimento da água, havendo os custos de instalação e manutenção do sistema. As placas solares devem estar orientadas para o norte geográfico e com inclinação dez graus a mais que a latitude local (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Além de procedimentos técnicos e legislação vigente, o projeto e a instalação do SAS devem estar de acordo com as normas ABNT NBR 15569, Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação (ABNT, 2008d), ABNT NBR 15747-1, Sistemas solares térmicos e seus componentes - Coletores solares (ABNT, 2009), ABNT NBR 5626, Instalação predial de água fria (ABNT, 1998), ABNT NBR

7198, Projeto e execução de instalações prediais de água quente (ABNT, 1993); além das normas referentes ao aquecimento auxiliar de água (*backup*), sendo ABNT NBR 5410 (ABNT, 2008a) e 5419 (ABNT, 2015) se for elétrico e ABNT NBR 13103 (ABNT, 2013f) se for à gás.

Figura 11 – Coletores solares para aquecimento de água em edifício multifamiliar.



Nota: TC = Trocador de calor. Utilizado em sistema de aquecimento solar em circuito indireto, uma das configurações para o projeto de um sistema de aquecimento solar de água.

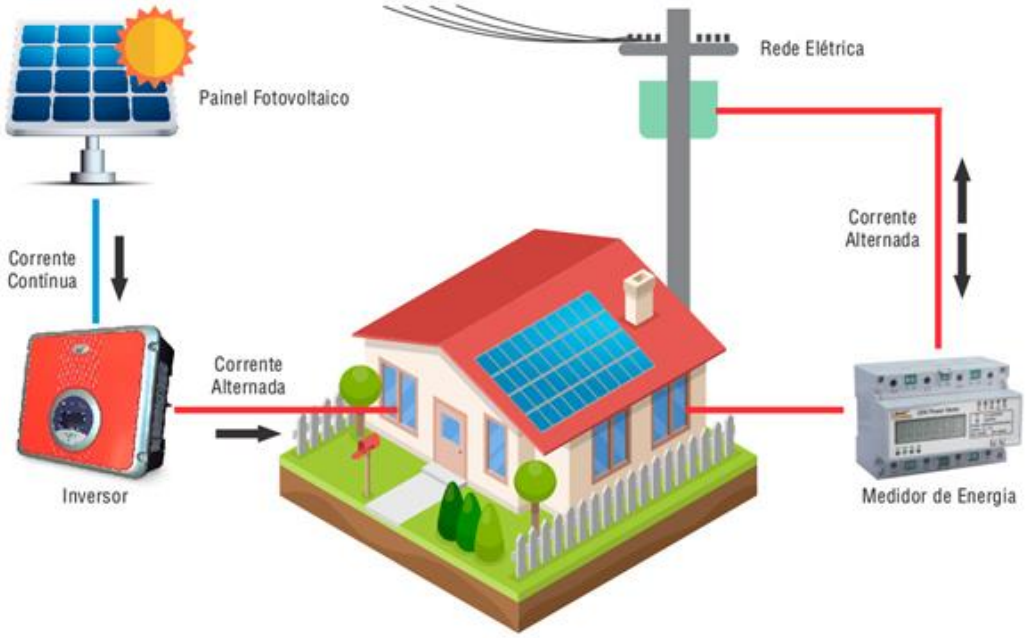
Fonte: John e Prado (2010).

Segundo John e Prado (2010), a energia solar fotovoltaica (Figura 12) é a conversão da energia solar em energia elétrica pelas placas fotovoltaicas. Apresentam curtos prazos de instalação, baixa manutenção e elevado grau de confiabilidade dos sistemas. Representam uma fonte silenciosa, não poluente e renovável de energia elétrica. Para suprir a demanda à noite ou quando a geração solar não atende, pode-se acumular a energia em um banco de baterias ou interligar o sistema à rede elétrica pública, como um gerador em paralelo às centrais geradoras elétricas convencionais. Nesse caso, deve ser observada a Resolução Normativa Nº 482 da ANEEL, de 17 de abril de 2012, sobre micro e minigeração distribuída, conforme mencionado na seção 2.1.2.1 deste capítulo.

Devem ser observadas também as normas ABNT NBR sobre eletricidade (ABNT 2008a; ABNT 2015), a ABNT NBR 11704, Sistemas fotovoltaicos - Classificação (ABNT, 2008e), a ABNT NBR 10899, Energia solar fotovoltaica – terminologia (ABNT, 2013e), a ABNT NBR 16149, Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição. (ABNT, 2013g), a ABNT NBR 16150, Sistemas fotovoltaicos (FV) — Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição — Procedimento de ensaio de conformidade (ABNT, 2013h) e a ABNT NBR 16274, Sistemas fotovoltaicos conectados à rede — Requisitos

mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho (ABNT, 2014).

Figura 12 – Esquema de instalação com painéis solares fotovoltaicos interligados à rede elétrica.



Fonte: Portal Celesc (NOTÍCIAS CELESC..., acesso em 17 set. 2017).

Silva (2015) investigou a eficiência energética de um conjunto habitacional com a utilização de placas fotovoltaicas, em Canoas (RS). Observou que o consumo energético de uma residência depende, em boa parte, das características construtivas da edificação e dos hábitos de consumo dos seus usuários. A utilização do sistema com painéis solares apresentou-se eficiente, caracterizando uma economia entre 50% e 57%.

John e Prado (2010) explicam que a energia eólica transforma a energia cinética dos ventos, por meio de aerogeradores, em energia elétrica. Pode ser incorporada em pequenos empreendimentos, sítios e residências, geralmente com uma turbina. No caso de fazendas eólicas são dezenas a centenas de turbinas, a depender da capacidade instalada.

Procedimentos técnicos, legislação vigente e normas ABNT como a ABNT NBR IEC 61400-21, Turbinas eólicas - Parte 21: Medição e avaliação das características da qualidade da energia de aerogeradores conectados à rede (ABNT, 2010), devem ser consultados. Pode-se fazer também a associação da produção de energia eólica com a solar (Figura 13). Assim como a solar, pode-se interligar o sistema à rede elétrica pública ou acumular a energia em um banco de baterias.

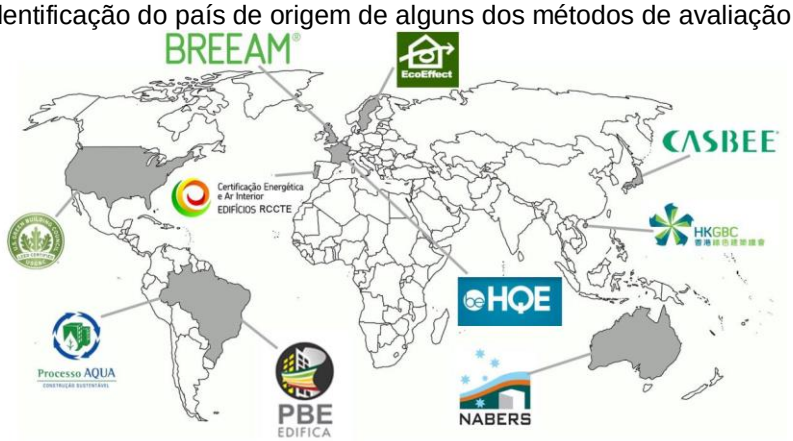
Figura 13 – Sistema combinado de fontes de energia limpa solar e eólica em um condomínio residencial no bairro Novo Campeche, Florianópolis (SC).

Fonte: SOBRE o NEO... (acesso em 18 jun. 2017).

2.1.3.3. Métodos de avaliação ambiental

Sobreira e outros (2007) explicam que certificações ambientais ou selos verdes atestam o cumprimento de protocolos de construção objetivando garantir menor impacto ambiental e menor consumo de energia para as edificações construídas. Relatam ainda que nos anos 90, Estados Unidos da América (EUA), Canadá e alguns países da Europa apresentaram as primeiras metodologias de avaliação de edificações. Hoje, vários países trabalham em seu próprio método, devido também à valorização das certificações ambientais perante a sociedade. Destacam-se atualmente no Brasil o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) - Estados Unidos da América, e os nacionais Procel (abordado na seção 2.1.4), Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal e o Processo AQUA-HQE™ – parceria Brasil e França. (Figura 14).

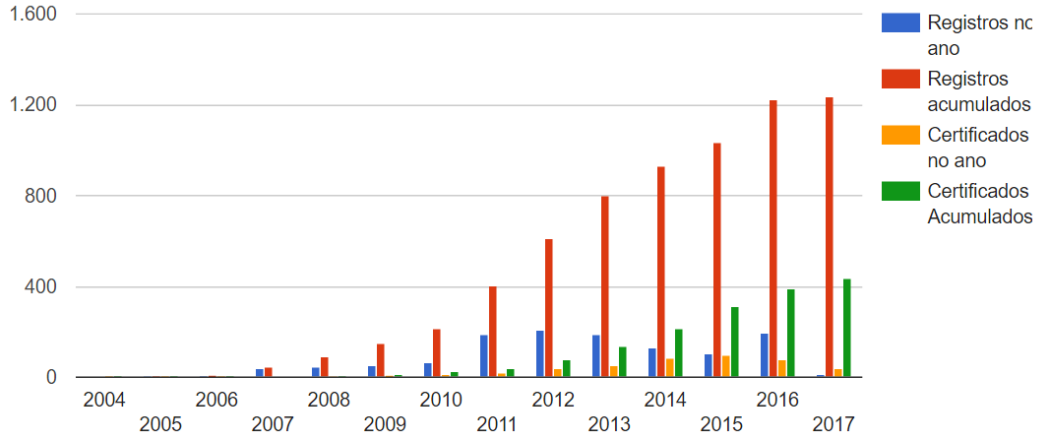
Figura 14 –Identificação do país de origem de alguns dos métodos de avaliação ambiental.



Fonte: Pagani (2015).

Elaborado pela USGBC (*United States Green Building Council*) nos Estados Unidos da América, em 1998, o Sistema de certificação LEED chegou ao Brasil pela *Green Building Council* Brasil, apresentando crescente aceitação no mercado da construção civil (Figura 15). Trata-se do 4º país com maior número de registro: em 2017 são 433 certificados acumulados (GRÁFICOS, acesso em 20 jun. 2017).

Figura 15 – Registros e Certificações LEED no Brasil.



Fonte: Gráficos... (acesso em 20 jun. 2017).

De acordo com Certificação... (acesso em 22 jun. 2017), são 8 dimensões a serem avaliadas nas edificações: localização e transporte, espaço sustentável, eficiência do uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação e processos e créditos de propriedade regional. Todas possuem práticas obrigatórias (pré-requisitos) e recomendações que quando atendidas garantem pontos à edificação. O nível da certificação é definido de acordo com a pontuação atingida, podendo variar de 40 pontos, nível certificado, a 110 pontos, nível platina, conforme Figura 16. Os projetos no Brasil com o Selo Procel de edificações não necessitam de outro modelo de energia para alcançar uma das práticas obrigatórias do LEED (EQUIVALÊNCIA..., acesso em 22 jun. 2017).

Figura 16 – Nível de classificação do sistema LEED de acordo com a pontuação atingida.

Fonte: Portal GBC Brasil (acesso em out. 2015).

Em 2008 a Fundação Vanzolini lança o AQUA (Alta Qualidade Ambiental): um processo de certificação ambiental com base no Francês HQE™ (*High Quality Environment*), de 1947. Essa metodologia brasileira tem o objetivo de avaliar e certificar empreendimentos com alta qualidade ambiental. Em 2014, em parceria com o HQE™, o Processo AQUA passa a ser o Processo AQUA-HQE™, com o objetivo de alcançar mercados internacionais e mais competitividade no mercado interno (CERTIFICAÇÃO AQUA-HQE, acesso em 22 jun. 2017).

O alcance do desempenho ambiental de edifícios abrange tanto a gestão ambiental como de razões técnicas e arquitetônicas, assim o Referencial Técnico do Processo AQUA-HQE™ traz uma metodologia estruturada em duas vertentes complementares: Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE); Qualidade Ambiental do Edifício (QAE). A certificação se baseia em 14 categorias divididas em 4 temas de interesse conforme apresenta a Figura 17. A classificação do edifício pode ser nível Base, Boas Práticas ou Melhores Práticas, dependendo das categorias alcançadas na avaliação.

Figura 17 – Quadro com as 14 categorias analisadas pelo Processo AQUA, dividida em 4 grupos de interesse.

Fonte: Portal da Fundação Vanzolini (acesso em out. 2015).

Em 2010, a Caixa Econômica Federal (CEF), em parceria com Universidades do País, lança o Selo Casa Azul Caixa, uma classificação voluntária de projetos habitacionais financiados pela CEF. O objetivo principal é reconhecer projetos que adotem soluções para edificações mais eficientes, promovendo o uso racional de recursos e melhoria da qualidade da habitação. O Selo possui categoria bronze, prata e ouro. São avaliados 53 critérios, divididos em 6 categorias: qualidade urbana, projeto e conforto,

eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água e práticas sociais. (JOHN; PRADO, 2010 e SELO..., acesso em 22 jun. 2017).

Thompson e outros (2016) analisaram 182 edificações na Região Metropolitana da Grande Vitória (ES). Desses, apenas 3 possuem certificação ambiental; sendo 2 classificados com o Selo Casa Azul Caixa e 1 com o selo LEED. Os autores concluíram que a indústria da construção civil local, e até mesmo nacional, possuem como um desafio produzir edifícios com menos impacto ambiental. As tecnologias implantadas ainda são ínfimas, sendo caminhos viáveis a implementação de políticas públicas, incentivos financeiros, capacitação de profissionais do setor, disseminação da informação e investimento em pesquisa; que juntos podem influenciar e acelerar as transformações com foco em sustentabilidade.

De acordo com Sobreira e outros (2007), em alguns casos, edificações de baixa qualidade arquitetônica (aspectos estéticos, funcionais e de conforto ambiental passivo) conseguem a certificação ambiental, mesmo sendo ineficientes, pois possuem tecnologias adicionadas à edificação, como células fotovoltaicas, reuso de água, automação, entre outros. Assim, o desenvolvimento de uma metodologia condizente com as características e cultura do local de implantação da edificação deve ser considerada.

2.1.4. Procel Edifica

Na seção 2.1.2.1. verificou-se que o Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001, regulamentou a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (BRASIL, 2001a; BRASIL, 2001c). Assim, foi criado o Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País (GT-Edificações), com o objetivo de propor requisitos técnicos, indicadores técnicos e procedimentos para avaliação da eficiência energética e certificação das edificações brasileiras.

O GT-Edificações foi instituído em 2003 sob a coordenação de um representante do MME, além de ser formado por representantes do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Ministério da Ciência e Tecnologia, Programa Nacional de Conservação de Energia (Procel), Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e do Gás Natural (Conpet), de Universidade brasileira especialista em matéria de

edificação e energia, do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea), Instituto dos Arquitetos do Brasil (IAB) e um representante da Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (BRASIL, 2001c).

O Procel existe desde 30 de dezembro de 1985, sob a coordenação do MME e execução da Eletrobras. É um programa de governo instituído para promover a conservação eficiente de energia em vários setores da economia. Promove a conscientização com o Procel Educação, a disseminação, com o Procel Info, a eficientização de equipamentos e edificações, com o Selo Procel, além de desenvolvimento tecnológico com estudos e avaliações de resultados. A escolha e uso da população brasileira por equipamentos com o selo Procel proporcionou desde 1993 (ano de sua criação) cerca de 90 mil GWh, energia suficiente para alimentar mais de 45 milhões de unidades habitacionais em um ano (ELETROBRAS, 2016; GCCE, 2017).

Para edificações, há o Procel EPP (Prédios públicos) e o Procel Edifica. Possui o objetivo de estimular o uso eficiente da energia elétrica das edificações, compreendendo construção, utilização e manutenção. Desta forma, a Eletrobras, junto ao Inmetro, também coordena tecnicamente o PBE Edifica (programa de etiquetagem). Atua em seis vertentes, sendo: capacitação humana, tecnologias, disseminação, subsídios à regulamentação, habitação e eficiência energética e suporte (marketing e financiamento). O Procel EPP, tem a intenção de abranger as esferas federal, estadual e municipal, com apoio e suporte técnico na identificação de inovações, aos agentes de governo envolvidos na administração dos edifícios, na estruturação de projetos, à normatização, entre outros (ELETROBRAS, 2016).

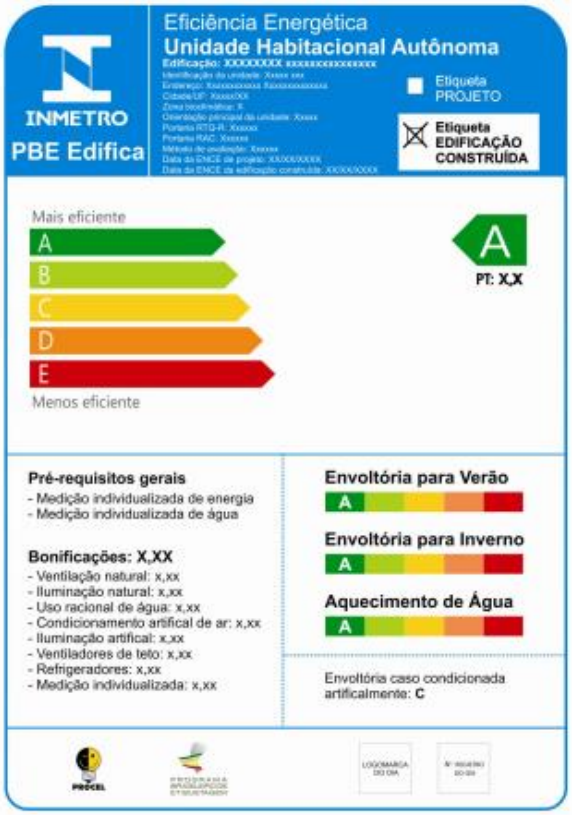
De acordo com o GCCE (2017), há ainda ações com o Procel Indústria, Procel Reluz - iluminação pública e sinalização semafórica, Procel GEM - Gestão energética Municipal e Procel Sanear - redução do consumo de energia elétrica e perdas de água em sistemas de saneamento. As ações do Procel ganharam força com a Lei 13.280, que passou a destinar ao Procel 20% dos recursos para eficiência energética das empresas de energia elétrica (BRASIL, 2016a).

2.1.4.1. PBE Edifica

O programa brasileiro de etiquetagem (PBE) engloba programas de avaliação da conformidade, informando o desempenho de produtos no âmbito da eficiência energética. Os programas do PBE contemplam desde a etiquetagem de eletrodomésticos, até veículos e edificações. Ao todo são 38 programas coordenados em parceria com o Conpet e Procel, e consequentemente pelo Inmetro e Eletrobras. Em se tratando de edificações, o PBE Edifica avalia a eficiência energética de empreendimentos e fornece a ENCE para edificações (PBE EDIFICA, acesso em 05 jul. 2017).

A etiqueta do PBE Edifica (Figura 18), que foi desenvolvida em conjunto pelo Inmetro e Eletrobras/Procel Edifica, classifica as edificações em faixas coloridas, da mais eficiente (“A”) a menos eficiente (“E”). Além disso, fornece informações pertinentes como, por exemplo, a existência de racionalização de água e de ventilação natural na edificação. O processo de etiquetagem acontece em duas etapas, nas quais são emitidas etiquetas para projeto e para a edificação construída.

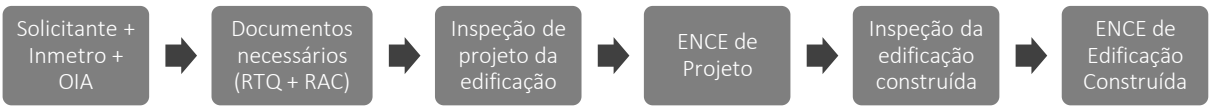
Figura 18 - ENCE de edificação construída para a categoria Unidade Habitacional Autônoma. ENCE de outras categorias podem ser consultadas no RAC.



Fonte: BRASIL, MDIC e Inmetro (2013).

Importante ressaltar que este processo não quantifica o consumo de eletricidade, mas sim, classifica o nível de eficiência energética das edificações. Essa classificação acontece de acordo com pontuações (Tabela 03) obtidas no processo de etiquetagem (Figura 19). Tal processo avalia os níveis de consumo de eficiência energética com base em regulamentação específica (RTQ-C, RTQ-R e RAC) e indicadores técnicos. Deve fazer parte um Organismo de inspeção acreditado (OIA), cuja competência é reconhecida pelo Inmetro.

Figura 19 - Esquema simplificado do processo de etiquetagem de edificações.



Fonte: Giacomin e Calmon (2016).

O RTQ é o regulamento técnico da qualidade para edificações; nele estão conceitos, definições e requisitos do processo de etiquetagem das edificações brasileiras. Para edificações comerciais, públicas e de serviços, deve ser consultado o RTQ-C (portaria do Inmetro aprovada em 2009), e para edificações residenciais deve ser consultado o RTQ-R (portaria do Inmetro aprovada em 2010). O RAC, requisitos de avaliação da conformidade para a eficiência energética de edificações, é único; possui modelos de formulários, lista de documentos e diretrizes do processo. Todos estão disponíveis no portal do PBE Edifica (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2010; BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012; BRASIL; MDIC; INMETRO, 2013; PBE EDIFICA, acesso em 05 jul. 2017).

Tabela 03 - Classificação do nível de Eficiência de acordo com a pontuação.

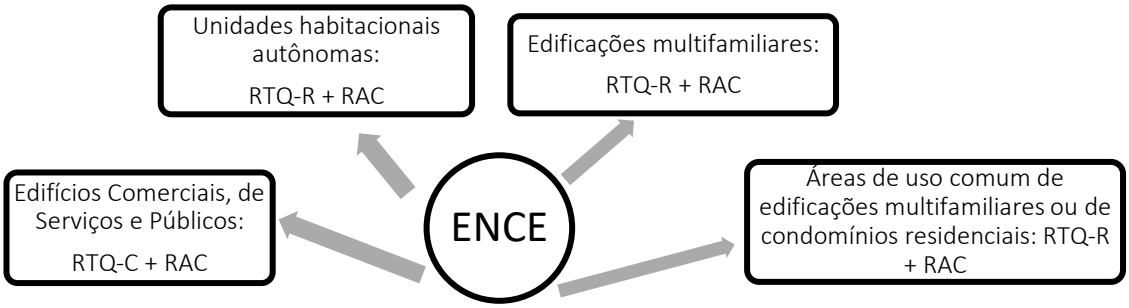
Pontuação (PT)	Nível de Eficiência	Cor correspondente na ENCE
PT ≥ 4,5	A	Verde
3,5 ≤ PT < 4,5	B	Verde Claro
2,5 ≤ PT < 3,5	C	Amarelo
1,5 ≤ PT < 2,5	D	Laranja
PT < 1,5	E	Vermelho

Fonte: Giacomin e Calmon (2016).

Podem aderir ao processo de etiquetagem PBE Edifica edifícios residenciais, comerciais, de serviços e públicos, sendo que cada categoria recebe sua ENCE específica, conforme esquema apresentado na Figura 20. De acordo com o portal do Procel Info, o processo de etiquetagem de edificações deve se tornar compulsório. Atualmente, a adesão é voluntária; exceto para os edifícios públicos federais com área superior a 500m². No entanto, a previsão é que a obrigatoriedade para edificações públicas aconteça até 2020, para comerciais e de serviços, até 2025 e para

residenciais, até 2030 (BRASIL; MPOG; SLTI, 2014; PROCEL INFO, acesso em 03 jul. 2017).

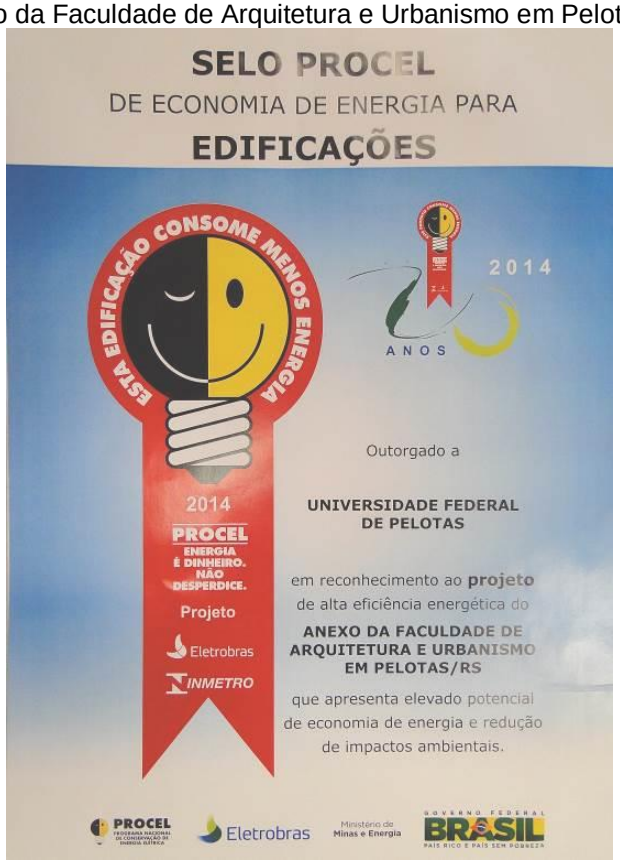
Figura 20 - As quatro categorias que recebem as etiquetas PBE Edifica.



Fonte: Giacomin e Calmon (2016).

Além da ENCE, as edificações com melhores classificações podem receber o selo Procel Edificações, que é emitido pela Eletrobras. É uma forma de identificar e premiar as edificações mais eficientes em termos de energia, e também de motivar o mercado consumidor a optar por imóveis eficientes. Em 2014, o projeto do prédio anexo a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPel (Universidade Federal de Pelotas, RS) recebeu o selo Procel Edificações, por ter alcançado ENCE A, conforme Figura 21.

Figura 21 – Certificado com o Selo Procel Edifica concedido ao projeto de alta eficiência energética do anexo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo em Pelotas (RS).



Fonte: CCS2 (acesso em dez. 2015).

O método de avaliação das edificações pode ser prescritivo ou por simulação computacional. No método prescritivo, atualmente mais utilizado pelos pesquisadores e pelos OIA (Organismo de Inspeção Acreditado), a classificação é feita através do resultado de equações que envolvem o desempenho térmico da envoltória, a zona bioclimática local, o sistema de aquecimento de água, o atendimento a pré-requisitos e a bonificações, que podem ser obtidas com racionalização de uso de água, ventilação cruzada, entre outros. Equações, parâmetros limites e tabelas, descritos nos regulamentos técnicos (RTQ-R e RTQ-C) são utilizados. Para auxiliar nos cálculos e na interpretação do método prescritivo, há manuais para cada regulamento e para o RAC, além disso, o LabEEE (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações) desenvolveu planilhas que estão disponíveis gratuitamente nos Portais do LabEEE e do PBE Edifica (ELETROBRAS/PROCEL; CB3E/UFSC, 2014a; ELETROBRAS/PROCEL; CB3E/UFSC, 2014b; ELETROBRAS/PROCEL; CB3E/UFSC, 2014c; ELETROBRAS/PROCEL; CB3E/UFSC, 2017; LABEEE, acesso 05 jul. 2017; PBE EDIFICA, acesso 05 jul. 2017;).

No método de simulação, através de simulação computacional, são comparados o desempenho de edifícios de referência com o edifício em estudo. Os regulamentos técnicos e seus manuais também abordam este método. Um arquivo climático representativo da Zona Bioclimática do local de implantação da edificação deve ser utilizado (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012). Vários programas (*softwares*) são utilizados, como *SketchUp*, *EnergyPlus* e *OpenStudio*®. Na seção 2.2. são apresentadas algumas pesquisas com a aplicação do RTQ e citados os programas nelas empregados.

A adoção do processo de etiquetagem do PBE Edifica tem resultado na otimização no gasto de energia elétrica em até 50% em edificações novas e em até 30% em edificações existentes reformadas. O usuário ganha com o benefício da redução na conta de energia e com o conforto térmico e lumínico através do uso de recursos naturais. Além disso, há incentivos financeiros quanto à adesão ao PBE Edifica. O Banco Nacional do Desenvolvimento – BNDES possui linhas de crédito com o objetivo de apoiar projetos tendo em vista a implantação, a modernização, o aumento da produtividade e da eficiência do setor de comércio e serviços e do Complexo Turístico Nacional, além de iniciativas que contribuam para o desenvolvimento sustentável e eficiência energética. Possui também um programa para financiar a construção e

reforma no setor hoteleiro que obtenham classificação de ENCE nível “A”. (PROCEL INFO, acesso em 03 jul. 2017; PBE Edifica, acesso em 05 jul. 2017).

A CEF concede incentivos em projetos de habitação que busquem sustentabilidade, para isso, além de outros requisitos, deve ser confirmada a certificação ambiental do empreendimento, em fase de projeto, e a definitiva até o final da obra. Apresenta como exemplos de certificações ambientais de edifícios o LEED, AQUA, BREEAM, Procel Edifica e Selo Casa Azul Caixas. A circular da CEF, de junho de 2015, define critérios e procedimentos para aplicação de certificações ambientais de edifícios nos projetos apoiados financeiramente com recursos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço - FGTS (CEF, 2015).

De acordo com o Inmetro (acesso em 10 jul. 2017) foram concedidas:

- Até junho de 2017, 200 ENCE para Edificações comerciais, de serviços e públicas (sendo 113 ENCE de projeto e 87 de inspeção *in loco*);
- Até dezembro de 2016, 12 ENCE para área de Uso comum residencial (sendo 10 ENCE de projeto e 2 de inspeção *in loco*);
- Até dezembro de 2016, 44 ENCEs para edificações multifamiliares (sendo 29 ENCE de projeto e 15 de inspeção *in loco*);
- Até dezembro de 2016, 4.379 ENCEs para Unidades Habitacionais autônomas - UHs (sendo 2.393 ENCE de projeto e 1986 de inspeção *in loco*).

Edificações em vários Estados e no Distrito Federal receberam ENCE. Com destaque para São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Bahia. O método mais utilizado pelos organismos responsáveis pela avaliação é o prescritivo e a maioria das ENCEs emitidas é de projeto. Nas planilhas do Inmetro, há registros de edificações sem ENCE de projeto, apenas com a de edificação construída (Inspeção *in loco*), e vice-versa. As edificações comerciais, públicas e de serviços registram em maior número bonificações por economia de água e aquecimento solar de água. No entanto, há registros de bonificação por sistema de elevadores econômicos, painéis fotovoltaicos e aerogerador.

Segundo dados do Inmetro (acesso em 10 jul 2017), no Espírito Santo, foram emitidas três ENCEs até junho de 2017: duas para projeto e uma para edificação construída (inspeção *in loco*):

- A edificação unifamiliar Residência Brum, situada no condomínio Boulevard Lagoa, Serra/ES, através da solicitação de Naturalmente Projetos e Consultoria Ltda-ME, recebeu, em 27 de abril de 2012, classificação geral A, com pontuação 5,3, para ENCE de projeto de unidade habitacional. O método utilizado foi o prescritivo. Envoltória para verão e sistema de aquecimento de água receberam classificação A. Houve pontuação de 0,59 para bonificações;
- O Hotel GJP LINX, na Av. Dante Michelini, Vitória/ES, através da solicitação de GJP Administradora de Hotéis LTDA, recebeu, em 23 de abril de 2014, classificação geral A, com pontuação 5,5, para ENCE de projeto de edificação comercial. O método utilizado foi o prescritivo. A envoltória recebeu classificação A, a iluminação, B e o condicionamento de ar, C. Houve bonificação por sistemas de economia de água e de aquecimento solar de água;
- O LABRIM (Anexo do CT III, Engenharia Mecânica, UFES), na Av. Fernando Ferrari, Vitória/ES, através da solicitação da Flexibrás, recebeu, em 12 de dezembro de 2016, classificação geral A, com pontuação 5,0, para ENCE de edificação construída (edificação pública). O método utilizado foi o prescritivo. A envoltória, iluminação e condicionamento de ar receberam classificação A. Não houve pontuação por bonificação.

Segundo o Procel Info (acesso em 03 jul. 2017), neste ano, dois edifícios receberam o Selo Procel Edificações: uma agência CEF no centro de Ubatuba (SP), categoria projeto, e o edifício sede do SEBRAE, na praia de Iracema, Fortaleza (CE), categoria edifício construído. Desde 2014, são 44 selos concedidos a edificações comerciais, públicas e de serviços.

Um dos objetivos do PBE é “Estimular a competitividade da indústria[6], através da indução do processo de melhoria contínua promovida pela escolha consciente dos consumidores.” (ELETROBRAS, 2016, p. 44). Desta forma, entende-se que a classificação de edificações com a ENCE e com o Selo Procel Edificações, também resulta em oportunizar ao consumidor a escolha de imóveis que visem a eficiência

[6] Considerando que a construção civil também é uma indústria, o PBE Edifica se enquadra nos objetivos do PBE.

energética no ambiente construído. No entanto, de acordo com Eletrobras (2016), ainda é um desafio as construtoras aderirem ao programa de etiquetagem.

Bagnati (2013) verificou em sua pesquisa que o processo de etiquetagem do PBE Edifica torna-se para o profissional e estudante uma ferramenta de averiguação de projetos e edificações existentes na busca pela qualificação arquitetônica, viabilizando a conexão ser humano, abrigo e meio. Matos e outros (2014) consideram que a adoção desse processo deverá contribuir para a construção de edifícios adequados ao clima dos locais de sua implantação e a sua aplicação obrigatória deve gerar transformações no mercado e o fomento a pesquisas pertinentes ao tema. No entanto, Lopes e outros (2016) ponderam que deve haver melhoria contínua no processo de etiquetagem de edificações, exigindo esforço conjunto dos governos, setor privado e sociedade.

2.2. PESQUISAS SOBRE APLICAÇÕES DO PBE EDIFICA

O aumento da população, desenvolvimento da tecnologia, impactos ambientais e crises energéticas têm impulsionado pesquisas e medidas preventivas no campo da eficiência energética. Nesta seção é apresentada uma revisão de pesquisas que aplicaram a regulamentação específica do PBE Edifica em edifícios residenciais, comerciais, públicos e de serviços.

A busca por pesquisas acadêmicas foi feita no portal CAPES (incluindo o *ScienceDirect*), Google Acadêmico e Ambientes virtuais da UFES e de Universidades integrantes da Rede de Eficiência Energética em Edificações (R3E)[7], entre 20 de março de 2016 a 18 de julho de 2017. Nem todas as Universidades disponibilizaram os trabalhos publicados para acesso virtual. Foram utilizadas as palavras Procel Edifica, PBE Edifica, *building energy and labelling*, RTQ, eficiência energética e etiquetagem de edificações; sendo estas três últimas palavras as que trouxeram maior número de resultados pertinentes a este trabalho. Além desses ambientes *Web*, foram consultados os anais dos congressos SBE 16 *Brazil & Portugal* e Euro-ELECS 2017.

[7] A rede R3E conta com laboratórios parceiros, colaboradores e organismos de inspeção, difundindo, apoiando e aprimorando o processo de etiquetagem de edificações no Brasil. Entre as Universidades participantes estão UFRN, UFPel, UnB, UFMS, UFMG, UFSC, UFV, UFF, Unicamp, UFC, UFPA, UFAL, PUCPR e UFRJ (R3E, acesso em 10 jul. 2017).

Devido ao foco desta pesquisa, e com o objetivo de analisar método, resultado e conclusão de trabalhos semelhantes, foram consideradas apenas as pesquisas acadêmicas que aplicaram o RTQ-R ou o RTQ-C em edificações nos últimos 10 anos. Foram consideradas publicações em revistas, em congressos, dissertações (mestrado) e teses (doutorado).

Desta forma, estavam disponíveis ao todo 105 trabalhos, sendo 67 no Google Acadêmico, 14 no ambiente da CAPES, 19 nos sites das Universidades, 2 nos anais do SBE 16 *Brazil & Portugal* e 3 no Euro-ELECS 2017.

Sobre o tipo de publicação, 24 são em revistas (11 internacionais e 13 nacionais), 40 em eventos (em sua maioria no Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC), 4 teses e 37 dissertações. Foi verificado que este tema também é abordado em monografias de graduação e pós-graduação *lato sensu*, no entanto, não estão relacionadas neste trabalho. O Quadro 01 apresenta a caracterização das fontes consultadas.

Analisando a produção de trabalhos por Universidades brasileiras, 32 Universidades foram identificadas, sendo que duas atuaram juntas e em apenas um trabalho (UFPI e UFCE, em 2014). A UFES apresentou 3 trabalhos e o IFES, um. As instituições federais com maior número de pesquisas foram UFSC (19, sendo 10 envolvendo o LabEEE), UFMG (17), UnB (8) e UFRN (8). As quatros juntas representam 51% do total de trabalhos.

Considerando publicações por região, destacam-se MG (25), SC (19), RS (10), RN e DF (8 cada) e SP (7). Comparando estes resultados frente às informações da seção 2.1.4.1 desta dissertação, os que mais possuem edificações com ENCE são São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Bahia. Não foi identificada Universidade na Bahia com publicações nesta área. O Quadro 02 apresenta o número de publicações por Universidades.

Quadro 01 – Caracterização das fontes consultadas.

Fontes		Número de publicações	Total
Revistas	*Energy Procedia* (2017; 2015)	05	24
	Energy and Buildings (2017; 2016; 2011)	05	
	Energy Policy (2016)	01	
	Ambiente Construído (2016; 2014; 2013; 2012; 2010)	08	
	Augustus – UFRJ (2015)	01	
	Revista de Arquitetura IMED – UFFS (2015)	01	
	DESAFIOS: Revista Interdiscip. - UFT (2014)	01	
	E&S - *FAET and ICET* - UFMT (2014)	01	
	Monografias Ambientais – REMOA - UFMT (2014)	01	
Congresso	Euro-ELECS (2017; 2013)	04	40
	SBE 16 Brazil & Portugal	02	
	ENTAC (2014; 2012; 2010)	25	
	COBENGE (2014)	01	
	Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental (2014)	01	
	ENCAC-ELACAC (2013)	05	
	CONEM (2010)	01	
	X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído (2009)	01	
Teses: Eng. Civil; Eng. de Estruturas; Planejamento Energético	UFSC – SC (2016)	01	04
	UFMG – MG (2015)	01	
	COPPE/ UFRJ – RJ (2011)	02	
Dissertação: Arquitetura e Urbanismo; Gestão Ambiental e Sustentabilidade; Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável; Ciências em Engenharia de Energia; Projeto e Cidade; Eng. Elétrica; Eng. Civil; Eng. de Edificações e Ambiental; Eng. Mecânica; Eng. de Edificações e Saneamento.	MACKENZIE – SP (2017)	01	37
	UNINOVE – SP (2017)	01	
	UFMG – MG (2017; 2014; 2011)	04	
	UFSC – SC (2016; 2014; 2011)	04	
	UFRN – RN (2016; 2014; 2012)	04	
	UNIFEI – MG (2016)	01	
	UFG – GO (2016)	01	
	UFPA – PA (2016; 2013)	04	
	UNISINOS – RS (2016)	02	
	UNICAMP – SP (2015; 2012)	02	
	UFES – ES (2014; 2012)	02	
	UnB – DF (2014; 2011; 2010; 2009)	04	
	UFMT – MT (2014)	01	
	USP – SP (2013)	01	
	UFV – MG (2013; 2010)	02	
	UNESP – SP (2011)	01	
	Universidade Estadual de Londrina – PR (2010)	01	
	UFSM – RS (2010)	01	

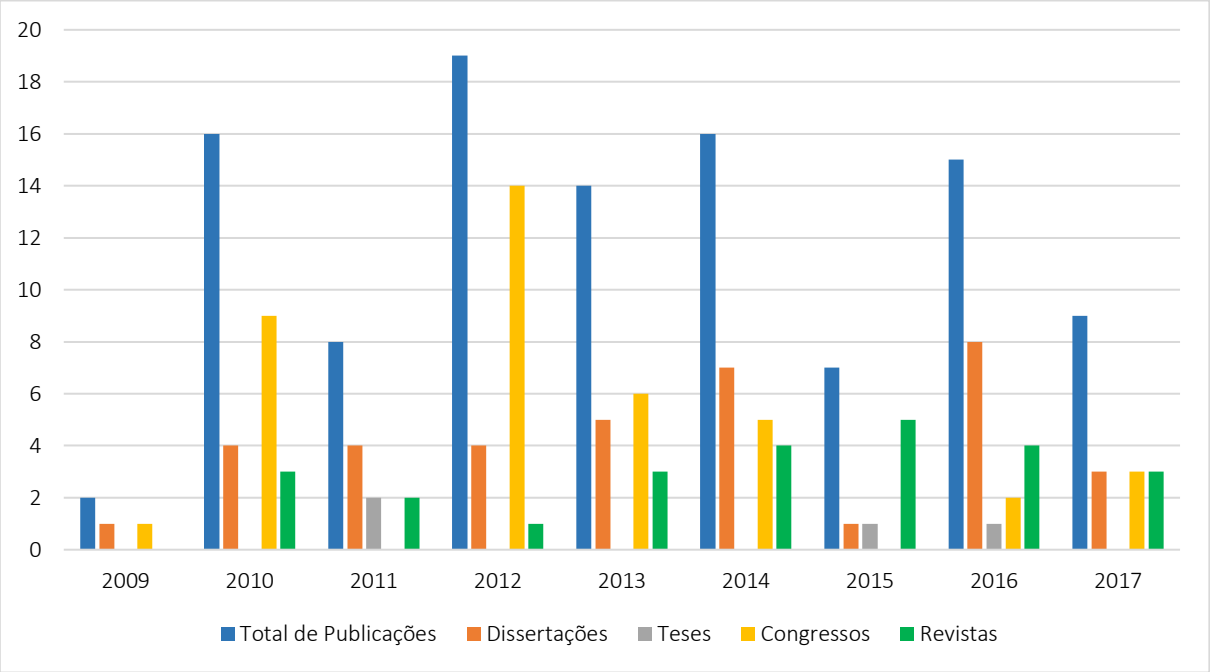
Quadro 02 –Número de publicações por Universidades brasileiras.

Universidades brasileiras	Número de publicações*	Porcentagem
UFSC – SC (2016; 2014; 2013; 2012; 2011; 2010)	19	18%
UFMG – MG (2017; 2015; 2014; 2013; 2012; 2011; 2010; 2009)	17	17%
UFRN – RN (2016; 2014; 2012; 2010)	8	8%
UnB – DF (2014; 2013; 2012; 2011; 2010; 2009)	8	8%
UFV – MG (2014; 2013; 2010)	5	5%
UFRJ – RJ (2017; 2015; 2011)	5	5%
UFPA – PA (2016; 2013)	4	4%
UFPel – RS (2017; 2016; 2012; 2010)	4	4%
UNISINOS – RS (2017; 2016)	3	3%
UNICAMP – SP (2015; 2012)	3	3%
UFES – ES (2014; 2013; 2012)	3	3%
UFMT – MT (2014)	3	3%
UFP – RS (2016; 2012)	2	2%
UFAL – AL (2012)	2	2%
MACKENZIE – SP (2017)	1	1%
UNINOVE – SP (2017)	1	1%
UNIFEI – MG (2016)	1	1%
UFG – GO (2016)	1	1%
USP – SP (2013)	1	1%
UNESP – SP (2011)	1	1%
UEL – PR (2010)	1	1%
UFSM – RS (2010)	1	1%
UFFS – SC (2015)	1	1%
UFT – TO (2014)	1	1%
UTFPR – PR (2012)	1	1%
UFF – RJ (2010)	1	1%
IFES – ES (2016)	1	1%
UFPI – PI e UFCE – CE (2014)	1	1%
UFMS – MS (2012)	1	1%
UFC – CE (2012)	1	1%
UFPB – PB (2010)	1	1%

Nota: De 105 publicações, 103 são de Universidades. As outras duas são: uma do CEFET – MG e a outra da empresa Bioclimátika Consultoria.

Os pesquisadores que se destacaram em maior número de participação nos trabalhos foram Roberta Gonçalves de Souza, UFMG (16), Roberto Lamberts, UFSC/LabEEE (9), Enedir Ghisi, UFSC (7), Claudia Neves David Amorim, UnB (7) e Aldomar Pedrini, UFRN (7). Observou-se que as pesquisas foram publicadas a partir de 2009, ano de aprovação do RTQ-C; lembrando que em 2012 foi aprovado o RTQ-R. Destaque para o ano 2012, com 19 trabalhos, sendo 14 em congressos. Dos 19, 10 são voltados para a aplicação do RTQ-R. A Figura 22 apresenta um gráfico com as publicações por ano.

Figura 22 – Publicações por ano.



Fonte: Elaborado pela autora.

Verificou-se a participação da Eletrobras no cenário acadêmico e institucional com diversas pesquisas; entre elas destaque para a R3E, a UFMG, a UFRN e o LabEEE/UFSC, tendo como coordenador geral o Professor Roberto Lamberts, uma das referências no Brasil quando se trata de pesquisa na área de eficiência energética. O Quadro 03 exibe os 24 artigos publicados em revistas, em ordem decrescente do ano de sua publicação. No Apêndice A deste trabalho estão os quadros com os artigos publicados em congressos, as teses e dissertações.

Quadro 03 - Trabalhos publicados em revistas em ordem decrescente do ano de publicação (Continua).

Nº	Autor(es)	Ano	Título	Instituição e local	Publicação
01	MORENO, Ana Cecília Rodrigues; MORAIS, Ingrid Stephanie de; SOUZA, Roberta Gonçalves de.	2017	*Thermal Performance of Social Housing– A Study Based on Brazilian Regulations.*	UFMG/ LABCON (MG)	*Energy Procedia*
02	GARCIA, Marina da Silva; SOUZA, Roberta Gonçalves de.	2017	*Reflections about the use of the tool S3E for the evaluation of energy efficiency level in commercial buildings in Brazil.*	UFMG (MG)	*Energy Procedia*
03	ALVES, Tatiana; MACHADO, Luiz; SOUZA, Roberta Gonçalves de; WILDE, Pieter de	2017	*A methodology for estimating office building energy use baselines by means of land use legislation and reference buildings.*	UFMG (MG) e *Plymouth University* (Reino Unido)	*Energy and Buildings*

Quadro 03 - Trabalhos publicados em revistas em ordem decrescente do ano de publicação (Continuação).

Nº	Autor(es)	Ano	Título	Instituição e local	Publicação
04	SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R.	2016	*The effect of window opening ventilation control on residential building energy consumption.*	LABEEE/ UFSC (SC)	*Energy and Buildings*
05	MELO, A. P.; FOSSATI, M.; VERSAGE, R. S. SORGATO, M. J. SCALCO, V. A. LAMBERTS, R.	2016	*Development and analysis of a metamodel to represent the termal behavior of naturally ventilated and artificially air-conditioned residential buildings.*	LABEEE/ UFSC (SC)	*Energy and Buildings*
06	TRIANA, Maria Andrea; LAMBERTS, Roberto; SASSI, Paola	2016	*Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance.*	LABEEE/ UFSC (SC) e *Oxford Brookes University* (Reino Unido)	*Energy Policy*
07	DALBEM, Renata CUNHA, Eduardo Grala da FIQUEIREDO, António José SILVA, Antônio César Silveira Baptista da	2016	Discussão do desempenho da envoltória de uma *passive house* adaptada à zona bioclimática 2 em acordo com o RTQ-R.	UFPel (RS) e UA (Aveiro, Portugal)	Ambiente Construído
08	VELOSO, A.C.O. SOUZA, R.V.G. KOURY, N.N.	2015	*Evaluation of electric power consumption of non-residential buildings in the city of Belo Horizonte - correlation with design decisions in a study case of a hybrid building.*	UFMG LABCON (MG)	*Energy Procedia*
09	OLIVEIRA, Raquel Diniz; SOUZA, Roberta Gonçalves de.; MAIRINK, Ana Júlia Maia; RIZZI, Magno Tadeu Gomes; SILVA, Roberto Márcio da.	2015	*Thermal Comfort for users according to the Brazilian Housing Buildings Performance Standards.*	UFMG (MG)	*Energy Procedia*
10	OLIVEIRA, Raquel Diniz; SOUZA, Roberta Gonçalves de.; MAIRINK, Ana Júlia Maia; RIZZI, Magno Tadeu Gomes; SILVA, Roberto Márcio da.	2015	*Concrete walls thermal performance analysis by Brazilian Standards.*	UFMG (MG)	*Energy Procedia*
11	FERNANDES, José Luiz; MUSSI, José Artur d'Oliveira; MIRANDA, Rosana Dischinger; SOUZA E SILVA, Carlos Alexandre de; CHARLES, Mariana Ribeiro	2015	Um estudo de caso de sustentabilidade aplicada à construção civil conforme etiquetagem do programa PBE edifica.	UFRJ (RJ) CEFET/RJ (RJ)	Augustus

Quadro 03 - Trabalhos publicados em revistas em ordem decrescente do ano de publicação (Continuação).

Nº	Autor(es)	Ano	Título	Instituição e local	Publicação
12	MODLER, Nébora MARIA, Daiane	2015	Avaliação da eficiência energética da envoltória do bloco acadêmico "A" da UFFS/Campus Erechim.	UFFS (SC)	Revista de Arquitetura IMED
13	OLIVEIRA, M.C.A. VALADARES, N.A. AMORIM, L.K.B.	2014	Aplicação do conceito do selo Procel Edifica em edificações do campus de Palmas/UFT.	UFT (TO)	DESAFIOS: Revista Interdiscip. da UFT
14	MONTEIRO, R.V.A. CARVALHO, B.C. NOGUEIRA, F.	2014	Análise do Desempenho Térmico em Habitações Populares Através da Simulação das Características dos Materiais Constituintes de sua Envoltória.	UFMT (MT)	E&S (FAET *and* ICET UFMT)
15	CANEPPELE, L.B. NOGUEIRA, M.C.J.A.	2014	Avaliação de Desempenho Térmico e Eficiência Energética de Habitação em Condomínio Residencial de Cuiabá/MT.	UFMT (MT)	Monografias Ambientais - REMOA
16	SILVA, A.S GHISI, E.	2014	Análise comparativa dos resultados do desempenho térmico da envoltória de uma edificação residencial pelos métodos de simulação do RTQ-R e da NBR 15575-1.	UFSC (SC)	Ambiente Construído
17	NAKAMURA, N. K. MACIEL, L. F. CARLO, J. C.	2013	Impactos de medidas de conservação de energia propostas no PBE Edifica para o nível de eficiência energética de envoltórias de um edifício naturalmente condicionado.	UFV (MG)	Ambiente Construído
18	SILVA, A.S. GHISI, E.	2013	Análise de sensibilidade global dos parâmetros termofísicos de uma edificação residencial de acordo com o método de simulação do RTQ-R.	UFSC (SC)	Ambiente Construído
19	KRUGER, E. L. MORI, F.	2012	Análise da eficiência energética da envoltória de um projeto padrão de uma agência bancária em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.	UTFPR, CEF (PR)	Ambiente Construído
20	BATISTA, N.N. LA ROVERE, E.L. AGUIAR, J.C.R.	2011	*Energy efficiency labeling of buildings: An assessment of the Brazilian case.*	LIMA/ COPPE/ UFRJ e Eletrobras Cepel (RJ)	*Energy and Buildings*
21	PEREIRA, Cláudia; GHISI, Enedir	2011	*The influence of the envelope on the thermal performance of ventilated and occupied houses*	LABEEE/ UFSC (SC)	*Energy and Buildings*
22	CARLO, J.C. LAMBERTS, R.	2010	Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios – parte 1: método prescritivo.	UFV (MG) e LABEEE/ UFSC (SC)	Ambiente Construído
23	FOSSATI, M. LAMBERTS, R.	2010	Eficiência energética da envoltória de edifícios de escritórios de Florianópolis: discussões sobre a aplicação do método prescritivo do RTQ-C	LABEEE/ UFSC (SC)	Ambiente Construído

Quadro 03 - Trabalhos publicados em revistas em ordem decrescente do ano de publicação (Conclusão).

Nº	Autor(es)	Ano	Título	Instituição e local	Publicação
24	FONSECA, I.C.L. ALMEIDA, C.C.R. LOMARDO, L.L.B. MELLO, E.N.	2010	Avaliações de conforto ambiental e eficiência energética do projeto do prédio do Centro de Informações do Cresesb, no Rio de Janeiro.	UFF/ Eletrobras (RJ)	Ambiente Construído

Edificações comerciais, públicas ou de serviços foram analisadas em 60 pesquisas, 43 analisaram edificações residenciais e 2 analisaram hotéis. Habitações do programa do Governo brasileiro Minha Casa Minha Vida ou/e de interesse social são presentes em vários estudos. O Quadro 04 apresenta o tipo de edificação estudada e método utilizado pelos pesquisadores apresentados no Quadro 01. O método prescritivo foi aplicado em 73 pesquisas e o de simulação em 69, sendo simultâneos em 37 estudos.

O programa mais utilizado no método por simulação foi o *Energy Plus*: 47 trabalhos. Para Rodrigues (2015), ambos métodos, prescritivo e por simulação, conduziram às mesmas conclusões, no entanto a simulação computacional permite a inserção de muitos dados e apresenta relação dinâmica entre as características do edifício e o clima. Quando há integração entre programas, há maior precisão dos resultados (FERNANDES, 2012; BOTTAMEDI, 2011). O uso dos *softwares*, contudo, exige tempo tanto para a geração dos resultados, quanto para o aprendizado dos comandos pelos profissionais envolvidos. (OLIVEIRA, 2013; MORENO, 2013; FERNANDES, 2012; BERNABÉ, 2012).

Garcia e Souza (2017) afirmam que a grande quantidade de dados de entrada necessários para a execução da simulação, podem tornar este método mais demorado e mais propenso a erros do que o prescritivo. Em contrapartida, alegam que aplicar o método prescritivo a formas complexas, pode gerar perda de informações e, consequentemente, em resultados imprecisos.

Giaretta, Teixeira e Westphal (2012) também comentam sobre a dificuldade da aplicação do método prescritivo do RTQ a edificações com formas mais complexas, e ainda, que seu manual não é claro suficiente. Vale ressaltar que a metodologia de cálculo e os dados de alimentação do prescritivo variam de acordo com o regulamento: RTQ-C e RTQ-R. Oliveira, Valadares e Amorim (2014) encontraram diferença de resultados na análise de edificações escolares, por simulação e prescritivo. Acreditam que se deve aos dados referentes aos condicionadores de ar.

Quadro 04 – Tipo de edificação estudada e método(s) utilizado(s) pelos pesquisadores dos trabalhos publicados em revistas, apresentados no Quadro 03.

Nº	Tipo de edificação	Método
01	Uma residência unifamiliar típica do Minha casa minha vida, nas 8 zonas bioclimáticas	*EnergyPlus 7.2.0*
02	Edificação comercial	S3E 1.2 + CE3 + CE3X + *Atmospheres*
03	3 edifícios comerciais representativos de Belo Horizonte (MG).	*EnergyPlus*
04	Uma residência unifamiliar com aproximadamente 75m², em Florianópolis (SC).	*EnergyPlus 8.1*
05	Metamodelos para edifícios residenciais utilizados no processo brasileiro de etiquetagem	*EnergyPlus*
06	Análise de 108 projetos habitacionais do Minha casa minha vida	Prescritivo
07	*Passive House*, na ZB 2	*EnergyPlus*
08	Edifício com 11 pavimentos, 66 escritórios, Belo Horizonte, MG	*EnergyPlus 7.2*
09	Uma habitação social, edifício multifamiliar, com 4 pavimentos, nas 8 zonas bioclimáticas.	*EnergyPlus*
10	Uma habitação social, edifício multifamiliar, com 4 pavimentos, nas 8 zonas bioclimáticas.	Prescritivo + *EnergyPlus*
11	Edificação comercial, região serrana do RJ	Prescritivo
12	Bloco acadêmico "A" da UFFS/*Campus* Erechim.	Prescritivo
13	Bloco 3P e Anfiteatro da UFT	Prescritivo + *EnergyPlus* + S3E
14	Uma habitação popular vertical e uma horizontal.	*SketchUp* + *EnergyPlus*
15	Uma habitação de Cuiabá/MT de um condomínio residencial, 57m²	*OpenStudio 1.0.11* + *SketchUp Pro 8* + *EnergyPlus 8.1.0*
16	Habitação residencial unifamiliar de interesse social	*EnergyPlus*
17	Edifício dos Laboratórios de Engenharia da UFV.	Prescritivo + *EnergyPlus 5.0*
18	Habitação residencial unifamiliar, Florianópolis, SC	Prescritivo + *EnergyPlus* + *Slab*
19	Projeto padrão de uma agência bancária em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras	Prescritivo + *EnergyPlus*
20	2 Edifícios de uma Escola	Prescritivo
21	Habitação residencial unifamiliar, Florianópolis, SC	*EnergyPlus 2.2.0* + *Analysis Bio*
22	Um edifício de múltiplos escritórios	Prescritivo
23	10 Edifícios de escritórios	Prescritivo
24	Projeto do prédio do Centro de Informações do Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (Cresesb)	Prescritivo

Nota (Quadro 4): *Analisys Bio*, foi desenvolvido pelo LabEEE e realiza análises percentuais de horas de conforto e desconforto, com dados de temperatura e umidade relativa, com base no gráfico bioclimático de *Givoni*. CE3 e CE3X – são softwares desenvolvidos em conjunto por universidades e institutos na Espanha e aprovados pelo Ministério de Energia e Turismo, espanhol, para classificação da eficiência energética de edificações. *Design Builder* - análise de desempenho energético. *EnergyPlus* - simulação de carga térmica e análise energética de edificações. *OpenStudio*® – multiplataforma com coleção de ferramentas que auxiliam a modelagem no *EnergyPlus. Relux* –cálculos de iluminação com o AutoCAD®. S3E – o Simulador de Eficiência Energética de Edificações é um serviço WEB gratuito que está sendo desenvolvido pelo LabEEE. *Slab* –influência do solo na temperatura da edificação. *SketchUp* –modelagem de edificações.

O método prescritivo do RTQ se apresenta como um conjunto de regras aplicáveis a maioria das tipologias brasileiras, e visa identificar a eficiência energética do edifício. Sua aplicação estimula o emprego de técnicas e estratégias em projetos para soluções arquitetônicas mais adequadas ao ambiente climático no qual a edificação será implantada (SOARES, 2014; DONADELLO, 2014; CARLO; LAMBERTS, 2010; FOSSATI; LAMBERTS, 2010). Demanda análise sobre as conclusões geradas, exigindo habilidade dos profissionais envolvidos, além de alto nível de alimentação de informações (GARCIA; SOUZA, 2017; RODRIGUES, 2015; OLIVEIRA, 2013). Moreno (2013) alega que os métodos, por simulação e prescritivo, são efetivados a partir de aplicação de um vasto e complexo conjunto de variáveis e parâmetros.

Vários pesquisadores relatam dificuldade em encontrar dados de referência para a transmitância e absortância dos materiais de construção e dados climáticos recentes. Tavares (2011) alerta que o *Design Builder* apresenta erros de execução com modelos mais complexos, e depende de um arquivo climático confiável, além de não fornecer dados separados por zonas. No entanto, Nicoletti (2009) defende que tal programa oferece vasta possibilidade de análise térmica e energética, representada por gráficos ou planilhas. Rodrigues (2015) ainda sugere que seja inserida nas pesquisas a análise por simulação da eficiência energética pelo processo de modelagem da informação da construção (BIM).

Costa (2013) defende que a envoltória da edificação é a principal influência de um edifício em sua eficiência energética, visto que as trocas de energia entre ambiente interior e exterior e o aproveitamento da iluminação natural acontece através das fachadas, incluindo a cobertura. Meira (2014) afirma que a envoltória e os níveis de conforto da edificação estão diretamente relacionados. Fernandes e outros (2015) concluem a partir do estudo em edifício da sede de uma empresa que a intenção em desenvolver uma construção sustentável não é suficiente: deve haver a adoção de um método desde a fase de projeto para que a edificação seja efetivamente sustentável. A implantação de projetos arquitetônicos padrão, no qual se desconsidera o clima local, é um problema de longa data, acarretando gastos com climatização e iluminação artificial (MODLER; MARIA, 2015).

A metodologia proposta pela regulamentação brasileira do PBE Edifica, encoraja a utilização de estratégias bioclimáticas dos desenhos das construções, considerando

as zonas bioclimáticas. Como consequência, há redução do uso de ar-condicionado; diferente de métodos aplicados em outros países, onde as avaliações são fundamentadas na redução do consumo de Energia e nas emissões de gases. A concepção dos projetos de uma edificação e as especificações de equipamentos, como o sistema de ar-condicionado, são ações, que se visarem eficiência energética, auxiliam na redução do consumo de energia da edificação, em comparação com edificações em que não foi considerado este foco (MELO *et al.*, 2016; VELOSO; SOUZA; KOURY, 2015; TRIANA; LAMBERTS; SASSI, 2015; OLIVEIRA; VALADARES; AMORIM, 2014; MATOS, 2012; BATISTA; LA ROVERE; AGUIAR, 2011).

São sugestões dos pesquisadores para contribuir com o aprimoramento da aplicação do RTQ, como:

- Desenvolvimento de banco de dados de referência para valores de transmitância e absortância de materiais (OLIVEIRA, 2013; CALDEIRA, 2011), podendo inclusive ser organizado sob forma de *templates* - modelos de documentos utilizados como base de início de um trabalho em *softwares* (RODRIGUES, 2015);
- Criação de arquivos climáticos (DONADELLO, 2014; MORENO, 2013, BERNABÉ, 2012; TAVARES, 2011);
- Estudos comparativos para verificação de alinhamento de diretrizes entre a ABNT NBR 15575-1 (2013a) e o RTQ-R quanto ao desempenho térmico de edificações residenciais (SILVA; GHISI, 2014);
- Promoção do Procel Edifica (TAVARES, 2011; FOSSATI; LAMBERTS, 2010; CARVALHO *et al.*, 2010);
- Revisão sobre proteções solares, sombreamento (MATOS, 2012; FERNANDES, 2012), iluminação zenital (SOARES, 2014; GIARETTA; TEIXEIRA; WESTPHAL, 2012), e edificações hoteleiras (BOTTAMEDI, 2011);
- Disponibilização dos cálculos dos edifícios certificados, inclusive com geometria mais complexa (GIARETTA; TEIXEIRA; WESTPHAL, 2012; TAVARES, 2011);

- Revisão dos valores de áreas de paredes externas que influenciam no desempenho da envoltória, pois a equação responde ao número de paredes externas, mesmo sendo uma área muito pequena (MATOS, 2012).

Em se tratando de edificações residenciais, Moreno, Morais e Souza (2017) analisaram, pelo método de simulação, uma residência unifamiliar típica do programa brasileiro de governo “Minha Casa Minha Vida” (MCMV) nas oito Zonas Bioclimáticas. Concluíram que as casas construídas no MCMV não consideram as particularidades de cada zona climática. Defendem que cada microclima necessita de tipos específicos de paredes e telhados para manter o conforto térmico satisfatório. De um modo geral, blocos cerâmicos apresentaram classificação maior que blocos de concreto, cores claras obtiveram resultado melhor que cores escuras e folhas de alumínio funcionaram como bom isolante térmico sob o telhado. Oliveira e outros (2015) identificaram, em um edifício residencial com 4 pavimentos, que as paredes de concreto necessitam de isolamento térmico, já o telhado não precisa se for pintado em cores claras, considerando desempenho térmico de envoltória.

No entanto, Moreno, Morais e Souza (2017), enfatizam que cada zona climática possui suas especificidades que devem ser estudadas: uso dos materiais corretos com adequada estratégia de implementação, priorizando fatores de localização, são essenciais para o conforto e eficiência energética das habitações.

Foram identificados pesquisadores que utilizaram edificações representativas em seu método de pesquisa para a análise da eficiência de energia. Um dos métodos de modelagem para previsão e análise de aspectos do desempenho geral do consumo de energia da edificação definidos pela Agência Internacional de Energia (IEA) é o bottom-up, de baixo para cima, com base em dados físicos do edifício (KAVGIC *et al*., 2010). O método trabalha com considerações sobre uma amostra de residências representativas, que são caracterizadas com dados sobre variáveis fisicamente mensuráveis, como áreas dos diferentes elementos da habitação (piso, cobertura, parede, etc.), características térmicas, taxa de ventilação, entre outros. A combinação de dados físicos da construção, com dados empíricos de pesquisas sobre habitação e dados de operação dos edifícios, fornece meios para estimar o consumo de energia e desenvolver cenários diferentes, sendo uma ferramenta utilizada no planejamento de programas de eficiência energética em diferentes lugares no mundo (WILSON;

SWISHER, 1993), como no Canadá (FARAHBAKHSH; UGURSAL; FUNG, 1998) e na Finlândia (SNÄKIN, 2000).

Alves e outros (2017) estimaram a Intensidade de Uso de Energia (EUI) através do estudo de três edifícios representativos de edifícios comerciais altos em Belo Horizonte (MG). A definição das três tipologias foi realizada de acordo com dados do plano diretor, código de obras, planta da cidade e de edifícios existentes. Foi utilizada uma base de dados, desenvolvida pela Secretaria Municipal Adjunta de Planejamento Urbano de Belo Horizonte, para obter informações como idade, localização, área e número de pavimentos dos edifícios.

Os edifícios caracterizados na base de dados consultada por Alves e outros (2017), foram localizados com auxílio do Google Earth e, assim, identificadas as características prevalecentes de construção. Os parâmetros de construção analisados foram: refletância das fachadas com base nas suas cores, orientação solar, altura do edifício, forma da construção, aberturas, controle solar e sistema de ar condicionado. Foram analisadas 298 construções. Destas, 12 foram visitadas *in loco* e tiveram seus projetos arquitetônicos analisados. De posse desses dados, três edifícios representativos foram modelados e avaliados por simulação com auxílio do *software Energy Plus*.

Schaefer e Ghisi (2016) afirmam que os edifícios de referência (representativos) são ferramentas úteis para avaliar economia de energia ao aplicar estratégias de eficiência energética em edificações existentes; no entanto observa que o sombreamento do entorno influencia no desempenho das edificações, e com edifícios representativos, não é possível considerar esta variável. Assim, desenvolveram um método para a obtenção de edifícios de referência de edificações unifamiliares de baixo custo, de uma determinada região em Florianópolis, SC. Foi realizada coleta de dados em campo, identificando as características geométricas das casas, como dimensões internas e externas da envoltória, dimensões das aberturas, distribuição espacial e quantidade de ambientes e orientação solar. A pesquisa foi conduzida com trena, bússula e um questionário pré-estruturado, desenvolvido a partir da revisão bibliográfica. Os edifícios de referência foram obtidos utilizando análise de agrupamento, que visa encontrar subgrupos dentro de uma amostra. A partir de 120 casas, e por análise estatística das variáveis, foram definidas duas edificações

representativas. Schaefer e Ghisi (2016) sugerem que as edificações de referência podem ser utilizadas para estudos de desempenho em grande escala, indicando diretrizes que orientem a construção de novas edificações, assim como a revitalização de existentes, com vistas ao melhor desempenho térmico e energético.

Triana, Lamberts e Sassi (2015) definiram modelos representativos dos projetos que desenvolvidos na habitação social brasileira, no âmbito do programa MCMV. Além disso, avaliaram o desempenho energético destes projetos diante do processo brasileiro de etiquetagem de energia, PBE Edifica, considerando 2 ZBs: ZB 3 (Florianópolis) e ZB 8 (Salvador). Para a determinação dos edifícios representativos foram realizados alguns passos:

- Com auxílio do Censo Brasileiro de 2010, identificaram dados relacionados com as habitações mais frequentes por níveis de renda;
- A partir dos modelos de projetos determinados pelo MCMV, mapearam e caracterizaram as tipologias por níveis de renda;
- Através do *ranking* 2013 da ITC (Inteligência Empresarial da Construção), selecionaram as construtoras das edificações do MCMV nível 2, solicitando os projetos; os projetos MCMV nível 1 foram consultados pelo guia da CEF;
- De posse dos projetos disponíveis, foi realizada a análise e coleta de dados necessários a alimentação do RTQ-R.

O cruzamento desses dados resultou em 4 edifícios representativos, sendo uma casa isolada, uma casa geminada, um edifício multifamiliar com planta “H” e um edifício multifamiliar com planta retangular alongada. Os autores relataram que houve dificuldade em obter os projetos do nível 2 do MCMV, sendo necessário tomar algumas decisões adotando alguns dados. A análise do desempenho térmico e energético das edificações representativas foi realizada com auxílio do método prescritivo. Para o cálculo do nível de eficiência energética dos edifícios foram utilizados os dados obtidos com o cruzamento das informações e ainda valores determinados para orientação solar e cor da envoltória. Como na maioria dos projetos não havia determinação sobre especificação de cor e em se tratando de edifícios modelo representativos, não há implantação definida, foram estudadas duas situações a seguir:

- Fixou a implantação considerando azimute 0º e variou o valor de absortância em 0,3; 0,5 e 0,7;
- Fixou o valor da absortância em 0,6 e variou o azimute em 0º, 90º, 180 e 270º.

Desta forma, Triana, Lamberts e Sassi (2015) verificaram que o desempenho dessas edificações é pior em ZB 8 do que em ZB 3. Na classificação do nível de eficiência energética da envoltória das UHs, os resultados apresentaram nível C, D ou E. Reforçam que é preciso considerar as ZBs no planejamento das edificações e melhorar o desempenho energético das habitações de interesse social no Brasil, principalmente em se tratando do nível 1 do MCMV.

Por isso, sugerem critérios mínimos mais ambiciosos nos manuais e guias para este tipo de construção. Identificaram as seguintes variáveis para serem estudadas no desenvolvimento dos projetos, a fim de melhorar a eficiência energética das edificações: aberturas (ventilação e iluminação natural e ventilação cruzada), sombreamento de aberturas, cor das paredes da envoltória (absortância), cor dos telhados, composição de paredes externas e coberturas (transmitância térmica), além da adoção de sistema de aquecimento solar de água e painéis fotovoltaicos. Os gráficos e figuras apresentados por Triana, Lamberts e Sassi (2015) são didáticos e contribuem para o entendimento do amplo número de informações analisadas.

Meira (2014) analisou comparativamente o nível de eficiência energética da envoltória de edificações residenciais no Plano Piloto de Brasília, DF, aplicando o método prescritivo do RTQ-R; para tanto, selecionou três tipologias pelo critério de representatividade considerando o quantitativo de prédios com as mesmas características e de diferentes épocas em setores de Brasília, DF (edificações construídas de 1960 a 1980, de 1980 a 2004 e de 2005 até 2014). Os edifícios representativos das tipologias 1 e 2 foram definidos com base em um relatório de pesquisa pelo convênio Procel e UNB (FLORES, 2004, *apud* MEIRA, 2014), em que foram analisados 1.392 edifícios de 117 quadras do Plano Piloto.

Para a tipologia 1, Meira (2014) considerou características construtivas como janelas corridas, presença de quebra-sol, empenas cegas e cobogós; estes dois últimos eram exigências do código de obras de 1960. Para a tipologia 2, considerou presença de varandas e predominância de certos tipos de fechamentos opacos e transparentes.

Para a representação da tipologia 3, a autora considerou a presença de vidros espelhados nas fachadas. Foi realizada observação direta intensiva, análise de projetos, memoriais e visitas in loco.

Almeida (2014) avaliou 50 habitações unifamiliares em Florianópolis, SC (ZB 3), pelo método de simulação do RTQ-R. 58% das habitações foram classificadas em nível E de eficiência energética. Após esta classificação, desenvolveu 5 tipologias representativas com base na configuração dos ambientes de permanência prolongada das habitações analisadas. Assim, para o indicador de graus hora de resfriamento, os parâmetros mais influentes foram absortância de paredes externas e cobertura. A transmitância térmica das paredes externas e o contato da cobertura com o exterior, influenciou no consumo relativo para aquecimento. Concluiu que as diferenças entre as tipologias não causaram alterações relevantes nesses resultados.

Matos (2012) investigou o desempenho energético da envoltória de edifícios residenciais verticais em Natal, RN, através de 6 edifícios representativos e com base em características tipológicas e construtivas, utilizando o método prescritivo do RTQ-R. Para isso, realizou um levantamento dos empreendimentos lançados no período de 2005 a 2010. Através do *ranking* publicado em 2010 pelo Informativo Tributário Contábil (ITCNET, 2010, *apud*, MATOS, 2012) e do *ranking* de 2007 da revista “O Empreiteiro” (O EMPREITEIRO, 2007, *apud*, MATOS, 2012), selecionou as construtoras mais atuantes na região. De acordo com a acessibilidade aos projetos e informações dos edifícios multifamiliares verticais, determinou uma amostra não probabilística com 22 edifícios. Com auxílio de fichas técnicas elaboradas pela autora, os dados foram coletados a partir de análise em projetos arquitetônicos, memoriais descritivos e materiais publicitários, entrevistas aos profissionais das construtoras, arquitetos e moradores, levantamentos fotográficos e visitas *in loco*. Para determinação dos modelos representativos, os principais critérios utilizados foram a forma, as dimensões e a solução em planta dos ambientes.

Com este estudo, Matos (2012) identificou que as soluções projetuais e construtivas dos edifícios verticais residenciais construídos em Natal, RN, seguem diretrizes indicadas para outros climas, apresentando características diferentes das recomendadas para a região estudada. Com maioria classificada em C, são resultados da classificação da envoltória das UHs das tipologias representativas:

- Tipo 01 – UH1 = C e UH2 = B;
- Tipo 02 – UH1 = C e UH2 = B;
- Tipo 03 – UH1 = C, UH2 = C e UH3 = B;
- Tipo 04 – UH1 = B, UH2 = B e UH3 = C;
- Tipo 05 – UH1 = C, UH2 =C, UH3 = C e UH4 = B;
- Tipo 06 – UH1 = C, UH2 =C, UH3 = C e UH4 = B.

Quanto a análise de variáveis que influenciam no desempenho térmico da envoltória (em se tratando de RTQ-R), estão forma, orientação do pavimento, número e orientação de paredes externas e aberturas, distribuição espacial dos ambientes e sombreamento de aberturas. Reforça que estas variáveis possuem potencial de estudo na fase de planejamento da edificação. A representação gráfica apresentada por Matos (2012) contribui para o melhor entendimento dos resultados de sua pesquisa.

A pesquisa de Tavares (2006) teve como objetivo desenvolver um método para analisar edificações residenciais brasileiras no âmbito de ciclo de vida energético. Para tanto, simulou as principais características físicas, ocupacionais e de consumo de energia operacional das edificações residenciais brasileiras em cinco modelos representativos. Em pesquisas de esfera nacional, foram coletadas as informações para caracterizar os modelos representativos, como a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD, 2002, *apud*, TAVARES, 2006), a ABNT NBR 12721 (ABNT, 1999, *apud*, TAVARES, 2006), o Sistema de Informações de Posses de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo (SINPHA, 1999, *apud*, TAVARES, 2006) e o Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2005a, *apud*, TAVARES, 2006). Desta forma, foram analisadas tipologia, área da UH, renda familiar, número de habitantes e consumo de eletricidade, e definidos os cinco modelos, sendo 3 tipos de casas e 2 tipos de edifícios de apartamentos.

Lamberts e outros (2006) e Carlo e Lamberts (2006), explicam que as equações do método prescritivo para cálculo da eficiência da envoltória destes edifícios, foram desenvolvidas a partir de análises do desempenho de cinco protótipos. Esses modelos representativos possuem tipologias que foram elaboradas sob o resultado de um levantamento fotográfico de 1103 edificações comerciais e institucionais em cinco capitais do Brasil (Salvador, Recife, Florianópolis, São Paulo e Belo Horizonte). Foram

consideradas as características externas dos edifícios como forma, número de pavimentos, dimensões, percentual de aberturas, proteção solares (existência, ângulo e dimensão) e cores dos vidros. Não foram encontrados registros com este tipo de informações sobre as equações do método prescritivo do RTQ-R.

Para melhor entendimento da aplicação de edificações representativas nas pesquisas sobre estudos de desempenho em grande escala, o Quadro 05 apresenta uma síntese com informações básicas do processo utilizado em pesquisas citadas que adotaram edificações representativas para obter seus resultados.

Quadro 05 – Síntese de pesquisas que utilizaram edificações representativas como objeto de análise.

Tema / Pesquisador(es) e ano	Tipo e Local	Triagem	Mapeamento, Seleção e caracterização	Objeto para análise
Método para a obtenção de edifícios de referência. Schaefer e Ghisi (2016).	Edificações unifamiliares de baixo custo, em Florianópolis (SC).	Determinação da região de estudo; Renda doméstica; Localizadas em áreas urbanas para habitação de baixa renda.	Coleta de dados em campo de 120 casas. Dimensões internas e externas da envoltória; dimensões das aberturas; distribuição espacial e quantidade de ambientes; orientação solar.	2 edificações representativas.
Estimativa da Intensidade de Uso de Energia. Alves e outros (2017).	Edifícios comerciais altos existentes, em Belo Horizonte (MG).	Base de dados: Idade; Localização; Área; Número de pavimentos.	298 edifícios localizados com Google Earth. Cores das fachadas; Orientação solar; Altura e forma do edifício; Aberturas; Controle solar; Sistema de ar condicionado.	12 visitados in loco + análise dos projetos arquitetônicos. 3 edifícios representativos.
Desempenho energético. Triana, Lamberts e Sassi (2015)	Projetos do programa MCMV – nível 1 e 2, nas ZB 3 e ZB 8.	Tipologias por níveis de renda Solicitação dos projetos às construtoras e consulta no guia da CEF.	Projetos disponíveis. Dados necessários a alimentação do RTQ-R.	4 edifícios representativos.
Desempenho energético da envoltória. Matos (2012).	Edifícios residenciais verticais, em Natal (RN).	Empreendimentos lançados 2005 a 2010; Acessibilidade aos projetos e informações.	Forma; Dimensões; Solução em planta dos ambientes.	22 visitados in loco + análise dos projetos arquitetônicos. 6 edifícios representativos.
Equações do método prescritivo do RTQ-C. Lamberts e outros (2006) + Carlo e Lamberts (2006).	Edifícios comerciais e institucionais, em 5 capitais: Salvador (BA), Recife (PE), Florianópolis (SC), São Paulo (SP) e Belo Horizonte (MG).	Levantamento fotográfico de 1103 edificações.	Forma e Dimensões; Número de pavimentos; Percentual de aberturas; Proteção solares (existência, ângulo e dimensão); Cores dos vidros.	5 edifícios representativos.

Foi identificado que os procedimentos são similares:

1. Definição do objeto de estudo;
2. Definição da edificação de acordo com sua função, região bioclimática, entre outros;
3. Identificação das variáveis relacionadas ao desempenho do edifício (características físicas, geometria, composição de envoltória, ...);
4. Análise dos dados mais recorrentes;
5. Definição do edifício representativo.

Os autores definem a construção de referência como um modelo que representa a realidade do que será estudado e defendem sua utilização para estudos de desempenho em grande escala, indicando diretrizes que orientem a construção de novas edificações, assim como a atualização de existentes, com vistas ao melhor desempenho térmico e energético.

Desta forma, fundamentada na revisão bibliográfica, principalmente com base nas pesquisas de Triana, Lamberts e Sassi (2015) e de Matos (2012), foi desenvolvida a metodologia desta pesquisa que, através da análise de edifícios existentes em Jardim Camburi, objetiva definir o nível de eficiência energética de edificações residenciais multifamiliares, conforme o Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações, PBE Edifica, e por meio de edificações representativas.

CAPÍTULO 3- ABORDAGEM METODOLÓGICA

"Se você não mudar a direção, terminará exatamente onde partiu."

Antigo provérbio chinês.

3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

Neste capítulo é apresentada a abordagem metodológica utilizada para esta pesquisa. São apresentados delineamento e classificação da pesquisa, assim como suas etapas e obtenção dos dados. Além disso, descreve o objeto de pesquisa, caracterizando o bairro Jardim Camburi, a definição das tipologias, o levantamento das edificações, a caracterização dos edifícios representativos e explana sobre o método prescritivo do RTQ-R.

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa objetiva definir o nível de eficiência energética de edificações residenciais multifamiliares do bairro Jardim Camburi, na capital do Espírito Santo, conforme o Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações e por meio de edificações representativas. Desta forma, a pesquisa em questão é classificada como explicativa e descritiva, de natureza aplicada e de abordagem quantitativa. Assim, é classificada como explicativa pois trata de informar a classificação atual dos edifícios do bairro e explicar a influência das variáveis deste processo. Segundo Gil (2002) a classificação da pesquisa explicativa é com base em seus objetivos, informando e explicando a ocorrência de um fenômeno:

> Essas pesquisas têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso mesmo, é o tipo mais complexo e delicado, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente. [...] Uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a identificação dos fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado (GIL, 2002, p.42 e 43).

No entanto, também é classificada como descritiva no que tange a etapa de coleta de dados e caracterização das edificações representativas.

> As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática (GIL, 2002, p.42).

Quanto sua natureza, a pesquisa é aplicada, pois se espera que contribua na aplicação do RTQ-R por projetistas e profissionais da construção civil, engenharia e

arquitetura, além da identificação de estratégias de planejamento e projeto adequadas ao clima de Vitória, ES. De acordo com Silva e Menezes (2005, p. 20), a pesquisa aplicada “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”.

Silva e Menezes (2005, p.20) afirmam que uma pesquisa quantitativa “considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para analisá-las e classificá-las”. Assim, pode-se afirmar que esta é uma pesquisa qualitativa, pois os dados coletados para a classificação dos edifícios representativos deste trabalho foram transformados em equivalentes numéricos e, através do método prescritivo do RTQ-R, resultou em uma pontuação total do nível de eficiência de cada edificação.

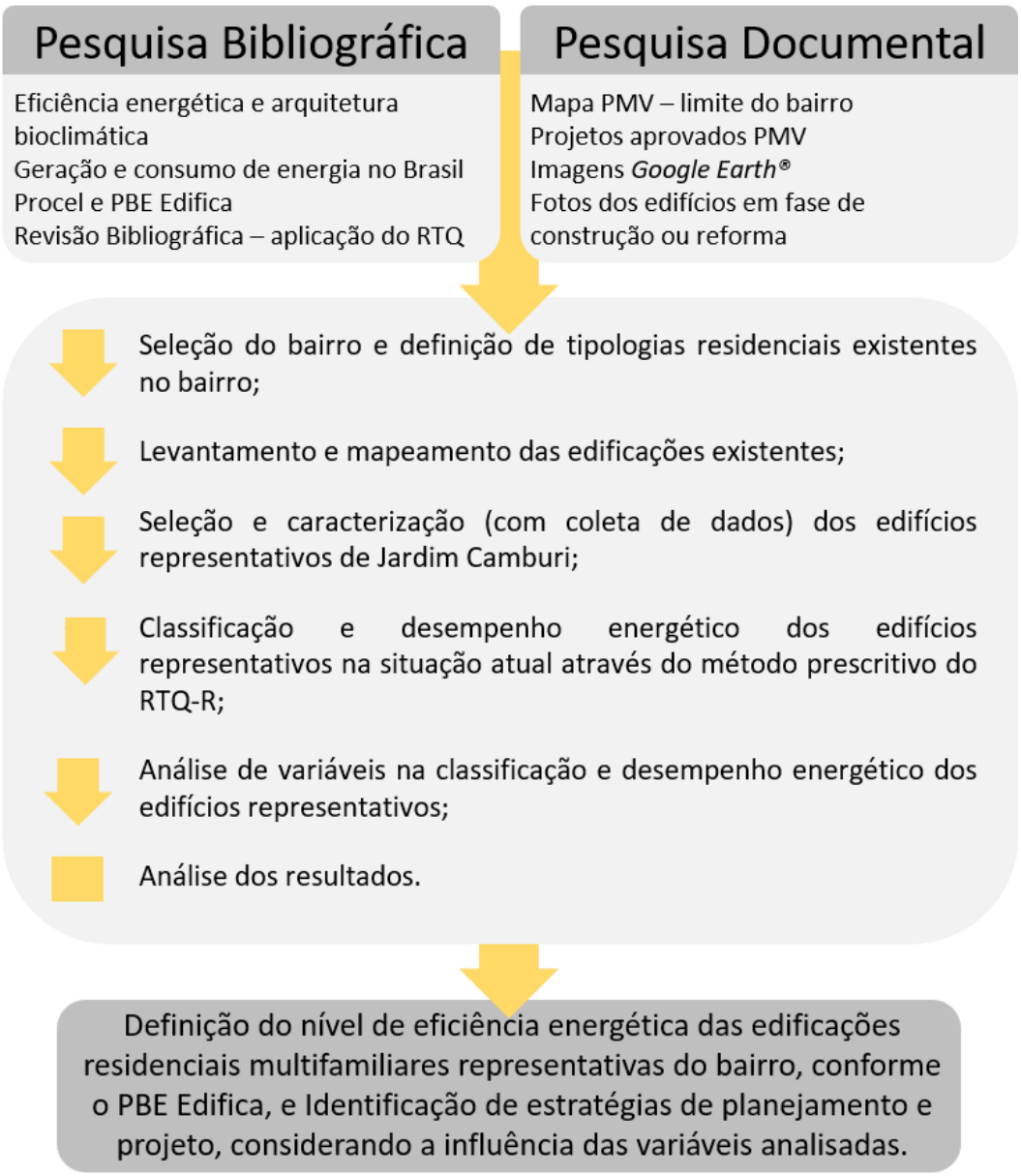
3.2. DELINEAMENTO DA PESQUISA

Com base nos objetivos geral e específicos, definiu-se um fluxo com as etapas de trabalho desta pesquisa, apresentado na Figura 23, descritas a seguir, e detalhadas nas seções deste capítulo.

Etapa de revisão bibliográfica: teve seu início antes mesmo da definição do tema, pois houve a necessidade de verificar a produção nacional e internacional para melhor embasamento ao decidir o objetivo da pesquisa. Aconteceu durante todas as etapas através de consulta a livros, artigos científicos, teses e dissertações, relatórios dos órgãos competentes, manuais do PBE Edifica, normas ABNT e legislação pertinente. Foram observados tópicos sobre eficiência energética, geração e consumo de energia no Brasil, métodos de avaliação ambiental, arquitetura bioclimática, energias limpas, Procel, PBE Edifica e realizada uma revisão de pesquisas acadêmicas que aplicaram o RTQ-C e do RTQ-R em edificações.

Etapa de pesquisa documental: teve início junto à seleção do bairro, sendo fundamental na coleta de dados dos edifícios selecionados. Houve consulta a projetos arquitetônicos aprovados pela Prefeitura Municipal de Vitória - PMV, mapa da PMV com os limites do bairro (VITÓRIA EM MAPAS, acesso em 16 dez. 2016), fotos dos edifícios em fase de construção ou reforma e imagens por satélite do *software* gratuito *Google Earth* 7 (acesso em 16 dez. 2016).

Figura 23 – Fluxo com as etapas de trabalho para a realização desta pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora.

Como mencionado no Capítulo 2 desta dissertação, a metodologia desta pesquisa foi desenvolvida fundamentada principalmente nas pesquisas de Triana, Lamberts e Sassi (2015) e de Matos (2012), e também nas demais que utilizaram edificações representativas como objeto de análise. Portanto, na caracterização tipológica das edificações existentes, são identificadas as variáveis relacionadas ao desempenho do edifício (características físicas, geometria, composição de envoltória, ...). Com base nisso, as etapas seguintes foram desenvolvidas.

Etapa de seleção e definição das tipologias residenciais existentes no bairro: nesta etapa houve a seleção do bairro analisado, e consequentemente, um primeiro contato feito por percurso presencial nas principais ruas, e algumas secundárias, e com observação das edificações. Com base nesta observação e diretrizes obtidas na pesquisa bibliográfica, foi elaborada uma planilha (Apêndice B) com objetivo de classificar as edificações residenciais multifamiliares existentes em grupos (tipologias) com características físicas e geométricas semelhantes. Esta etapa está descrita nas seções 3.3.1 e 3.3.2 desta pesquisa.

Etapa de levantamento e mapeamento das edificações existentes: para o preenchimento da planilha desenvolvida na etapa anterior (Apêndice B), houve um segundo contato com o bairro, no qual todas as ruas foram percorridas, seja por percurso *in loco*, seja por percurso virtual através da ferramenta gratuita *Google Earth 7*. Nesta fase, houve pesquisa documental para conhecimento dos limites do bairro e elaboração de roteiro dos percursos em mapa, montado com imagens do *Google Earth 7*. As edificações residenciais multifamiliares levantadas foram mapeadas de acordo com a sua classificação na referida planilha (Apêndice B). O desenvolvimento desta etapa está na seção 3.3.2.

Etapa de seleção e caracterização dos edifícios representativos: de posse dos dados coletados na etapa de levantamento, e análise dos dados mais recorrentes, foram selecionados quatro edifícios residenciais multifamiliares representativos. Para sua caracterização, torna-se indispensável a coleta de dados de cada um, havendo pesquisa documental (projetos aprovados pela PMV dos edifícios representativos e fotos de construção ou reforma) e visitas *in loco*. Além disso, para melhor caracterização das unidades habitacionais (UH), foi elaborado um formulário (Apêndice C) utilizado em entrevista a um morador de cada edifício representativo e que apresenta informações qualitativas. Tais informações são detalhadas nas seções 3.3.2 e 3.3.3.

Etapa da classificação e desempenho energético dos edifícios representativos na situação atual: foram calculados os edifícios residenciais multifamiliares representativos e suas unidades habitacionais através do método prescritivo do RTQ-R, na situação atual, ou seja, com os dados reais. O método prescritivo é descrito na seção 3.4 e a seção 4.1 apresenta a classificação e desempenho dos edifícios.

Etapa de análise das variáveis na classificação e desempenho energético: houve análise das variáveis que influenciaram na classificação e desempenho energético do edifício representativo D5 (Seção 4.3 desta dissertação).

Etapa de análise dos resultados: acontece tanto na classificação dos edifícios na situação atual, quanto na análise das variáveis que influenciaram na classificação e desempenho energético do edifício representativo D5 (Seções 4.2 e 4.3 desta dissertação).

Após a análise de resultados, as conclusões são de caráter geral, relativas à metodologia utilizada e às tipologias selecionadas, aos edifícios representativos, ao estudo paramétrico das variáveis no edifício representativo D5, e ao questionamento da pesquisa. Com isso, foi possível no âmbito dos edifícios residenciais, identificar estratégias de planejamento e projeto, e tecer recomendações finais e propostas para futuras pesquisas; todas apresentadas no Capítulo 5.

3.3. OBJETO DA PESQUISA

O bairro analisado foi Jardim Camburi, na capital do Espírito Santo, sudeste do Brasil. Após seus edifícios residenciais multifamiliares serem mapeados e classificados de acordo com as tipologias definidas, foi realizada a seleção e caracterização de seus edifícios representativos. Desta forma, o objeto de estudo desta pesquisa é o bairro Jardim Camburi, em Vitórias, ES, através da análise pelo método prescritivo do RTQ-R de seus edifícios residenciais multifamiliares representativos. Foi definido por ser local de ambiência dos pesquisadores envolvidos, próximo ao Centro Tecnológico da UFES e por apresentar edificações residenciais verticais, que foram construídas principalmente a partir dos anos 80, sendo um dos bairros da capital cujo adensamento ocorreu mais recentemente.

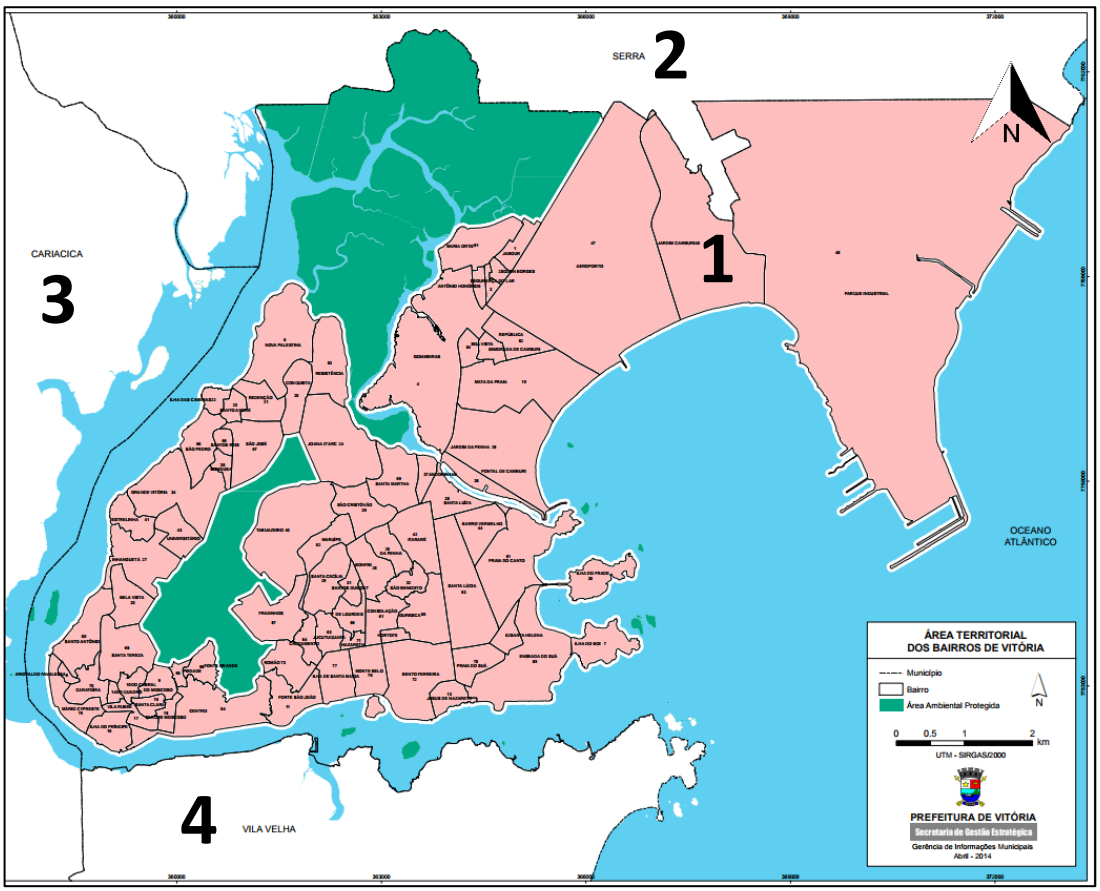
3.3.1. Características do bairro Jardim Camburi

Vitória, capital do Espírito Santo, está localizada na região Sudeste do Brasil, na zona bioclimática 8, conforme ABNT NBR 15220-3 (2005c), com áreas planas próximas à orla, coordenadas LAT 20º16’ S e LONG 40º17’ W, com média das temperaturas entre 20º e 28,4ºC e umidade média relativa do ar de 84% (GOULART; LAMBERTS; FIRMINO, 1998). De acordo com o Portal ProjetEEE (PROJETEEE, acesso 17 set.

2017), as estratégias bioclimáticas indicadas para Vitória, no verão, são ventilação natural e sombreamento; havendo em média, 92% do verão em desconforto de calor.

Na Figura 24, observa-se a localização do bairro em estudo (indicado pelo número 1), Jardim Camburi, em um recorte do mapa da capital. O bairro possui áreas planas, exceto em uma pequena extensão nos limites com os bairros de Fátima, Carapina I e Hélio Ferraz, onde há uma área de encosta; não edificável em obediência ao Plano Diretor Urbano (PDU) de Vitória (VITÓRIA, 2006). Faz limite com o mar ao sul.

Figura 24 – Recorte do mapa de Vitória, ES. O número 1 indica a localização do bairro Jardim Camburi. Os números 2, 3 e 4 indicam, respectivamente, os municípios de Serra, Cariacica e Vila Velha.



Fonte: Adaptado pela autora com base em Vitória em Mapas (acesso em 16 dez. 2016).

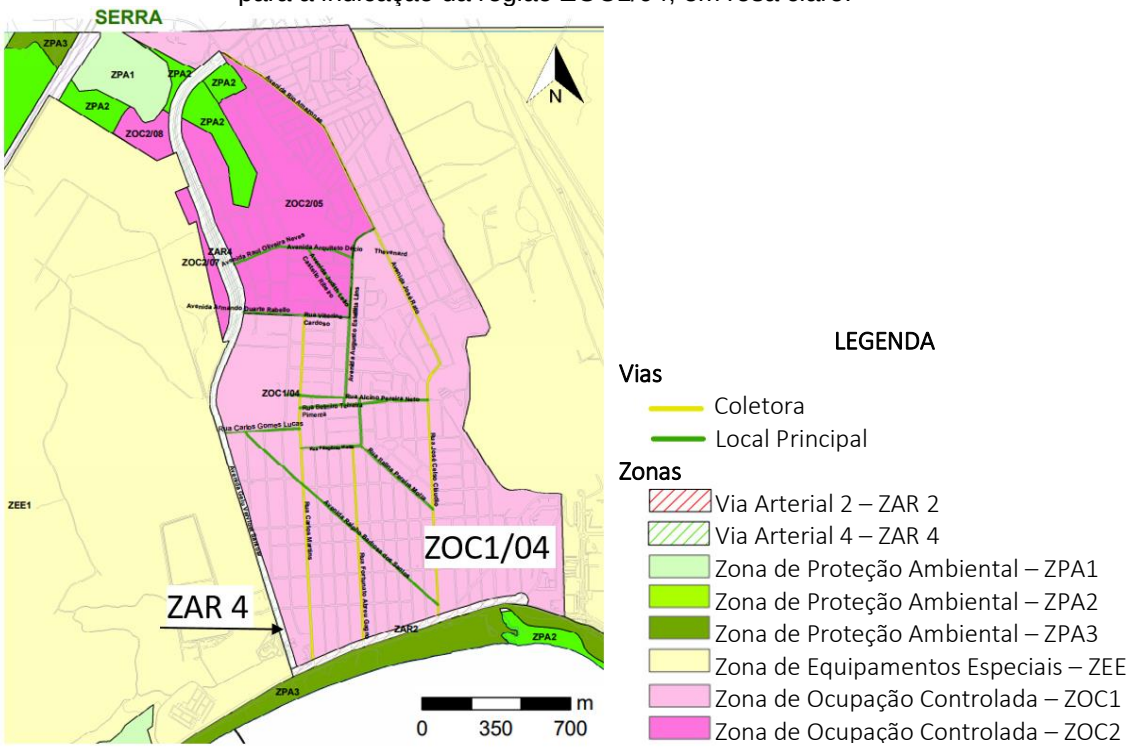
De acordo com a PMV (2013), havia no bairro Jardim Camburi (Figura 25), em 2010, 39.157 pessoas, sendo cerca de 63% com 25 a 64 anos, 33% com classe de rendimento nominal mensal domiciliar de 5 a 10 salários mínimos e 30% de 10 a 20 salários. Nos anos 60 e 70 identifica-se o surgimento do núcleo inicial de Jardim Camburi. Nestas décadas são instalados o complexo portuário de Tubarão e a Companhia Vale do Rio Doce (hoje Vale), importantes equipamentos na região de Camburi, parte continental da cidade e que contou com vários aterros. A partir dos

anos 80 ocorre com mais intensidade a urbanização e adensamento do bairro, que atualmente apresenta-se tipicamente residencial e com presença do setor de comércio de serviços. (EVOLUÇÃO URBANA, acesso em 26 mar. 2017).

Figura 25 – Vista aérea de um trecho de Jardim Camburi, Vitória ES.

Fonte: *Google Earth* 7 (Acesso em 23 set. 2017).

Figura 26 – Recorte do mapa de delimitação do zoneamento urbanístico de Vitória, ES. Destaque para a indicação da região ZOC1/04, em rosa claro.

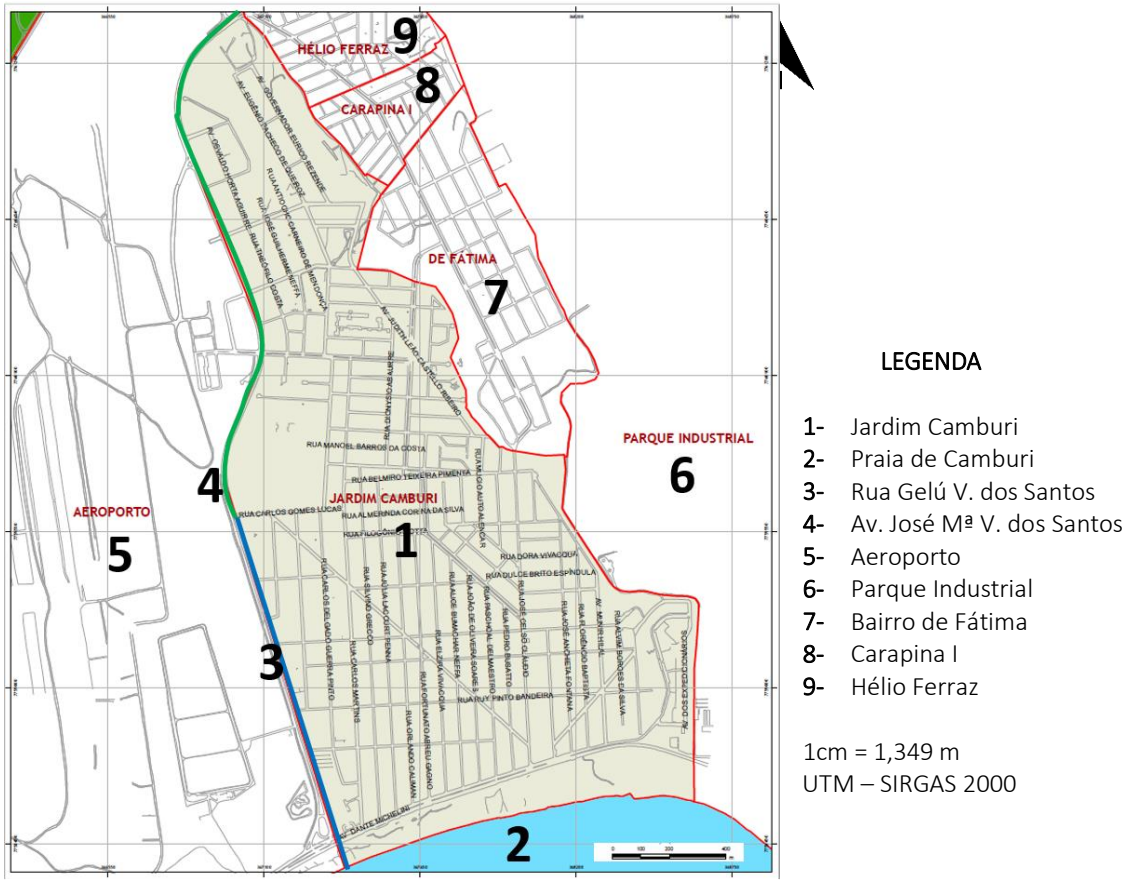


Fonte: Adaptado pela autora com base no anexo 2 do PDU do município de Vitória (VITÓRIA, 2006).

Na elaboração do PDU vigente em Vitória (VITÓRIA, 2006), os índices urbanísticos para esse bairro foram revisados, limitando o gabarito dos edifícios a serem construídos em função da largura da via e do afastamento frontal, de acordo com o local da implantação, em boa parte de sua extensão (na zona de ocupação controlada 1, ZOC1/04, conforme indicação na cor rosa claro na Figura 26). Na ZOC2/05 e 07, o gabarito máximo são 10 pavimentos e a altura máxima, 30 metros.

Na Via Arterial 2 (de frente para a praia de Camburi), o limite de altura são 19 metros, podendo ser acrescidos de acordo com o afastamento frontal utilizado. Na Via Arterial 4 (ZAR 4 indicado na Figura 26), o limite de altura deve obedecer ao Código Brasileiro de Aeronáutica. As tabelas de controle urbanístico estão no Anexo B. Os limites do bairro (Figura 27), que possui 2,61 km², foram consultados no Portal da PMV - Prefeitura Municipal de Vitória (VITORIA EM MAPAS, acesso em 16 dez. 2016).

Figura 27 – Recorte do mapa de Jardim Camburi, Vitória ES, com os limites do bairro.



Fonte: Adaptado pela autora com base em Vitória em Mapas (acesso em 16 dez. 2016).

3.3.2. Definição das tipologias e levantamento das edificações

Foi realizado um percurso presencial nas principais vias, e algumas secundárias, do bairro para reconhecimento das volumetrias existentes, no âmbito das edificações residenciais multifamiliares. De acordo com a revisão bibliográfica, as estratégias projetuais e características construtivas influenciam na eficiência energética da edificação; desta forma, buscou-se observar elementos físicos e geométricos para traçar um perfil de classificação em tipologias, com o objetivo de determinar os edifícios residenciais representativos do bairro. Foram considerados o número de pavimentos, cor predominante, existência de varandas e existência de outros elementos de sombreamento. A análise foi visual e externa às edificações.

Como foi identificada, no levantamento, a existência de várias edificações residenciais unifamiliares com até três pavimentos e apenas edifícios multifamiliares com 3 pavimentos no condomínio do Residencial Praia de Camburi, determinou-se estudar os edifícios residenciais multifamiliares com 4 ou mais pavimentos, contribuindo assim para o agrupamento em tipologias existentes de edificações multifamiliares com apartamentos. Além disso, foi decidido que o residencial Atlântica Ville também não faria parte da pesquisa, visto a falta de padronização dos imóveis.

O resultado deste primeiro contato, foi a observação que edifícios com 4 e 5 pavimentos possuem características semelhantes quanto à forma e distribuição dos pavimentos, sendo agrupados na tipologia 1 quando não há varanda, e na tipologia 2, quando há presença de varanda. Os edifícios no limite do bairro (Figura 27) com a Rua Gelú Vervloet dos Santos e Av. José Maria Vivácqua dos Santos são mais altos, com forma e distribuição dos pavimentos semelhantes e com varandas; deste modo, foram agrupados na tipologia 3. Os demais edifícios residenciais multifamiliares, também semelhantes quanto à forma e distribuição dos pavimentos, foram agrupados na tipologia 4, sem varanda, e tipologia 5, com varanda. Portanto, os edifícios residenciais multifamiliares foram agrupados em:

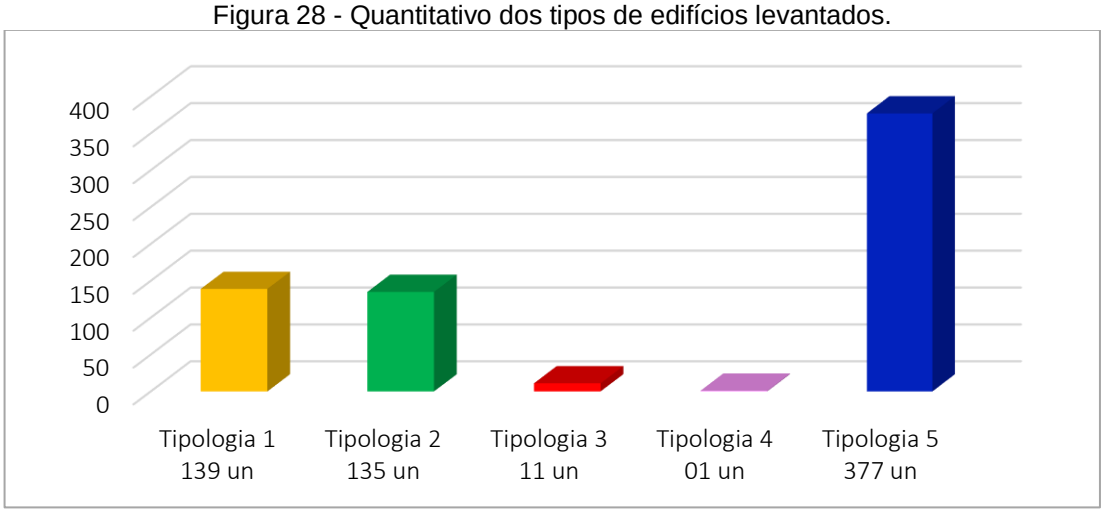
- Tipologia 1: Edifícios Residenciais com 4 e 5 pavimentos sem varanda;
- Tipologia 2: Edifícios Residenciais com 4 e 5 pavimentos com varanda;
- Tipologia 3: Edifícios Residenciais com 13 a 22 pavimentos;
- Tipologia 4: Edifícios Residenciais com 6 a 12 pavimentos sem varanda;
- Tipologia 5: Edifícios Residenciais com 6 a 12 pavimentos com varanda.

Não foram incluídos os edifícios residenciais multifamiliares em construção na época do levantamento. A análise sobre o uso e número de pavimentos foi visual, não sendo somados os pavimentos com ½ subsolo (construídos parcialmente em subsolo, com laje de teto em cota superior à cota de nível do terreno) ou em subsolo. Foram considerados edifícios de uso misto (térreo comercial e residencial nos demais pavimentos).

Com base na observação neste primeiro percurso e diretrizes obtidas com a pesquisa bibliográfica, foi elaborada uma planilha (Apêndice B) com objetivo de classificar as edificações residenciais multifamiliares existentes em grupos (tipologias) com características físicas e geométricas semelhantes. Assim, para preenchimento da referida planilha, houve um segundo contato com o bairro, no qual todas as ruas foram percorridas. Foram realizados percursos virtuais por meio da ferramenta gratuita *Google Earth 7.* Os terrenos vazios e edificações em construção identificados no percurso virtual, foram conferidos em percursos *in loco* para verificar sua situação atual, visto que fazem parte desta pesquisa todos os edifícios multifamiliares construídos, com mais de três pavimentos.

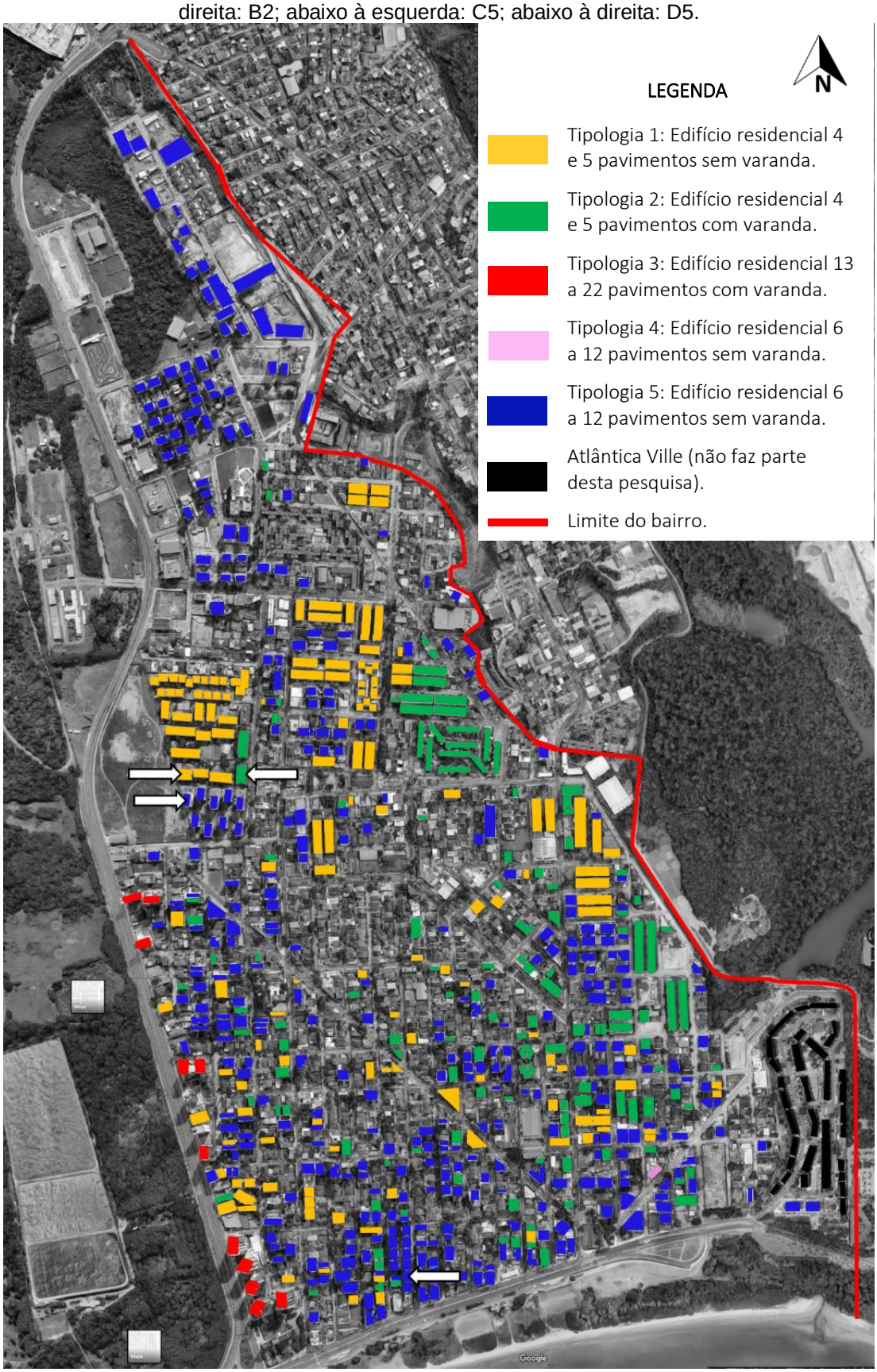
As edificações levantadas foram mapeadas (Figura 29) de acordo com a sua classificação por tipologia. Concomitante, a planilha (Apêndice B) para a coleta de dados dos elementos tipológicos externos dos edifícios foi preenchida. Nesses parâmetros, foram levantados, em janeiro de 2017, 663 edifícios residenciais mutifamiliares com 4 ou mais pavimentos construídos em Jardim Camburi (Figura 28). As tipologias mais frequentes são 1, 2 e 5.

Figura 28 - Quantitativo dos tipos de edifícios levantados.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 29 – Localização dos edifícios de acordo com as tipologias levantadas no bairro. As setas brancas indicam a localização dos edifícios representativos: Acima à esquerda: Edifício A1; acima à direita: B2; abaixo à esquerda: C5; abaixo à direita: D5.



Fonte: Imagem elaborada pela autora a partir do *Google Earth* (acesso em 16 dez. 2016).

Durante este segundo momento de contato com o bairro, onde edificações multifamiliares foram observadas em todas as ruas, foi possível relatar mais percepções quanto às tipologias. Assim, com relação às tipologias 1 e 2, edifícios com 4 e 5 pavimentos (Figura 30), os elementos de sombreamento (que não sejam varanda) geralmente são recuos ou relevos com função aparentemente estética. Há instalação pós-ocupação de toldos em lona em algumas UHs, mostrando a necessidade do usuário pela proteção solar.

Ainda sobre as ipologias 1 e 2, observa-se que a maior parte das edificações possui cores claras e, na tipologia 2, o guarda-corpo das varandas geralmente são em vidro. O formato das plantas, em sua maioria, apresenta-se retangular ou tipo “H”. As tipologias 1 e 2 possuem aspectos semelhantes de distribuição de pavimentos: térreo em pilotis e demais pavimentos com apartamentos. Dos 139 edifícios classificados na tipologia 1, apenas dois possuem 5 pavimentos, e dos 135 edifícios classificados na tipologia 2, 46 apresentam 5 pavimentos e 89 apresentam 4 pavimentos.

Figura 30 – Alguns dos edifícios classificados nas Tipologias 1 e 2.

Fonte: *Google Earth* 7 (Acesso em 16 dez. 2016).

Edifícios com 6 a 12 pavimentos com varanda, tipologia 5, foram localizados em toda a extensão do bairro, sendo predominantes, totalizando 377 edificações. Durante o

levantamento, observou-se que dentro da tipologia 5 há dois tipos de edificações bem definidos que merecem atenção (Figura 31): edifícios de 10 pavimentos com térreo predominantemente em pilotis e com varanda pequena (geralmente atendendo somente à sala) e edifícios de 10 pavimentos com térreo predominantemente ocupado com áreas comuns cobertas e com varandas grandes que atendem a mais de um ambiente de permanência prolongada (APP). O formato das plantas apresenta-se, em sua maioria, retangular compacto ou alongado, tipo avião ou “L”. Dos 377 edifícios, há 37 com 6 pavimentos, 16 com 7, 73 com 8, 86 com 9, 129 com 10, 34 com 11 e 2 com 12.

Figura 31 – Exemplo dos edifícios classificados na Tipologia 5, com varanda pequena e com varanda grande.

Fonte: Google Earth (Acesso em 16 dez. 2016).

Apenas um edifício se enquadrou na tipologia 4, com 9 pavimentos e sem varanda. Não foram identificados no bairro edifícios com 13, 14, 17 ou 19 andares. Os 11 edifícios da tipologia 3, encontram-se na região da rua Gelú Vervloet dos Santos (Figura 30), onde os índices urbanísticos são diferentes das demais regiões. Dos 11 edifícios, há 1 com 15 pavimentos, 2 com 16, 2 com 18, 1 com 20 e 5 com 22.

Cobertura em platibanda e com telha tipo fibrocimento sem pintura é prevalente. Alguns poucos edifícios com 4 pavimentos apresentam aberturas não contínuas para ventilação na platibanda (Figura 32). Nota-se a presença de área de lazer (churrasqueira e piscina) no topo de algumas edificações com 6 ou mais pavimentos. São raros os edifícios que apresentam placas solares em sua cobertura.

Figura 32 – Detalhe para as aberturas circulares na platibanda.

Fonte: *Google Earth* 7 (Acesso em 23 set. 2017).

Desta forma, verificou-se que as tipologias 3 e 4 são pouco representativas, totalizando 12 dos 663 edifícios e a tipologia 5 exibe maior representatividade, com 337 edifícios; sendo que foram observadas, durante a classificação, dois tipos de edificações bem definidas. Assim, com base nos resultados apresentados na Figura 28, análises visuais e oportunidade de acesso para coleta de dados, foram selecionadas 3 tipologias (1, 2 e 5) e definidos 4 edifícios representativos (Figura 33), sendo:

- Edifício A1: edifício A que representa a tipologia 01 - possui 4 pavimentos, sem varanda.
- Edifício B2: edifício B que representa a tipologia 02 - possui 4 pavimentos, com varanda.
- Edifício C5: edifício C que representa a tipologia 05 - possui 10 pavimentos, com varanda pequena.
- Edifício D5: edifício D que representa a tipologia 05 - possui 10 pavimentos, com varanda grande.

Assim, os edifícios A1, B2, C5 e D5, foram selecionados como edificações representativas para que, através do método prescritivo do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações, seja possível definir o nível de eficiência energética de edificações residenciais multifamiliares do bairro Jardim Camburi que se enquadram nas citadas tipologias 1, 2 e 5. Esses edifícios representam os demais por sua similaridade quanto às características físicas e geométricas, descritas nesta seção, que aparecem com mais frequência nas edificações levantadas no bairro.

Figura 33 – Edifícios representativos A1, B2, C5 e D5.

Fonte: Registros da autora.

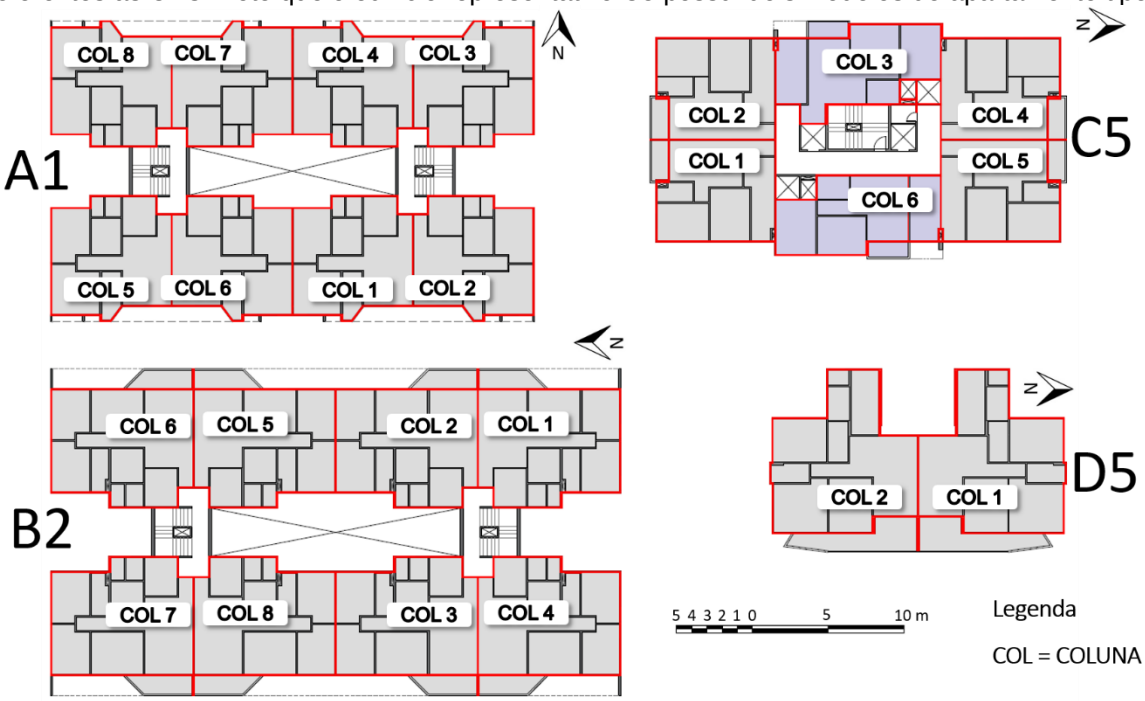
3.3.3. Caracterização dos edifícios representativos

Para a caracterização dos 4 edifícios representativos (Figuras 33, 34 e 35 e Quadros 07 e 08) foram coletados dados com base no método prescritivo do RTQ-R (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012), consulta a ABNT NBR 15220-2 (2008b), projetos arquitetônicos aprovados na PMV, a partir das anotações feitas no levantamento dos edifícios do bairro, visitas técnicas e entrevista com um morador de cada edifício. Sobre edifício C5, foi possível consultar o engenheiro responsável pelo projeto estrutural. Foi possível consultar fotos de reforma realizada em apartamentos nos edifícios B2 e C5, assim como fotos da construção do Edifício D5.

Vários são os dados necessários para alimentação do método prescritivo do RTQ-R, por isso, torna-se essencial a caracterização dos edifícios representativos. Foi necessário o estudo do processo de etiquetagem através do RTQ-R, RAC, manual de aplicação e ambiente virtual do PBE Edifica. Análise de pesquisas acadêmicas sobre o tema também contribuíram para o entendimento amplo do processo. Giacomin e Calmon (2016) apresentam uma revisão com análise de pesquisas que aplicaram a regulamentação específica do PBE Edifica. Esta revisão foi atualizada em 2017 e é apresentada na seção 2.2. desta dissertação. Além disso, eventuais dúvidas foram esclarecidas no fórum disponível no portal do PBE Edifica (acesso em 5 jul. 2017). Os dados alimentam direta ou indiretamente a planilha editável (utilizada para o cálculo do nível de eficiência das UHs), desenvolvida pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, LabEEE, disponível também no portal do PBE Edifica. O

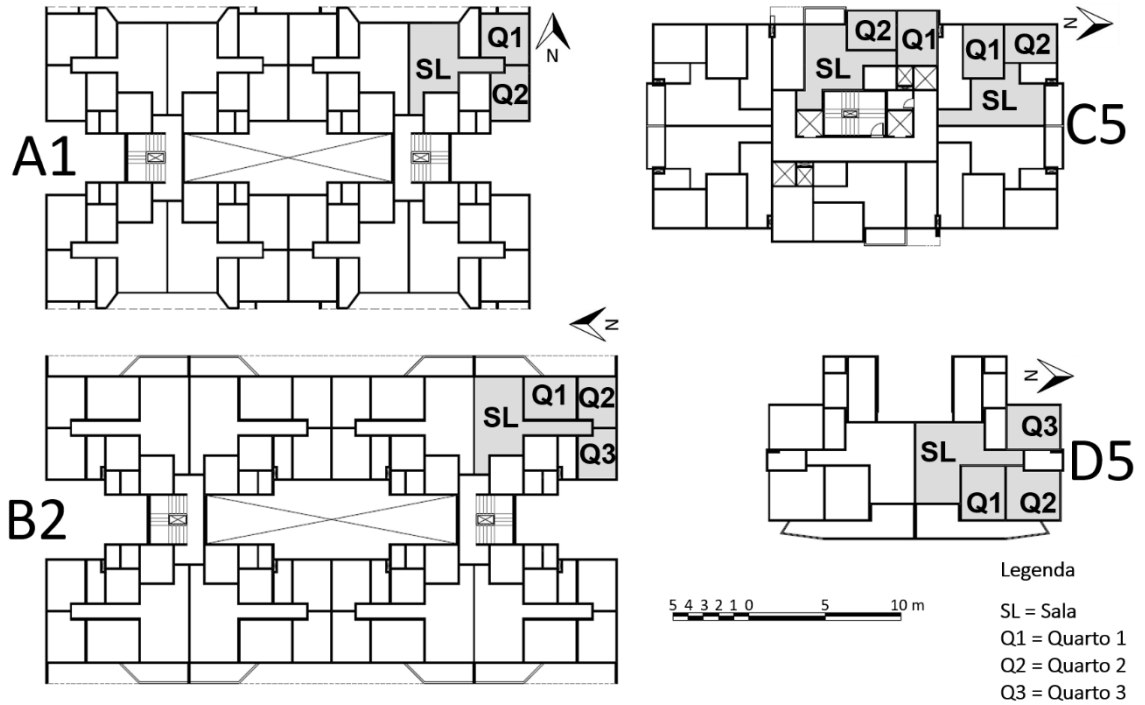
Quadro 06 apresenta os dados necessários para a alimentação do método prescritivo do RTQ-R e a(s) fonte(s) utilizada(s), de acordo com a experiência de coleta dos 4 edifícios estudados em Jardim Camburi, Vitória, ES.

Figura 34 – Planta baixa esquemática de cada edifício representativo, com identificação das colunas referentes às UHs. Note que o edifício representativo C5 possui dois modelos de apartamento tipo.



Fonte: Imagem elaborada pela autora a partir dos projetos aprovados na PMV.

Figura 35 – Planta baixa esquemática de cada edifício representativo, com destaque a disposição dos ambientes de permanência prolongada (APP) de uma UH.



Fonte: Imagem elaborada pela autora a partir dos projetos aprovados na PMV.

Quadro 06 – Dados necessários para alimentação do cálculo pelo método prescritivo e fontes para a coleta (Continua).

Dados coletados	Projeto Arquitetônico	Visita *in loco*	Entrevista e Registro fotográfico	ABNT	RTQ-R	*Google Earth*
Zona Bioclimática				X		
Norte geográfico						X
Ano de aprovação do projeto na PMV	X					
Medição individualizada de energia		X	X			
Medição individualizada de água fria		X	X			
Medição individualizada de água quente		X	X			
Área da UH	X					
Área útil da UH (sem paredes e varandas)	X					
Número de Pavimentos	X					
Número de UHs por Pavimento	X					
Pé-direito (piso a teto)	X	X				
Número de Quartos por UH	X					
Número de Banheiros por UH	X					
Número de Banheiros com ventilação natural por UH	X					
UH com ventilação cruzada	X					
Sistema de aquecimento de água		X	X			
Elementos economizadores de água potável		X	X			
Transmitância térmica (U) das paredes externas			X		X	
Capacidade Térmica (CT) das paredes externas			X		X	
Absortância (α) das cores das paredes externas		X			X	
Transmitância térmica (U) da cobertura			X		X	
Capacidade Térmica (CT) da cobertura			X		X	
Absortância da cobertura			X		X	
Se o APP possui cobertura voltada para o exterior	X					
Se o APP possui laje em contato com o solo	X					
Se o APP possui laje sobre pilotis	X					
Área útil do APP sem corredor	X					
Área útil do APP com corredor	X					
Área de paredes internas do APP	X					
Área de paredes externas do APP	X					
Área e tipo das aberturas externas do APP	X				X	
Elementos de sombreamento externos	X	X				
Centro geométrico das aberturas de APP	X	X				

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 06 – Dados necessários para alimentação do cálculo pelo método prescritivo e fontes para a coleta (Conclusão).

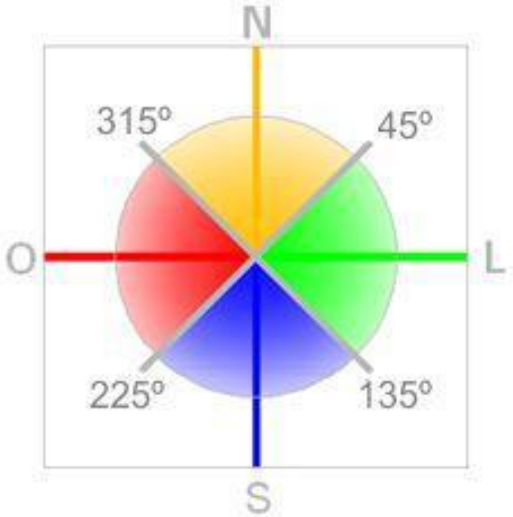
Dados coletados	Projeto Arquitetônico	Visita *in loco*	Entrevista e Registro fotográfico	ABNT	RTQ-R	*Google Earth*
Refletância do teto dos APPs, cozinha e área de serviço		X	X			
Profundidade dos APPs, cozinha e área de serviço	X	X				
Distância entre o piso e altura máxima da abertura, sem os caixilhos, nos APPs, cozinha e área de serviço	X	X				
ENCE A ou Selo Procel em fontes de iluminação artificial, ventiladores de teto, refrigeradores		X	X			

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a ABNT NBR 15220-3 (2005c) e descrito na seção 2.1.3.1. desta dissertação, a zona bioclimática de Vitória é a ZB 8. Quanto à orientação solar das edificações, o método prescritivo do RTQ-R utiliza o norte geográfico e a implantação é definida dentro de um quadrante (Figura 36) considerando norte (de 0 a 45,0° e de 315,1° a 360,0°), leste (de 45,1° a 135,0°), sul (de 135,1° a 225,0°) e oeste (de 225,1° a 315,0°) (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012).

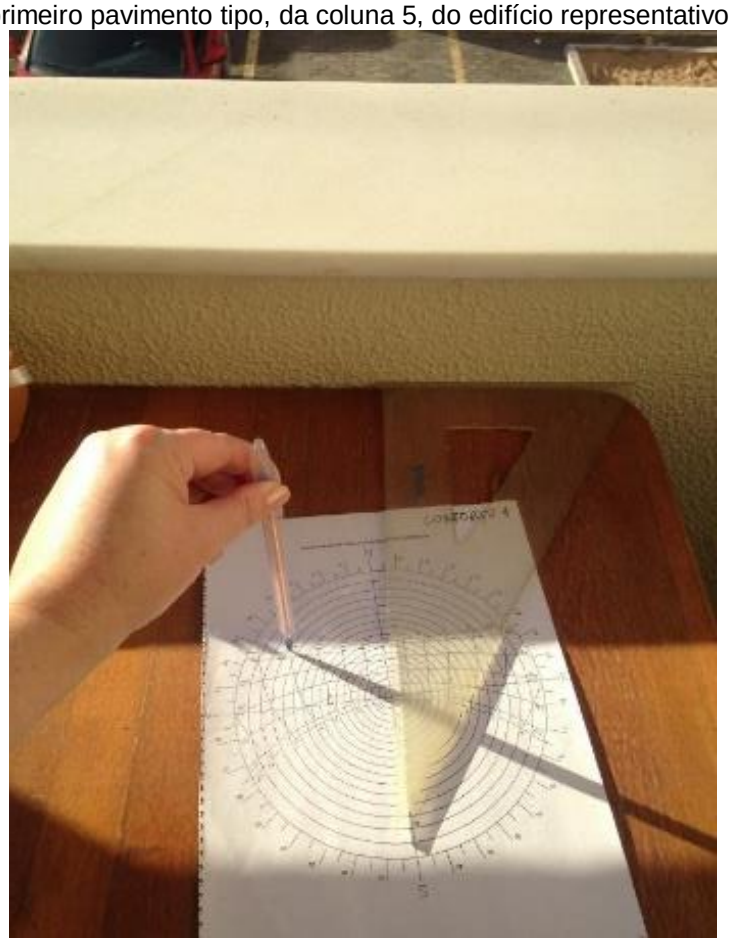
Segundo o Fórum de ajuda Google (acesso em 26 de maio de 2016), nos produtos Google Geo as coordenadas são geográficas. Assim, foi utilizado o norte indicado pela seta no *Google Earth* (acesso em 16 dez. 2016) e conferido pelo método de verificação do norte verdadeiro pela carta solar (Figura 37).

Figura 36 – Quadrantes para determinação da orientação solar das fachadas dos edifícios, segundo o RTQ-R.



Fonte: RTQ-R (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012).

Figura 37 – Método de verificação do norte verdadeiro pela carta solar, realizado na varanda da UH do primeiro pavimento tipo, da coluna 5, do edifício representativo C5.



Fonte: Registro da autora.

Conforme apresentado no Quadro 06, dados sobre medição individualizada de energia, de água fria e água quente, tipo de sistema de aquecimento de água, existência de elementos economizadores de água potável, informações do tipo de processo construtivo e cores de paredes externas e da cobertura (subsídios para valores de transmitância térmica - U, capacidade térmica - CT e absortância - α), cor do teto dos APPs, cozinha e área de serviço e existência de ENCE A ou Selo Procel em fontes de iluminação artificial, ventiladores de teto e refrigeradores, foram coletados a partir de visitas *in loco*, análise de registros fotográficos e entrevista com morador. Alguns dos dados necessários para alimentação do método prescritivo foram coletados em visita e em entrevista com morador (Quadro 6). Sendo os elementos construtivos dos apartamentos padronizados, foi elaborado um formulário (Apêndice C) e utilizado em entrevista a um morador de cada edifício representativo. O morador entrevistado foi selecionado pela facilidade de acesso ao mesmo. Os dados coletados estão disponíveis nos Quadros 07 e 08.

Quadro 07 – Dados dos edifícios representativos.

Dados coletados	Edifício A1	Edifício B2	Edifício C5	Edifício D5
Ano de aprovação do projeto na PMV	1981	1981	1996	2012
Medição individualizada de energia	Sim	Sim	Sim	Sim
Medição individualizada de água	Não	Não	Não	Sim
Área da UH	58,80m²	75,23m²	Tipo 1 = 54,66m² e Tipo 2 = 55,15m²	93,00m²
Área útil da UH (sem paredes e varandas)	52,86m²	63,67m²	Tipo 1 (COL 1,2,4,5) = 46,66m² e Tipo 2 (COL 3, 6) = 45,16m²	72,46m²
Pavimentos	4 (1 pilotis + 3 tipos)	4 (1 pilotis + 3 tipos)	10 (1 pilotis + 9 tipos).	10 (térreo + 9 pav. Tipo). Possui ½ subsolo.
UHs por Pavimento	08	08	06	02
Pé-direito (piso a teto)	2,71m	2,71m	2,80m	2,70m
Quartos por UH	02	03	02	03
Banheiros por UH	02	02	01	03
Banheiros com ventilação natural por UH	01	01	01	02
UH possui ventilação cruzada	Sim	Sim	Tipo 1 = sim e Tipo 2 = não	Sim
Aquecimento de água	Elétrico.	Elétrico.	Elétrico.	Elétrico.
Elementos economizadores de água potável	Bacia sanitária com caixa acoplada	Bacia sanitária com caixa acoplada	Bacia sanitária com caixa acoplada Arejadores nas torneiras dos banheiros e cozinha.	Bacia sanitária com caixa acoplada e duplo fluxo; Arejadores nas torneiras dos banheiros e cozinha.
Transmitância térmica (U) das paredes externas	2,39 W/(m²K). Bloco cerâmico 9cm e argamassa.	2,39 W/(m²K). Bloco cerâmico 9cm e argamassa.	2,24 W/(m²K). Bloco cerâmico 12cm e argamassa	2,39 W/(m²K). Bloco cerâmico 9cm e argamassa
Capacidade Térmica (C_T) das paredes externas	151 Kj/(m²K)	151 Kj/(m²K)	155 Kj/(m²K)	151 Kj/(m²K)
Absortância (α) das cores das paredes externas	0,34 (marfim) e 0,70 (verde escuro)	0,34 (marfim) e 0,70 (verde escuro)	0,34 (marfim), 0,50 (flamingo) e 0,78 (tabaco)	0,45 (areia)
Transmitância térmica (U) da cobertura	2,06 W/(m²K). Laje maciça 10cm e telha de fibrocimento.	2,06 W/(m²K). Laje maciça 10cm e telha de fibrocimento.	2,06 W/(m²K). Laje maciça 10cm e telha de fibrocimento.	1,88 W/(m²K). Laje plana pós tensionada 18cm e telha de fibrocimento.
Capacidade Térmica (C_T) da cobertura	233 Kj/(m²K)	233 Kj/(m²K)	233 Kj/(m²K)	414,82 Kj/(m²K)
Absortância da cobertura	0,65	0,65	0,65	0,65

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 08 – Áreas de ambientes e paredes dos edifícios representativos.

	Descrição	Sala	Quarto 01	Quarto 02	Quarto 03
Edifício Representativo A	Área útil sem corredor	14,40m²	9,60m²	8,40m²	-
	Área útil com corredor	18,40m²	9,60m²	8,40m²	-
	Área das aberturas externas	4,20m²	1,40m²	1,40m²	-
	Área de paredes internas COL 1,4,6,7	48,15m²	24,95m²	24,55m²	-
	Área de paredes externas COL 1,4,6,7	4,47m²	7,14m²	5,38m²	-
	Área de paredes internas COL 2,3,5,8	48,15m²	16,01m²	14,93m²	-
	Área de paredes externas COL 2,3,5,8	4,47m²	7,14+8,94m²	5,38+9,62m²	-
Edifício Representativo B	Área útil sem corredor	16,32m²	10,00m²	8,03m²	7,53m²
	Área útil com corredor	21,59m²	10,00m²	8,03m²	7,53m²
	Área das aberturas externas	4,80m²	1,40m²	1,40m²	1,40m²
	Área de paredes internas COL 1,4,6,7	58,99m²	23,60m²	14,52m²	13,98m²
	Área de paredes externas COL 1,4,6,7	3,87m²	7,95m²	5,37+9,21m²	8,67+5,37m²
	Área de paredes internas COL 2,3,5,8	58,99m²	23,60m²	23,73m²	22,65m²
	Área de paredes externas COL 2,3,5,8	3,87 m²	7,95m²	5,37m²	5,37m²
Edifício Representativo C	Área útil sem corredor COL 1,2,4,5	16,21m²	9,00m²	8,33m²	16,21m²
	Área útil com corredor COL 1,2,4,5	17,16m²	9,00m²	8,33m²	17,16m²
	Área útil sem corredor COL 3, 6	14,28m²	9,23 m²	8,00m²	14,28m²
	Área útil com corredor COL 3, 6	16,37m²	9,23m²	8,00m²	16,37m²
	Área das aberturas externas	3,30m²	1,56m²	1,44m²	-
	Área de paredes internas COL 1,2,4,5	43,68m²	25,13m²	14,91m²	43,68m²
	Área de paredes externas COL 1,2,4,5	3,98m²	5,72m²	5,42 + 9,52m²	3,98m²
	Área de paredes internas COL 3, 6	36,68m²	23,45m²	19,25m²	36,68m²
	Área de paredes externas COL 3, 6	3,98m²	5,72 + 2,24m²	2,24 + 7,52m²	3,98m²
Ed.Repres.D	Área útil sem corredor	19,54m²	10,10m²	11,74m²	9,90m²
	Área útil com corredor	21,83m²	10,10m²	11,74m²	9,90m²
	Área das aberturas externas	5,50m²	1,65m²	3,52m²	1,65m²
	Área de paredes internas	45,24m²	22,70m²	17,39m²	15,68m²
	Área de paredes externas	7,43m²	2,70+7,70m²	8,64+9,59m²	7,70+9,45m²

Nota: COL = Coluna. Coluna é uma expressão imobiliária que significa que os apartamentos com mesma planta baixa estão sobrepostos em um mesmo alinhamento vertical. Assim, COl 1, por exemplo, referencia todos os apartamentos que estão alinhados na coluna 01 do edifício em questão. As numerações adotadas estão de acordo com os projetos aprovados na PMV. Ver Figura 32.

Fonte: Elaborado pela autora.

Foi definido para a pesquisa de classificação das edificações nas tipologias, com base no RTQ-R (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012), que as cores claras são as com α ≤ 0,6 e cores escuras com α > 0,6. Para os edifícios representativos, as cores externas foram definidas visualmente, sendo adotada a cor correspondente mais próxima e seu valor de absortância (α) com referência no item B do anexo geral V do RTQ-R (Anexo C) e ABNT NRB 15220-2 (2008b). Quando um ambiente possui mais de uma cor em suas paredes externas, foi calculado o valor ponderado de absortância.

As composições de materiais de paredes externas e cobertura das edificações foram adotadas de acordo com visita técnica e/ou entrevista com morador, sendo adotado valor para transmitância térmica (U) com referência no item B do anexo geral V do RTQ-R (Anexo C). Para a cobertura do edifício D (Quadro 07), foi realizado cálculo de acordo com a ABNT NBR 15220-2 (2008b), pois não há esta composição no anexo geral V do RTQ-R. Desta forma, primeiro foi realizado o cálculo de acordo com a norma e comparando com os dados obtidos para a composição de cobertura existente no RTQ-R, com o objetivo de gerar valores próximos e adotar a mesma metodologia (Apêndice D); em seguida, foram inseridos os dados para a laje plana pós tensionada com 18cm de espessura (Apêndice E).

No Quadro 08, além de dados coletados, estão as áreas de paredes externas e internas que foram, calculadas para atendimento ao método prescritivo do RTQ-R. Para tanto, foram determinadas as áreas das paredes externas de cada orientação, excluindo a área das aberturas de cada ambiente. As áreas de paredes internas também foram calculadas livres de aberturas, como as portas.

Através das visitas técnicas observou-se a presença de rebaixamento com placas de gesso em alguns apartamentos dos edifícios representativos calculados, alterando o pé-direito original. Foi considerado para efeito de cálculo do desempenho o pé-direito do projeto ou o medido *in loco* quando não havia a presença do rebaixamento.

Ainda sobre o formulário (Apêndice C) elaborado para a entrevista aos moradores dos edifícios representativos (um em cada edifício), foram consideradas questões sobre visão geral do projeto, gestão da água e eficiência energética. Além dos dados apresentados no Quadro 7, foi verificado que nenhum dos condomínios possui sistema automatizado de monitoramento do consumo de água e energia,

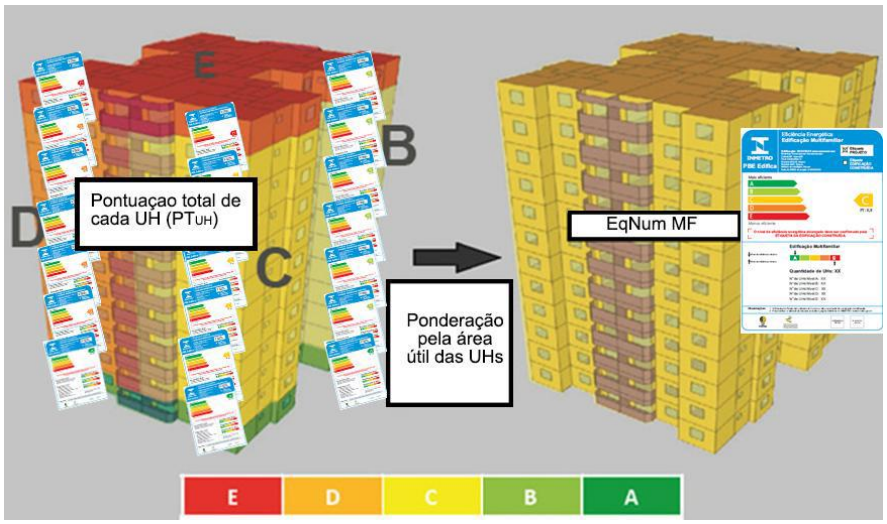
reaproveitamento de águas cinza e de condensação dos aparelhos de ar condicionado, captação de água de chuva, telhado verde, microgeração de energia solar ou eólica, pontos para abastecimento de carros e bicicletas elétricas, sistema solar de aquecimento de água e que o usuário não possui informações sobre o desempenho térmico dos componentes de paredes de fachada e cobertura.

3.4. MÉTODO PRESCRITIVO DO RTQ-R

Conforme abordado na seção 2.1.4. desta dissertação, o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) foi publicado em setembro de 2010 e é regido pela Portaria Inmetro nº 18, de 16 de janeiro de 2012 (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012). Possui como documentos complementares o RAC, Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações, (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2013) e manual para sua aplicação (LABEEE *et al*., 2014). A adesão é voluntária.

O RTQ-R especifica métodos e requisitos técnicos para a classificação de edificações residenciais quanto à eficiência energética, possibilitando a etiquetagem de edificações unifamiliares, multifamiliares (resultado ponderado da avaliação de todas as unidades habitacionais autônomas da edificação; conforme ilustrado na Figura 38) e das áreas de uso comum (frequente e eventual), ou seja, para cada um desses há uma ENCE específica. De tal modo que nesta pesquisa foram analisados critérios pertinentes a etiquetagem de unidades habitacionais e edificações multifamiliares, não sendo objeto de estudo a etiqueta de Áreas de Uso Comum.

Figura 38 – Exemplo de determinação do equivalente numérico da edificação multifamiliar.



Fonte: ELETROBRAS/PROCEL e CB3E/UFSC (2014c).

Quanto às UHs, são avaliados os pré-requisitos e requisitos relativos ao desempenho térmico da envoltória, sistema de aquecimento de água e eventuais bonificações (porosidade na ventilação natural, uso racional de água, refletância de teto, e outros fatores); quanto às áreas de uso comum, são considerados sistema de iluminação artificial, elevadores, bombas centrífugas, equipamentos, sistema de aquecimento de água para banho, piscina e sauna. Roméro e Bruna (2010) afirmam que a utilização de painéis solares térmicos para aquecimento de água no setor residencial deve ser considerada, sendo uma ação significativa em prol da sustentabilidade.

O método de avaliação pode ser prescritivo ou por simulação computacional. Conforme a pontuação obtida é concedida a classificação que varia do nível A (mais eficiente) a E (menos eficiente), como mostra a Tabela 03 (seção 2.1.4.1. desta dissertação). Essa classificação com outros dados do desempenho energético é documentada na ENCE fornecida ao imóvel avaliado.

Nesta pesquisa foi adotado o método prescritivo, pois entendeu-se que desta forma haveria maior contato com os conceitos do processo de classificação das edificações residenciais e a identificação clara dos requisitos necessários à obtenção de maior desempenho energético, visto que um dos objetivos é analisar a influência das variáveis arquitetônicas na classificação e no desempenho térmico e energético em relação ao PBE Edifica. Além disso, contribuiu para esta decisão o fato deste método ser atualmente o mais utilizado pelos pesquisadores e pelos OIAs (Organismo de Inspeção Acreditado), ser aplicável a maioria das tipologias construídas no País e estimular a aplicação de estratégias arquitetônicas adequadas à zona bioclimática (ZB).

O método prescritivo do RTQ-R classifica o nível de eficiência energética das UHs através de uma equação (Equação 1) que fornece a pontuação total do nível de eficiência da UH (PT_{UH}), envolvendo o EqNumEnv, equivalente numérico da envoltória (desempenho térmico quando a UH está naturalmente ventilada), o coeficiente (a) correspondente à ZB da edificação (Tabela 04), o equivalente numérico do sistema de aquecimento de água (EqNumAA) e total de pontos obtidos com bonificações.

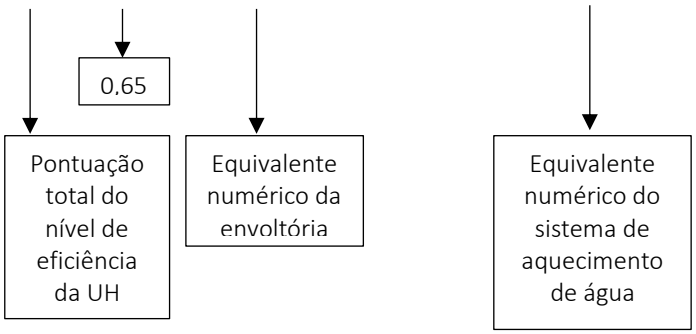
Tabela 04 – Coeficientes para a equação 1, de acordo com a tabela 2.3 do RTQ-R.

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

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Brasil, MDIC e Inmetro (2012).

Na equação com aplicação do coeficiente para a região sudeste, verifica-se que o maior peso é pertinente à envoltória da edificação. Fernandes (2009) disserta que a envoltória é entendida como as superfícies de fachadas e coberturas expostas da edificação, determinando a carga térmica para o ar condicionado, e definindo a quantidade de luz natural e radiação direta, essenciais para o conforto térmico e luminoso.

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



O desempenho térmico da envoltória é obtido através do equivalente numérico da envoltória naturalmente ventilada (EqNumEnv). Para cada ZB há uma equação correspondente, sendo considerados o EqNumEnv para resfriamento (EqNumEnvResfr) e para aquecimento (EqNumEnvA); no entanto, este último não é necessário às ZB de 5 a 8. Como o bairro Jardim Camburi está na ZB 8, o EqNumEnv para aquecimento não será calculado, sendo EqNumEnv igual ao EqNumEnvResfr, que correspondem neste caso à Envoltória para verão.

Assim, é necessário verificar o indicador Graus-hora para Resfriamento (GHR) de cada ambiente de permanência prolongada (APP), que representa o somatório anual de graus-hora e utiliza como base a temperatura de 26 ºC para resfriamento. O equivalente numérico quando a UH for condicionada artificialmente (EqNumEnvRefrig) também deve ser calculado, no entanto é de caráter informativo e apenas para os dormitórios.

> O indicador graus-hora é um indicador de desempenho térmico da envoltória da edificação naturalmente ventilada. O indicador representa, no caso de resfriamento, o somatório anual de graus-hora, calculado para a temperatura de base de 26°C para resfriamento, ou seja, o somatório anual dos graus-hora acima de 26°C, considerando a temperatura operativa dos ambientes.
>
> O consumo relativo para refrigeração indica o consumo anual de energia (em kWh) por metro quadrado necessário para refrigeração do ambiente durante o período de 21 h às 8 h, todos os dias do ano, com manutenção da temperatura em 24°C.
>
> O primeiro é um indicador de desempenho térmico, considerando a edificação ventilada naturalmente. O segundo, um indicador de consumo anual de energia quando refrigerada artificialmente. (FÓRUM. Acesso em 24 set. 2017)

O sistema de aquecimento de água depende de equipamentos utilizados, não sendo avaliada previsão para futuras instalações. Caso não exista sistema instalado, deve-se adotar o equivalente numérico de aquecimento de água (*EqNumAA*) igual a 1, ou seja, nível E. Para cada sistema de aquecimento existem critérios de avaliação: solar, a gás, caldeiras e elétrico; inclusive sobre as tubulações e isolamentos térmicos. O sistema de aquecimento de água dos chuveiros nos 4 edifícios representativos é elétrico, recebendo nível 1 (classificação E), pois supõe-se que a potência mínima instalada nesses equipamentos é de 4.600W.

As bonificações são pontuações extras que visam incentivar o uso de soluções sustentáveis e referem-se à pontuação atribuída a iniciativas que aumentem a eficiência da edificação, como ventilação natural, ventiladores de teto e uso racional da água, conforme Tabela 05. Podem somar até 1 (um) ponto na classificação geral da UH. O RTQ-R possui metodologia que determina a obtenção de cada bonificação.

Tabela 05 – Bonificações para edificações residenciais

BONIFICAÇÕES		
B1	Ventilação Natural	0,4
B2	Iluminação Natural	0,3
B3	Uso Racional da Água	0,2
B4	Condicionamento de Ar	0,2
B5	Iluminação Artificial	0,1
B6	Ventiladores de Teto	0,1
B7	Refrigeradores	0,1
B8	Medição Individualizada de Água	0,1
	TOTAL	1,5

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Brasil, MDIC e Inmetro (2012).

Para garantir níveis de eficiência elevados, pré-requisitos devem ser atendidos, caso contrário a classificação máxima será “C”. Os pré-requisitos gerais são medição

individualizada de água fria e eletricidade, com exceção dos edifícios construídos antes da publicação do RTQ-R (16 de jan. 2012). Além desses, há os pré-requisitos relacionados à transmitância térmica, capacidade térmica, absortância solar, ventilação e iluminação natural, que também devem ser respeitados.

Transmitância térmica, capacidade térmica e absortância solar das superfícies são aplicadas aos ambientes de permanência prolongada (APP): salas e quartos. As aberturas e as paredes internas não entram no cálculo destes três parâmetros. Devem obedecer à Tabela 02, na seção 2.1.3.1. desta dissertação. Caso estes pré-requisitos não sejam atendidos em algum ambiente, este ambiente receberá o nível máximo C para resfriamento, aquecimento e refrigeração.

Áreas mínimas para passagem de ventilação natural devem ser respeitadas nos ambientes de permanência prolongada - APPs. Para a ZB8 o percentual de abertura para ventilação (fator *Fvent*) em relação à área útil do ambiente (A) deve ser maior ou igual a 10%. Deve ser utilizada para o cálculo a tabela de descontos das esquadrias, disponível no Anexo II do RTQ-R (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012). Não atender a este pré-requisito significa obter no máximo nível C no equivalente numérico da envoltória do ambiente para resfriamento (EqNumEnvAmbResfr). Para atingir nível A, a UH também deve possuir pelo menos 50% dos banheiros (exceto lavabos) com ventilação natural.

Para iluminação natural, a soma das áreas de aberturas de cada ambiente deve corresponder a no mínimo 12,5% da área útil do ambiente, considerando também a tabela de descontos das esquadrias. Assim como na transmitância térmica, capacidade térmica e absortância, se estes pré-requisitos não forem atendidos em algum ambiente, este receberá o nível máximo C para resfriamento, aquecimento e refrigeração.

Considerando as características de aberturas, além do fator *Fvent*, caso a abertura de um APP possua elemento externo que proporcione sombreamento, deve ser considerado o fator *somb*, que corresponde ao fator de sombreamento da abertura - “variável que define a presença de dispositivos de proteção solar externos às aberturas” (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012, p. 37). Seu cálculo é feito de acordo com o Anexo I do RTQ-R. Esta pontuação varia de 0 (quando não há elemento de

sombreamento ou quando não pode ser pontuada – Ver Anexo D) a 1 (quando houver venezianas que cubram 100% da abertura se fechada). Varanda, beiral e brise horizontal também são considerados elementos de sombreamento e devem ser calculados considerando seus ângulos e conforme o Anexo I do RTQ-R.

Nos cálculos desenvolvidos nesta pesquisa foi utilizada a planilha editável desenvolvida pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, LabEEE, disponível no portal do PBE Edifica (acesso em 5 jul. 2017). Além do estudo do RTQ-R e seu manual, eventuais dúvidas foram esclarecidas no fórum disponível no portal do PBE Edifica (FÓRUM, acesso em 24 set. 2017) e através do curso à distância com 30 horas sobre Etiquetagem da Eficiência Energética de Edificações, ofertado pela UFSC.

A classificação dos edifícios representativos foi realizada sem considerar a influência do entorno. Este critério foi utilizado, pois no RAC é informado que a eficiência energética atestada na ENCE “[...] pode ser comprometida ao utilizar o sombreamento das edificações vizinhas para melhorar seu nível de eficiência energética, caso estas edificações sofram alguma alteração construtiva” (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2013, p. 18).

RESULTADOS, ANÁLISES E DISCUSSÕES

"O importante é não parar de questionar."
Albert Einstein.

4. RESULTADOS, ANÁLISES E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados referem-se ao desempenho real de cada edifício representativo e suas unidades habitacionais quanto a graus-hora para resfriamento, consumo relativo para refrigeração, envoltória para verão e classificação final da UH com sistema de aquecimento de água. Adicionado a isso, foi analisada a influência das variáveis na classificação e desempenho energético do Edifício representativo D5, o mais recente dos edifícios representativos. As discussões são feitas com auxílio das representações gráficas resultantes dos cálculos do nível de eficiência das UHs de cada edificação (Quadros 09 a 12 e 14 a 25). Os cálculos do nível de eficiência dos edifícios representativos foram realizados de acordo com o método prescritivo do RTQ-R.

4.1. CLASSIFICAÇÃO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS REPRESENTATIVOS NA SITUAÇÃO ATUAL

Para obtenção da classificação e desempenho energético de cada edifício representativo (A1, B2, C5 e D5), foi definida a metodologia e, de acordo com esta, coletados os dados. Foram necessárias informações referentes às características físicas e geométricas, como área de paredes, ventilação, pé direito, materiais componentes das paredes e coberturas, cor, entre outros, além do tipo de sistema de aquecimento de água, existência de elementos economizadores de água potável, eficiência das lâmpadas e aparelhos nas UHs, zona bioclimática do bairro e posição das edificações em relação ao norte geográfico. Com base nos dados reais dos edifícios representativos, foi realizada a classificação e desempenho energético atual.

4.1.1. Verificação do atendimento aos pré-requisitos e bonificações

Como pré-requisito geral, havendo mais de uma UH no mesmo terreno, deve haver medição individualizada de água e eletricidade. As edificações construídas antes da publicação do RTQ-R estão livres dessa obrigatoriedade. Desta forma, com exceção do Edifício D5, os demais estão excluídos do atendimento a esse pré-requisito. Vale lembrar que os projetos de edificações aprovados a partir de 1999 em Vitória/ES devem dispor de medição individualizada para consumo de água, exceto água

aquecida por sistema com placas solares coletivas destinada exclusivamente ao chuveiro (VITÓRIA, 1999; VITÓRIA, 2012).

Além disso, conforme descrito na seção 3.4, sobre o método prescritivo do RTQ-R, devem ser analisados pré-requisitos relacionados à transmitância térmica, capacidade térmica, absortância solar, ventilação e iluminação natural. Caso não sejam atendidos esses critérios mínimos, a classificação máxima da UH será “C”. Portanto, os edifícios representativos foram analisados considerando esses aspectos.

Desta forma, os Edifícios A1, B2 e C5 possuem medição individualizada de energia para os apartamentos e medição única para consumo de água potável. No Edifício D5 há medição individualizada de água e energia para os apartamentos.

Para atender o pré-requisito iluminação natural, independente da ZB, os ambientes de permanência prolongada devem possuir uma ou mais aberturas para o exterior e as somas das áreas para iluminação natural nestas aberturas deve ser de no mínimo 12,5%. Já o pré-requisito de ventilação natural considera a ZB. Neste caso, para a ZB 8, o percentual de área mínima para ventilação em relação a área útil do ambiente de permanência prolongada deve ser igual ou maior de 10%. Além disso, para a UH conseguir alcançar nível A, pelo menos 50% dos banheiros deve possuir ventilação natural, com exceção dos lavabos (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012).

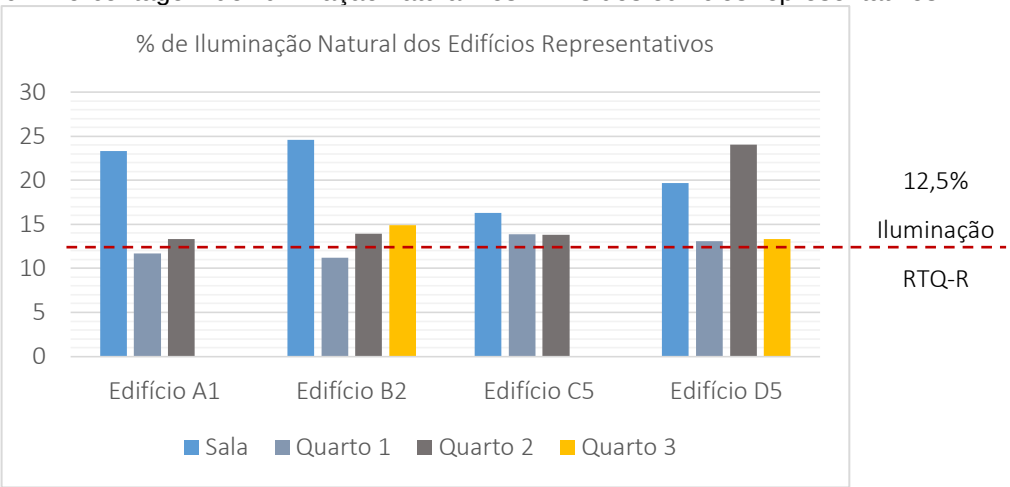
Assim, no Edifício A1 o maior quarto não atende ao percentual de iluminação mínimo (12,5%) e ambos não atendem o percentual de ventilação mínimo para a ZB8 (10%), no entanto a sala atende aos dois (Figuras 39 e 40 e Tabela 06). Em todos os apartamentos há ventilação cruzada e um de dois banheiros da UH possui ventilação e iluminação natural.

No Edifício B2, o maior quarto não atende ao percentual de iluminação mínima (12,5%), porém os outros dois atendem. Nenhum atende ao percentual de ventilação mínima para a ZB8 (10%), mas a sala atende a ambos (Figuras 39 e 40 e Tabela 06). Em todos os apartamentos há ventilação cruzada e um de dois banheiros da UH possui ventilação natural.

No Edifício C5, todos os APPs atendem ao percentual de iluminação mínima (12,5%). Contudo, apenas a sala dos apartamentos das colunas 3 e 6 atendem ao percentual

de ventilação mínima para a ZB8 (10%); conforme Figuras 39 e 40 e Tabela 06. Somente os apartamentos das colunas 1, 2, 4 e 5 possuem ventilação cruzada e o banheiro possui ventilação e iluminação natural.

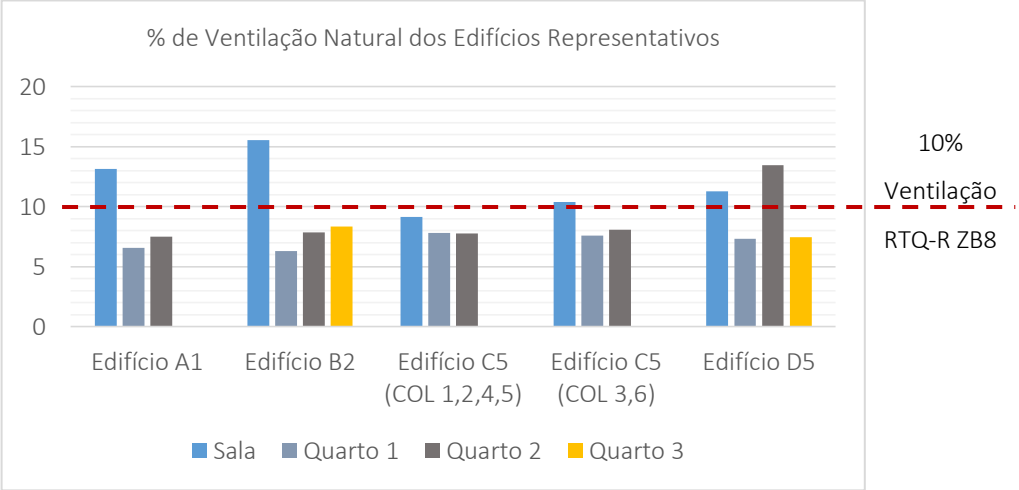
Figura 39 – Porcentagem de iluminação natural nos APPs dos edifícios representativos.



Fonte: Elaborado pela autora.

No Edifício D5, todos os APPs atendem ao percentual de iluminação mínima (12,5%). Contudo, apenas a sala e um dos três quartos atendem ao percentual de ventilação mínima para a ZB8 (10%); conforme Figuras 39 e 40 e Tabela 06. Os apartamentos possuem ventilação cruzada e dois de três banheiros da UH possuem ventilação natural.

Figura 40 – Porcentagem de ventilação natural nos APPs dos edifícios representativos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Com relação aos pré-requisitos transmitância térmica, capacidade térmica, absortância solar, são analisados os dados das coberturas e paredes externas dos ambientes de permanência prolongada de acordo com a ZB. Para a ZB 8 não há

exigência quanto à capacidade térmica. Na Tabela 06 estão relacionados os valores para transmitância térmica e absortância solar em ZB 8, assim como os resultados obtidos dos edifícios representativos.

No Edifício A1, de acordo com conversa com o síndico, visita técnica e depoimento de um morador, as paredes são em bloco cerâmico e a laje é maciça em concreto com aproximadamente 10 centímetros. A cobertura do edifício é com telha de fibrocimento sem pintura especial ou manta térmica. As paredes externas são pintadas com cores que se aproximam visualmente do verde escuro, absortância 0,70 (ABNT, 2008b) e marfim, cor 12, absortância 0,34 (Anexo C). Paredes atendem o pré-requisito de transmitância e absortância térmica do RTQ-R, no entanto a cobertura não (Tabela 6). Apenas a bacia sanitária com caixa acoplada pode ser considerada como um equipamento economizador de água nas UHs.

Tabela 06 - Comparação de conformidade nos edifícios representativos segundo pré-requisitos do RTQ-R para a ZB8.

Edifício Representativo	Parede Se α ≤ 0,6 então U ≤ 3,70 Se α > 0,6 então U ≤ 2,50	Cobertura Se α ≤ 0,4 então U ≤ 2,30 Se α > 0,4 então U ≤ 1,50	% de Iluminação Natural em todos os APPs	% de Ventilação Natural em todos os APPs
A1	Sim	Não	Não	Não
B2	Sim	Não	Não	Não
C5	Sim	Não	Sim	Não
D5	Sim	Não	Sim	Não

Nota: α (absortância); U (transmitância térmica); APP (ambiente de permanência prolongada).

O Edifício B2 possui as mesmas especificações de processo construtivo de envoltória, cobertura e cor externa do Edifício A; consequentemente os mesmos valores de transmitância térmica e absortância. Somente a bacia sanitária com caixa acoplada sem duplo acionamento pode ser considerada como equipamento economizador de água.

Segundo o síndico e o engenheiro projetista das estruturas do Edifício C5, as paredes são em bloco cerâmico e a laje é maciça em concreto com aproximadamente 10 centímetros. A cobertura do edifício é com telha de fibrocimento sem pintura especial ou manta térmica. As paredes externas são pintadas com cores que se aproximam visualmente da cor 10 (flamingo), absortância 0,50 e cor 12 (marfim), absortância 0,34. Há uma faixa em revestimento cerâmico em parte do térreo e primeiro pavimento que se aproxima visualmente da cor 16 (tabaco), absortância 0,78 (Anexo C). Paredes atendem o pré-requisito de transmitância e absortância térmica do RTQ-R, no entanto a cobertura não (Tabela 06). Como equipamentos economizadores de água nas UHs,

podem ser considerados a bacia sanitária com caixa acoplada sem duplo acionamento e arejadores nas torneiras da cozinha e banheiro.

Conforme observado em visitas a obra em fase de construção e pós-ocupação do Edifício D5, as paredes são em bloco cerâmico e a laje é plana pós tensionada com aproximadamente 18 centímetros. A cobertura do edifício é com telha de fibrocimento sem pintura especial ou manta térmica. As paredes externas possuem revestimento em pintura e em pastilha cerâmica em tons que se aproximam visualmente da cor 03 (areia), absortância 0,45 (Anexo C). Paredes atendem o pré-requisito de transmitância e absortância térmica do RTQ-R, no entanto a cobertura não (Tabela 06). Como equipamentos economizadores de água nas unidades habitacionais, podem ser considerados a bacia sanitária com caixa acoplada e acionamento de duplo fluxo, chuveiros com restritor de vazão e arejadores nas torneiras da cozinha e banheiros.

4.1.2. Determinação da eficiência da envoltória na situação atual pelo Método Prescritivo

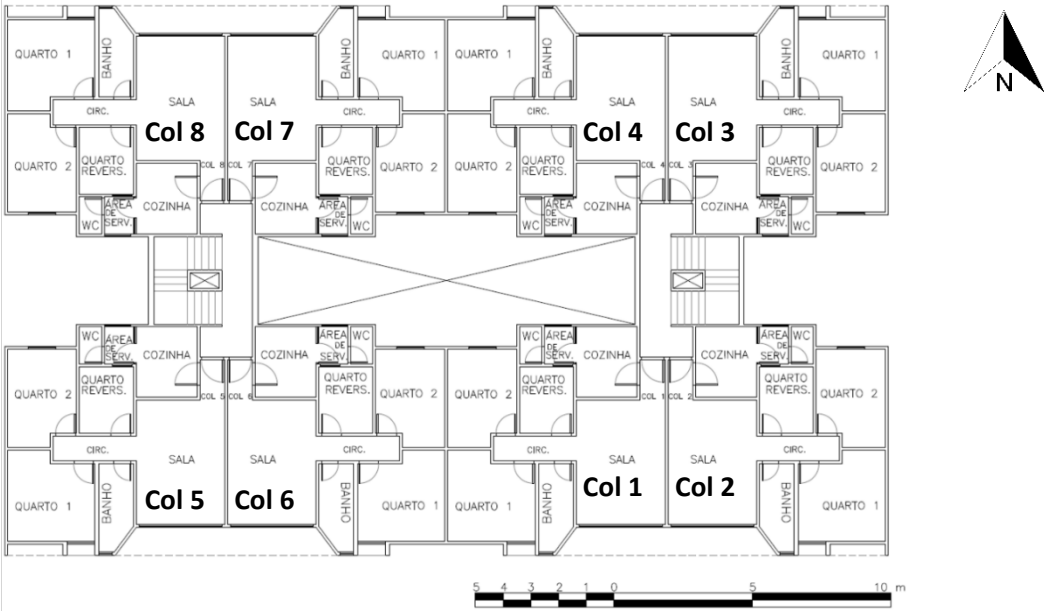
O Edifício A1 representa os 139 edifícios classificados na tipologia 1, ou seja, 21% dos 663 edifícios residenciais multifamiliares existentes em Jardim Camburi. Foi aprovado na PMV em 1981. Não possui elementos de sombreamento como varandas ou brises, no entanto a volumetria da edificação provê sombras em alguns momentos do dia (Figura 41). Possui quatro pavimentos: térreo em pilotis e três pavimentos com apartamentos tipo (plantas baixas iguais). Em cada pavimento tipo há 8 apartamentos: quatro com frente voltada para o norte e quatro para o sul (Figura 42).

Figura 41 – Volumetria virtual do Edifício representativo A1.

Fonte: Imagem gerada no programa Archicad[8] com base no projeto aprovado pela PMV.

[8] Imagem gerada por Thais Gonçalves Sartori, aluna do PPGEC/UFES, e Juliana Souza Machado, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFES.

Figura 42 – Planta baixa de um dos pavimentos tipo do Edifício representativo A1.



Fonte: Elaborado pela autora com base no projeto aprovado pela PMV.

Analisando, com auxílio do Quadro 09, os três pavimentos com relação ao indicador graus-horas para resfriamento, observa-se que o desempenho térmico da envoltória da edificação naturalmente ventilada é melhor nos apartamentos sobre pilotis e voltados para o sul (Colunas 1 e 6), mostrando-se pior nos apartamentos do último pavimento e nos quartos menores (quarto 2), com duas paredes externas, sendo uma delas voltada para o norte; esses quartos recebem incidência solar durante boa parte do dia (Colunas 2 e 5). Observou-se que o sombreamento obtido com a forma da edificação e superfícies na envoltória com cores claras favorecem para o bom desempenho dos ambientes atendidos.

Assim, dos 24 apartamentos, 21 receberam classificação C para Envoltória para Verão, dois receberam classificação B e um D. Com relação ao consumo relativo para refrigeração, o quarto 2, principalmente do pavimento intermediário, possuem o pior desempenho; e o melhor desempenho está no quarto 1, das colunas 1 e 6, voltados para o sul, com poucas paredes externas, cores claras e no último pavimento. O tipo de sistema de aquecimento de água da edificação influenciou na classificação final da UH, resultando assim em 20 UHs com classificação C e 4 com D. Desta forma, considerando o método de ponderação do equivalente numérico para o cálculo do nível de eficiência da edificação mutifamiliar e a Tabela 03 (seção 2.1.4. desta dissertação), o nível de eficiência energética do edifício representativo A1 é C; conforme apresentado na Tabela 07.

Quadro 09 – Representação gráfica do pavimento tipo do edifício representativo A1 com as classificações dos APPs e UHs conforme avaliação da eficiência energética.

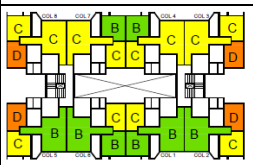
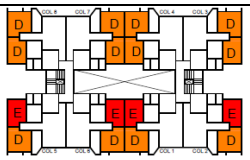
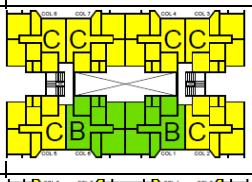
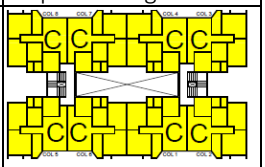
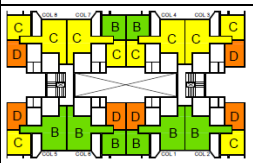
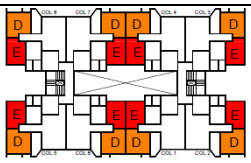
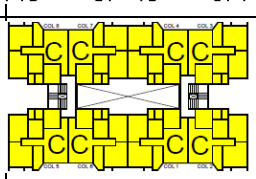
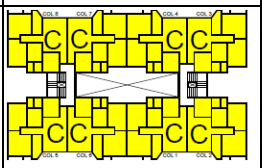
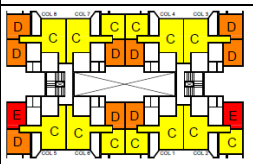
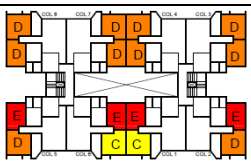
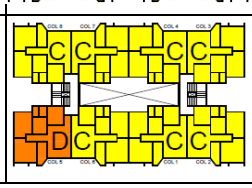
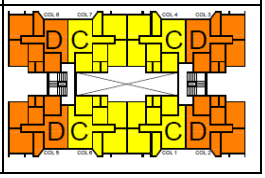
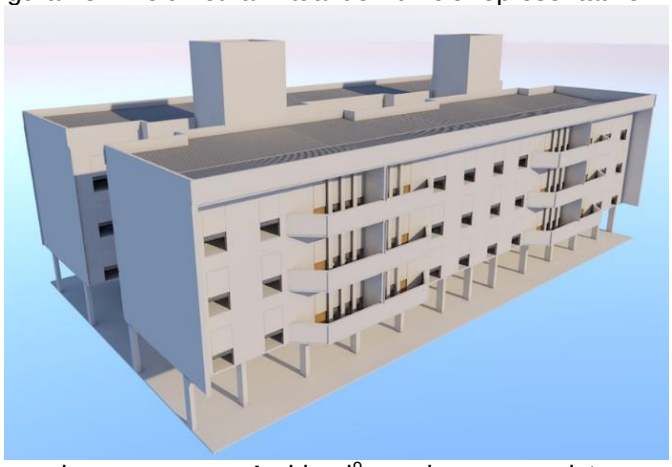
Situação Atual – Edifício A1				A B C D E
UH	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquec. de Água
1º Pav tipo				
Pav tipo intermediário (x1)				
Último Pav tipo				

Tabela 07 - Classificação do Edifício multifamiliar representativo A1 em sua situação atual.

Apartamento(s)	Equivalente Numérico	Área (m²)	Quantidade (UH)	Área total (m²)	Ponderação	Resultado
101	2,98	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1241667
201	2,83	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1179167
301	2,50	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1041667
102	2,83	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1179167
202	2,83	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1179167
302	2,35	52,86	1	52,86	0,041666667	0,0979167
103	2,50	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1041667
203	2,50	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1041667
303	2,33	52,86	1	52,86	0,041666667	0,0970833
104	2,65	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1104167
204	2,65	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1104167
304	2,50	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1041667
105	2,83	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1179167
205	2,83	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1179167
305	2,18	52,86	1	52,86	0,041666667	0,0908333
106	2,98	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1241667
206	2,83	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1179167
306	2,50	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1041667
107	2,65	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1104167
207	2,65	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1104167
307	2,50	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1041667
108	2,50	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1041667
208	2,50	52,86	1	52,86	0,041666667	0,1041667
308	2,33	52,86	1	52,86	0,041666667	0,0970833
			24 UHs	1.268,64m²	1	2,61375
						Nível de Eficiência do Edifício Multifamiliar = C

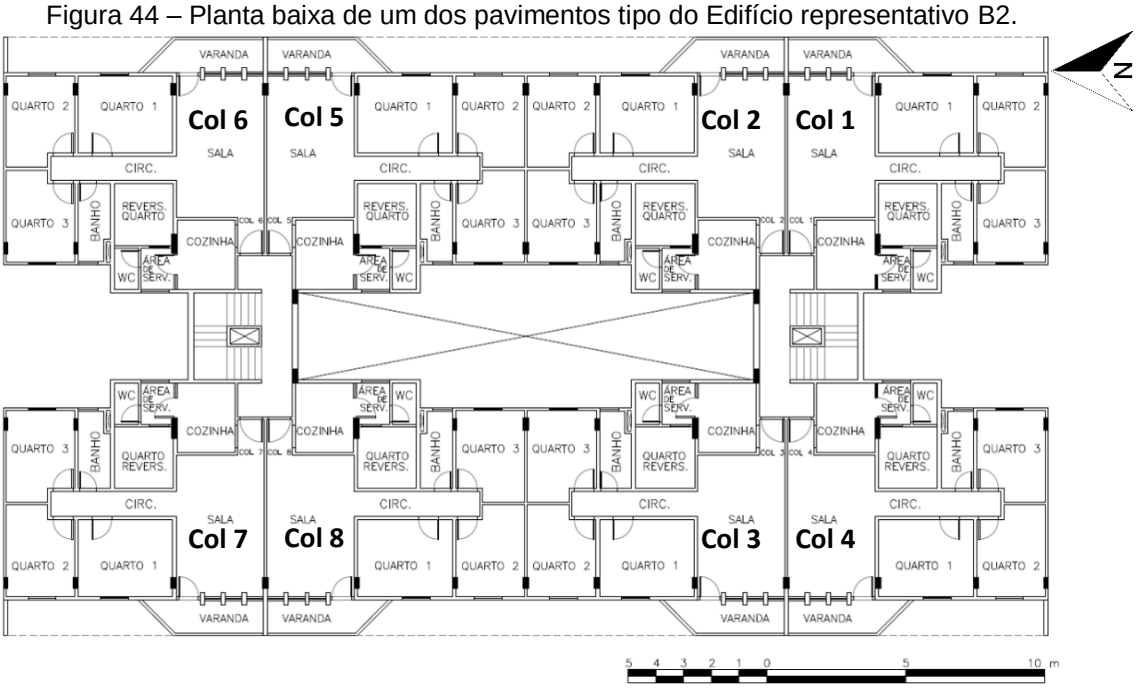
O Edifício B2 representa os 135 edifícios classificados na tipologia 2, ou seja, 20% dos 663 edifícios levantados. Assim como o Edifício representativo A1, foi aprovado em 1981 e possui quatro pavimentos: térreo em pilotis e três pavimentos com apartamentos tipo (plantas baixas iguais) e 8 apartamentos por pavimento: quatro com frente voltada para o leste e quatro para o oeste (Figura 44). Como elementos de sombreamento, possui varanda para a sala e a volumetria da edificação (Figura 43).

Figura 43 – Volumetria virtual do Edifício representativo B2.



Fonte: Imagem gerada no programa Archicad[9] com base no projeto aprovado pela PMV.

Figura 44 – Planta baixa de um dos pavimentos tipo do Edifício representativo B2.

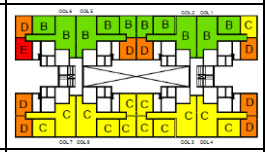
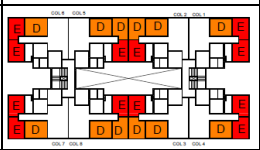
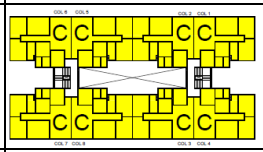
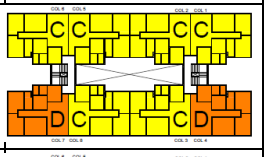
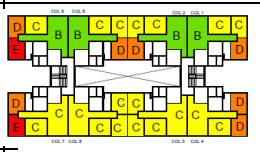
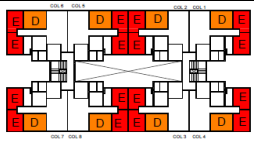
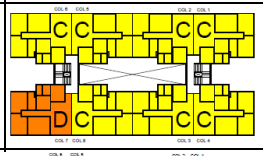
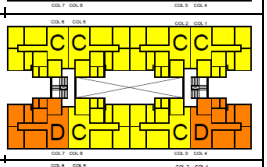
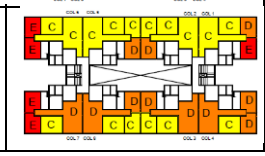
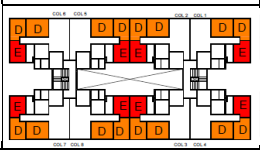
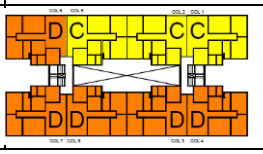
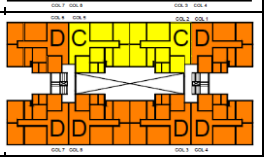


Fonte: Elaborado pela autora com base no projeto aprovado pela PMV.

[9] Imagem gerada por Thais Gonçalves Sartori, aluna do PPGEC/UFES, e Juliana Souza Machado, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFES.

Com auxílio das representações do Quadro 10, observa-se que o desempenho térmico da envoltória da edificação naturalmente ventilada é melhor nos apartamentos sobre pilotis e voltados para leste. Varanda e forma da edificação como elementos de sombreamento contribuíram para elevar a classificação de alguns APPs, tanto para resfriamento quanto para refrigeração. O pior desempenho apresentou-se nos apartamentos do último pavimento e nos quartos menores, com duas paredes externas; principalmente quando são voltadas para oeste e norte.

Quadro 10 – Representação gráfica do pavimento tipo do edifício representativo B2 com as classificações dos APPs e UHs conforme avaliação da eficiência energética.

Situação Atual – Edifício B2				A B C D E
UH	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquec. de Água
1º Pav tipo				
Pav tipo intermediário (x1)				
Último Pav tipo				

Assim, dos 24 apartamentos, 18 receberam classificação C para Envoltória para Verão e 6 receberam D. Com relação ao consumo relativo para refrigeração, os quartos menores, principalmente do pavimento intermediário, possuem o pior desempenho. O último pavimento possui melhor desempenho; neste caso observou-se que, independente da orientação solar, os ambientes com mesma área interna, cor da parede externa e aberturas receberam a mesma classificação. Desta forma há 14 UHs com classificação final C e 10 com D. Assim, o nível de eficiência energética do edifício representativo B2 é C; conforme apresentado na Tabela 08.

Tabela 08 - Classificação do Edifício multifamiliar representativo B2 em sua situação atual.

Apartamento(s)	Equivalente Numérico	Área (m²)	Quantidade (UH)	Área total (m²)	Ponderação	Resultado
101	2,84	63,53	1	63,53	0,041666667	0,1183333
201	2,84	63,53	1	63,53	0,041666667	0,1183333
301	2,33	63,53	1	63,53	0,041666667	0,0970833
102	2,84	63,53	1	63,53	0,041666667	0,1183333
202	2,84	63,53	1	63,53	0,041666667	0,1183333
302	2,55	63,53	1	63,53	0,041666667	0,10625
103	2,65	63,53	1	63,53	0,041666667	0,1104167
203	2,65	63,53	1	63,53	0,041666667	0,1104167
303	2,25	63,53	1	63,53	0,041666667	0,09375
104	2,44	63,53	1	63,53	0,041666667	0,1016667
204	2,44	63,53	1	63,53	0,041666667	0,1016667
304	2,14	63,53	1	63,53	0,041666667	0,0891667
105	2,55	63,53	1	63,53	0,041666667	0,10625
205	2,84	63,53	1	63,53	0,041666667	0,1183333
305	2,25	63,53	1	63,53	0,041666667	0,09375
106	2,63	63,53	1	63,53	0,041666667	0,1095833
206	2,63	63,53	1	63,53	0,041666667	0,1095833
306	2,22	63,53	1	63,53	0,041666667	0,0925
107	2,44	63,53	1	63,53	0,041666667	0,1016667
207	2,32	63,53	1	63,53	0,041666667	0,0966667
307	1,92	63,53	1	63,53	0,041666667	0,08
108	2,65	63,53	1	63,53	0,041666667	0,1104167
208	2,65	63,53	1	63,53	0,041666667	0,1104167
308	2,25	63,53	1	63,53	0,041666667	0,09375
			24 UHs	1.524,72m²	1	2,5066667
					Nível de Eficiência do Edifício Multifamiliar = C	

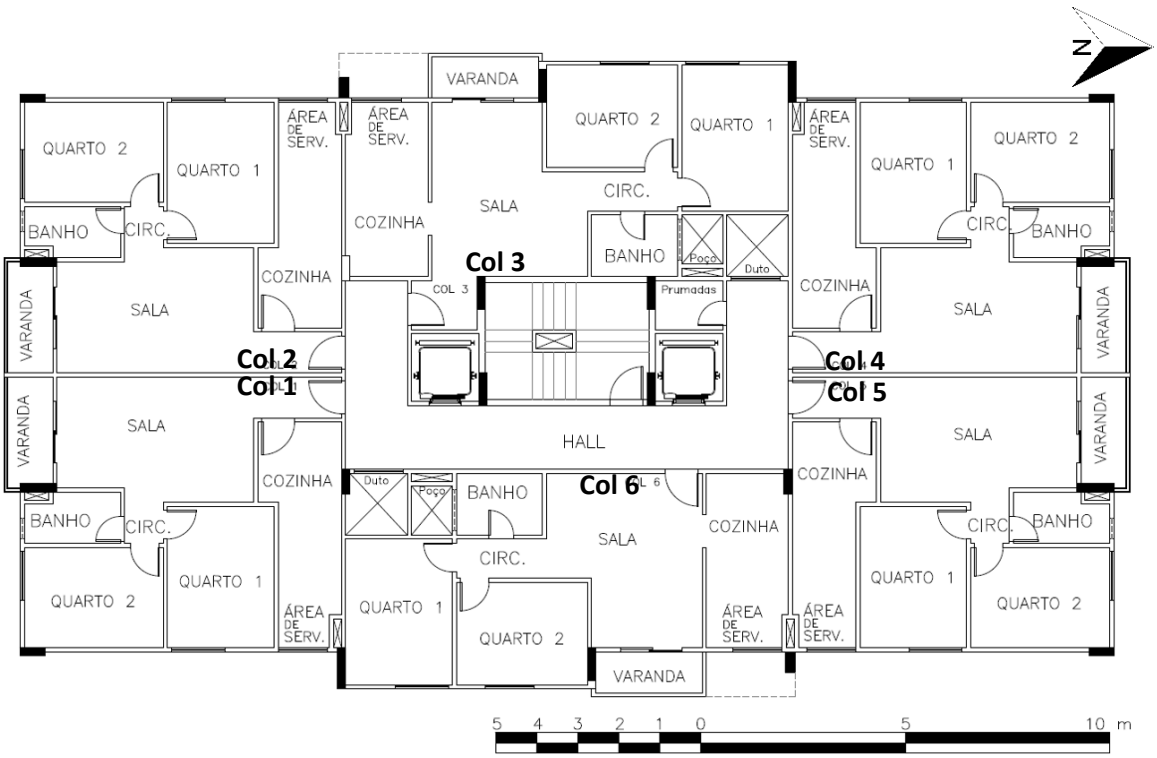
Os Edifícios C5 e D5 representam os 377 edifícios classificados na tipologia 5, ou seja, 57% dos 663 edifícios levantados. Nessa tipologia, durante a fase de levantamento, observou-se variações nas varandas que mereceram atenção (de acordo com o que foi relatado no Capítulo 3 e considerando a variável *somb* do método prescritivo). Assim, foram selecionados os 2 edifícios (C5 e D5) para representarem a Tipologia 5.

O Edifício representativo C5, aprovado em 1996, possui 10 pavimentos: térreo em pilotis e 9 pavimentos com apartamentos tipo (2 tipos de plantas baixas). Em cada pavimento tipo há 6 apartamentos, sendo dois com frente para o norte, dois para o sul, um para leste e um para oeste (Figura 46). Apenas as varandas podem ser consideradas como elementos de sombreamento das UHs e atendem somente a sala (Figura 45).

Figura 45 – Volumetria virtual do Edifício representativo C5.

Fonte: Imagem gerada no programa Archicad[10] com base no projeto aprovado pela PMV.

Figura 46 – Planta baixa de um dos pavimentos tipo do Edifício representativo C5.



Fonte: Elaborado pela autora com base no projeto aprovado pela PMV.

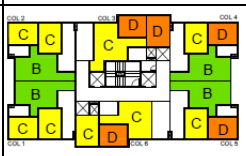
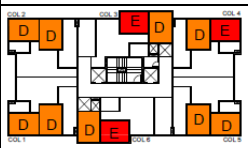
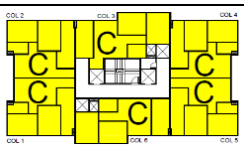
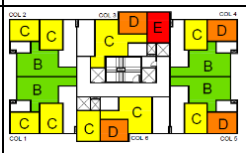
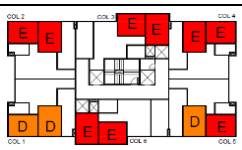
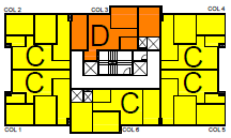
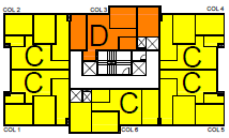
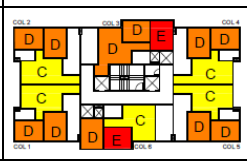
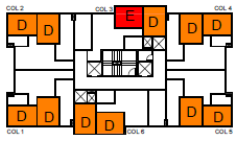
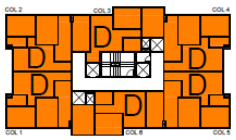
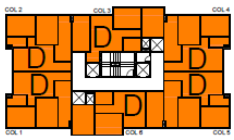
Analisando, com auxílio do Quadro 11, observa-se que o desempenho térmico da envoltória da edificação naturalmente ventilada é melhor nos apartamentos voltados para o sul. Apartamentos de cinco colunas obtiveram a mesma classificação em pilotis e em pavimentos intermediários; apenas um quarto nos apartamentos com a coluna

[10] Imagem gerada por Thais Gonçalves Sartori, aluna do PPGEC/UFES, e Juliana Souza Machado, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFES.

voltada para oeste apresentou melhor condição sendo em pilotis (coluna 3). As varandas contribuíram para o melhor desempenho térmico das salas, principalmente nos ambientes voltados para o norte; no entanto para a sala da UH voltada para leste, não pôde ser considerada a pontuação referente ao sombreamento.

No RTQ-R, dependendo da orientação da fachada do edifício e da latitude do terreno, existem ângulos não recomendados para pontuação no método prescritivo (variável *somb*). No Anexo D é possível verificar as fachadas que podem ser pontuadas em Vitória, ES. O pior desempenho apresentou-se nos apartamentos do último pavimento e nos quartos com duas paredes externas que recebem insolação boa parte do dia (norte-leste ou norte-oeste). Assim, dos 54 apartamentos, 41 receberam classificação C para Envoltória para Verão e 13 receberam D.

Quadro 11 – Representação gráfica do pavimento tipo do edifício representativo C5 com as classificações dos APPs e UHs conforme avaliação da eficiência energética.

Situação Atual – Edifício C5				A B C D E
UH	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água
1º Pav tipo				
Pavimentos tipo intermediários (x7)				
Último Pav tipo				

Com relação ao consumo relativo para refrigeração, os pavimentos intermediários apresentaram o pior desempenho com maior número de APPs com classificação E. Comparando os resultados de classificação de envoltória para verão e classificação final dos apartamentos incluindo o sistema de aquecimento de água, apenas o apartamento do primeiro pavimento (coluna 3) apresentou resultado diferente. Desta forma, há 40 UHs com classificação final C e 14 com D. Desta forma, o nível de eficiência energética do edifício representativo C5 é C; conforme apresentado na Tabela 09.

Tabela 09 - Classificação do Edifício multifamiliar representativo C5 em sua situação atual.

Apartamento(s)	Equivalente Numérico	Área (m²)	Quantidade (UH)	Área total (m²)	Ponderação	Resultado
101	2,70	46,66	1	46,66	0,018719109	0,0505416
201 a 801	2,70	46,66	7	326,62	0,131033763	0,3537912
901	2,37	46,66	1	46,66	0,018719109	0,0443643
102	2,70	46,66	1	46,66	0,018719109	0,0505416
202 a 802	2,70	46,66	7	326,62	0,131033763	0,3537912
902	2,37	46,66	1	46,66	0,018719109	0,0443643
103	2,39	45,16	1	45,16	0,018117337	0,0433004
203 a 803	2,22	45,16	7	316,12	0,126821362	0,2815434
903	1,88	45,16	1	45,16	0,018117337	0,0340606
104	2,54	46,66	1	46,66	0,018719109	0,0475465
204 a 804	2,54	46,66	7	326,62	0,131033763	0,3328258
904	2,37	46,66	1	46,66	0,018719109	0,0443643
105	2,54	46,66	1	46,66	0,018719109	0,0475465
205 a 805	2,54	46,66	7	326,62	0,131033763	0,3328258
905	2,37	46,66	1	46,66	0,018719109	0,0443643
106	2,55	45,16	1	45,16	0,018117337	0,0461992
206 a 806	2,55	45,16	7	316,12	0,126821362	0,3233945
906	2,21	45,16	1	45,16	0,018117337	0,0400393
			54 UHs	2.492,64m²	1	2,5154047
					Nível de Eficiência do Edifício Multifamiliar = C	

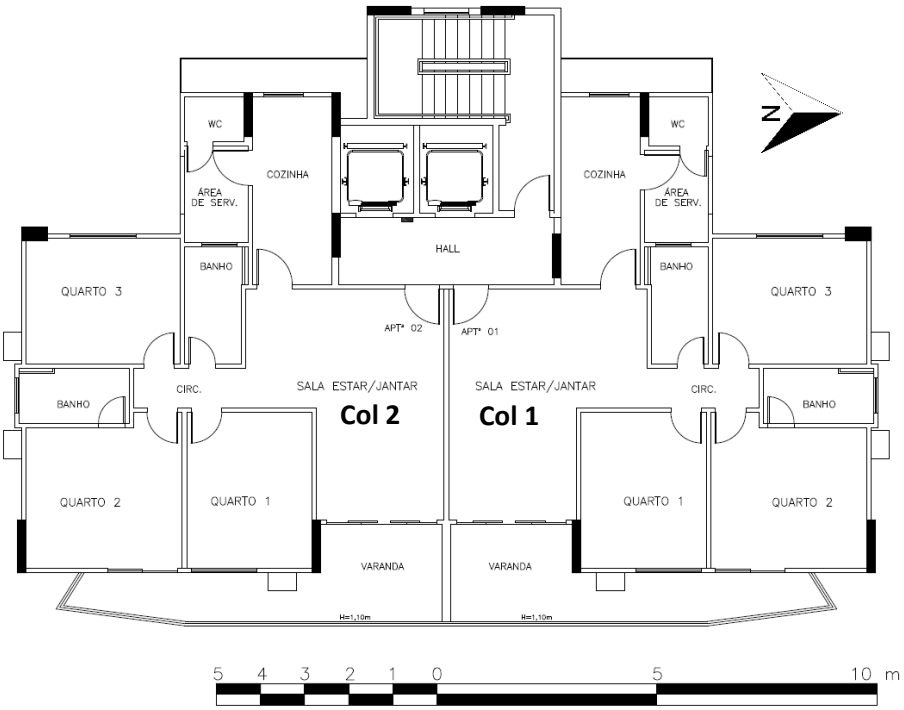
O Edifício representativo D5, aprovado em 2012, possui 10 pavimentos: térreo, com garagem em pilotis e ambientes de uso comum isolados, e 9 pavimentos com apartamentos tipo, além de garagem em ½ subsolo. As varandas sombreiam dois dos três quartos e a sala (Figura 47).

Figura 47 – Volumetria virtual do Edifício representativo D5.

Fonte: Imagem gerada no programa Archicad[11] com base no projeto aprovado pela PMV.

[11] Imagem gerada por Thais Gonçalves Sartori, aluna do PPGEC/Ufes, e Juliana Souza Machado, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo, Ufes.

Figura 48 – Planta baixa de um dos pavimentos tipo do Edifício representativo D5.



Fonte: Elaborado pela autora com base no projeto aprovado pela PMV.

A coluna 1 não possui apartamento sobre pilotis e na coluna 2 os três quartos estão sobre pilotis. Em cada pavimento tipo há 2 apartamentos e ambos voltados para leste (Figura 48). Observa-se no Quadro 12 que o desempenho térmico da envoltória da edificação naturalmente ventilada é melhor no quarto com paredes externas sul-leste e nas salas, tanto no primeiro quanto nos pavimentos intermediários, obtendo classificação B. As varandas sombreiam todos os APP voltados para leste, ou seja, a sala e os quartos 1 e 2. Contudo, pela regra dos ângulos de sombreamento que pontuam pelo RTQ-R (Anexo D), para o quarto 1 não pôde pontuar (fachada leste e a área da janela é menor que 25% da área do piso). Observou-se que a maioria dos APPs que pontuaram, tiveram a classificação aumentada em um nível.

O pior desempenho apresentou-se nos apartamentos do último pavimento, principalmente no quarto com paredes externas norte-oeste. Assim, dos 18 apartamentos, 17 receberam classificação C para Envoltória para Verão e 1, D. Com relação ao consumo relativo para refrigeração, considerando a laje plana pós tensionada, todos os quartos receberam a mesma classificação, D.

Se a cobertura fosse idem as dos edifícios representativos A1, B2 e C5, apenas o quarto com paredes externas sul-leste, da coluna 2 e no último pavimento, apresentaria classificação C, os demais seriam D; ao analisar tais composições de

cobertura, observou-se que não houve alteração nas classificações dos ambientes em Graus-hora para Resfriamento, Envoltória para Verão e Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água.

Quadro 12 – Representação gráfica do pavimento tipo do edifício representativo D5 com as classificações dos APPs e UHs conforme avaliação da eficiência energética.

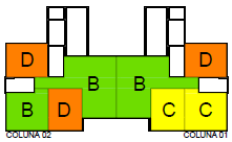
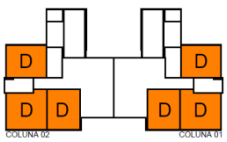
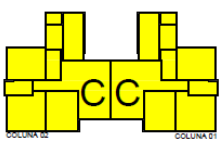
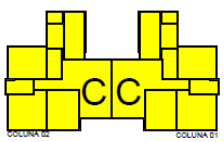
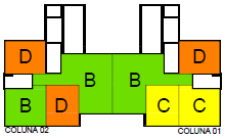
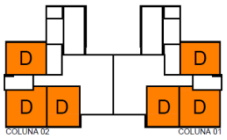
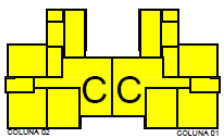
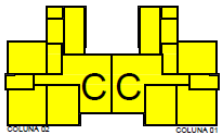
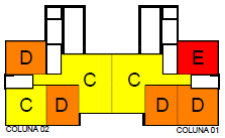
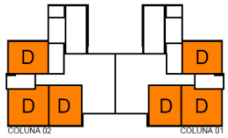
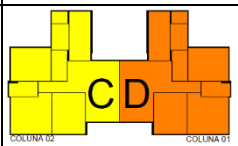
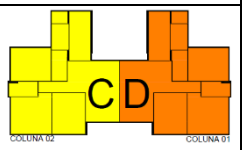
Situação Atual – Edifício D5				A B C D E
UH	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água
1º Pav tipo				
Pavimentos tipo intermediários (x7)				
Último Pav tipo				

Tabela 10 - Classificação do Edifício multifamiliar representativo D5 em sua situação atual.

Apartamento(s)	Equivalente Numérico	Área (m²)	Quantidade (UH)	Área total (m²)	Ponderação	Resultado
101 a 801	2,89	72,46	8	579,68	0,444444444	1,2844444
901	2,24	72,46	1	72,46	0,055555556	0,1244444
102	2,91	72,46	1	72,46	0,055555556	0,1616667
202 a 802	2,91	72,46	7	507,22	0,388888889	1,1316667
902	2,51	72,46	1	72,46	0,055555556	0,1394444
			18 UHs	1.304,28m²	1	2,8416667
						Nível de Eficiência do Edifício Multifamiliar = C

Considerando a classificação de Envoltória para verão e a final dos apartamentos incluindo o sistema de aquecimento de água, todas as UHs apresentaram o mesmo resultado. Este edifício possui mesma absortância em suas paredes externas. Portanto, o nível de eficiência energética do edifício representativo D5 é C; conforme apresentado na Tabela 10.

4.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS QUANTO À CLASSIFICAÇÃO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS REPRESENTATIVOS NA SITUAÇÃO ATUAL

As quatro tipologias edilícias do bairro Jardim Camburi em Vitória receberam classificação C quanto ao nível de eficiência energética e de acordo com o método

prescritivo do RTQ-R. Observa-se na Tabela 11 que tanto os edifícios aprovados na PMV em 1981, quanto os mais recentes (1996 e 2012) possuem equivalentes numéricos bem próximos.

Tabela 11 - Classificação final das edificações multifamiliares representativas o RTQ-R.

Edifício Representativo	Equivalente Numérico na Situação Atual do Edifício	Nível de Eficiência do Edifício Multifamiliar
A	2,61	C
B	2,53	C
C	2,51	C
D	2,84	C

Os resultados mostram que o sistema de aquecimento de água influencia na eficiência energética da edificação, podendo inclusive alterar a classificação final da envoltória. O atendimento aos pré-requisitos de ventilação e iluminação natural também influenciaram em alteração da classificação de alguns ambientes de permanência prolongada. Apesar de serem aprovados na PMV, atendendo a legislação de ventilação e iluminação do município, observa-se que nenhum dos edifícios possui o percentual de ventilação mínimo para todos os APP e dois atenderam o percentual de iluminação (Tabela 06).

Observa-se que a presença de elemento de sombreamento interfere positivamente na eficiência da edificação. Os critérios de conformidade quanto às propriedades térmicas de telhados para a Zona Bioclimática 8 não foram atendidos em nenhum dos edifícios, no entanto, as composições das paredes atenderam.

Em se tratando de graus-hora para resfriamento e consequentemente de envoltória para verão, o melhor desempenho, em sua maioria, apresentou-se em UHs sobre pilotis, com elementos de sombreamento, cores claras, voltadas para sul ou leste. E o pior, nas UHs do último pavimento, com maior metragem de paredes externas, voltadas para norte ou oeste. Em contrapartida, em se tratando de consumo relativo para refrigeração, as melhores situações estão no último pavimento. No entanto, poucas paredes externas, cores claras e orientação solar para sul e leste também contribuem para o bom desempenho na refrigeração.

4.3. INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS NA CLASSIFICAÇÃO E DESEMPENHO ENERGÉTICO

Considerando os resultados obtidos quanto ao nível de eficiência energética dos edifícios representativos na situação atual, o mais recente dos edifícios representativos foi selecionado para a análise da influência das variáveis na classificação e desempenho energético de edificações residenciais multifamiliares. Entende-se que o mais recente dos edifícios representativos está mais próximo dos processos construtivos, legislação e conceito de projeto residencial multifamiliar utilizados atualmente, contribuindo para a análise das variáveis e consequentemente elaboração das recomendações aos projetistas. Desta forma, foram analisadas as seguintes variáveis no Edifício D5:

- Dispositivo de proteção solar;
- Ventilação e iluminação natural e sistema de aquecimento solar de água;
- Azimute;
- Absortância térmica.

4.3.1. Dispositivo de proteção solar

De acordo com o RTQ-R, dispositivos de proteção solar são “Elementos externos que proporcionam sombreamento nas aberturas dos ambientes de permanência prolongada, tais como venezianas, persianas, brises e cobogós” (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012, p.8). No cálculo do desempenho energético da envoltória esses dispositivos são considerados através da variável *somb*, cujos valores definem “a presença de dispositivos de proteção solar externo às aberturas” (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012, p.37).

Para análise desta variável, foi considerada a presença de venezianas móveis nas aberturas dos quartos, mantendo os demais dados reais das UHs avaliadas. As venezianas consideradas no cálculo são equivalentes a ilustrada na Figura 49, favorecendo a manutenção do desempenho da ventilação natural e permitindo o controle da luz natural, incidência de chuvas e raios solares, além de possibilitar privacidade. Além da alteração do valor de *somb*, foi necessário reconsiderar o tipo de composição de abertura no anexo II do RTQ-R, tabela de desconto de esquadrias (Quadro 13). Assim, por utilizar essa especificação de esquadria com veneziana

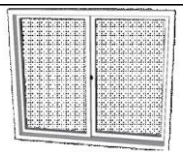
móvel, o valor de *somb* utilizado foi igual a um (1), pontuação máxima pelo método prescritivo.

Não foi adicionada pontuação nas bonificações por dispositivos especiais, pois não foi considerado uso de venezianas móveis na sala. Quando há uso de venezianas móveis no APP, o fator de sombreamento (*somb*) é igual a 1 (um). Caso contrário, a pontuação de *somb* deve ser calculada conforme anexo 1 do RTQ-R (Anexo D), estando em função da área do piso do ambiente e da orientação solar da fachada respectiva ao ambiente em análise. Neste caso, há situações em que a pontuação não poderá ser considerada.

Figura 49 – Exemplo de composição de esquadria com veneziana móvel.

Fonte: Google Imagens[12]. (Acesso em 03/02/2017).

Quadro 13 – Quadro com valores dos descontos referentes às esquadrias utilizadas no cálculo do desempenho energético dos quartos do Edifício representativo D5.

Tipo de janela	Ilustração	% de abertura para iluminação natural	% de abertura para ventilação natural
De correr (ou deslizante) 2 folhas		80	45
De correr (ou deslizante) 2 folhas e persiana integrada		75	40

Fonte: Elaborado pela autora com dados da Tabela de desconto de esquadrias, anexo II do RTQ-R (BRASIL; MDIC; INMETRO, 2012).

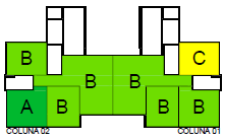
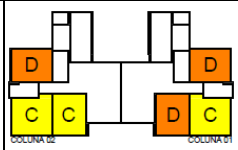
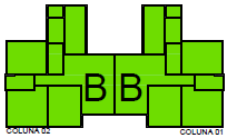
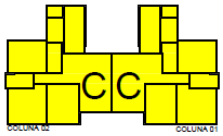
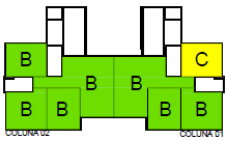
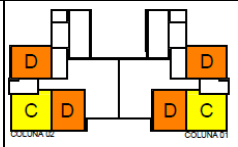
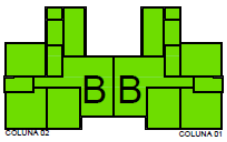
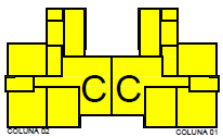
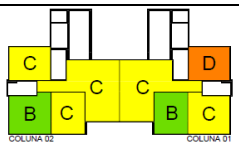
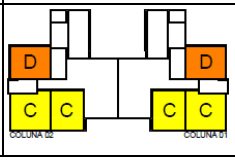
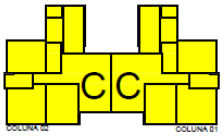
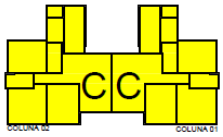
Conforme observado no Quadro 14, houve melhoria significativa no desempenho energético da envoltória para verão das UHs e do graus-hora para resfriamento e no

[12] Disponível em: <http://antovan.com.br/linha-de-produtos/>.

consumo relativo para refrigeração dos quartos. A classificação final das UHs ainda em nível C deve-se, em parte, ao não atendimento ao pré-requisito de ventilação natural nos quartos 1 e 3, limites de transmitância considerando absortância térmica na cobertura e sistema de aquecimento de água ser elétrico.

Com a consideração do uso de janela de correr com persiana integrada no quarto 1, o percentual para iluminação natural deste ambiente não atende mais ao percentual mínimo (de 13,07% passou para 12,28% devido ao índice de área útil para iluminação ter passado de 80 para 75); no entanto, o valor final da envoltória para verão deste ambiente já havia recebido a limitação de classificação em C por não atender o pré-requisito de ventilação em sua situação atual.

Quadro 14 – Representação gráfica do pavimento tipo do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.

Situação Atual com uso de venezianas móveis nos quartos – Edifício D5				A B C D E
UH	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água existente
1º Pav tipo				
Pavimentos tipo intermediários (x7)				
Último Pav tipo				

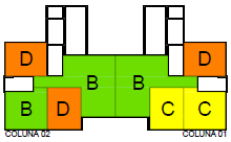
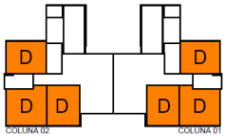
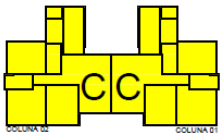
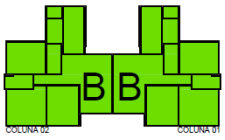
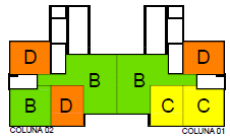
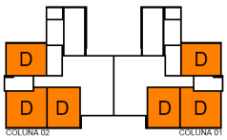
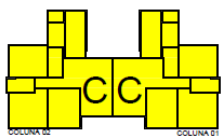
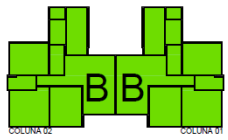
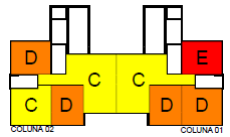
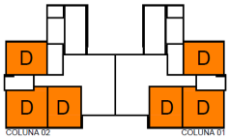
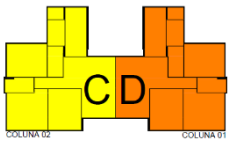
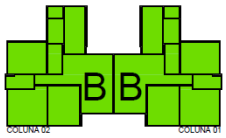
4.3.2. Ventilação e iluminação natural e sistema de aquecimento solar de água

Para análise com estas variáveis, foi considerado atendimento às porcentagens de ventilação e iluminação natural e ventilação cruzada e também o uso de sistema de aquecimento solar de água, mantendo os demais dados reais das UHs avaliadas. Comparando o Quadro 15 com o Quadro 12, é possível observar que a variável de maior influência é o uso do sistema de aquecimento solar de água.

Mesmo a envoltória para verão da UH no pavimento de cobertura classificada como D, passou para B após a substituição do chuveiro elétrico por sistema de aquecimento

solar de água. Observou-se que no quarto 01 da coluna 02 no último pavimento, quando se aumentou a abertura (voltada para o leste) e atendeu os pré-requisitos de ventilação e iluminação, o ambiente passou de D para E em indicador de Graus-hora resfriamento. No entanto, como a abertura passa ser maior de 25% da área de piso, foi possível pontuar em *somb*, mantendo D.

Quadro 15 – Representação gráfica do pavimento tipo do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.

Situação Atual com atendimento a % de ventilação e iluminação e uso de sistema de aquecimento solar de água – Edifício D5				A B C D E
UH	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água
1º Pav tipo				
Pavimentos tipo intermediários (x7)				
Último Pav tipo				

4.3.3. Azimute

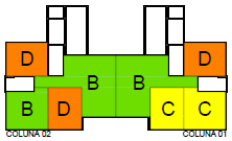
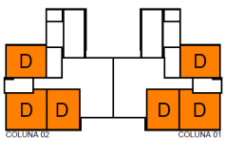
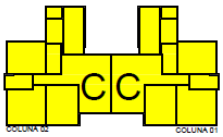
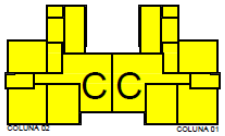
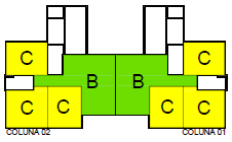
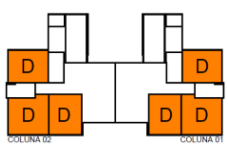
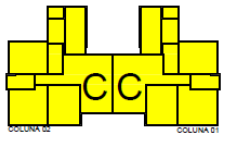
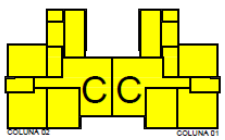
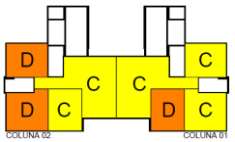
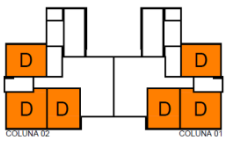
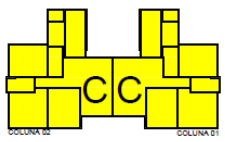
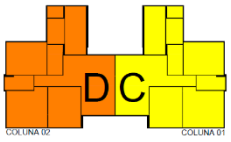
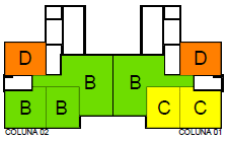
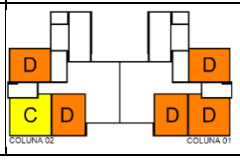
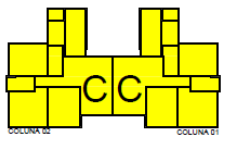
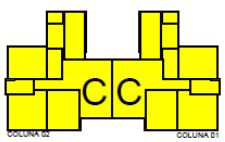
Para análise desta variável, foi considerado manter os dados reais das UHs avaliadas, variando a orientação solar. Os Quadros 16, 17 e 18 apresentam os resultados obtidos com variação do azimute em 90º, 180º e 270º, além do resultado sem variação do azimute (situação atual). Cada quadro apresenta um nível de pavimento, sendo primeiro pavimento, pavimentos intermediários e último pavimento, respectivamente.

Considerando a edificação como um todo, a pior situação para o edifício é a implantação com o azimute rotacionado em 180º; e a melhor situação com o edifício rotacionado em 90º. No entanto, o edifício rotacionado em 90° apresenta duas UHs com classificação final D, enquanto que rotacionado em 270°, não apresenta UH com classificação D, somente C (Tabela 12). A implantação do edifício não apresentou alteração significativa na eficiência final do edifício, apresentando uma diferença de 0,43 pontos no resultado final.

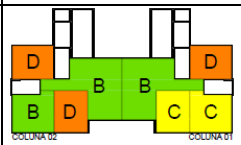
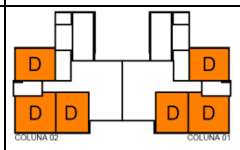
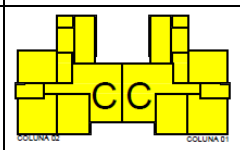
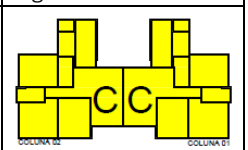
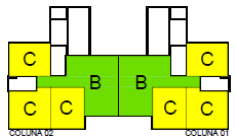
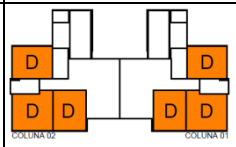
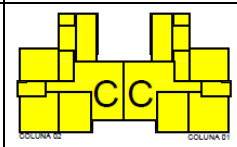
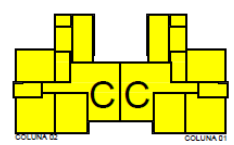
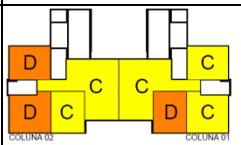
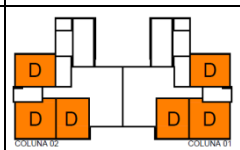
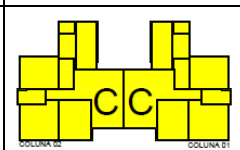
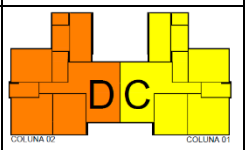
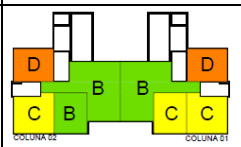
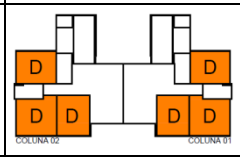
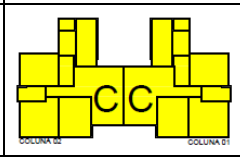
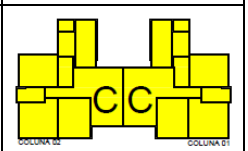
Tabela 12 - Classificação final do Edifício representativo D5 conforme azimute.

Azimute	Apartamento (s)	Equivalente Numérico	Resultado Final do Edifício
0°	101 a 801	2,89	2,8416667
	901	2,24	
	102	2,91	
	202 a 802	2,91	
	902	2,51	
90°	101 a 801	3,01	2,9377778
	901	2,36	
	102	3,01	
	202 a 802	3,01	
	902	2,36	
180°	101 a 801	2,63	2,5088889
	901	2,10	
	102	2,49	
	202 a 802	2,49	
	902	2,10	
270°	101 a 801	2,89	2,8627778
	901	2,51	
	102	3,04	
	202 a 802	2,89	
	902	2,63	

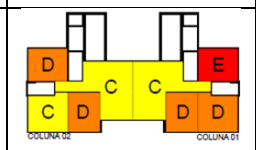
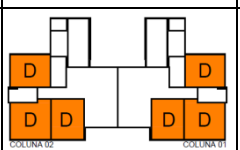
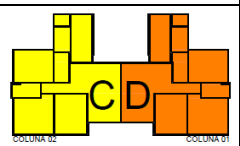
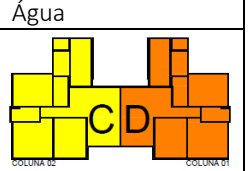
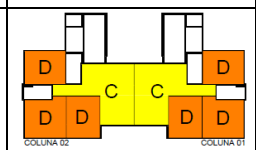
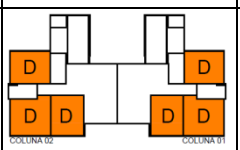
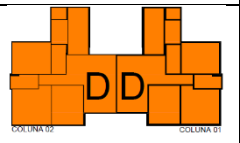
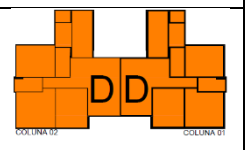
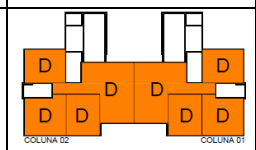
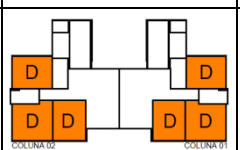
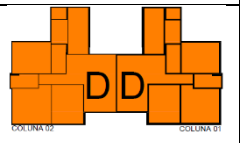
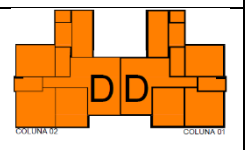
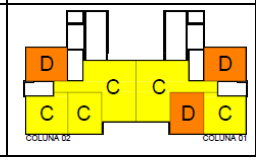
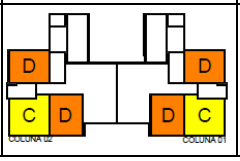
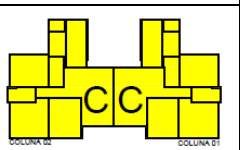
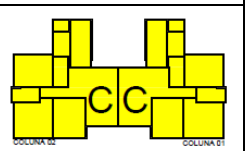
Quadro 16 – Representação gráfica do primeiro pavimento tipo do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.

Situação Atual do 1º Pavimento tipo com variação do Azimute – Edifício D5				A B C D E
Azimute	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água
Situação Atual				
90°				
180°				
270°				

Quadro 17 – Representação gráfica dos pavimentos tipo intermediários do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.

Situação Atual dos Pavimentos tipo intermediários com variação do Azimute – Edifício D5				A B C D E
Azimute	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água
Situação Atual				
90°				
180°				
270°				

Quadro 18 – Representação gráfica do último pavimento (topo) do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.

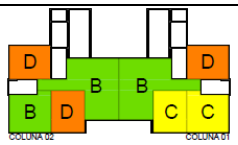
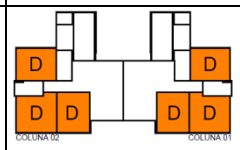
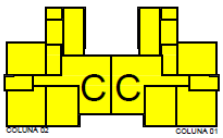
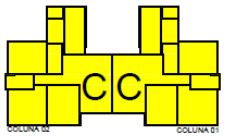
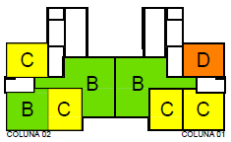
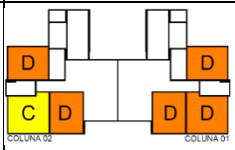
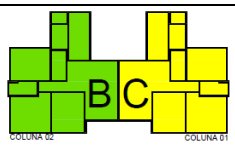
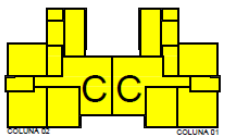
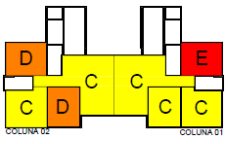
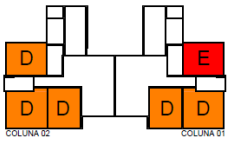
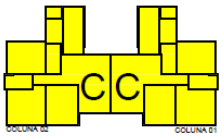
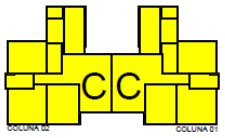
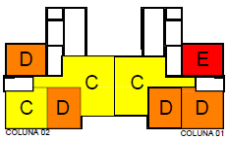
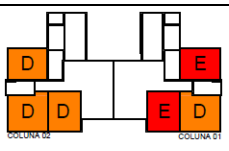
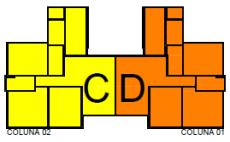
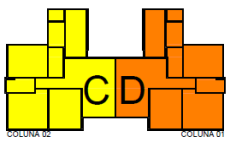
Situação Atual do último pavimento tipo (topo) com variação do Azimute – Edifício D5				A B C D E
Azimute	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água
Situação Atual				
90°				
180°				
270°				

4.3.4. Absortância térmica

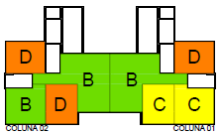
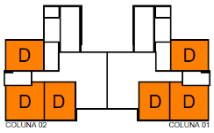
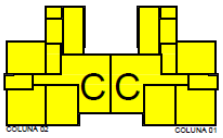
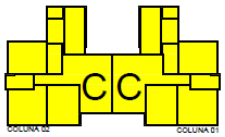
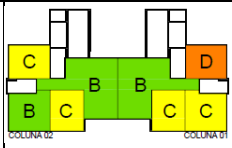
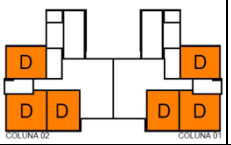
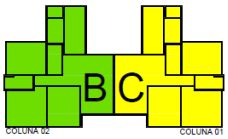
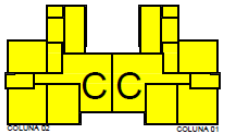
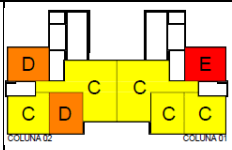
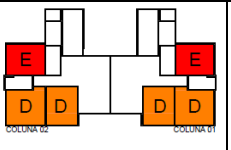
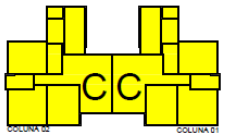
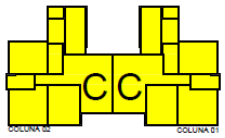
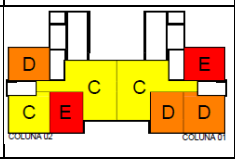
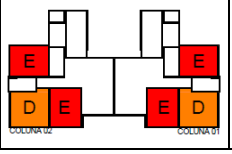
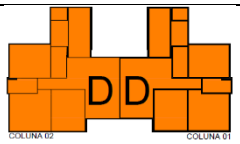
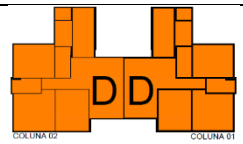
Para análise desta variável, foi considerado manter os dados reais das UHs avaliadas, variando a absortância com os fatores = 0,2 (cor branca); 0,6 (valor limite em ZB8) e 0,8 (cor Cinza Escuro). Considerou-se que a edificação, neste caso, assume uma única cor nas fachadas, consequentemente, um único fator para absortância. A absortância da cobertura também foi analisada, de forma que o pré-requisito para a cobertura seja atendido. Foi considerado o telhado com pintura branca, α = 0,2.

Os Quadros 19, 20 e 21 apresentam os resultados obtidos com variação da absortância nas paredes externas em 0,2, 0,6 e 0,8, além do resultado sem variação (situação atual = 0,45). Cada quadro apresenta um nível de pavimento, sendo primeiro pavimento, pavimentos intermediários e último pavimento, respectivamente. Observa-se que mesmo em fachada sul, há variação na classificação do APP. E ainda, que quanto maior a absortância, pior o desempenho da envoltória. O Quadro 22 apresenta o resultado para a variação da absortância na cobertura. Neste caso as paredes externas mantiveram-se com α = 0,45. Observa-se que houve melhoria de desempenho com uso de cor branca para o telhado.

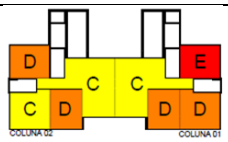
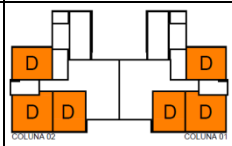
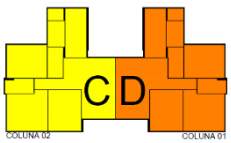
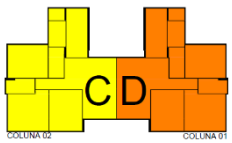
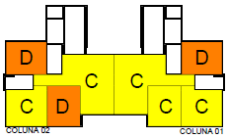
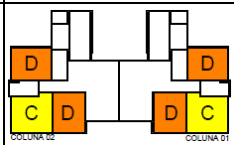
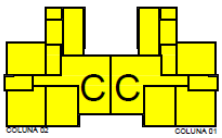
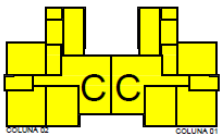
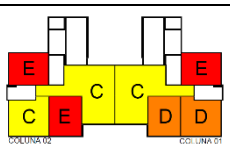
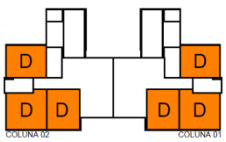
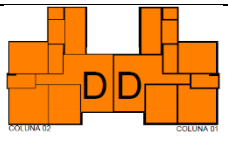
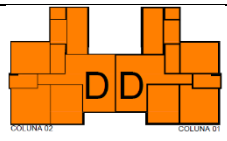
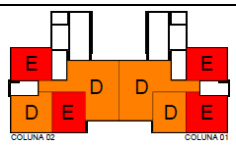
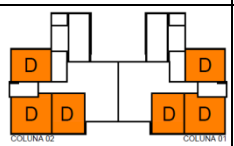
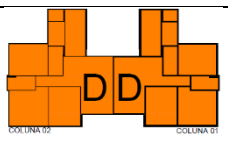
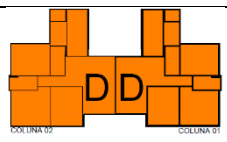
Quadro 19 – Representação gráfica do primeiro pavimento tipo do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.

Situação Atual do 1º Pavimento tipo com variação da absortância térmica das paredes externas – Edifício D5				A B C D E
Absortância	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água
α = atual (Todos APP 0,45)				
α = 0,2				
α = 0,6				
α = 0,8				

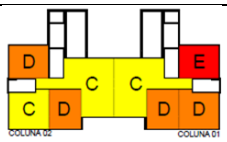
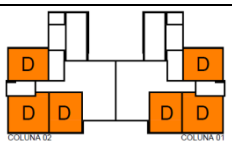
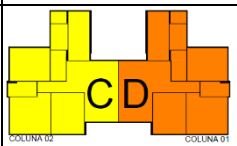
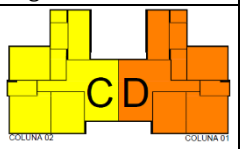
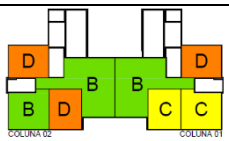
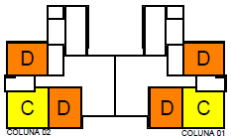
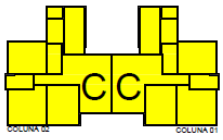
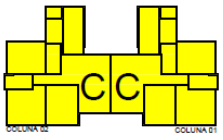
Quadro 20 – Representação gráfica dos pavimentos tipo intermediários do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.

Situação Atual dos Pavimentos tipo intermediários com variação da absortância térmica das paredes externas – Edifício D5				A B C D E
Absortância	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água
α = atual (α = 0,45)				
α = 0,2				
α = 0,6				
α = 0,8				

Quadro 21 – Representação gráfica do último pavimento (topo) do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.

Situação Atual do último pavimento tipo (topo) com variação da absortância térmica das paredes externas – Edifício D5				A B C D E
Absortância	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água
α = atual (α = 0,45)				
α = 0,2				
α = 0,6				
α = 0,8				

Quadro 22 – Representação gráfica do último pavimento (topo) do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.

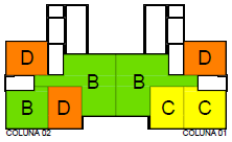
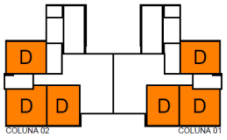
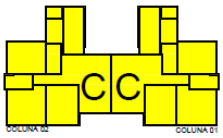
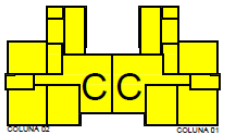
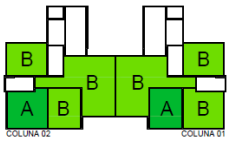
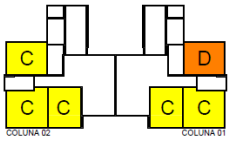
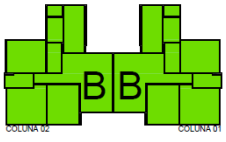
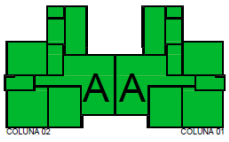
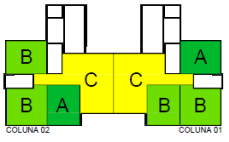
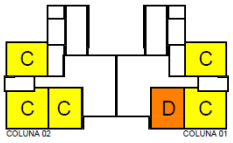
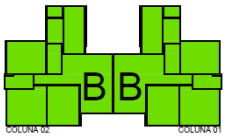
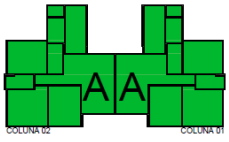
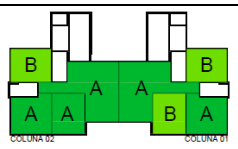
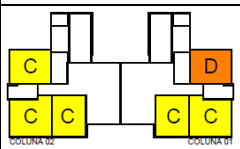
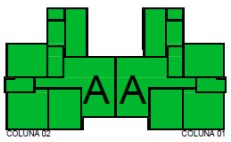
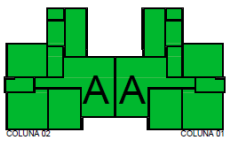
Situação Atual do último pavimento tipo (topo) com variação da absortância térmica da cobertura – Edifício D5				A B C D E
Absortância	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água
Situação Atual = Cob 0,65 (cor concreto) + Paredes de todos APP 0,45 (cor areia)				
Situação atual com α = 0,2 no telhado				

4.3.5. Associação das variáveis

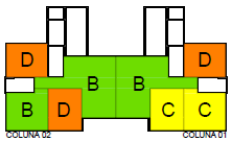
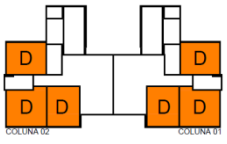
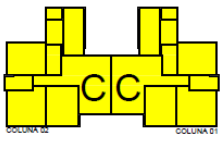
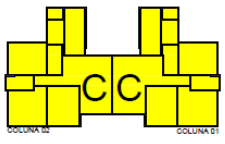
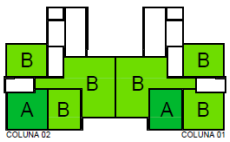
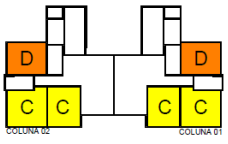
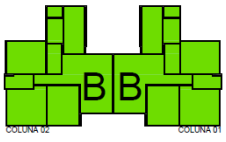
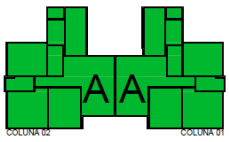
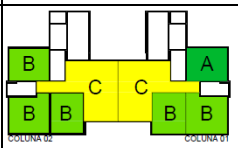
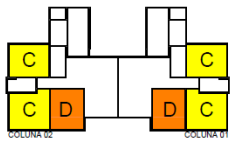
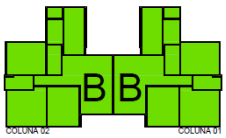
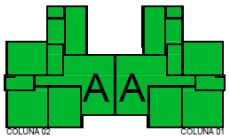
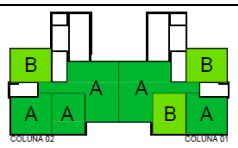
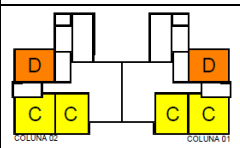
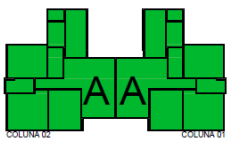
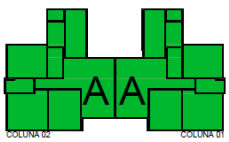
Nesta seção são analisadas as variáveis em conjunto. Assim, os Quadros 23, 24 e 25 e as Tabelas 13, 14 e 15 apresentam os resultados obtidos com associação dos melhores resultados das variáveis: uso de venezianas móveis nas aberturas dos quartos (*somb*=1), atendimento às porcentagens de iluminação e ventilação natural; uso de sistema de aquecimento solar de água e absortância em paredes externas e cobertura (α = 0,2). Essas melhorias são aplicadas ao edifício em sua implantação atual (Azimute 0°), com Azimute em 180° (pior situação) e Azimute em 270°. Cada quadro apresenta um nível de pavimento, sendo primeiro pavimento, pavimentos intermediários e último pavimento, respectivamente.

Com a associação das variáveis, todas as UHs atingiram o melhor nível na classificação final da envoltória: A; mesmo as do último pavimento. A envoltória para verão também resultou em boa classificação: A ou B. A sala de ambas colunas em azimute 180° possui abertura votada para oeste. Assim, sua classificação resultou em C; no entanto, quando o valor de *somb* é aumentado, sua classificação consegue atingir B ou A, a depender do tipo de sombreamento utilizado. Os quartos receberam pontuação máxima para *somb* (um) em todas as situações.

Quadro 23 – Representação gráfica do primeiro pavimento tipo do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.

Situação Atual do 1º Pavimento tipo com variação do Azimute e com melhorias – Edifício D5				A B C D E
Azimute e Melhorias	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água
Situação Atual (SEM MELHORIAS)				
Situação Atual (COM MELHORIAS)				
180° (PIOR SITUAÇÃO)				
270° (MELHOR SITUAÇÃO)				

Quadro 24 – Representação gráfica dos pavimentos tipo intermediários do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.

Situação Atual dos Pavimentos tipo intermediários com variação do Azimute e com melhorias – Edifício D5				A B C D E
Azimute e Melhorias	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água
Situação Atual (SEM MELHORIAS)				
Situação Atual (COM MELHORIAS)				
180° (PIOR SITUAÇÃO)				
270° (MELHOR SITUAÇÃO)				

Quadro 25 – Representação gráfica do último pavimento (topo) do edifício representativo D5 com as classificações conforme avaliação da eficiência energética.

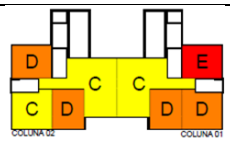
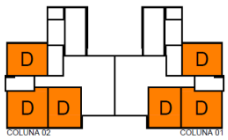
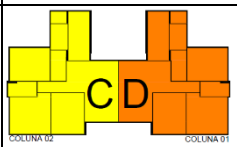
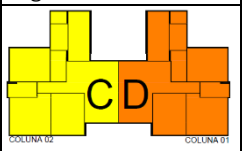
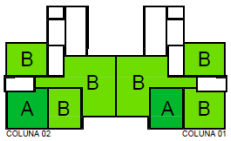
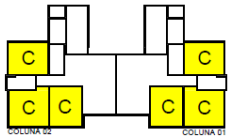
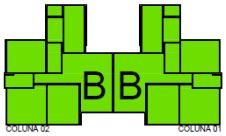
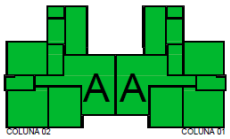
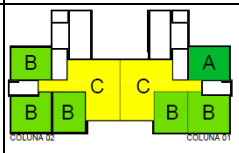
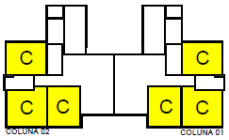
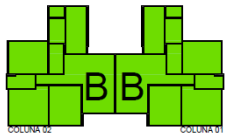
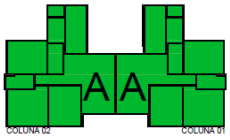
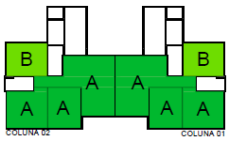
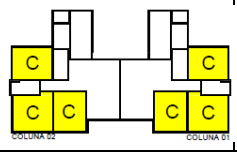
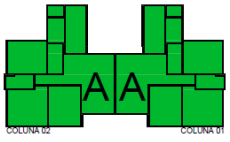
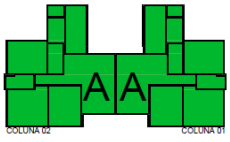
Situação Atual do último pavimento tipo (topo) com variação do Azimute e com melhorias – Edifício D5				A B C D E
Azimute e Melhorias	Graus-hora para Resfriamento	Consumo relativo para Refrigeração	Envoltória para Verão	Classificação final da UH com Sistema de Aquecimento de Água
Situação Atual (SEM MELHORIAS)				
Situação Atual (COM MELHORIAS)				
180° (PIOR SITUAÇÃO)				
270° (MELHOR SITUAÇÃO)				

Tabela 13 - Classificação do Edifício multifamiliar representativo D5 em sua situação atual com melhorias.

Apartamento(s)	Equivalente Numérico	Área (m²)	Quantidade (UH)	Área total (m²)	Ponderação	Resultado
101 a 801	5,09	72,46	8	579,68	0,444444444	2,2622222
901	5,09	72,46	1	72,46	0,055555556	0,2827778
102	5,11	72,46	1	72,46	0,055555556	0,2838889
202 a 802	5,11	72,46	7	507,22	0,388888889	1,9872222
902	5,11	72,46	1	72,46	0,055555556	0,2838889
			18UHs	1.304,28m²	1	5,10
						Nível de Eficiência do Edifício Multifamiliar = A

Tabela 14 - Classificação do Edifício multifamiliar representativo D5 em azimute 180º e com melhorias.

Apartamento(s)	Equivalente Numérico	Área (m²)	Quantidade (UH)	Área total (m²)	Ponderação	Resultado
101 a 801	4,83	72,46	8	579,68	0,444444444	2,1466667
901	4,83	72,46	1	72,46	0,055555556	0,2683333
102	4,83	72,46	1	72,46	0,055555556	0,2683333
202 a 802	4,71	72,46	7	507,22	0,388888889	1,8316667
902	4,97	72,46	1	72,46	0,055555556	0,2761111
			18UHs	1.304,28m²	1	4,7911111
						Nível de Eficiência do Edifício Multifamiliar = A

Tabela 15 - Classificação do Edifício multifamiliar representativo D5 em azimute 270º e com melhorias.

Apartamento(s)	Equivalente Numérico	Área (m²)	Quantidade (UH)	Área total (m²)	Ponderação	Resultado
101 a 801	5,38	72,46	8	579,68	0,444444444	2,3911111
901	5,5	72,46	1	72,46	0,055555556	0,3055556
102	5,5	72,46	1	72,46	0,055555556	0,3055556
202 a 802	5,5	72,46	7	507,22	0,388888889	2,1388889
902	5,5	72,46	1	72,46	0,055555556	0,3055556
			18UHs	1.304,28m²	1	5,4466667
						Nível de Eficiência do Edifício Multifamiliar = A

A fim de verificar possibilidade de melhoria na classificação dos APPs, das UHs dos pavimentos intermediários, coluna 2, azimute 180°, conforme situação apresentada no Quadro 24, foram analisadas, individualmente, outras variáveis (composição de paredes, tipo de janela e pé-direito).

Desta forma, foram testadas as composições para paredes externas com descrição 4 (U=3,00 e C_T=157), 6 (U=2,64 e C_T=241), 33 (U=2,66 e C_T=26) e 34 (U=0,45 e C_T=33), além da atual 41 (Descrição conforme Anexo Geral V do RTQ-R. Ver Anexo C desta dissertação). Não houve alteração da classificação em nenhum dos APPs analisados, nem quanto Graus-hora para Resfriamento e nem para Consumo relativo para Refrigeração.

Para obter o ganho de melhoria com o valor de *somb*, as esquadrias dos quartos são deslizantes com persianas integradas e, por isso, não podem ser alteradas. No entanto, na sala, não foi utilizada a persiana integrada; desta forma, foi analisado o uso de esquadria tipo camarão, nº 15 no Anexo II do RTQ-R. Este tipo de esquadria permite 90% de abertura para ventilação natural e 90 % de abertura para iluminação natural. Assim, a sala obteve classificação B em Graus-hora para Resfriamento. O aumento do valor do pé-direito (piso a teto) melhora a classificação do APP em Graus-hora para Resfriamento e piora em Consumo relativo para Refrigeração.

4.3.6. Considerações sobre as variáveis

As variáveis dispositivo de proteção solar, ventilação e iluminação natural, sistema de aquecimento solar de água, azimute e absortância térmica foram analisadas no Edifício Representativo D5, com a finalidade de verificar a influência destas na classificação e desempenho energético de edificações residenciais multifamiliares.

Presença de cores claras nas superfícies da envoltória, dispositivos externos de sombreamento e sistema de aquecimento solar de água, foram as variáveis que melhor influenciaram na classificação da UH.

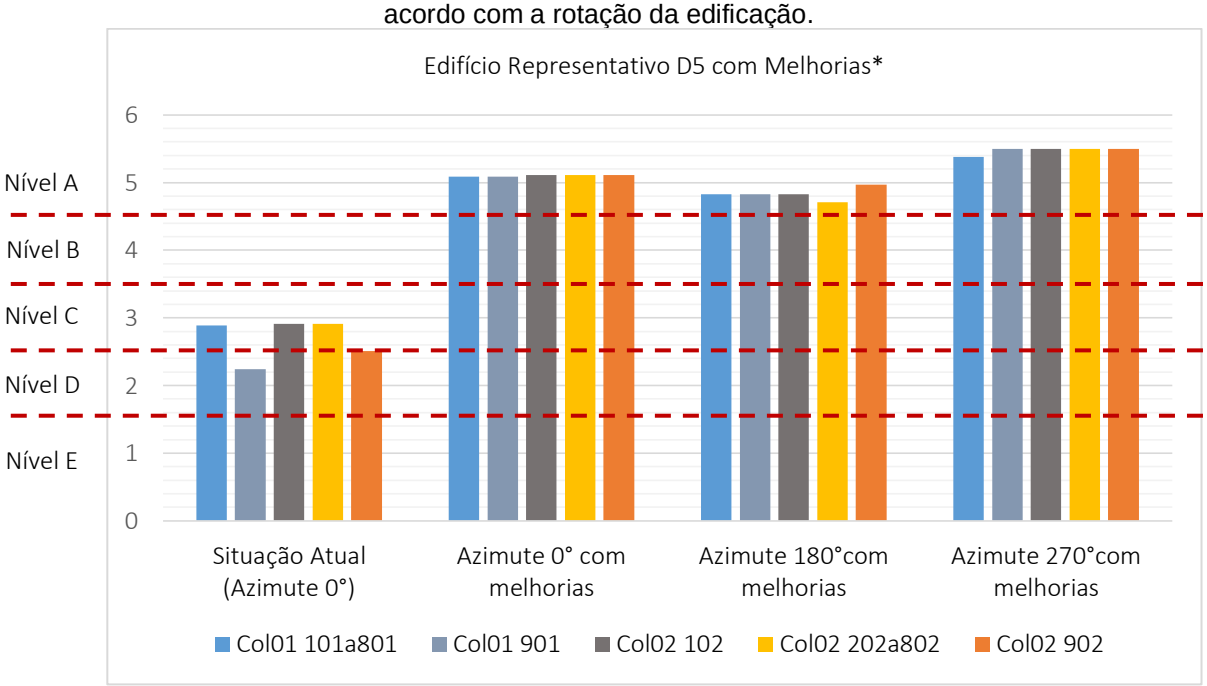
O uso de cores claras nas paredes externas e no telhado (cor branca) resultou em melhoria da eficiência mesmo em fachada sul. Comparando aplicação de cores claras e cores escuras nas fachadas e cobertura, verifica-se melhoria também no consumo relativo para refrigeração em alguns APP, quando há presença de cores claras. A presença de venezianas móveis nas aberturas dos quartos, pontuou um (1) para o valor de somb. Houve melhoria no desempenho energético da envoltória para verão das UHs, no graus-hora para resfriamento e até no consumo relativo para refrigeração dos quartos. Foi possível observar que a variável de maior influência é o uso do sistema de aquecimento solar de água. Como por exemplo, a UH da coluna 1 no último pavimento apresentou a classificação final da envoltória D em sua situação atual. Quando o sistema de aquecimento de água por chuveiro elétrico foi substituído para solar, passou para B.

Ao ser considerado atendimento, segundo o RTQ-R, às porcentagens de ventilação e iluminação natural e ventilação cruzada, observou-se que a depender da implantação da edificação em relação ao norte geográfico, pode haver queda na eficiência energética, sendo resolvido, na maioria dos casos, com um elemento externo de sombreamento. A implantação do edifício foi rotacionada em 90°, 180° e 270°. Os resultados apresentaram que esta variável não apresentou alteração significativa na eficiência final do edifício representativo D, apresentando uma diferença de 0,43 pontos no resultado final, e mantendo a classificação C em todas as situações.

A associação das variáveis permitiu classificação final da envoltória A em todas as UHs; mesmo as do último pavimento (Figura 50). A envoltória para verão também resultou em boa classificação: A ou B. Composição de paredes, tipo de janela e pé-direito também foram analisados em uma das UHs, sendo adicionados individualmente ao uso das melhorias. Para a variação da composição de paredes, não foi identificada alteração da classificação em nenhum dos APP analisados, nem quanto Graus-hora para Resfriamento e nem para Consumo relativo para Refrigeração. Na sala, o uso de esquadria tipo camarão, permitindo 90% de abertura para ventilação natural e 90 % de abertura para iluminação natural, resultou em

melhoria da classificação de C para B em Graus-hora para Resfriamento. Quanto ao aumento do valor do pé-direito, houve melhora na classificação do APP em Graus-hora para Resfriamento e piora em Consumo relativo para Refrigeração.

Figura 50 – Classificação final das UHs do Edifício Representativo D5 com melhorias, analisadas de acordo com a rotação da edificação.



Notas: Melhorias*: Absortância em paredes e cobertura 0,2; Uso de venezianas móveis nas aberturas dos quartos; Atendimento às porcentagens de iluminação e ventilação natural; Uso de sistema de aquecimento solar de água.
Fonte: Elaborado pela autora.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

"O homem nada pode aprender senão em virtude daquilo que já sabe."

Aristóteles, filósofo grego.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

A aprovação da Política Nacional de Conservação de Energia e criação do Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – Procel Edifica atraem pesquisadores de diversas regiões do país, com destaque para as contribuições do LABEEE. A aplicação do RTQ-R vem sendo estudada em trabalhos acadêmicos de graduação e pós-graduação. Vários consideram a importância da parceria entre mercado imobiliário e academia, entendem que o processo de etiquetagem fornece indicadores para o consumidor e apresentam pontos de sucesso e melhoria do Regulamento.

Os pesquisadores apresentaram dificuldade em obter informações importantes para alimentação do processo de etiquetagem, principalmente sobre dados climáticos e propriedades térmicas de materiais de construção. Uma limitação abordada com frequência é a complexidade tanto dos cálculos apresentados no método prescritivo, quanto no manuseio dos programas para o método de simulação. Desta forma, destaca-se a importância da academia estar em harmonia com a prática profissional, inclusive promovendo envolvimento entre os atores da construção civil. Os centros de pesquisa do país estão desenvolvendo e aprimorando ferramentas que contribuem no processo de aplicação e monitoramento da edificação pelo RTQ, e podem colaborar com ensaios para a produção de dados de propriedades térmicas dos materiais. Assim, havendo empenho dos participantes do PBE Edifica para que o programa tenha atualização e revisões constantes, o RTQ tende a se propagar no mercado, promovendo eficiência energética, abrindo um novo mercado de trabalho e campo de pesquisas.

Com a experiência em classificar e obter o nível de eficiência energética das quatro edificações representativas das tipologias identificadas no bairro Jardim Camburi, Vitória, ES, e ainda tendo essa experiência associada à análise dos resultados dos pesquisadores estudados, entende-se que a aplicação do RTQ tem potencial para promover a qualidade dos projetos arquitetônicos e permitir ao consumidor a comparação de imóveis disponíveis, contribuindo para a proposição de soluções efetivas em prol da eficiência energética de edificações. A ENCE, do PBE Edifica, surge como um complemento às certificações sustentáveis, e não como um

concorrente, sendo o primeiro processo de avaliação de eficiência energética concebido especificamente para a realidade brasileira e alinhado às tendências mundiais.

Entende-se ainda que considerar a aplicação do RTQ-R, impacta de modo positivo social, ambiental e economicamente, pois busca a melhoria da qualidade de vida da sociedade na forma de contribuir para o menor consumo de água potável e energia (e menor emissão de poluentes resultantes desses processos), contribui para a gestão de responsabilidade social, promove conforto ambiental aos usuários dos imóveis, incentiva que o planejamento do edifício seja realizado de maneira sistêmica, minimizando a geração de desperdícios com energia, contribui para a aplicação de inovações na construção civil, além de auxiliar no desenvolvimento e aplicação de estratégias ambientais com foco em gestão de energia e água e conforto ambiental.

Espera-se que os resultados aqui apresentados contribuam para melhor entendimento da aplicação do método prescritivo do RTQ-R quanto às variáveis de projeto e processo construtivos que influenciam na eficiência energética e desempenho térmico dos apartamentos. Espera-se ainda que projetistas avaliem suas concepções edilícias e especificações de materiais e processos no âmbito do regulamento técnico proposto pelo PBE Edifica e que comitês desenvolvedores de leis urbanas considerem tais critérios.

5.1. CONCLUSÕES DE CARÁTER GERAL

A definição do objetivo desta pesquisa permitiu estruturar a metodologia e traçar diretrizes para alcançá-lo. Assim, foram identificadas e definidas as tipologias mais comuns de edificações residenciais multifamiliares em Jardim Camburi, Vitória, ES, a partir do levantamento das edificações no bairro; foram selecionados e caracterizados os edifícios representativos; calculado o nível de eficiência energética da situação atual dos edifícios representativos e identificadas as variáveis arquitetônicas que influenciam na eficiência energética; além disso, foi calculado o nível de eficiência energética de um edifício representativo considerando as variáveis de projeto e processos construtivos identificadas através do método prescritivo do RTQ-R e analisada a influência das variáveis arquitetônicas na classificação e no desempenho térmico e energético em relação ao PBE Edifica.

A partir dos resultados encontrados nesta pesquisa, pode-se afirmar que o nível de eficiência energética das edificações residenciais multifamiliares do bairro Jardim Camburi é C; e que, considerando a análise nos resultados dos edifícios representativos, principalmente no Edifício D5, e na ZB 8, frente ao PBE Edifica, as principais variáveis arquitetônicas que impactam na eficiência energética de residenciais multifamiliares são dispositivo de proteção solar, sistema de aquecimento solar de água, absortância térmica, ventilação e iluminação natural e azimute; sendo as três primeiras as de maior influência.

5.2. CONCLUSÕES RELATIVAS À METODOLOGIA UTILIZADA E ÀS TIPOLOGIAS SELECIONADAS

Para a classificação e desempenho energético dos edifícios residenciais, optou-se pela aplicação do método prescritivo do RTQ-R, com base nas considerações dos pesquisadores estudados na revisão bibliográfica, por proporcionar maior contato com os conceitos do processo de classificação das edificações e pela clara identificação dos requisitos necessários à obtenção de maior desempenho energético. Desta forma, para traçar os primeiros direcionamentos da pesquisa, foi necessário amplo estudo deste método e visita de observação no bairro com o olhar voltado para os conceitos do RTQ-R.

A planilha (Apêndice B) elaborada com base nessa observação *in loco* e em resultados da pesquisa bibliográfica, auxiliou na organização, determinação e classificação das tipologias residenciais multifamiliares existentes no bairro. A ferramenta gratuita *Google Earth 7* nos percursos virtuais com, contribuiu para agilidade em percorrer todas as ruas do bairro, sendo necessários os percursos presenciais para conferir a situação atual dos terrenos vazios e edifícios em construção identificados no percurso virtual, visto que a atualização das imagens na referida ferramenta não é em tempo real.

Para alimentação do método prescritivo do RTQ-R, foram necessárias informações referentes às características físicas e geométricas dos edifícios representativos, como área de paredes, ventilação, pé direito, materiais componentes das paredes e coberturas, cor, entre outros, além do tipo de sistema de aquecimento de água, existência de elementos economizadores de água potável e eficiência das lâmpadas

e aparelhos nas UHs, zona bioclimática do bairro e posição das edificações em relação ao norte geográfico.

Para a análise e coleta dos dados, foi fundamental visitas às edificações e acesso a registro documental e fotográfico da situação atual dos imóveis e a informações sobre os elementos de composição de paredes e cobertura. Estes últimos nem sempre estão disponíveis, cabendo entrevistas a moradores/síndico que já reformaram ou fizeram alguma manutenção nos imóveis. Outra dificuldade é a definição da absortância do revestimento externo de paredes, pois suas cores geralmente são definidas visualmente e a absortância consultada no anexo geral V do RTQ-R, sendo utilizada a cor que mais se aproxima e considerando o acabamento pintura. Há aparelhos que fazem esta medição, no entanto não são tão disponíveis para aluguel ou empréstimo. O método prescritivo atende a formas geométricas mais simples, como o caso dos 4 edifícios estudados. No entanto, para formas mais complexas, entende-se a simulação computacional ser mais adequada.

De fato, os cálculos do RTQ-R são complexos e muitos são os dados para alimentá-lo. No entanto, o estudo de pesquisas acadêmicas sobre o tema, as informações e manuais disponíveis no ambiente virtual do PBE Edifica e a consulta ao fórum, também disponível no portal do PBE Edifica, auxiliam para a ampla compressão do processo. O uso da planilha editável, desenvolvida pelo LabEEE, contribui para a simplificação do processo do cálculo do nível de eficiência das UHs, favorecendo para a aplicação e entendimento do método.

5.3. CONCLUSÕES RELATIVAS AOS EDIFÍCIOS REPRESENTATIVOS

Os edifícios representativos A1, B2, C5 e D5, possuem como data de aprovação de projeto na PMV, 1981, 1981, 1996 e 2012, respectivamente. Isso significa dizer que edifícios com 31 anos de diferença, ainda utilizam praticamente a mesma metodologia de projeto e construtiva, não havendo considerações significativas para a melhoria da eficiência energética. As tipologias edilícias selecionadas para representar as edificações do bairro, apresentaram o mesmo nível de eficiência energética na classificação como edificação multifamiliar. Considerando que a classificação do nível de eficiência varia de A até E, o nível C representa uma eficiência média. Observa-se

inclusive que os edifícios B2 e C5 apresentaram equivalentes numéricos muito próximos, mesmo sendo o edifício C5, 15 anos mais novo que o B2.

Obter a classificação C também está condicionado a estar ou não em conformidade com os pré-requisitos relacionados à transmitância térmica, capacidade térmica, absortância solar, ventilação e iluminação natural. A composição de cobertura dos edifícios representativos não atende a ZB8 em sua situação atual, atenderia se a absortância fosse menor ou igual a 0,4 e atualmente todos apresentam 0,65. E nenhum atendeu o percentual de ventilação mínimo em todos os APPs. As representações gráficas apresentam que mesmo que um apartamento tenha a maioria dos ambientes com classificação B, sem o cumprimento de um dos pré-requisitos, a envoltória para verão apresentará no máximo eficiência C.

A medição individualizada de água aparece apenas no edifício aprovado na PMV em 2012. Mecanismos e equipamentos economizadores de água são pouco expressivos, sendo identificadas bacias sanitárias com caixa acoplada nos 4 edifícios e arejadores nas torneiras em 2 edifícios. Os edifícios representativos não são contemplados com sistemas de reaproveitamento de águas cinza ou coleta de águas pluviais, nem sistema de aquecimento solar de água ou placas fotovoltaicas para microgeração de energia. Sistema simples e não tão custosos quando implantados durante a construção não são praticados, de um modo geral. E como visto no referencial teórico, são significativos em se tratando de sustentabilidade em edificações. Observa-se que não houve intervenções significativas em prol da eficiência energética das edificações, considerando o bioclima local. Inclusive, no levantamento dos 663 edifícios, raras coberturas foram identificadas com placas solares.

Os resultados apresentados no edifício A1 exibe como o sistema de aquecimento de água elétrico influencia na classificação final da UH. De um modo geral, pavimentos sobre pilotis se apresentam mais eficientes no âmbito de envoltória de verão que os intermediários ou de topo. Com relação ao consumo relativo para refrigeração observa-se que alguns quartos na cobertura, apresentam-se mais eficientes que os na mesma coluna em pavimentos intermediários e sobre pilotis, o que sugere mais pesquisas sobre este aspecto. A especificação de cores claras nas superfícies externas, elemento de sombreamento nas aberturas e sistema solar de aquecimento de água, influenciam positivamente para a eficiência energética da edificação.

Entende-se que a implantação da edificação está, muitas vezes, atrelada ao posicionamento do terreno no bairro; no entanto, considerando a análise de variáveis no edifício representativo D5, é possível estudar proteção solar, ventilação e iluminação natural, sistema de aquecimento solar de água e absortância térmica como estratégias de planejamento e projeto, verificando a influência destes na classificação e desempenho energético da edificação, e consequentemente, do bairro.

5.4. CONCLUSÕES RELATIVAS AO ESTUDO PARAMÉTRICO DAS VARIÁVEIS NO EDIFÍCIO REPRESENTATIVO D5

O Edifício D5 é o mais novo dos edifícios representativos: seu projeto arquitetônico foi aprovado na PMV em 2012. Desta forma, foi selecionado para ser analisado considerando a influência das variáveis dispositivo de proteção solar, ventilação e iluminação natural, sistema de aquecimento solar de água, azimute e absortância térmica na sua classificação e desempenho energético. A associação das variáveis resultou em nível A de eficiência energética da edificação.

Os resultados apontaram que uso de cores claras na envoltória (mesmo na fachada sul), dispositivos externos de sombreamento nas janelas e sistema de aquecimento solar de água, melhoraram consideravelmente o nível de eficiência energética do edifício. Sendo o uso do sistema de aquecimento solar de água, a variável de maior influência. Com a aplicação de cores claras nas fachadas e cobertura, verificou-se melhoria também no consumo relativo para refrigeração em alguns APP. Considerar presença de venezianas móveis nas aberturas dos quartos, significou melhoria no desempenho energético da envoltória para verão das UHs, no graus-hora para resfriamento e no consumo relativo para refrigeração dos quartos.

Para análise do azimute, a implantação do edifício foi rotacionada em 90°, 180° e 270°. Os resultados apresentaram que não houve alteração significativa na eficiência final do edifício, mantendo a classificação C em todas as situações. No entanto, ao atender o percentual mínimo de ventilação e de iluminação natural, do RTQ-R, a depender da implantação da edificação quanto ao norte geográfico, há queda no nível de eficiência energética, sendo resolvido, em sua maioria, com o uso de elemento externo de sombreamento; neste caso, são venezianas móveis nas aberturas dos quartos, que favorecem a manutenção do desempenho da ventilação natural e permitem o controle da luz natural, incidência de chuvas e raios solares.

5.5. CONCLUSÕES RELATIVAS À QUESTÃO DA PESQUISA

Quanto ao questionamento da pesquisa:

- As principais variáveis arquitetônicas em um edifício que influenciam no seu nível de eficiência energética são dispositivo de proteção solar, sistema de aquecimento solar de água e absortância térmica; considerando a análise nos resultados dos edifícios representativos e principalmente no Edifício D5, e na ZB 8.

5.6. RECOMENDAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo, assim como os realizados por Matos (2012) e Triana, Lamberts e Sassi (2015), tendem a sugerir que os padrões mínimos das edificações atuais não são suficientes para se alcançar um bom desempenho térmico. A partir dos resultados, algumas recomendações podem ser feitas:

- Haver menção ao Procel Edifica nos planos de curso relacionados à construção civil, edificações, engenharia e arquitetura, e o grau de abordagem ao tema definido pela Instituição junto à comitês técnicos que envolvam também sindicatos, entidades de classe e empresas do setor;
- Continuação de estudos acadêmicos adicionais neste âmbito no intuito de aprofundar análises e contribuir para divulgação e aplicação do RTQ-R;
- Inserir no Anexo V do RTQ-R novas composições construtivas para cobertura, como laje plana pós tensionada, telhados com pintura e manta térmica em alumínio;
- Fabricantes de materiais disponibilizem dados sobre as propriedades térmicas de seus materiais em catálogos técnicos e que os projetistas especifiquem os materiais informando esses valores em projeto. Além disso, que a academia contribua na elaboração de um catálogo de materiais mais abrangente, que complemente o anexo V do RTQ-R;
- Sugere-se também a revisão da pontuação da variável *somb* (fator de sombreamento da abertura) sobre os tipos de elementos de sombreamento nas aberturas da fachada leste na ZB8, visto que venezianas que cubram totalmente a abertura quando fechada recebem pontuação;

- Maior proximidade de Governos Estaduais e Municipais com a Política Nacional de Conservação de Energia e o Procel Edifica;
- Utilização pelos governos municipais de ferramentas de planejamento de programas de eficiência energética com a combinação de dados físicos da construção, com dados empíricos de pesquisas sobre habitação e dados de operação dos edifícios, estimando o consumo de energia para cenários diferentes, incentivando a eficiência energética em edificações;
- Órgãos financiadores de construções e políticas para o Programa Brasileiro de Habitação Social no País deveriam tornar obrigatória em seus projetos a etiquetagem do PBE Edifica para estabelecer padrões mínimos de eficiência energética no setor e como forma de estimular a prática da etiquetagem em construtoras e projetistas;
- O setor da construção civil deveria buscar perspectiva de investimento a longo prazo, não se baseando somente em custos mínimos e imediatos de construção, mas sim considerando o ciclo de vida do edifício;
- Projetistas e especificadores de materiais e processos construtivos deveriam considerar as zonas bioclimáticas e introduzir medidas de eficiência energética nas edificações, inclusive revendo tipologias construtivas;
- Considerar ao projetar, principalmente: aberturas (iluminação e ventilação natural), cores de paredes externas, telhados e tetos dos APPs (absortância e refletância), porosidade e ventilação cruzada, composição de paredes e coberturas (transmitância térmica), elementos de sombreamento, aquecimento solar de água, equipamentos economizadores de água, medição individualizada de água e energia, além de sistemas de reaproveitamento de águas cinza e coleta de águas pluviais.

5.7. PROPOSTAS PARA FUTURAS PESQUISAS

Sugere-se para trabalhos futuros:

- Avaliar por simulação computacional os edifícios representativos aqui avaliados pelo método prescritivo, como forma de comparação dos resultados;
- Verificar a influência das variáveis arquitetônicas analisadas no Edifício D5, nas demais tipologias identificadas nesta pesquisa;

- Relacionar os resultados obtidos com as classificações dos edifícios representativos com os índices e áreas estabelecidos pelo Código de Edificações de Vitória, Lei 4821/98;
- Propor diretrizes construtivas para o bairro a partir da análise do desempenho, considerando a demanda energética nas demais etapas do ciclo de vida, como a etapa de manufatura dos materiais construtivos, construção da edificação e demolição e possível reciclagem dos materiais;
- Avaliar e classificar as áreas de uso comum dos edifícios representativos estudados nesta pesquisa;
- Analisar o nível de eficiência energética de edificações comerciais, públicas e de serviços do bairro jardim Camburi, Vitória, ES;
- Analisar o nível de eficiência energética de outros bairros de Vitória, ES, utilizando os regulamentos técnicos do PBE Edifica;
- Analisar as variáveis do RTQ-R e do RTQ-C, inclusive no aspecto do consumo relativo para refrigeração, sugerindo revisões de acordo com a realidade bioclimática do município de Vitória, ES, e com a influência dos parâmetros físicos e geométricos das edificações;
- Identificar a influência do comportamento do usuário no desempenho térmico e energético de edificações residenciais em jardim camburi, considerando as variáveis arquitetônicas identificadas nesta pesquisa;
- Elaborar manual operacional para auxílio a projetistas e construtoras, com especificações técnicas que estejam alinhadas com o PBE Edifica;
- Desenvolver banco de dados de referência para valores de transmitância e absortância de materiais, a partir de ensaios para a produção de dados de propriedades térmicas dos materiais;
- Analisar a economia final de energia a partir das variáveis desta pesquisa, indicando quanto o morador economizaria financeiramente com as melhorias;
- Avaliar a economia na manutenção do edifício para cada variável disponível, incluindo teto verde e parede verde;
- Utilizar os dados dos edifícios para avaliar a eficiência energética do bairro incluindo as variáveis reais do entorno, modelo de assentamento definido pelo PDM, entre outras variáveis urbanísticas.

REFERÊNCIAS

"A tarefa não é exatamente ver o que ninguém viu ainda, mas pensar o que ninguém ainda pensou, sobre o que todo mundo vê."

Erwin Schrödinger.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **História da normalização brasileira**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 112 p. Disponível em:<http://www.abnt.org.br/images/pdf/historia-abnt.pdf>. Acesso em 15 jun. 2017.

AGOPYAN, V.; JOHN, V.M. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. São Paulo: Edgard Blücher, 2011. 5 v. Série Sustentabilidade.

ALMEIDA, Laiane Susan Silva. **Influência de parâmetros físicos e geométricos no desempenho termoenergético de habitações unifamiliares**. 2014. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2014.

ALMEIDA, Laiane Susan Silva; SILVA, Arthur Santos; SCHNEIDER, Kathlen; GHISI, Enedir. Avaliação da envoltória de habitações de interesse Social de Florianópolis de acordo com o método prescritivo do RTQ-R. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído - XII ENCAC – e Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído – VIII ELACAC, 2013, Brasília. **Anais**...

ALVES, André Felipe Moura. **Todo Brasileiro merece Nível "A"**. Habitação Multifamiliar para o Programa Minha Casa Minha Vida Energeticamente Eficiente. 2012. 176 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente). Universidade federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2012.

ALVES, A. F. M; PEDRINI, A.; LIMA, G. L. F.. Avaliação do desempenho térmico de uma habitação de interesse social localizada no clima Quente e úmido da cidade de Parnamirim/RN com Base no método de simulação do RTQ-R. In: ENCONTRO NATIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC, 14., Juiz de Fora, 2012. **Anais...**Juiz de Fora, 2012.

ALVES, A. F. M; PEDRINI, A.; LIMA, G. L. F.. Eficiência energética de edificações na zona Bioclimática 08: diretrizes de projeto a partir do Método prescritivo do RTQ-R. In: ENCONTRO NATIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC, 14., Juiz de Fora, 2012. **Anais...**Juiz de Fora, 2012.

ALVES, Tatiana; MACHADO, Luiz; SOUZA, Roberta Gonçalves de; WILDE, Pieter de. A methodology for estimating office building energy use baselines bymeans of land use legislation and reference buildings. **Energy and Buildings**, 143, p. 100-113, 2017.

AMARANTE, Odilon A. Camargo do; BROWER, Michael; ZACK, John; LEITE DE SÁ, Antonio. **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Brasília: MME, 2001. 45p. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=publicacoes&task=livro&cid=1>. Acesso em 18 jun. 2017.

AMORIM, C. N. D.; CINTRA, M. S.; FERNANDES, J. T.; SUDBRACK, L. O.; CHAIM, G. M. C.. Otimização do desempenho termo-energético da envoltória: diagnóstico, propostas de solução e avaliação pelo método prescritivo do RTQ-C e simulação. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2010, Canela. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac/entac2010_artigos.html>. Acesso em 30 ago. 2016.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em 11 jun. 2017.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 517, de 11 de dezembro de 2012**. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e o Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012517.pdf>. Acesso em 11 jun. 2017.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015**. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em 11 jun. 2017.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 786, de 17 de outubro de 2017**. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Brasília, 2017. Disponível em: < http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2017786.pdf>. Acesso em 15 nov. 2017.

ANDRADE, Valcimar Silva de; ARAÚJO, Romário Soares; SANTOS, João Eustáquio da Costa. Simulação de etiquetagem de eficiência energética para um prédio Público - estudos de caso em Governador Valadares. In: V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2014, Belo Horizonte. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/X-021.pdf>. Acesso em 30 ago. 2016.

ARTHUR, Lara Amorim; AMORIM, Alexandre Cypreste. Analysis and strategies on energetic efficiency. In: SUSTAINABLE URBAN COMMUNITIES TOWARDS A NEARLY ZERO IMPACT BUILT ENVIRONMENT, SBE16 Brazil&Portugal, 2016, Vitória. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: <http://sbe16.civil.uminho.pt/app/category/articles/>. Acesso em 30 ago. 2016.

BAGNATI, Mariana Moura. **Zoneamento Bioclimático e Arquitetura Brasileira**: Qualidade do Ambiente Construído. 2013. 133 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

BARRETO, Talita de Albuquerque. **Estudo da Eficiência Energética dos Terminais de Passageiros do Aeroporto Internacional Porto Alegre/Salgado Filho pelo método Procel Edifica**. 2016. 146 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, São Leopoldo, 2016.

BARRETO, Talita de Albuquerque; GONZÁLEZ, Marco Aurelio Stumpf. Estudo da eficiência energética dos terminais de passageiros do aeroporto internacional Salgado Filho - Porto Alegre, Brasil, pelo método Procel Edifica. In: IX ENCONTRO NACIONAL, VII ENCONTRO LATINO-AMERICANO, II ENCONTRO LATINO-AMERICANO E EUROPEU SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2017, São Leopoldo. **Anais...,** São Leopoldo: Euro-ELECS, 2017, p. 53-62.

BATISTA, Norma do Nascimento; LA ROVERE, Emilio Lèbre; AGUIAR; João Carlos Rodrigues. Energy efficiency labeling of buildings: An assessment of the Brazilian case. **Energy and Buildings**, v. 43, p. 1179-1188, 2011.

BERLEZE, Angélica; SILVOSO, Marcos; BASTOS, Leopoldo Análise climática de Chapecó visando o condicionamento térmico passivo em habitação de interesse social: o caso doloteamento expoente. In: IX ENCONTRO NACIONAL, VII ENCONTRO LATINO-AMERICANO, II ENCONTRO LATINO-AMERICANO E EUROPEU SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2017, São Leopoldo. **Anais...**, São Leopoldo: Euro-ELECS, 2017, p. 677-687.

BERNABÉ, Ana Carolina Alves. **A Influência da envoltória no consumo energético em edifícios comerciais artificialmente climatizados na cidade de Vitória**. 2012. 132 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

BOTTAMEDI, Mariana Garnica. **Avaliação da eficiência energética de hotéis de Quatro estrelas em Florianópolis**: aplicação do Programa de etiquetagem de edificações. 2011. 179 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura. Florianópolis, 2011.

BRASIL. **Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000**. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL. **Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, Lei de Eficiência Energética.** Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Brasília, 2001a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, Estatuto da Cidade**. Regulamenta os artigos. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, 2001b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL. **Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001**. Regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Brasília, 2001c. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/d4059.htm>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL. **Lei nº 13.280, de 03 de maio de 2016**. Altera a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, para disciplinar a aplicação dos recursos destinados a programas de eficiência energética. Brasília, 2016a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13280.htm>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL. **Lei nº 13.312, de 12 de julho de 2016**. Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, para tornar obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais. Brasília, 2016b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13312.htm>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior (MDIC); Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria nº 163, de 08 de junho de 2009**. Aprova a revisão do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001462.pdf>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior (MDIC); Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010**. Aprova a revisão dos Requisitos Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Número 2.2 (com alterações das portarias nº17 de 2012, nº299 de 2013 e nº126 de 2014). Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Port372-2010_RTQ_Def_Edificacoes-C_rev01.pdf>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior (MDIC); Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria nº 18, de 16 de janeiro de 2012**. Aprova a revisão do Regulamento Técnico da Qualidade - RTQ para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Número 2.2. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/RTQR.pdf>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior (MDIC); Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria nº 50, de 01 de fevereiro de 2013**. Aprova o aperfeiçoamento dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para a Eficiência Energética de Edificações (RAC). Número 3. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/RAC.pdf>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL; Ministério da Educação; CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Contribuição da pós-graduação brasileira para o desenvolvimento sustentável**: Capes na Rio+20 / Brasília: Capes, 2012. 194 p. Disponível em: <https://capes.gov.br/images/stories/download/diversos/CapesRio20-Livro-Portugues.pdf>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL; MME. **Plano Nacional de Eficiência Energética**: Premissas e Diretrizes Básicas. Aprovado pela Portaria MME nº 594, de 18 de outubro de 2011. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1432134/Plano+Nacional+Efici%C3%AAncia+Energ%C3%A9tica+%28PDF%29/74cc9843-cda5-4427-b623-b8d094ebf863?version=1.1>. Acesso em 13 jun. 2017.

BRASIL; MME; EPE. **Balanço Energético Nacional 2016**: Ano base 2015. Rio de janeiro: EPE, 2016a. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2016.pdf>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL; MME; EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2016**: Ano base 2015. Rio de janeiro: EPE, 2016b. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202016.pdf>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL; MPOG; SLTI. Instrução Normativa MPOG/SLTI Nº 2, de 4 de junho de 2014. Dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 de jun. 2014. Disponível em: <http://www.comprasgovernamentais.gov.br/index.php/legislacao/instrucoes-normativas/304-instrucao-normativa-n-2-de-04-de-junho-de-2014>. Acesso em 13 jun. 2017.

BRAZIL (Partner country). Portal IEA – International Energy Agency. Disponível em <https://www.iea.org/countries/non-membercountries/brazil/ Brazil>. Acesso em 11 jun. 2017.

BRITISH PAVILION EXPO 92. Grimshaw Architects. Disponível em: <https://grimshaw.global/projects/british-pavilion-expo/>. Acesso em 15 de nov. de 2017.

BRUAND, Yves. **Arquitetura Contemporânea no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A., 1999. 400 p.

BRUM, Thaís Faccim de. **Requisitos Técnicos da Qualidade do Nível de Eficiência Energética aplicado em edificação pública em fase de projeto**: O caso do Centro de Convivência para idosos em Doutor Maurício Cardoso-RS. 2010. 148 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Santa Maria, 2010.

CALDEIRA, Norma do Nascimento Batista. **A Concepção Arquitetônica para a Eficiência Energética de Edificações** – O Caso da Etiquetagem no Brasil. 2011. 234 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em planejamento Energético - COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2011.

CAMPOS, I. B.; BARROS NETO, J. P.. Análise da adequação de um edifício comercial à etiqueta Procel edifica de eficiência energética. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC, 14., Juiz de Fora, 2012. **Anais...**Juiz de Fora, 2012.

CANEPPELE, Laís Braga; NOGUEIRA, Marta Cristina de Jesus Albuquerque. Avaliação de Desempenho Térmico e Eficiência Energética de Habitação em Condomínio Residencial de Cuiabá/MT. **Revista Monografias Ambientais** – REMOA, v. 13, n. 3, p. 3412-3428, maio-ago 2014.

CARLO, Joice Correna; LAMBERTS, Roberto. Elaboração de protótipos para simulação do desempenho termo-energético de edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO - XI ENTAC - A Construção do Futuro. Florianópolis, 2006. **Anais...** v. 1. p. 152-161, Florianópolis, 2006.

CARLO, Joice Correna; LAMBERTS, Roberto. Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios – parte1: método prescritivo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.10, n. 2, p. 7-26, 2010.

CARVALHO, Carolina Rocha; SCALCO, Veridiana Atanasio; MAIA, Thalessa Dâmaris; LAMBERTS, Roberto. Análise da viabilidade de aplicação do método prescritivo do RTQ-C para avaliar o nível de eficiência energética da envoltória em edificações comerciais com área total inferior a 500 m².In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído - XII ENCAC – e Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído – VIII ELACAC, 2013, Brasília. **Anais Eletrônicos**... Disponível em: <http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/downloads/ARTIGO_analiseViabilidadeAplicacaoMetodo.pdf>. Acesso em 30 ago. 2016.

CARVALHO, Carolina R.; FONSECA, Raphaela W.; GALAFASSI, Marcelo; CARTANA, Rafael P.. Avaliação de eficiência energética de um edifício Educacional no município de Palhoça utilizando o Regulamento Técnico da Qualidade para edifícios Comerciais, de serviço e públicos. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2010, Canela. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/661.pdf>. Acesso em 30 ago. 2016.

CARVALHO, M. M. Q.. **Alternativas arquitetônicas para o aumento da eficiência no uso de energia elétrica por edifícios comerciais**. 2011. 310 p. Tese (Doutorado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em planejamento Energético - COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2011.

CBCS. Reportagem Especial – Inovação tecnológica, fontes alternativas e uso racional de energia em foco. **Boletim Interativo do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável**, 11, p. 3-8, Ago. 2014. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/website/_download/magazine.asp?mmzCode=70EDB71F-980B-4411-AC65-EE81AFC55F0A>. Acesso em 02 nov. 2015.

CCS2. **Projeto da FAUrb recebe selo Procel Edificações em evento da Eletrobras.** Portal da Coordenação de Comunicação Social. Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <http://ccs2.ufpel.edu.br/wp/2014/12/04/projeto-da-faurb-recebe-selo-procel-edificacoes-em-evento-da-eletrobras/>. Acesso em dez. 2015.

CEF – Caixa Econômica Federal. Circular CAIXA nº 681 de 10 de junho de 2015. Define critérios e procedimentos operacionais para aplicação das diretrizes da Política Socioambiental do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço – FGTS, nas áreas de habitação, saneamento e infraestrutura. **Diário Oficial da União**, Brasília, 11 jun. 2015. Seção 1, p. 13 e 14. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/FGTS-circulares-caixa-fgts2015/CircularCAIXA_2015_681.pdf>. Acesso em 10 jul. 2017.

CERTIFICAÇÃO AQUA-HQE. Portal Vanzolini. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>. Acesso em 22 jun. 2017.

CERTIFICAÇÃO LEED. Portal GBC Brasil. Disponível em: <http://www.gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php>. Acesso em 22 jun. 2017.

COSTA, Luma Cordeiro. Mensuração da Eficiência Energética da Envoltória do Edifício da Faculdade de Estudos Sociais Aplicados – FA/UNB: Utilização do Método Prescritivo e da Plataforma BIM. **Revista Especialize On-line IPOG**, v. 01, n. 6, dezembro/2013.

CRUZ, Juliana; INVIDIATA, Andrea; FOSSATI, Michele; NOVAES, Amadeus de; TEXEIRA, Cristiano; LAMBERTS, Roberto. Classificação energética dos meios de hospedagem pelos regulamentos técnicos da qualidade – RTQS. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, ENTAC. 2014, Maceió. **Anais Eletrônicos**... Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_161.pdf>. Acesso em 30 ago. 2016.

DALBEM, Renata; CUNHA, Eduardo Grala da; FIQUEIREDO, António José; SILVA, Antônio César Silveira Baptista da. Discussão do desempenho da envoltória de uma passive house adaptada à zona bioclimática 2 em acordo com o RTQ-R. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.17, n. 1, p. 201-222, 2017.

DAL SOGLIO, C. R.; WESTPHAL, F. S.; GALAFASSI,M. Modelagem computacional de uma edificação institucional para aplicação do método de avaliação por simulação da etiquetagem Procel. In: ENCONTRO NATIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC, 14., Juiz de Fora, 2012. **Anais...**Juiz de Fora, 2012.

DE MOURA SCORTEGAGNA, Elisa; KALIL, Rosa Maria; FRITSCH, Rodrigo Carlos; PEGLOW, Jaqueline Determinação do padrão de eficiência energética em edificações comerciais, públicas e de serviços em cidade média da zona bioclimática 2.. In: IX ENCONTRO NACIONAL, VII ENCONTRO LATINO-AMERICANO, II ENCONTRO LATINO-AMERICANO E EUROPEU SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2017, São Leopoldo. **Anais...**, São Leopoldo: Euro-ELECS, 2017, p. 219-228.

DOMINGOS, Cintia Ataliba. **Proposição de diretrizes para implementação de Soluções energeticamente eficientes e sustentáveis em Edifícios da Universidade Federal de Viçosa/MG**. 2010. 66 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2010.

DONADELLO, André Luiz Franzotti. **Avaliação de Desempenho Térmico da Estação Científica da Ilha da Trindade (ECIT).** 2014. 152 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Vitória, 2014.

DONADELLO, André Luiz Franzotti; BISSOLI-DALVI, Márcia; FERRES, Soyana Corrêa; NICO-**RODRIGUES, Edna Aparecida; ALVAREZ, Cristina Engel de. Sustentabilidade na Eficientização da Estação** Científica da Ilha da Trindade. In: Encontro Latinoamericano de Edificações e Comunidades Sustentáveis – ELECS. 2013, Curitiba. **Anais**... Disponível em: <http://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/DONADELLO%20et%20al.,%2020 13_0.pdf>. Acesso em 30 ago. 2016.

ELETROBRAS. **Resultados Procel 2016** – Ano Base 2015. Eletrobras, 2016. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2016/docs/rel_procel2016_web.pdf>. Acesso em 03 jul. 2017.

ELETROBRAS/PROCEL; CB3E/UFSC. **Manual para Aplicação do RAC – Comercial, de Serviço e Público.** Número 4.3. Versão 1, 2014a. Com base na Portaria nº50/2013. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Manual_RAC-C_20141215.pdf>. Acesso em 09 jul. 2017.

ELETROBRAS/PROCEL; CB3E/UFSC. **Manual para Aplicação do RAC – Residencial.** Número 4.4. Versão 1, 2014b. Com base na Portaria nº50/2013. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/Manual_RACR_0.pdf>. Acesso em 09 jul. 2017.

ELETROBRAS/PROCEL; CB3E/UFSC. **Manual para Aplicação do RTQ-C – Comercial, de Serviço e Público.** Número 4.1. Versão 4, 2017. Com base na Portaria nº372 e complementares nº17, 299 e 126. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/Manual_20170411_Notas_T%C3%A9cnicas%2BCapa.pdf >. Acesso em 09 jul. 2017.

ELETROBRAS/PROCEL; CB3E/UFSC. **Manual para Aplicação do RTQ-R - Residencial**. Número 4.2. Versão 1, 2014c. Com base na Portaria nº18/2012.

Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/Manual_de_aplica%C3%A7%C3%A3o_do_%20RTQ-R-v01.pdf>. Acesso em 09 jul. 2017.

EQUIVALÊNCIA entre a certificação LEED 2009 e Selo Procel Edificações. Portal GBC Brasil. Disponível em: <http://www.gbcbrasil.org.br/detalhe-noticia.php?cod=110>. Acesso em 22 jun. 2017.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Lei nº 9.531, de 16 de setembro de 2010. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC, contendo seus objetivos, princípios e instrumentos de aplicação. **Diário Oficial do Estado**, Vitória, 16 de set. 2010. Disponível em: <http://www.al.es.gov.br/antigo_portal_ales/images/leis/html/9.531.htm>. Acesso em 13 jun. 2017.

EVOLUÇÃO URBANA. **Portal da Prefeitura de Vitória**, Vitória, 26 jan. 2016. Disponível em < http://www.vitoria.es.gov.br/cidade/evolucao-urbana#a_1960a1970 >. Acesso em: 26 mar. 2017.

FANTICELE, Fernando Boechat; ALVAREZ, Cristina Engel de. Em busca da arquitetura bioclimática: proposta de condomínio residencial na cidade de Vitória (ES). In: X ENCONTRO NACIONAL E VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2009, Natal. **Anais Eletrônicos**... Disponível em: <http://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/artigo237942.pdf >. Acesso em 08 maio. 2017.

FARAHBAKHSH, H.; UGURSAL, V. I.; FUNG, A.S.. A Residential End-Use Energy Consumption Model for Canada. **International Journal of Energy Research**, 22, p. 1133-1143, 1998.

FERNANDES, Júlia Teixeira. **Código de Obras e Edificações do DF**: Inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética. 2009. 249 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

FERNANDES, Ludmila Magda Varella de Azevedo. **Recanto do vale do Pium**: condomínio de habitações com ênfase no baixo impacto ambiental e no desempenho térmico do ambiente construído. 2014. 210f. Dissertação (Mestrado Profissional em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente) - Centro De Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

FERNANDES, José Luiz; MUSSI, José Artur d'Oliveira; MIRANDA, Rosana Dischinger; SOUZA E SILVA, Carlos Alexandre de; CHARLES, Mariana Ribeiro. Um estudo de caso de sustentabilidade aplicada à construção civil conforme etiquetagem do programa PBE edifica. **Augustus**, v. 20, n. 40, p. 28-45, 2015.

FERNANDES, L. O.; LABAKI, L. C.. Aproveitamento da iluminação natural para elevar o nível de eficiência energética de um Edifício comercial. In: ENCONTRO NATIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC, 14., Juiz de Fora, 2012.**Anais...**Juiz de Fora, 2012.

FERNANDES, Luciana Oliveira. **A influência do sombreamento do entorno na etiqueta de eficiência energética de edifício comercial**. 2012. 149 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, 2012. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/258589>. Acesso em 10 jul. 2017.

FERRADOR FILHO, Antonio Luiz. **Eficiência energética em edificações - estudo de caso tribunal de justiça de São Paulo**. 2017. 194 f. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Administração - Gestão Ambiental e Sustentabilidade) - Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2017.

FERREIRA, C. C.; SOUZA, R. V. G. Avaliação dos impactos dos brises no conforto térmico e luminoso conforme as recomendações do RTQ-C: Estudo de Tribunal de Justiça de Minas Gerais. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2010, Canela. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac/entac2010_artigos.html>. Acesso em 30 ago. 2016.

FONSECA, Ingrid Chagas Leite da; ALMEIDA, Carla Cristina da Rosa de; LOMARDO, Louise Land Bittencourt; MELLO, Estefânia Neiva. Avaliações de conforto ambiental e eficiência energética do projeto do prédio do Centro de Informações do Cresesb, no Rio de Janeiro. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 41-58, 2010.

FÓRUM. **Portal PBE Edifica**. Disponível em <http://www.pbeedifica.com.br/>. Acesso em: 24 set. 2017.

FÓRUM DE AJUDA GOOGLE. Disponível em <https://productforums.google.com/forum/#!category-topic/maps-pt/brasil/BAacUXirxcU>. Acesso em: 26 maio. 2016.

FOSSATI, Michele; LAMBERTS, Roberto. Eficiência energética da envoltória de edifícios de escritórios de Florianópolis: discussões sobre a aplicação do método prescritivo do RTQ-C. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 59-69, 2010.

FRANDOLOSO, M. A. L.; BRANDLI, L. L.; PEDROSO, F. D. A Melhoria da Eco-Eficiência do Parque Construído da Universidade de Passo Fundo - RS: Consumo Energético e Conforto dos Usuários. In: ENCONTRO NATIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC, 14., Juiz de Fora, 2012**. Anais...**Juiz de Fora, 2012.

FREIRE, Emily Marques Silva. **Eficiência energética em edificações residenciais sob a ótica do RTQ-R na cidade de Várzea Grande - MT: um estudo de caso.** 2014. 143 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental). Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental. Cuiabá, 2014.

FUERST, Franz; MCALLISTER, Patrick; NANDA, Anupam; WYAT, Peter. Does energy efficiency matter to home-buyers? An investigation of EPC ratings and transaction prices in England. **Energy Economics**, 48, p. 145-156, 2015.

GALVARRO, Skarlen Fialho Soria. **Estudo do Impacto dos Requisitos de Sombreamento Estabelecidos no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) no Desempenho Termoenergético e Luminoso de Edificações Residenciais**. 2013. 160 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Viçosa, Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Viçosa, 2013.

GARCIA, Marina da Silva. **Eficiência energética em edifícios: investigação do S3E como interface de simulação simplificada**. 2017. 144 p. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

GARCIA, Marina da Silva; SOUZA, Roberta Gonçalves de. Reflections about the use of the tool S3E for the evaluation of energy efficiency level in commercial buildings in Brazil. **Energy Procedia**, 111, p. 131-140, 2017.

GCCE – Grupo Coordenador de Conservação de Energia Elétrica. **Plano anual de aplicação de recursos do Programa nacional de conservação de energia elétrica** – PROCEL. MME, 2017. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/5163596/Plano+de+Aplica%C3%A7%C3%A3o+de+Recursos+do+PROCEL+PAR+2017.pdf/3cd345eb-be0a-499b-99d3-760e0f9334de>. Acesso em 03 de jul. 2017.

GIACOMIN, Regiane Faria; CALMON, João Luiz. Processo de Etiquetagem de edificações (PBE Edifica): Uma revisão. In: SUSTAINABLE URBAN COMMUNITIES TOWARDS A NEARLY ZERO IMPACT BUILT ENVIRONMENT, SBE16 Brazil&Portugal, 2016, Vitória. **Anais Eletrônicos**... Disponível em: <http://sbe16.civil.uminho.pt/app/processo-de-etiquetagem-de-edificacoes-pbe-edifica-uma-revisao/>. Acesso em 30 ago. 2016.

GIARETTA, Rafael Fernando; TEIXEIRA, Cristiano André; WESTPHAL, Fernando Simon. Processo de Etiquetagem Procel: Dificuldades Encontradas na Aplicação do Método Prescritivo na Fase de Projeto. XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC, 2012, Juiz de Fora. **Anais Eletrônicos**... Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2012/docs/0587.pdf>. Acesso em 30 ago. 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

GLOSSÁRIO. Portal Procel Info. Disponível em: <http://www.procel.gov.br/main.asp?View={F392607B-F84E-4A08-9327-A0CCC2594E04}>. Acesso em 13 jun. 2017.

GOOGLE EARTH, Versão 7. Estados Unidos: Google. Última modificação: 17 dez. 2015. Disponível em < https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/ >. Acesso em 16 dez. 2016.

GOULART, Solange V. G. **AET N° 03/04 - Levantamento da experiência internacional**: Experiência Australiana e Discussão Final. Relatório LabEEE – 200702. Departamento de Engenhara Civil, Centro Tecnológico, Universidade

Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007a. Disponível em <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/RT_AET3_Experiencia_Australiana_Discussao_Final.pdf>. Acesso em 20 jun. 2017.

GOULART, Solange V. G. **AET N° 03/04 - Levantamento da experiência internacional**: Experiência Europeia. Relatório LabEEE – 200520. Departamento de Engenhara Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007b. Disponível em <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/RT200520.pdf>. Acesso em 20 jun. 2017.

GOULART, S.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras**. 2. ed. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção/UFSC, 1998. 345 p.

GRÁFICOS de crescimento no Brasil. Portal GBC Brasil. Disponível em: <http://www.gbcbrasil.org.br/graficos-empreendimentos.php>. Acesso em 20 jun. 2017.

GUEDES, A.; SOUZA, R. V. G.; CORREIA, M.; RODRIGUES, C.. Análise da iluminação natural a partir do “regulamento técnico da qualidade para eficiência energética de edifícios residenciais”: Simulação em edifícios multifamiliares de Belo Horizonte. In: ENCONTRO NATIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC, 14., Juiz de Fora, 2012. **Anais...**Juiz de Fora, 2012.

IBAM/DUMA; ELETROBRAS/PROCEL. **Guia Técnico Procel Edifica**: Elaboração e atualização do código de obras e edificações. 2. ed. Rio de Janeiro, 2012. 319 p. Disponível em: <http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/guia_codigo_obras_1.pdf>. Acesso em 15 jun. 2017.

INMETRO. Portal do Inmetro. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/edificacoes.asp>. Acesso em 10 jul. 2017.

JOHN, Vanderley Moacyr; PRADO, Racine Tadeu Araújo (Coordenadores). **Selo Casa Azul:** Boas Práticas para Habitação mais sustentável. Realização CAIXA ECONOMIA FEDERAL. São Paulo: Página & Letras – Editora e Gráfica, 2010. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/Selo_Casa_Azul_CAIXA_versao_web.pdf>. Acesso em 17 jun. 2017.

JURISDICTIONS. Portal Building Rating. Disponível em: <http://www.buildingrating.org/jurisdictions>. Acesso em 10 jun. 2017.

KAVGIC, M.; MAVROGIANNI, A.; MUMOVIC, D.; SUMMERFIELD, A.; STEVANOVIC, Z.; DJUROVIC-PETROVIC, M.. A review of bottom-up building stock models for energy consumption in the residential sector. **Building and Environment**, 45, p. 1683-1697, 2010.

KONIGAMI, Tanuska R. M. Toscano. **Eficiência Energética em Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas**. 2011. 185 p. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

KRÜGER, Eduardo Leite; MORI, Fabiano. Análise da eficiência energética da envoltória de um projeto padrão de uma agência bancária em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12 (n. 3), p. 89-106, 2012.

LABEEE. Portal do LabEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/>. Acesso em 05 jul. 2017.

LABEEE; UFSC; PROCEL EDIFICA; ELETROBRAS; INMETRO. **Manual para Aplicação do RTQ-R 4.2**, com base na Portaria nº18/2012, Versão 1, atualizada em 2014. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/Manual_de_aplica%C3%A7%C3%A3o_do_%20RTQ-R-v01.pdf >. Acesso em: 25 jan. 2017.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R.. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014. 366 p. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf>. Acesso em 17 jun. 2017.

LAMBERTS, R.; GOULART, S.; CARLO, J.; WESTPHAL, F.. Regulamentação de etiquetagem voluntária de nível de eficiência energética de edifícios comerciais e públicos. In: 11th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering, Curitiba, 2006. **Anais...** Curitiba: ABCM, 2006. Paper CIT06-0104.

LEITE, Lívia S.; FERNANDES, Júlia T.. O desempenho da iluminação natural e artificial de Ministério em Brasília: diretrizes e recomendações para o conforto visual do usuário e otimização energética. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído - XII ENCAC– e Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído – VIII ELACAC, 2013, Brasília. **Anais Eletrônicos**... Disponível em: <http://www.quali-a.com/wp-content/uploads/2014/04/LEITE_FERNANDES_Iluminacao_em-Ministerio.pdf>. Acesso em 30 ago. 2016.

LOPES, Alice do Carmo Precci; OLIVEIRA FILHO, Delly; ALTOE, Leandra; CARLO, Joyce Correna; LIMA, Bruna Bastos. Energy efficiency labeling program for buildings in Brazil compared to the United States' and Portugal's. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 66, p. 207-219, 2016.

LOURA, R. M.; ASSIS, E. S.; BASTOS, L. E. G. Avaliação de Desempenho Térmico de Soluções de Envoltória para Edifícios Multifamiliares Localizadas no Rio De Janeiro, RJ. In: ENCONTRO NATIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC, 14., Juiz de Fora, 2012. **Anais...**Juiz de Fora, 2012.

MANFREDINI, Raquel Sanches. **Shopping Centers à luz da eficiência**: Avaliação do potencial de iluminação natural em edifícios de shopping centers localizados na

região metropolitana de São Paulo. 2017. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Presbiteriana Mackensie, São Paulo, 2017.

MARIN, P.; AMORIM, C. N. D. Estratégias Para a Eficiência Energética de Residências Unifamiliares na Serra Gaúcha: uma análise baseada no RTQ-R. In: ENCONTRO NATIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., Juiz de Fora, 2012.**Anais...**Juiz de Fora, 2012.

MARQUES, Tássia Helena Teixeira. **Influência das Propriedades Térmicas da Envolvente opaca no desempenho de Habitações de interesse social em São Carlos, SP**. 2013. 145 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo, Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos. São Carlos, 2013.

MARQUES, Luana Bermond; DIAS, Ingrid Pizetta; BROCCO, Livia Romano; SILVA, Carolina S.; SAUER, Aline Silva; REMBISKI, Fabrícia Delfino; COUTINHO, Sandra Moscon. Sustentabilidade em edificações na Região Metropolitana da Grande Vitória - Gestão de água e de energia. In: Sustainable Urban Communities Towards A Nearly Zero Impact Built Environment, SBE16 Brazil&Portugal, 2016, Vitória. **Anais Eletrônicos**... Disponível em: <http://sbe16.civil.uminho.pt/app/sustentabilidade-em-edificacoes-na-regiao-metropolitana-da-grande-vitoria-gestao-de-agua-e-de-energia/>. Acesso em 30 ago. 2016.

MATOS, Juliana Montenegro. **Qualificação de edifícios residenciais verticais em Natal/RN à luz do regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações residenciais (RTQ-R)**. 2012. 272 p. Dissertação (Mestrado em Conforto no Ambiente Construído; Forma Urbana e Habitação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

MATOS, Juliana Montenegro; PEDRINI, Aldomar; TINÔCO, Marcelo; RUCK, Alice. Análise tipológica de edifícios residenciais verticais a luz do RTQ-R. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, ENTAC. 2014, Maceió. **Anais Eletrônicos**... Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_386.pdf>. Acesso em 30 ago. 2016.

MEIRA, Ana Ceres Belmont Sabino. **Eficiência Energética de Edificações Residenciais no Plano Piloto de Brasília**: Uma análise comparativa com utilização do RTQ-R. 2014. 169 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Brasília – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília, 2014.

MELO, A. P.; FOSSATI, M.; VERSAGE, R. S.; SORGATO, M. J.; SCALCO, V. A.; LAMBERTS, R. Development and analysis of a metamodel to represent the termal behavior of naturally ventilated and artificially air-conditioned residential buildings. **Energy and Buildings**, 112, p. 209-221, 2016.

MODLER, Nébora; MARIA, Daiane. Avaliação da eficiência energética da envoltória do bloco acadêmico “A” da UFFS/Campus Erechim. **Revista de Arquitetura IMED**, 4 (2), p. 42-51, 2015.

MONTEIRO, Raul Vitor Arantes; CARVALHO, Bismarck Castillo; NOGUEIRA, Fernando. Análise do Desempenho Térmico em Habitações Populares Através da Simulação das Características dos Materiais Constituintes de sua Envoltória. **E&S** – Engineering and Science Scientific Journal of FAET and ICET UFMT, v. 2, n. 1, p. 1-13, 2014.

MONTES, María Andrea Triana. **Abordagem integrada no ciclo de vida de habitação de interesse social considerando mudanças climáticas**. 2016. 473 p. Tese de Doutorado (Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

MORENO, Ana Cecília Rodrigues. **Minha Casa Minha Vida: análise de desempenho térmico pela NBR 15.220-3, NBR 15.575, Selo Casa Azul e RTQ-R**. 2013. 204 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura, Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Belo Horizonte, 2013.

MORENO, Maurish Melián **Avaliação do consumo energético e proposta de remodelação construtiva do prédio do ICE da Universidade Federal de Itajubá**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Energia) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA, Itajubá, 2016.

MORENO, Ana Cecília Rodrigues; MORAIS, Ingrid Stephanie de; SOUZA, Roberta Gonçalves de. Thermal Performance of Social Housing – A Study Based on Brazilian Regulations. **Energy Procedia**, 111, p. 111-120, 2017.

NAKAMURA, Natália Kokumai; MACIEL, Liliane Fernandes; CARLO, Joyce Correna. Impactos de medidas de conservação de energia propostas no PBE Edifica para o nível de eficiência energética de envoltórias de um edifício naturalmente condicionado. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.13, n.4, p.105-119, 2013.

NICO-RODRIGUES, E. A.; ALVAREZ, C. E. de; SANTO, A. D.; PIDERIT, M. B. Quando a janela define a condição de desempenho térmico em ambientes ventilados naturalmente: caso específico das edificações multifamiliares em Vitória, ES. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 7-23, abr./jun. 2015.

NICOLETTI, Ana Maria Abrahão. **Eficiência energética em um Ministério da Esplanada em Brasília**: propostas para retrofit de envoltória. 2009. 234 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília, 2009.

NOGUEIRA, F. H. S.; NASCIMENTO, F. M. B.; BATISTA, J. O.; ALMEIDA, R. E. R.. Análise da envoltória pelo método prescritivo do RTQ-R: etiquetagem de residência unifamiliar em Maceió-AL. In: ENCONTRO NATIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC, 14., Juiz de Fora, 2012. **Anais...**Juiz de Fora, 2012.

NOTÍCIAS CELESC. Portal Celesc. Disponível em: < http://www.celesc.com.br>. Acesso em 17 set. 2017.

OLIVEIRA, Bruno Gabriel Freitas. **Análise do desempenho energético de edificações**: aplicação analítica do RTQ-C no Edifício do Ceamazon. 2013. 162 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós- Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Belém, 2013.

OLIVEIRA, Raquel Diniz; SOUZA.. **Classificação do desempenho térmico da envoltória de habitação popular em concreto armado.** 2015. 227 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Curso de Pós-graduação em Estruturas, Belo Horizonte, 2015.

OLIVEIRA, Raquel Diniz; SOUZA, Roberta Gonçalves de.; MAIRINK, Ana Júlia Maia; RIZZI, Magno Tadeu Gomes; SILVA, Roberto Márcio da. Concrete walls thermal performance analysis by Brazilian Standards. **Energy Procedia**, 78, p. 213-218, 2015.

OLIVEIRA, Raquel Diniz; SOUZA, Roberta Gonçalves de.; MAIRINK, Ana Júlia Maia; RIZZI, Magno Tadeu Gomes; SILVA, Roberto Márcio da. Thermal Comfort for users according to the Brazilian Housing Buildings Performance Standards. **Energy Procedia**, 78, p. 2923-2928, 2015.

OLIVEIRA, Mariela Aures de; VALADARES, Nathalia de Almeida; AMORIM, Livia Kálita Barbosa. Aplicação do conceito do selo Procel Edifica em edificações do campus de Palmas/UFT. **DESAFIOS**: Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins, v. 1, n. 1, p. 115-129, jul/dez. 2014.

OLOFSSON, Thomas; MEIER, Alan; LAMBERTS, Roberto. Rating the Energy Performance of Buildings. **The International Journal of Low Energy and Sustainable Buildings**, v. 3, 2004.

PACHECO, Giovani Hudson Silva. **Determinação de recomendações bioclimáticas para habitação de interesse social de quatro climas do Rio Grande do Norte**. 2016. 131f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

PAGANI, F. **Avaliação de Edificação Segundo os Critérios Estabelecidos no RTQ-C.** 2015. 91p. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Artes, Vitória, 2015.

PAPA, R. P.; SOUZA, R. V. G. Análise do desempenho térmico de uma edificação em Termos da classificação junto ao RTQ-C: simulação Computacional das salas de aula do 3º andar da escola De arquitetura da UFMG. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2010, Canela. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac/entac2010_artigos.html>. Acesso em 30 ago. 2016.

PASSOS, Bruno Aide. **Impacto do uso de isolante térmico em Habitações de Interesse Social nas diferentes condições climáticas brasileiras**. 2016. 154 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Federal de Santa Catarina,

Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, 2016.

PASSOS, I. C. S.; LAMENHA, M. A.; MACEDO, Y. C. Etiquetagem de edifícios residenciais Multifamiliares x mercado imobiliário: Um estudo de caso na cidade de Maceió –AL. In: ENCONTRO NATIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC, 14., Juiz de Fora, 2012. **Anais...**Juiz de Fora, 2012.

PAULSE, P. C. **Análise do desempenho termoenergético de escolas públicas segundo aplicação do RTQ-C para a envoltória**. 2016. 129 f. Dissertação (Mestrado em Projeto e Cidade) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

PBE EDIFICA. Portal do PBE Edifica. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/>. Acesso em 05 jul. 2017.

PEDREIRA, João Carlos Simão. **Eficiência energética e conforto ambiental na escolha de edificações para agências do Banco do Brasil**: proposta de critérios para o Distrito Federal. 2010. 246 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

PEDREIRA, J.C.S.; AMORIM, C.N.D.. Eficiência energética nas agências do Banco do Brasil no Distrito Federal. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2010, Canela. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac/entac2010_artigos.html>. Acesso em 30 ago. 2016.

PEDRINI, A.; LIMA, G. L. F.; OLIVEIRA, P.A.; TRINDADE, S. C.. Análise comparativa da eficiência energética de envoltórias segundo o regulamento de etiquetagem de edifícios. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2010, Canela. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/524.pdf>. Acesso em 30 ago. 2016.

PEREIRA, Cláudia; GHISI, Enedir. The influence of the envelope on the thermal performance of ventilated and occupied houses. **Energy and Buildings**, 43, p. 3391-3399, 2011.

PERFIL Socioeconômico. Portal da Prefeitura de Vitória. Disponível em: <http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/geral/perfil.asp>. Acesso em 25 jun. 2017.

PINTO, Jeanne Moro Moreira. Avaliação da eficiência energética nos sistemas de iluminação do Tribunal de Contas do Paraná. 2014. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

PMV – PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. **Vitória Bairro a Bairro**. Vitória, 2013. 565 p.. Disponível em <http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/geral/publicacoes/Vitoria_bairro_bairro/Vit%C3%B3ria_bairro_%20a_bairro.pdf >. Acesso em 16/12/2016.

POUEY, J. A.; BRANDALISE, M. P.; SILVA, A. C. S .B.. Determinação da eficiência energética da Envoltória de projeto residencial unifamiliar comparando os resultados a partir da aplicação dos métodos prescritivo e de simulação do RTQ-R.. In:

ENCONTRO NATIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC, 14., Juiz de Fora, 2012. **Anais...**Juiz de Fora, 2012.

PROCEL INFO. Portal do Procel Info – Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={8E03DCDE-FAE6-470C-90CB-922E4DD0542C}>. Acesso em 03 jul. 2017.

PROGRAMA LUZ para Todos. Portal do MME. Disponível em <https://www.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o_programa.asp>. Acesso em 11 jun 2017.

PROJETEEE. Portal do ProjetEEE. Disponível em: < http://projeteee.mma.gov.br/>. Acesso em 17 set. 2017.

R3E. Portal do R3E. Disponível em: < http://www.portalr3e.com.br>. Acesso em 10 jul. 2017.

REBELATTO, Bianca Gasparetto; FRANDOLOSO, Marcos Antonio Leite; FRITSCH, Rodrigo Carlos Envelope assessment of university building on South reaching the eco-efficiency. In: SUSTAINABLE URBAN COMMUNITIES TOWARDS A NEARLY ZERO IMPACT BUILT ENVIRONMENT, SBE16 Brazil&Portugal, 2016, Vitória. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: <http://sbe16.civil.uminho.pt/app/category/articles/>. Acesso em 30 ago. 2016.

RIBEIRO, Ricardo Bastos Piqueira. **Análise de certificação de edificação pública de ensino e pesquisa visando nível A pelo RTQ-C através de ações de eficiência energética e análise econômica.** 2016. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Belém, 2016.

RIBEIRO, Natalia Fernandes; CARLO, Joyce Correna. Aplicação de Estratégias Bioclimáticas em uma Biblioteca Parque em Florianópolis – SC. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, ENTAC. 2014, Maceió. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_712.pdf>. Acesso em 30 ago. 2016.

RODRIGUES, Marlon Eduardo. **Análise da correlação entre o nível de eficiência energética da envoltória e os consumos de energia elétrica e água em edificações de instituições de ensino**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2010.

RODRIGUES, Marcus Vinicius de Paiva. **Avaliação da eficiência energética de edificações residenciais em fase de projeto**: análise de desempenho térmico pelo método prescritivo e por simulação computacional aplicados a estudo de caso de projeto-tipo do Exército Brasileiro. 2015. 132 p. Dissertação (mestrado em engenharia civil) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em:

<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000957866>. Acesso em: 10 jul. 2017.

ROMÉRO, M.A.; BRUNA, G.C.. **Metrópoles e o Desafio Urbano Frente ao Meio Ambiente**. Volume 6. Série Sustentabilidade. São Paulo: Edgard Blücher, 2010. 5 v. Série Sustentabilidade.

RUZENE, Juliana Santos. **Gestão energética e ambiental de edificações**: avaliação de metodologias para certificação. 2011. 138 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.

SALVADOR (Município). **Decreto Nº 25.899, de 24 de março de 2015**. Regulamenta o art. 5º da Lei nº 8.474, de 02 de outubro de 2013, e institui o Programa de Certificação Sustentável "IPTU VERDE" em edificações no Município de Salvador, que estabelece benefícios fiscais aos participantes do programa, assim como o art. 5º da Lei nº 8.723, de 22 de dezembro de 2014, e dá outras providências. Salvador, 2015. Disponível em: < http://www.sefaz.salvador.ba.gov.br/Documento/ObterArquivo/1252>. Acesso em 15 de jun. 2017.

SANTOS, Iara Gonçalves dos. **Análise de envoltória e do sistema de iluminação a partir do "Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos" para avaliação de desempenho de sistemas de fachada e de proteções solares**. 2011, 145 p. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável). Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Escola de Arquitetura e Urbanismo. Belo Horizonte, 2009.

SANTOS, Iara Gonçalves dos; SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves. Revisão de regulamentações em eficiência energética: uma atualização das últimas décadas. **Fórum Patrimônio** – Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, 2007.

SCHAEFER, A.; GHISI, E.. Method for obtaining reference Buildings. **Energy and Buildings**, 128, p. 660-672, 2016.

SELO Casa Azul. Portal da caixa Econômica Federal. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx>. Acesso em 22 jun. 2017.

SILVA, Arthur Santos; ALMEIDA, Laiane Susan Silva; ANDREASI, Wagner Augusto. Avaliação da eficiência energética de uma edificação pública de ensino superior de acordo com o RTQ-C e proposta de soluções eficientes tecnicamente. In: ENCONTRO NATIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC, 14., Juiz de Fora, 2012**. Anais...**Juiz de Fora, 2012.

SILVA, Arthur Santos; ALMEIDA, Laiane Susan Silva; GHISI, Enedir. Comparação da eficiência energética da envoltória de Habitações de interesse social pelos métodos prescritivo e simulação do RTQ-R. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído - XII ENCAC – e Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído – VIII ELACAC, 2013, Brasília. **Anais**...

SILVA, Arthur Santos; GHISI, Enedir. Análise de sensibilidade global dos parâmetros termofísicos de uma edificação residencial de acordo com o método de simulação do RTQ-R. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 4, p. 135-148, 2013.

SILVA, Arthur Santos; GHISI, Enedir. Análise comparativa dos resultados do desempenho térmico da envoltória de uma edificação residencial pelos métodos de simulação do RTQ-R e da NBR 15575-1. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 213-230, jan./mar. 2014.

SILVA, C. S. L.; MACIEL, M. A.; LIMA, F. R. S.. Aplicação da metodologia de etiquetagem de eficiência energética de edificações de centro administrativo de unidade industrial. In: VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA - CONEM, 10, Campina Grande, 2010**. Anais...** Disponível em: <http://www.abcm.org.br/app/webroot/anais/conem/2010/PDF/CON10-1519.pdf>. Acesso em 15 de jun. 2017.

SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. – 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005. 138p.

SILVA, Vanessa Bolico. Energia fotovoltaica: eficiência energética e sustentabilidade em um conjunto habitacional no Rio Grande do Sul. **Revista do CEDS** – Periódico do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável as UNDB, N. 2, V. 1, março/julho 2015. Disponível em: <http://www.undb.edu.br/ceds/revistadoceds>. Acesso em 02 jul. 2017.

SNÄKIN, J., P., A.. An engineering model for heating energy and emission assessment: The case of North Karelia, Finland. **Applied Energy**, 67, p. 353-381, 2000.

SOARES, Carla Patrícia Santos. **Investigação do potencial de economia de energia com o uso de dispositivos de proteção solar no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais**. 2014. 156 p. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura. Belo Horizonte, 2014.

SOBRE o NEO Next Generation Disponível em: <http://www.conceitonext.com.br/o-neo/>. Acesso em 18 jun. 2017.

SOBREIRA, Fabiano J. A; CARVALHO, Valéria M.A.F. de; SILVA, Elcio G. da; ARAÚJO, Suely M.V.G. de; MACHADO, Jacimara G.; OLIVEIRA, Leonardo P. de. Sustentabilidade em edificações públicas: entraves e perspectivas. In: IV encontro nacional e II encontro latino-americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, 2007, Campo Grande, MS, p. 491-500, **Anais**... Disponível em: < http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2007/2007_artigo_144.pdf>. Acesso em 30 ago. 2016.

SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. The effect of window opening ventilation control on residential building energy consumption. **Energy and Buildings**, 133, p. 1-13, 2016.

SOUZA, Éricka da Cunha Victor. Legislação sustentável: diretrizes para incorporação de conceitos de sustentabilidade no código de edificações de Vitória/ES. **Pós** - Revista do programa de pós-graduação em arquitetura e urbanismo da FAUUSP, v. 22, n.38, p. 124-139, 2015. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/112375>. Acesso em 15 de jun. 2017.

SOUZA, Joaab da Silva; SILVA, Mickaella Batista e; SANTOS, Francisco Jackson dos; BARBOSA, Fábio Rocha. Metodologias de diagnóstico energético para conservação e uso eficiente de energia na Universidade Federal do Piauí. In: COBENGE. 2014, Juiz de Fora. **Anais Eletrônicos**... Disponível em: < http://198.136.59.239/~abengeorg/cobenge-2014/Artigos/130319.pdf>. Acesso em 30 ago. 2016.

TAVARES, Laura Resende. **Eficiência energética em edificações**: aplicação do RTQ-C – requisitos técnicos da qualidade para o nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos - na cidade de Uberlândia-MG. 2011. 191 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília, 2011.

TAVARES, Sérgio Fernando. **Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras**. 2006. 225 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2006.

TEIXEIRA, D.; CUNHA, E. G. Análise dos níveis de eficiência energética do prédio G1 da FEAR/UPF: instrumentalização do corpo técnico da Universidade. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2010, Canela. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac/entac2010_artigos.html>. Acesso em 30 ago. 2016.

THOMPSON, Daniela Paoli; SILVA, Juliana; ESPICALSKI, Kevin; ROVETTA, Matina de Souza; NUNES, Natalia Correa; SAUER, Aline Silva; REMBISKI, Fabrícia Delfino; COUTINHO, Sandra Moscon. Sustentabilidade em Edificações na Região Metropolitana da Grande Vitória: Gestão de materiais de construção, resíduos e certificações ambientais. In: SUSTAINABLE URBAN COMMUNITIES TOWARDS A NEARLY ZERO IMPACT BUILT ENVIRONMENT, SBE16 Brazil&Portugal, 2016, Vitória. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: < http://sbe16.civil.uminho.pt/app/sustentabilidade-em-edificacoes-na-regiao-metropolitana-da-grande-vitoria-gestao-de-materiais-de-construcao-residuos-e-certificacoes-ambientais/>. Acesso em 30 ago. 2016.

TRIANA, M. A.; LAMBERTS, R.; SASSI, P.. Characterisation of representative building typologies for social housing in Brazil and its energy performance. **Energy Policy**, 87, p. 524-541, 2015.

VELOSO, A. C. O.; SOARES, C. P. S.; SOUZA, R. V. G.. Aplicação do regulamento técnico da qualidade para Eficiência energética em edificações - estudo de caso da Escola de arquitetura – UFMG. In: X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 10, 2009, Natal, RN. **Anais...**

VELOSO, Ana Carolina de Oliveira; SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de; KOURY, Nicolau Nassar. Comparação entre os métodos prescritivo e de Simulação do RTQ-C a partir de dados reais de consumo e ocupação. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído. 2013, Brasília. **Anais Eletrônicos**... XII ENCAC VIII ELACAC: Brasília, 2013. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/283225615_Comparacao_entre_os_metodos_prescritivo_e_de_simulacao_a_partir_de_dados_reais_de_consumo_e_ocupacao>. Acesso em 30 ago. 2016.

VELOSO, Ana Carolina de Oliveira; SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de; KOURY, Nicolau Nassar. Evaluation of electric power consumption of non-residential buildings in the city of Belo Horizonte - correlation with design decisions in a study case of a hybrid building. **Energy Procedia**, 78, p. 747-752, 2015.

VILA VELHA (Município). **Lei nº 4.864, de 29 de dezembro de 2009.** Altera as tabelas I e VII, da LEI Nº 4.017, de 26 de dezembro de 2002, e tabelas II e V da Lei Nº 3.871, de 20 de dezembro de 2001, que editou a PGV - planta genérica de valores imobiliários, cria a tabela XIV - fator gleba e fator de localização e utilização da edificação para os condomínios verticais e dá outras providências. Vila Velha, 2009. Disponível em: < http://www.legislacaoonline.com.br/vilavelha/images/leis/html/L48642009.html>. Acesso em 15 jun. 2017.

VINAGRE, Natália Daniele de Lima. **Avaliação através do desempenho térmico de edificação verticalizada em Belém-PA**. 2013. 214 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Belém, 2013. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

VITÓRIA (Município). **Lei nº 4.821, de 13 de outubro de 1998.** Institui o Código de Edificações do Município de Vitória e dá outras providências. Vitória, 1998. Disponível em: <http://sistemas.vitoria.es.gov.br/webleis/Arquivos/1999/L4857.PDF>. Acesso em 15 jun. 2017.

VITÓRIA (Município). **Lei nº 4.857, de 15 de abril de 1999.** Institui a obrigatoriedade de instalações hidráulicas que permitam a medição isolada do consumo de água em cada uma de suas unidades habitacionais. Vitória, 1999. Disponível em: <http://www.cmv.es.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/L48211998.html>. Acesso em 15 jun. 2017.

VITÓRIA (Município). **Lei nº 6.705, de 13 de outubro de 2006.** Institui o Plano Diretor Urbano do Município de Vitória e dá outras providências. Vitória, 2006. Disponível em: <http://sistemas.vitoria.es.gov.br/webleis/Arquivos/2006/L6705.PDF>. Acesso em 15 jun. 2017.

VITÓRIA (Município). L**ei nº 7.989, de 09 de agosto de 2010.** Obriga aos Órgãos da Administração Pública Municipal, direta e indireta, a priorizar, na construção e reforma de seus prédios, a utilização de sistema hidráulico que permita o consumo reduzido de água. Vitória, 2010. Disponível em: <http://sistemas.vitoria.es.gov.br/webleis/resultado.cfm>. Acesso em 15 jun. 2017.

VITÓRIA (Município). L**ei nº 8.354, de 24 de setembro de 2012.** Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalações hidráulicas que permitam a medição isolada do consumo de água de cada uma de suas unidades habitacionais e dá outras providências. Ficam revogadas as Leis nºs 4.857, de 15 de abril de 1998, 4.926, de 09 de junho de 1999, e 5.009, de 18 de novembro de 1999. Vitória, 2012. Disponível em: <http://sistemas.vitoria.es.gov.br/webleis/consulta.cfm?id=177800>. Acesso em 15 jun. 2017.

VITÓRIA (Município). **Lei nº 8.947, de 16 de maio de 2016.** Dispõe sobre a política de eficiência energética e sustentabilidade do município de Vitória. Vitória, 2016. Disponível em: <http://www.cmv.es.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/L89472016.html>. Acesso em 15 jun. 2017.

VITÓRIA EM MAPAS. **Portal da Prefeitura de Vitória**, Vitória. Disponível em <http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/home.asp>. Acesso em: 16 dez. 2016.

WASCHEVICZ, Juliana Damasio. **Análise da eficiência energética da envoltória e de diferentes tipos de sistemas de condicionamento de ar em edificação vertical comercial em Porto Alegre/RS**. 2016. 95 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, Programa de Pós-Graduação Engenharia Mecânica, São Leopoldo, 2016.

WILSON, D.; SWISHER, J.. Exploring the Gap: Topdown versus bottom-up analyses of the cost of mitigating global warming. **Energy Policy**, p. 249-263, 1993.

ZEMERO, Bruno Ramos. **Análise da aplicabilidade da tecnologia BIM em projetos sustentáveis e etiquetagem de edificações no Brasil**. 2016. 183 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Belém, 2016.

REFERÊNCIAS NORMATIVAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7198**: Projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215**: Iluminação natural. 4 partes. Rio de Janeiro, 2005a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-1**: Desempenho térmico de edificações. Parte 1: Definições, símbolos e unidades. 5 partes. Rio de Janeiro, 2005b.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. 5 partes. Rio de Janeiro, 2005c.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004, Versão Corrigida: 2008a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações. Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. 5 partes. Rio de Janeiro, 2005, Versão Corrigida: 2008b.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401-1**: Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários. 3 partes. Rio de Janeiro, 2008c.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15569**: Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação. Rio de Janeiro, 2008d.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11704**: Sistemas fotovoltaicos - Classificação. Rio de Janeiro, 2008e.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15747-1**: Sistemas solares térmicos e seus componentes - Coletores solares. Rio de Janeiro, 2009.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 61400-21**: Turbinas eólicas - Parte 21: Medição e avaliação das características da qualidade da energia de aerogeradores conectados à rede. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 50001**: Sistemas de gestão da energia — Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013b.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-5**: Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013c.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior. Esta Norma especifica os requisitos de iluminação para locais de trabalho internos e os requisitos para que as pessoas desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança durante todo o período de trabalho. Substitui a 5413 – cancelada. 1 parte. Rio de Janeiro, 2013d.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10899**: Energia Solar Fotovoltaica – Terminologia. Rio de Janeiro, 2013e.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13103**: Instalação de aparelhos a gás para uso residencial — Requisitos. Rio de Janeiro, 2013f.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16149**: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição. Rio de Janeiro, 2013g.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16150**: Sistemas fotovoltaicos (FV) — Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição — Procedimento de ensaio de conformidade. Rio de Janeiro, 2013h.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16274**: Sistemas fotovoltaicos conectados à rede — Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419**: Proteção contra descargas atmosféricas. 5 partes. Rio de Janeiro, 2015.

APÊNDICES

“ O cientista não pretende alcançar um resultado imediato. Ele não espera que suas ideias avançadas sejam facilmente aceitas. Seus trabalhos são como sementes para o futuro. Seu dever é lançar as bases para aqueles que estão por vir e apontar um caminho.”

Nikola Tesla.

APÊNDICE A – Quadros com teses e dissertações

O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica sobre o PBE Edifica. Em sua seção 2.2 foram expostos quadros com uma catalogação de trabalhos publicados em revistas nacionais e internacionais, cujo objetivo foi aplicar o RTQ em edificações. Neste apêndice estão os quadros (26 a 31) com a catalogação de publicações em congressos, dissertações e teses, que também buscaram aplicar o RTQ em edificações, sejam residenciais, comerciais, públicas ou de serviços. A busca por pesquisas acadêmicas foi realizada entre 20 de março de 2016 a 18 de julho de 2017.

Quadro 26 – Pesquisas publicadas em congressos em ordem decrescente do ano de publicação. (Continua)

Nº	Autor(es)	Ano	Título	Instituição e local	Publicação
01	BARRETO, Talita de Albuquerque ; GONZÁLEZ, Marco Aurelio Stumpf	2017	Estudo da eficiência energética dos terminais de passageiros do aeroporto internacional Salgado Filho - Porto Alegre, Brasil, pelo método Procel Edifica.	UNISINOS (RS)	Euro-ELECS São Leopoldo (RS)
02	DE MOURA SCORTEGAGNA, Elisa; KALIL, Rosa Maria; FRITSCH, Rodrigo Carlos; PEGLOW, Jaqueline	2017	Determinação do padrão de eficiência energética em edificações comerciais, públicas e de serviços em cidade média da zona bioclimática 2.	UPF / UFPel (RS)	Euro-ELECS São Leopoldo (RS)
03	BERLEZE, Angélica; SILVOSO, Marcos; BASTOS, Leopoldo	2017	Análise climática de Chapecó visando o condicionamento térmico passivo em habitação de interesse social: o caso doloteamento expoente.	Unochapecó (SC) / UFRJ (RJ)	Euro-ELECS São Leopoldo (RS)
04	ARTHUR, Lara Amorim; AMORIM, Alexandre Cypreste	2016	*Analysis and strategies on energetic efficiency.*	IFES (ES)	SBE 16 Brazil & Portugal
05	REBELATTO, Bianca Gasparetto; FRANDOLOSO, Marcos Antonio Leite; FRITSCH, Rodrigo Carlos	2016	*Envelope assessment of university building on South reaching the eco-efficiency.*	UPF (RS)	SBE 16 Brazil & Portugal
06	MATOS,J.M. PEDRINI,A.; TINÔCO,M.B.M. RUCK,A.	2014	Análise tipológica de edifícios residenciais verticais a luz do RTQ-R.	UFRN (RN)	XV ENTAC Maceió
07	CRUZ, J. INVIDIATA, A. FOSSATI, M.; NOVAES, A. TEXEIRA, C. LAMBERTS, R.	2014	Classificação energética dos meios de hospedagem pelos regulamentos técnicos da qualidade – RTQs.	LABEEE/ UFSC (SC)	XV ENTAC Maceió
08	RIBEIRO, N. F. CARLO, J. C.	2014	Aplicação de Estratégias Bioclimáticas em uma Biblioteca Parque em Florianópolis – SC	UFV (MG)	XV ENTAC Maceió

Quadro 26 – Pesquisas publicadas em congressos em ordem decrescente do ano de publicação. (Continuação)

Nº	Autor(es)	Ano	Título	Instituição e local	Publicação
09	SOUZA, Joaab da Silva; SILVA, Mickaella Batista e; SANTOS, Francisco; Jackson dos; BARBOSA, Fábio Rocha.	2014	Metodologias de diagnóstico energético para conservação e uso eficiente de energia na universidade federal do Piauí.	UFPI (PI) UECE (CE)	COBENGE Juiz de Fora
10	ANDRADE, Valcimar Silva de; ARAÚJO, Romário Soares; SANTOS, João Eustáquio da Costa.	2014	Simulação de etiquetagem de eficiência energética para um prédio Público - estudos de caso em governador Valadares.	IFMG (MG)	V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Belo Horizonte
11	VELOSO, Ana Carolina de Oliveira; SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de; KOURY, Nicolau Nassar.	2013	Comparação entre os métodos prescritivo e de Simulação do RTQ-C a partir de dados reais de consumo e ocupação.	UFMG (MG)	XII ENCAC VIII ELACAC Brasília
12	LEITE, L. S. FERNANDES, J. T.	2013	O desempenho da iluminação natural e artificial de Ministério em Brasília: diretrizes e recomendações para o conforto visual do usuário e otimização energética.	FAU/UnB (DF)	XII ENCAC VIII ELACAC Brasília
13	CARVALHO,C.R.; SCALCO,V.A.; MAIA,T.D.; LAMBERTS,R.	2013	Análise da viabilidade de aplicação do método prescritivo do RTQ-C para avaliar o nível de eficiência energética da envoltória em edificações comerciais com área total inferior a 500 m².	LABEEE/ UFSC (SC)	XII ENCAC VIII ELACAC Brasília
14	SILVA, Arthur Santos; ALMEIDA, Laiane Susan Silva; GHISI, Enedir.	2013	Comparação da eficiência energética da envoltória de Habitações de interesse social pelos métodos prescritivo e simulação do RTQ-R.	LABEEE/ UFSC (SC)	XII ENCAC VIII ELACAC Brasília
15	ALMEIDA, Laiane Susan Silva; SILVA, Arthur Santos; SCHNEIDER, Kathlen; GHISI, Enedir.	2013	Avaliação da envoltória de habitações de interesse Social de Florianópolis de acordo com o método prescritivo do RTQ-R.	LABEEE/ UFSC (SC)	XII ENCAC VIII ELACAC Brasília
16	DONADELLO, André Luiz Franzotti; BISSOLI-DALVI, Márcia; FERRES, Soyana Corrêa; NICO-RODRIGUES, Edna Aparecida; ALVAREZ, Cristina Engel de	2013	Sustentabilidade na Eficientização da Estação Científica da Ilha da Trindade.	UFES (ES)	Congresso: EURO ELECS Curitiba
17	MARIN,P; AMORIM,C.N.D.	2012	Estratégias para a eficiência energética de residências unifamiliares na serra gaúcha: uma Análise baseada no RTQ-R.	UnB (DF)	Congresso: XIV ENTAC Juiz de Fora
18	FERNANDES, L.O. LABAKI, L.C.	2012	Aproveitamento da iluminação natural para elevar o nível de eficiência energética de um Edifício comercial.	UNICAMP (SP)	Congresso: XIV ENTAC Juiz de Fora

Quadro 26 - Pesquisas publicadas em congressos em ordem decrescente do ano de publicação. (Continuação)

Nº	Autor(es)	Ano	Título	Instituição e local	Publicação / Área
19	SILVA, Arthur Santos; ALMEIDA, Laiane Susan Silva; ANDREASI, Wagner Augusto	2012	Avaliação da eficiência energética de uma edificação pública de ensino superior de acordo com o RTQ-C e proposta de soluções eficientes tecnicamente.	UFMS (MS)	Congresso: XIV ENTAC Juiz de Fora
20	FRANDOLOSO, M. A. L. BRANDLI, L. L. PEDROSO, F. D.	2012	A Melhoria da Eco-Eficiência do Parque Construído da Universidade de Passo Fundo - RS: Consumo Energético e Conforto dos Usuários.	UPF (RS)	Congresso: XIV ENTAC Juiz de Fora
21	ALVES, A.F.M; PEDRINI,A.; LIMA,G.L.F.	2012	Avaliação do desempenho térmico de uma habitação de interesse social localizada no clima Quente e úmido da cidade de Parnamirim/RN com Base no método de simulação do RTQ-R.	LABCON UFRN (RN)	Congresso: XIV ENTAC Juiz de Fora
22	ALVES,A.F.M; PEDRINI,A.; LIMA,G.L.F.	2012	Eficiência energética de edificações na zona Bioclimática 08: diretrizes de projeto a partir do Método prescritivo do RTQ-R.	LABCON UFRN (RN)	Congresso: XIV ENTAC Juiz de Fora
23	POUEY,J.A.; BRANDALISE,M.P.; SILVA,A.C.S.B.	2012	Determinação da eficiência energética da Envoltória de projeto residencial unifamiliar comparando os resultados a partir da aplicação dos métodos prescritivo e de simulação do RTQ-R.	UFPel (RS)	Congresso: XIV ENTAC Juiz de Fora
24	GIARETTA, R. F.; TEIXEIRA, C. A.; WESTPHAL, F. S.	2012	Processo de Etiquetagem Procel: Dificuldades Encontradas na Aplicação do Método Prescritivo na Fase de Projeto.	UFSC (SC)	Congresso: XIV ENTAC Juiz de Fora
25	DAL SOGLIO, C. R. WESTPHAL, F .S. GALAFASSI, M.	2012	Modelagem computacional de uma edificação institucional para aplicação do método de avaliação por simulação da etiquetagem Procel.	UFSC (SC)	Congresso: XIV ENTAC Juiz de Fora
26	PASSOS, I. C. S. LAMENHA, M. A. MACEDO, Y. C.	2012	Etiquetagem de edifícios residenciais Multifamiliares x mercado imobiliário: Um estudo de caso na cidade de Maceió –AL.	UFAL (AL)	Congresso: XIV ENTAC Juiz de Fora
27	NOGUEIRA, F. H. S.; NASCIMENTO, F. M. B.; BATISTA, J. O.; ALMEIDA, R. E. R.	2012	Análise da envoltória pelo método prescritivo do RTQ-R: etiquetagem de residência unifamiliar em Maceió-AL.	UFAL (AL)	Congresso: XIV ENTAC Juiz de Fora
28	LOURA, R. M.; ASSIS, E. S.; BASTOS, L. E. G.	2012	Avaliação de Desempenho Térmico de Soluções de Envoltória para Edifícios Multifamiliares Localizadas no Rio De Janeiro, RJ.	UFMG (MG)	Congresso: XIV ENTAC Juiz de Fora
29	GUEDES, A.; SOUZA, R. V. G.; CORREIA, M.; RODRIGUES, C.	2012	Análise da iluminação natural a partir do "regulamento técnico da qualidade para eficiência energética de edifícios residenciais": Simulação em edifícios multifamiliares de Belo Horizonte.	UFMG (MG)	Congresso: XIV ENTAC Juiz de Fora

Quadro 26 - Pesquisas publicadas em congressos em ordem decrescente do ano de publicação. (Conclusão)

Nº	Autor(es)	Ano	Título	Instituição e local	Publicação / Área
30	CAMPOS, I. B.; BARROS NETO, J. P.	2012	Análise da adequação de um edifício comercial à etiqueta Procel edifica de eficiência energética.	UFC (CE)	Congresso: XIV ENTAC Juiz de Fora
31	LEDER, S.M.; LIMA, E.F.C.	2010	Aplicação do regulamento técnico da qualidade para eficiência energética de edifícios em um estudo de caso no campus da UFPB.	UFPB (PB)	Congresso: XIII ENTAC Canela (RS)
32	PEDRINI, A.; LIMA, G. L. F.; OLIVEIRA, P.A.; TRINDADE, S. C.	2010	Análise comparativa da eficiência energética de envoltórias segundo o regulamento de etiquetagem de edifícios.	UFRN (RN)	Congresso: XIII ENTAC Canela (RS)
33	PEDREIRA, J.C.S.; AMORIM, C.N.D	2010	Eficiência energética nas agências do Banco do Brasil no Distrito Federal.	UnB (DF)	Congresso: XIII ENTAC Canela (RS)
34	AMORIM, C. N. D.; CINTRA, M. S.; FERNANDES, J. T.; SUDBRACK, L. O.; CHAIM, G. M. C.	2010	Otimização do desempenho termo-energético da envoltória: diagnóstico, propostas de solução e avaliação pelo método prescritivo do RTQ-C e simulação.	UnB (DF)	Congresso: XIII ENTAC Canela (RS)
35	PAPA, R. P.; SOUZA, R. V. G.	2010	Análise do desempenho térmico de uma edificação em Termos da classificação junto ao RTQ-C: simulação Computacional das salas de aula do 3º andar da escola De arquitetura da UFMG.	UFMG (MG)	Congresso: XIII ENTAC Canela (RS)
36	FERREIRA, C. C.; SOUZA, R. V. G.	2010	Avaliação dos impactos dos brises no conforto térmico e luminoso conforme as recomendações do RTQ-C: Estudo de Tribunal de Justiça de Minas Gerais.	UFMG (MG)	Congresso: XIII ENTAC Canela (RS)
37	TEIXEIRA, D.; CUNHA, E. G.	2010	Análise dos níveis de eficiência energética do prédio G1 da FEAR/UPF: instrumentalização do corpo técnico da Universidade.	UFPel (RS)	Congresso: XIII ENTAC Canela (RS)
38	CARVALHO, C. R.; FONSECA, R. W.; GALAFASSI, M.; CARTANA, R. P.	2010	Avaliação de eficiência energética de um edifício Educacional no município de Palhoça utilizando o Regulamento técnico da qualidade para edifícios Comerciais, de serviço e públicos.	Bioclimática Consultoria	Congresso: XIII ENTAC Canela (RS)
39	SILVA, C. S. L.; MACIEL, M. A.; LIMA, F. R. S.	2010	Aplicação da metodologia de etiquetagem de eficiência energética de edificações de centro administrativo de unidade industrial.	CEFET (MG)	VI CONEM Campina Grande (PB)
40	VELOSO, A. C. O.; SOARES, C. P. S.; SOUZA, R. V. G.	2009	Aplicação do regulamento técnico da qualidade para Eficiência energética em edificações - estudo de caso da Escola de arquitetura – UFMG.	UFMG (MG)	X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído

Quadro 27 – Tipo de edificação estudada e método(s) utilizado(s) pelos pesquisadores das publicações apresentadas no Quadro 26 (Continua).

Nº	Tipo de edificação	Método
01	Aeroporto Internacional Salgado Filho, Porto Alegre	Prescritivo
02	Edifícios emblemáticos em Passo Fundo-RS,	Energy Plus + Domus-Eletrobras
03	Uma edificação residencial unifamiliar, Minha Casa Minha Vida, isolada no lote e geminada, Chapecó/SC	DesignBuilder 5.0 + Analysis Bio 2.2
04	Ifes campus Colatina, ES	Prescritivo
05	Edifício V2, da faculdade de engenharia e arquitetura da UPF	Prescritivo
06	Edifícios residenciais verticais, Natal/RN	Prescritivo
07	Sete categorias de hotéis	Prescritivo
08	Projeto da Biblioteca Parque de Santa Catarina	Prescritivo + Domus Eletrobras
09	Sala de aula do Bloco de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da UFPI	Prescritivo
10	Um prédio público, >500m², Governador Valadares, MG	Prescritivo
11	*Call center*, 2 pavimentos, 5.976m², Belo Horizonte, MG	Prescritivo + EnergyPlus
12	Dois pavimentos situados no Bloco F da Esplanada dos Ministérios que abriga o MPS/MTE	Prescritivo + Ecotect V5
13	Edificações comerciais com área total inferior a 500 m²	Prescritivo
14	Cinco tipologias de habitações de interesse social, Florianópolis-SC	Prescritivo + AirFlowNetwork + EnergyPlus + Slab
15	22 habitações de interesse social, Florianópolis-SC	Prescritivo
16	Estação Científica da Ilha da Trindade	Design Builder + EnergyPlus
17	Duas Residências Unifamiliares, Antônio Prado, RS	Prescritivo
18	Uma edificação comercial de três pavimentos	Daysim + EnergyPlus
19	Faculdade de Computação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 3 pavimentos, 2.421m²	Prescritivo + Design Builder
20	Dois edifícios da Faculdade de Engenharia e Arquitetura, UPF, RS	DesignBuilder v.3
21	Residência modelo do Programa Social da Habitação, 36,76m²	Design Builder
22	Edificação Residencial multifamiliar	Prescritivo
23	Residência Unifamiliar, Pelotas, RS	Prescritivo + Simulação utilizada, mas não mencionado o software
24	Museu de arte	Prescritivo
25	Edifício Institucional, Rio de Janeiro, RJ	Google SketchUp 8 + EnergyPlus v.7 + Openstudio + AutoCAD
26	Um edifício residencial multifamiliar	Prescritivo
27	Residência Unifamiliar, Maceió, AL	Prescritivo

Quadro 27 – Tipo de edificação estudada e método(s) utilizado(s) pelos pesquisadores das publicações apresentadas no Quadro 26 (Conclusão).

Nº	Tipo de edificação	Método
28	Uma edificação residencial de oito pavimentos sobre pilotis	EnergyPlus
29	Edificações residenciais multifamiliares, Belo Horizonte, MG	Prescritivo + Daysim + SketchUp
30	Um empreendimento comercial, em Fortaleza	Prescritivo
31	Uma edificação no Campus I da UFPB	Prescritivo
32	Três edifícios no Campus Central da UFRN, Natal	Prescritivo + EnergyPlus 4.0 + DesignBuilder 2.1
33	10 agências do Banco do Brasil, DF	Prescritivo + Relux
34	Edifício de escritórios do Complexo de Tecnologia do Banco do Brasil (sede IV), Brasília, DF	Prescritivo + Design Builder
35	Salas de aula do 3º andar do prédio da EA/UFMG	Design Builder
36	Um ambiente do Tribunal de Justiça de Minas Gerais	Design Builder + Relux
37	Prédio G1 da FEAR/UPF	Prescritivo
38	Projeto arquitetônico de um edifício escolar, 3 pavimentos	Prescritivo + EnergyPlus
39	Centro Administrativo, 6.828m²	Prescritivo + Design Builder
40	Escola de Arquitetura da UFMG	Prescritivo + Lightscape 3.2

Nota: *AirFlowNetwork* - cálculo do fluxo de ar entre o exterior e zonas. *Analisys Bio*, foi desenvolvido pelo LabEEE e realiza análises percentuais de horas de conforto e desconforto, com dados de temperatura e umidade relativa, com base no gráfico bioclimático de *Givoni. Daysim* - análise de iluminação natural. *Design Builder* - análise de desempenho energético. Domus Eletrobras – modelagem de transferência combinada de calor e umidade em edificações com vários ambientes. *Ecotect - Autodesk® Ecotect® Analysis* é uma ferramenta para o BIM (*Building Information Modeling*), auxiliando na análise de sustentabilidade. *EnergyPlus* - simulação de carga térmica e análise energética de edificações. *Lightscape* - software para design e renderização de iluminação. *OpenStudio®* – multiplataforma com coleção de ferramentas que auxiliam a modelagem no *EnergyPlus*. Relux – cálculos de iluminação com o AutoCAD®. *Slab* –influência do solo na temperatura da edificação. *SketchUp* –modelagem de edificações.

Quadro 28 - Teses (doutorado) em ordem decrescente do ano de defesa (Continua).

Nº	Autor(es)	Ano	Título	Instituição e local	Publicação / Área
01	MONTES, Maria Andrea Triana *Orientador: LAMBERTS, Roberto *Co-orientador: SASSI, Paola	2016	Abordagem integrada no ciclo de vida de habitação de interesse social considerando mudanças climáticas.	UFSC (SC)	Tese: Engenharia Civil
02	OLIVEIRA, Raquel Diniz *Orientador: SILVA, Roberto Márcio da *Co-orientador: SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de	2015	Classificação do desempenho térmico da envoltória de habitação popular em concreto armado.	UFMG (MG)	Tese: Engenharia de Estruturas

Quadro 28 - Teses (doutorado) em ordem decrescente do ano de defesa (Conclusão).

Nº	Autor(es)	Ano	Título	Instituição e local	Publicação / Área
03	CALDEIRA, N. N. B. *Orientador: LA ROVERE, E.L.	2011	A Concepção Arquitetônica para a Eficiência Energética de Edificações – O Caso da Etiquetagem no Brasil.	COPPE/ UFRJ (RJ)	Tese: Planejamento Energético
04	CARVALHO, M. M. Q. *Orientador: LA ROVERE, E.L.	2011	Alternativas arquitetônicas para o aumento da eficiência no uso de energia elétrica por edifícios comerciais.	COPPE/ UFRJ (RJ)	Tese: Planejamento Energético

Quadro 29 – Tipo de edificação estudada e método(s) utilizado(s) pelos pesquisadores das teses apresentadas no Quadro 28.

Nº	Tipo de edificação	Método
01	Projetos de habitação de interesse social no Brasil.	Prescritivo + Energy Plus 8.2 + Legacy Open Studio 1.0.12 + SketchUp 2015
02	Uma habitação social, edifício multifamiliar, com 4 pavimentos, nas 8 zonas bioclimáticas.	Prescritivo + EnergyPlus 8.1.0 + SketchUp 8 + Legacy OpenStudio 1.0.11.410
03	Dois edifícios em operação da Escola Alemã Corcovado e um projeto de edifício de escritório.	Prescritivo
04	Complexo comercial de 2 pavimentos e cobertura.	VisualDOE 2.61 com método de cálculo DOE-2.1E

Nota: *EnergyPlus* - simulação de carga térmica e análise energética de edificações. *OpenStudio®* – multiplataforma com coleção de ferramentas que auxiliam a modelagem no *EnergyPlus. SketchUp* – modelagem de edificações. *VisualDOE* – específico para análise térmica e energética de edificações.

Quadro 30 – Dissertações (mestrado) em ordem decrescente do ano de defesa. (Continua)

Nº	Autor(es)	Ano	Título	Instituição e local	Publicação / Área
01	MANFREDINI, Raquel Sanches *Orientador: PISANI, Maria Augusta Justi	2017	Shopping Centers à luz da eficiência: Avaliação do potencial de iluminação natural em edifícios de shopping centers localizados na região metropolitana de São Paulo.	MACKENZIE (SP)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
02	FERRADOR FILHO, Antonio Luiz *Orientador: OLIVEIRA E AGUIAR, Alexandre de	2017	Eficiência energética em edificações - estudo de caso tribunal de justiça de São Paulo.	UNINOVE (SP)	Dissertação: Gestão Ambiental e Sustentabilidade
03	GARCIA, Marina da Silva *Orientador: SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de	2017	Eficiência energética em edifícios: investigação do S3E como interface de simulação simplificada.	UFMG (MG)	Dissertação: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável
04	PASSOS, Bruno Aide *Orientador: WESTPHAL, Fernando Simon	2016	Impacto do uso de isolante térmico em Habitações de Interesse Social nas diferentes condições climáticas brasileiras.	UFSC (SC)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo

Quadro 30 – Dissertações (mestrado) em ordem decrescente do ano de defesa. (Continuação)

Nº	Autor(es)	Ano	Título	Instituição e local	Publicação / Área
05	PACHECO, Giovani Hudson Silva. *Orientador: PEDRINI, Aldomar	2016	Determinação de recomendações bioclimáticas para habitação de interesse social de quatro climas do Rio Grande do Norte.	UFRN (RN)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
06	MORENO, Maurish Melián *Orientador: PALÁCIO, José Carlos Escobar *Co-orientador: BARROS, Regina Mambeli	2016	Avaliação do consumo energético e proposta de remodelação construtiva do prédio do ICE da Universidade Federal de Itajubá.	UNIFEI (MG)	Dissertação: Ciências em Engenharia de Energia.
07	PAULSE, Pablo de Caldas *Orientador: ROSA, Érico Naves	2016	Análise do desempenho termoenergético de escolas públicas segundo aplicação do RTQ-C para a envoltória.	UFG (GO)	Dissertação: Projeto e Cidade
08	ZEMERO, Bruno Ramos *Orientador: TOSTES, Maria Emília	2016	Análise da aplicabilidade da tecnologia BIM em projetos sustentáveis e etiquetagem de edificações no Brasil.	UFPA (PA)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
09	RIBEIRO, Ricardo Bastos Piqueira *Orientador: TOSTES, Maria Emília *Co-orientador: BEZERRA, Ubiratan Holanda	2016	Análise da Certificação de edificação pública de ensino e pesquisa visando nível A pelo RTQ-C através de ações de eficiência energética e análise econômica.	UFPA (PA)	Dissertação: Engenharia Elétrica
10	WASCHEVICZ, Juliana Damasio *Orientador: WANDER, Paulo Roberto *Co-orientador: KERN, Andrea Parisi	2016	Análise da eficiência energética da envoltória e de diferentes tipos de sistemas de condicionamento de ar em edificação vertical comercial em Porto Alegre/RS.	UNISINOS (RS)	Dissertação: Engenharia Mecânica
11	BARRETO, Talita de Albuquerque *Orientador: GONZALEZ, Marco A. S.	2016	Estudo da Eficiência Energética dos Terminais de Passageiros do Aeroporto Internacional Porto Alegre/Salgado Filho pelo método Procel Edifica.	UNISINOS (RS)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
12	RODRIGUES, M. V. P. *Orientador: MARIOTTONI, C. A.	2015	Avaliação da Eficiência Energética de Edificações Residenciais em Fase de Projeto: Análise de Desempenho Térmico pelo Método Prescritivo e por Simulação Computacional Aplicados a Estudo de Caso de Projeto-Tipo do Exército Brasileiro.	UNICAMP (SP)	Dissertação: Engenharia Civil
13	PINTO, J. M. M. *Orientador: CLARO, A	2014	Avaliação da eficiência energética nos Sistemas de iluminação do tribunal de contas do Paraná.	UFSC (SC)	Dissertação: Engenharia Civil
14	DONADELLO, A. L. F. *Orientador: ALVAREZ, C. E.	2014	Avaliação de Desempenho Térmico da Estação Científica da Ilha da Trindade (ECIT).	UFES (ES)	Dissertação: Engenharia Civil

Quadro 30 – Dissertações (mestrado) em ordem decrescente do ano de defesa. (Continuação)

Nº	Autor(es)	Ano	Título	Instituição e local	Publicação / Área
15	ALMEIDA, Laiane Susan Silva. *Orientador: GHISI, Enedir	2014	Influência de parâmetros físicos e geométricos no desempenho termoenergético de habitações unifamiliares.	UFSC (SC)	Dissertação: Engenharia Civil
16	FERNANDES, Ludmila Magda Varella de Azevedo *Orientador: PEDRINI, A.	2014	Recanto do Vale do Pium: condomínio de habitações com ênfase no baixo impacto ambiental e no desempenho térmico do ambiente construído.	UFRN (RN)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
17	MEIRA, A. C. B. S. *Orientador: AMORIM, C.N.D.	2014	Eficiência energética de edificações residenciais no plano piloto de Brasília: Uma análise comparativa com utilização do RTQ-R.	UnB (DF)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
18	FREIRE, E. M. S. *Orientador: APOLONIO, R.	2014	Eficiência energética em edificações residenciais sob a ótica do RTQ-R na cidade de várzea grande - MT: um estudo de caso.	UFMT (MT)	Dissertação: Engenharia de Edificações e Ambiental
19	SOARES, C. P. S. *Orientador: SOUZA, R. V. G.	2014	Investigação do potencial de economia de energia com o uso de dispositivos de proteção solar no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais.	UFMG (MG)	Dissertação: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável
20	MORENO, A. C. R. *Orientador: SOUZA, R.V.G.	2013	Minha Casa Minha Vida: análise de desempenho térmico pela NBR 15.220-3, NBR 15.575, Selo Casa Azul e RTQ-R.	UFMG (MG)	Dissertação: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável
21	OLIVEIRA, B. G. F. *Orientador: TOSTES, M.E.L.	2013	Análise do Desempenho Energético de edificações: Aplicação Analítica do RTQ-C no Edifício do Ceamazon.	UFP (PA)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
22	VINAGRE, N. D. L. *Orientador: TOSTES, M.E.L.	2013	Avaliação através do desempenho térmico de Edificação Verticalizada em Belém-PA.	UFP (PA)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
23	MARQUES, T. H. T. *Orientador: CHVATAL, K. M. S.	2013	Influência das Propriedades Térmicas da Envolvente opaca no desempenho de Habitações de interesse social em São Carlos, SP.	USP (SP)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
24	GALVARRO, S. F. S. *Orientador: CARLO, J.C.	2013	Estudo do Impacto dos Requisitos de Sombreamento Estabelecidos no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) no Desempenho Termoenergético e Luminoso de Edificações Residenciais.	UFV (MG)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
25	BERNABÉ, A. C. A. *Orientador: ALVAREZ, C.E.	2012	A Influência da Envoltória no Consumo Energético em Edifícios Comerciais artificialmente Climatizados na Cidades de Vitória-ES.	UFES (ES)	Dissertação: Engenharia Civil
26	FERNANDES, L. O. *Orientador: LABAKI, L.C.	2012	A influência do sombreamento do entorno na etiqueta de eficiência energética de edifício comercial.	UNICAMP (SP)	Dissertação: Engenharia Civil

Quadro 30 – Dissertações (mestrado) em ordem decrescente do ano de defesa. (Conclusão)

Nº	Autor(es)	Ano	Título	Instituição e local	Publicação / Área
27	ALVES, A. F. M. *Orientador: PEDRINI, A.	2012	Todo Brasileiro merece Nível "A". Habitação Multifamiliar para o Programa Minha Casa Minha Vida Energeticamente Eficiente.	UFRN (RN)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
28	MATOS, J. M. *Orientador: TINÔCO,M.B.M.	2012	Qualificação de Edifícios Residenciais Verticais em Natal/RN à Luz do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R).	UFRN (RN)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
29	BOTTAMEDI, M. G. *Orientador: LAMBERTS, R.	2011	Avaliação da eficiência energética de hotéis de Quatro estrelas em Florianópolis: aplicação do Programa de etiquetagem de edificações.	UFSC (SC)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
30	SANTOS, I. G. *Orientador: SOUZA, R.V.G.	2011	Análise de envoltória e do sistema de iluminação a partir do "Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos" para avaliação de desempenho de sistemas de fachada e de proteções solares.	UFMG (MG)	Dissertação: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável
31	RUZENE, J. S. *Orientador: BALESTIERI,J.A.P.	2011	Gestão energética e ambiental de edificações: Avaliação de metodologias para certificação.	UNESP (SP)	Dissertação: Engenharia Mecânica
32	TAVARES, Laura Resende *Orientador: AMORIM, C.N.D.	2011	Eficiência energética em edificações: aplicação do RTQ-C – requisitos técnicos da qualidade para o nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos - na cidade de Uberlândia-MG.	UnB (DF)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
33	RODRIGUES, Marlon Eduardo *Orientadores: BARBOSA, M.J.; GHISI,E.	2010	Análise da correlação entre o nível de eficiência energética da envoltória e os consumos de energia elétrica e água em edificações de instituições de ensino.	Universidade Estadual de Londrina (PR)	Dissertação: Engenharia de Edificações e Saneamento
34	PEDREIRA, J. C. S. *Orientador: AMORIM, C.N.D.	2010	Eficiência Energética e Conforto Ambiental na Escolha de Edificações para Agências do Banco do Brasil: Proposta de Critérios para o Distrito Federal.	UnB (DF)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo
35	BRUM, Thaís Faccim de *Orientador: SANTOS, J. C. P.	2010	Requisitos Técnicos da Qualidade do Nível de Eficiência Energética aplicado em edificação pública em fase de projeto: O caso do Centro de Convivência para idosos em Doutor Maurício Cardoso-RS.	UFSM (RS)	Dissertação: Engenharia Civil
36	DOMINGOS, C. A. *Orientador: TIBIRIÇA, A. C. G.	2010	Proposição de diretrizes para implementação de Soluções energeticamente eficientes e sustentáveis em Edifícios da Universidade Federal de Viçosa/MG.	UFV (MG)	Dissertação: Engenharia Civil
37	NICOLETTI, A. M. A. *Orientador: AMORIM, C. N. D.	2009	Eficiência energética em um ministério da Esplanada em Brasília: propostas para retrofit de envoltória.	UnB (DF)	Dissertação: Arquitetura e Urbanismo

Quadro 31 – Tipo de edificação estudada e método(s) utilizado(s) pelos pesquisadores das dissertações apresentadas no Quadro 30 (Continua).

Nº	Tipo de edificação	Método
01	Projetos arquitetônicos de shopping centers, SP	SketchUp + Relux 2016
02	Tribunal de justiça de São Paulo, Fórum de Pinheiros, SP	Prescritivo
03	Escola de Arquitetura da UFMG	Prescritivo + S3E + Energy Plus
04	Habitações de Interesse Social, nas 8 ZBs	EnergyPlus 8.1
05	3 tipos de habitação de interesse social, para 4 cidades do RN	Design Builder
06	Instituto de Ciências Exatas, campus UNIFEI, Itajubá, MG	Prescritivo
07	Edifício padrão para salas de aula de escolas públicas do município de Goiânia, GO	Prescritivo + Design Builder
08	Residência unifamiliar, 284,82m²	Prescritivo + Revit + Energy Plus + OpenStudio+ SketchUp + Design Builder
09	Edifício de pesquisas vinculado a UFPA, Ceamazon	Prescritivo + EnergyPlus + Design Builder + RetScreen.
10	Edifício comercial com 10 pavimentos, Porto Alegre (RS).	OpenStudio + SketchUp + EnergyPlus 8.4
11	Aeroporto Internacional Salgado Filho, Porto Alegre	Prescritivo
12	Projeto-tipo de edifício residencial multifamiliar, 7 pavimentos	Prescritivo + EnergyPlus + OpenStudio + SketchUp + CCWorldWeatherGen + Ecotect
13	Edifício Sede do Tribunal de Contas do Paraná	Prescritivo + Lumisoft + Apolux
14	Estação Científica da Ilha da Trindade	Design Builder + EnergyPlus
15	5 tipologias representativas de edificações residenciais unifamiliares, em Florianópolis, SC	SketchUp8 + OpenStudio + EnergyPlus
16	Projeto de dois tipos de residência unifamiliar de um condomínio fechado	Prescritivo
17	Três edificações multifamiliares (tipologias diferentes)	Prescritivo
18	Uma Unidade Habitacional, 36m², Várzea Grande, MT.	Prescritivo + EnergyPlus
19	Edifício residencial multifamiliar	Prescritivo + Daysim + EnergyPlus
20	Habitação de interesse social unifamiliar	Prescritivo + EnergyPlus
21	Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia (Edifício com 3 pavimentos)	Prescritivo
22	Edifício residencial multifamiliar 18 pavimentos	EnergyPlus + OpenStudio SketchUp
23	Habitação de baixa renda (unifamiliar e multifamiliar), São Carlos, SP	Prescritivo + EnergyPlus
24	Uma Unidade Habitacional Multifamiliar, 38,4m²	Daysim + EnergyPlus
25	Edifícios altos de escritórios climatizados artificialmente	Design Builder + EnergyPlus
26	Uma edificação comercial	Prescritivo + Daysim + EnergyPlus
27	Projeto de edificação residencial multifamiliar, 7 pavimentos	Prescritivo + Autodesk Revit Architecture 2011+ Design Builder

Quadro 31 – Tipo de edificação estudada e método(s) utilizado(s) pelos pesquisadores das dissertações apresentadas no Quadro 30 (Conclusão).

Nº	Tipo de edificação	Método
28	Pavimentos tipo de 22 edifícios residenciais	Prescritivo
29	Uma edificação hoteleira	EnergyPlus
30	Um edifício comercial	Prescritivo + Design Builder + EnergyPlus
31	Um edifício da UNESP, 11,75m²	Prescritivo
32	Um edifício (bloco de salas de aula) de um Campus	Prescritivo + Design Builder + EnergyPlus
33	23 Escolas	Prescritivo
34	10 agências bancárias	Prescritivo + Relux
35	Projeto do edifício do Centro de Convivência para idosos, 1 pavimento	Prescritivo
36	Edifício da Saúde do Campus da UFV, 4 pavimentos, 4.645m².	Prescritivo
37	Um dos Ministérios da Esplanada, DF	Prescritivo + Design Builder + EnergyPlus

Nota: *Apolux* - software de iluminação desenvolvido pelo Laboratório de Conforto Ambiental (UFSC). *CCWorldWeather-Gen* - gerador de arquivos de clima mundial de mudanças climáticas para serem usados na construção de programas de simulação de desempenho. *Daysim* - análise de iluminação natural. *Design Builder* - análise de desempenho energético. *Ecotect* - Autodesk® Ecotect® *Analysis* é uma ferramenta para o BIM (*Building Information Modeling*), auxiliando na análise de sustentabilidade. *EnergyPlus* - simulação de carga térmica e análise energética de edificações. *Lumisoft* - cálculo e projetos luminotécnicos. *OpenStudio*® – multiplataforma com coleção de ferramentas que auxiliam a modelagem no *EnergyPlus. Relux* –cálculos de iluminação com o AutoCAD®. *RETScreen* - sistema de software de Gerenciamento de Energia Limpa para viabilidade de eficiência energética, projeto de energia renovável e co-geração. Revit - desenvolvido pela Autodesk® na tecnologia BIM. S3E – o Simulador de Eficiência Energética de Edificações é um serviço *WEB* gratuito que está sendo desenvolvido pelo LabEEE. *SketchUp* –modelagem de edificações.

APÊNDICE B – Planilha para caracterização das tipologias definidas na pesquisa

Formulário para fornecimento de dados 1/

Este formulário faz parte de uma pesquisa de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFES em desenvolvimento, e tem a finalidade de coletar dados de edificações residenciais multifamiliares existentes em Jardim Camburi, Vitória ES.
Os nomes das empresas e das obras participantes não serão divulgados, apenas as informações fornecidas farão parte da pesquisa.

TIPOLOGIA:

Nº	Pavimentos	Cor predominante				Mecanismo de sombreamento				
		Branca	Clara	Escura	Preta	varanda vidro	varanda alvenaria	toldo	veneziana	outro

Nota: Foi definido, com base no RTQ-R, que as cores claras são as com $\alpha \leq 0,6$ e cores escuras com $\alpha > 0,6$ (absortância).

APÊNDICE C1 – Formulário utilizado na entrevista com o morador do edifício A1

Este formulário faz parte de uma pesquisa em desenvolvimento de Mestrado em Engenharia Civil da UFES, e tem a finalidade de coletar dados de edificações residenciais multifamiliares existentes em Jardim Camburi, Vitória ES. Os nomes das empresas e das obras participantes não serão divulgados, apenas as informações fornecidas farão parte da pesquisa.

Mestranda: Regiane Faria Giacomin regiane.arq@gmail.com

Orientador: João Luiz Calmon Nogueira da Gama.

FORMULÁRIO PARA FORNECIMENTO DE DADOS

ENDEREÇO

Nome do Edifício: _____ nº_____ Complemento:_____

Rua/Av.:_____ Apartamento:_____

VISÃO GERAL DO PROJETO

O apartamento possui varanda: (x) NÃO ( ) SIM Se sim, onde: ( ) QUARTO ( ) SUÍTE ( ) SALA

Possui elemento de sombreamento externo nas janelas: (x) NÃO ( ) SIM
Se sim, de que tipo: ( ) toldo em lona ( ) veneziana fixa ( ) veneziana móvel ( ) veneziana fixa
( ) Brise ( ) Marquise ( ) Outro:_____

Qual material das janelas: (x) Alumínio ( ) PVC ( ) Madeira ( ) Outro:_____
Possui vidro duplo nas janelas: (x) NÃO ( ) SIM

O apartamento foi entregue com vidro ou película de controle solar nas janelas: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Quantos Banheiros com chuveiro existem no apartamento: (2) social e de serviço
Quantos Banheiros com chuveiro do apartamento possuem janela ou báscula: (1) social

A cobertura do edifício possui tratamento para isolamento térmico: ( ) NÃO ( ) SIM (x) Não tenho essa informação

As paredes possuem tratamento térmico: ( ) NÃO ( ) SIM (x) Não tenho essa informação

As paredes externas são de:
( ) bloco cerâmico ( ) bloco de concreto ( )Placa cimentícia (x) Não tenho essa informação
( ) Outro: _____

Você recebeu o Manual do Proprietário do seu apartamento: (x) NÃO ( ) SIM

GESTÃO DA ÁGUA

O apartamento possui medição individualizada de água fria (hidrômetro individual): (x) NÃO ( ) SIM

Seu condomínio possui sistema automatizado de monitoramento para controle do consumo de água:
(x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Página1

A água servida (esgoto) das máquinas de lavar é reaproveitada pelo seu condomínio através de sistema entregue pela construtora: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As águas servidas (esgoto) são reaproveitadas pelo seu condomínio através de sistema entregue pela construtora: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

A água de condensação dos aparelhos de ar condicionado é reaproveitada pelo seu condomínio através de sistema entregue pela construtora:
(x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui aproveitamento da água de chuva através de sistema entregue pela construtora: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui telhado verde: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Para as perguntas sobre a bacia sanitária (vaso) e torneiras, responda por favor sobre as que foram entregues pela construtora nos apartamentos.

As bacias sanitárias são com caixa acoplada: ( ) NÃO (x) SIM ( ) Não tenho essa informação
As bacias sanitárias possuem válvula de duplo acionamento: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As bacias sanitárias possuem válvula de acionamento automático: ( ) NÃO ( ) SIM (x) Não tenho essa informação

As torneiras do(s) banheiro(s) possuem acionamento automático: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As torneiras do(s) banheiro(s) possuem arejador: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

As torneiras da cozinha possuem acionamento automático: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As torneiras da cozinha possuem arejador: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

A torneira do tanque possui acionamento automático: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
A torneira do tanque possui possuem arejador: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O apartamento possui medição individualizada de energia: ( ) NÃO (x) SIM

Seu condomínio possui sistema automatizado de monitoramento para controle do consumo de energia:
(x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui microgeração de energia (solar ou eólica): (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

O edifício possui etiqueta ENCE do InMetro - Procel Edifica: ( ) NÃO ( ) SIM (x) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui pontos para abastecimento de carros e bicicletas elétricas: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu apartamento foi entregue pela construtora com sistema de automação para controle de acendimento de lâmpadas e/ou outros equipamentos: (x) NÃO ( ) SIM

Os chuveiros são atendidos por água com aquecimento: (x)Elétrico ( ) Gás ( )Solar
Se for solar, possui medição individualizada de água quente: ( ) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

A maioria das lâmpadas instaladas por você no seu apartamento são: ( ) LED (x) Florescente ( ) outras

Para adquirir um eletrodoméstico e/ou aparelho de ar condicionado, você observa a etiqueta do InMetro (Procel):
(x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

O(s) aparelho(s) de ar condicionado para ser instalado no seu apartamento deve ser do tipo: ( )Split (x) Janela

OBRIGADA POR SUA CONTRIBUIÇÃO!

APÊNDICE C2 – Formulário utilizado na entrevista com o morador do edifício B2

Nota: a UH deste morador sofreu reforma, eliminando as divisões de um banheiro e um quarto.

Este formulário faz parte de uma pesquisa em desenvolvimento de Mestrado em Engenharia Civil da UFES, e tem a finalidade de coletar dados de edificações residenciais multifamiliares existentes em Jardim Camburi, Vitória ES. Os nomes das empresas e das obras participantes não serão divulgados, apenas as informações fornecidas farão parte da pesquisa.

Mestranda: Regiane Faria Giacomin regiane.arq@gmail.com

Orientador: João Luiz Calmon Nogueira da Gama.

FORMULÁRIO PARA FORNECIMENTO DE DADOS

ENDEREÇO

Nome do Edifício: _____ nº_____ Complemento:_____

Rua/Av.:_____ Apartamento:_____

VISÃO GERAL DO PROJETO

O apartamento possui varanda: ( ) NÃO (x) SIM Se sim, onde: ( ) QUARTO ( ) SUÍTE (x) SALA

Possui elemento de sombreamento externo nas janelas: ( ) NÃO (x) SIM
Se sim, de que tipo: (x) toldo em lona ( ) veneziana fixa ( ) veneziana móvel ( ) veneziana fixa
( ) Brise ( ) Marquise ( ) Outro:_____

Qual material das janelas: (x) Alumínio ( ) PVC ( ) Madeira ( ) Outro:_____
Possui vidro duplo nas janelas: (x) NÃO ( ) SIM

O apartamento foi entregue com vidro ou película de controle solar nas janelas: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Quantos Banheiros com chuveiro existem no apartamento: (1) social
Quantos Banheiros com chuveiro do apartamento possuem janela ou báscula: (1) social

A cobertura do edifício possui tratamento para isolamento térmico: ( ) NÃO ( ) SIM (x) Não tenho essa informação

As paredes possuem tratamento térmico: ( ) NÃO ( ) SIM (x) Não tenho essa informação

As paredes externas são de:
( ) bloco cerâmico ( ) bloco de concreto ( )Placa cimentícia (x) Não tenho essa informação
( ) Outro: _____

Você recebeu o Manual do Proprietário do seu apartamento: (x) NÃO ( ) SIM

GESTÃO DA ÁGUA

O apartamento possui medição individualizada de água fria (hidrômetro individual): (x) NÃO ( ) SIM

Seu condomínio possui sistema automatizado de monitoramento para controle do consumo de água:
(x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Página1

A água servida (esgoto) das máquinas de lavar é reaproveitada pelo seu condomínio através de sistema entregue pela construtora: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As águas servidas (esgoto) são reaproveitadas pelo seu condomínio através de sistema entregue pela construtora: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

A água de condensação dos aparelhos de ar condicionado é reaproveitada pelo seu condomínio através de sistema entregue pela construtora:
(x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui aproveitamento da água de chuva através de sistema entregue pela construtora: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui telhado verde: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Para as perguntas sobre a bacia sanitária (vaso) e torneiras, responda por favor sobre as que foram entregues pela construtora nos apartamentos.

As bacias sanitárias são com caixa acoplada: ( ) NÃO ( ) SIM (x) Não tenho essa informação
As bacias sanitárias possuem válvula de duplo acionamento: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As bacias sanitárias possuem válvula de acionamento automático: ( ) NÃO ( ) SIM (x) Não tenho essa informação

As torneiras do(s) banheiro(s) possuem acionamento automático: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As torneiras do(s) banheiro(s) possuem arejador: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

As torneiras da cozinha possuem acionamento automático: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As torneiras da cozinha possuem arejador: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

A torneira do tanque possui acionamento automático: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
A torneira do tanque possui possuem arejador: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O apartamento possui medição individualizada de energia: ( ) NÃO (x) SIM

Seu condomínio possui sistema automatizado de monitoramento para controle do consumo de energia:
(x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui microgeração de energia (solar ou eólica): (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

O edifício possui etiqueta ENCE do InMetro - Procel Edifica: ( ) NÃO ( ) SIM (x) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui pontos para abastecimento de carros e bicicletas elétricas: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu apartamento foi entregue pela construtora com sistema de automação para controle de acendimento de lâmpadas e/ou outros equipamentos: (x) NÃO ( ) SIM

Os chuveiros são atendidos por água com aquecimento: (x)Elétrico ( ) Gás ( )Solar
Se for solar, possui medição individualizada de água quente: ( ) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

A maioria das lâmpadas instaladas por você no seu apartamento são: ( ) LED (x) Florescente ( ) outras

Para adquirir um eletrodoméstico e/ou aparelho de ar condicionado, você observa a etiqueta do InMetro (Procel):
(x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

O(s) aparelho(s) de ar condicionado para ser instalado no seu apartamento deve ser do tipo: ( )Split (x) Janela

OBRIGADA POR SUA CONTRIBUIÇÃO!

APÊNDICE C3 – Formulário utilizado na entrevista com o morador do edifício C5

Este formulário faz parte de uma pesquisa em desenvolvimento de Mestrado em Engenharia Civil da UFES, e tem a finalidade de coletar dados de edificações residenciais multifamiliares existentes em Jardim Camburi, Vitória ES. Os nomes das empresas e das obras participantes não serão divulgados, apenas as informações fornecidas farão parte da pesquisa.

Mestranda: Regiane Faria Giacomin regiane.arq@email.com

Orientador: João Luiz Calmon Nogueira da Gama.

FORMULÁRIO PARA FORNECIMENTO DE DADOS

ENDEREÇO

Nome do Edifício: _____ nº_____ Complemento:_____

Rua/Av.:_____ Apartamento:_____

VISÃO GERAL DO PROJETO

O apartamento possui varanda: ( ) NÃO (x) SIM Se sim, onde: ( ) QUARTO ( ) SUÍTE (x) SALA

Possui elemento de sombreamento externo nas janelas: (x) NÃO ( ) SIM
Se sim, de que tipo: ( ) toldo em lona ( ) veneziana fixa ( ) veneziana móvel ( ) veneziana fixa
( ) Brise ( ) Marquise ( ) Outro:_____

Qual material das janelas: (x) Alumínio ( ) PVC ( ) Madeira ( ) Outro:_____
Possui vidro duplo nas janelas: (x) NÃO ( ) SIM

O apartamento foi entregue com vidro ou película de controle solar nas janelas: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Quantos Banheiros com chuveiro existem no apartamento: (1) social
Quantos Banheiros com chuveiro do apartamento possuem janela ou báscula: (1) social

A cobertura do edifício possui tratamento para isolamento térmico: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

As paredes possuem tratamento térmico: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

As paredes externas são de:
(x) bloco cerâmico ( ) bloco de concreto ( )Placa cimentícia ( ) Não tenho essa informação
( ) Outro: _____

Você recebeu o Manual do Proprietário do seu apartamento: ( ) NÃO (x) SIM

GESTÃO DA ÁGUA

O apartamento possui medição individualizada de água fria (hidrômetro individual): (x) NÃO ( ) SIM

Seu condomínio possui sistema automatizado de monitoramento para controle do consumo de água:
(x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Página1

A água servida (esgoto) das máquinas de lavar é reaproveitada pelo seu condomínio através de sistema entregue pela construtora: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As águas servidas (esgoto) são reaproveitadas pelo seu condomínio através de sistema entregue pela construtora: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

A água de condensação dos aparelhos de ar condicionado é reaproveitada pelo seu condomínio através de sistema entregue pela construtora:
(x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui aproveitamento da água de chuva através de sistema entregue pela construtora: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui telhado verde: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Para as perguntas sobre a bacia sanitária (vaso) e torneiras, responda por favor sobre as que foram entregues pela construtora nos apartamentos.

As bacias sanitárias são com caixa acoplada: ( ) NÃO (x) SIM ( ) Não tenho essa informação
As bacias sanitárias possuem válvula de duplo acionamento: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As bacias sanitárias possuem válvula de acionamento automático: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

As torneiras do(s) banheiro(s) possuem acionamento automático: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As torneiras do(s) banheiro(s) possuem arejador: ( ) NÃO (x) SIM ( ) Não tenho essa informação

As torneiras da cozinha possuem acionamento automático: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As torneiras da cozinha possuem arejador: ( ) NÃO (x) SIM ( ) Não tenho essa informação

A torneira do tanque possui acionamento automático: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
A torneira do tanque possui possuem arejador: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O apartamento possui medição individualizada de energia: ( ) NÃO (x) SIM

Seu condomínio possui sistema automatizado de monitoramento para controle do consumo de energia:
(x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui microgeração de energia (solar ou eólica): (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

O edifício possui etiqueta ENCE do InMetro - Procel Edifica: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui pontos para abastecimento de carros e bicicletas elétricas: (x) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu apartamento foi entregue pela construtora com sistema de automação para controle de acendimento de lâmpadas e/ou outros equipamentos: (x) NÃO ( ) SIM

Os chuveiros são atendidos por água com aquecimento: (x)Elétrico ( ) Gás ( )Solar
Se for solar, possui medição individualizada de água quente: ( ) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

A maioria das lâmpadas instaladas por você no seu apartamento são: ( ) LED (x) Florescente ( ) outras

Para adquirir um eletrodoméstico e/ou aparelho de ar condicionado, você observa a etiqueta do InMetro (Procel):
( ) NÃO (x) SIM ( ) Não tenho essa informação

O(s) aparelho(s) de ar condicionado para ser instalado no seu apartamento deve ser do tipo: ( )Split (x) Janela

OBRIGADA POR SUA CONTRIBUIÇÃO!

APÊNDICE C4 – Formulário utilizado na entrevista com o morador do edifício D5

Nota: a UH deste morador sofreu reforma: a área de um banheiro foi transformada em um depósito.

Este formulário faz parte de uma pesquisa em desenvolvimento de Mestrado em Engenharia Civil da UFES, e tem a finalidade de coletar dados de edificações residenciais multifamiliares existentes em Jardim Camburi, Vitória ES. Os nomes das empresas e das obras participantes não serão divulgados, apenas as informações fornecidas farão parte da pesquisa.

Mestranda: Regiane Faria Giacomin regiane.arq@gmail.com

Orientador: João Luiz Calmon Nogueira da Gama.

FORMULÁRIO PARA FORNECIMENTO DE DADOS

ENDEREÇO

Nome do Edifício: ___ nº ___ Complemento: ___

Rua/Av.: ___ Apartamento: ___

VISÃO GERAL DO PROJETO

O apartamento possui varanda: ( ) NÃO (X) SIM Se sim, onde: (X) QUARTO (X) SUÍTE (X) SALA

Possui elemento de sombreamento externo nas janelas: (X) NÃO ( ) SIM
Se sim, de que tipo: ( ) toldo em lona ( ) veneziana fixa ( ) veneziana móvel ( ) veneziana fixa
( ) Brise ( ) Marquise ( ) Outro: ___

Qual material das janelas: (X) Alumínio ( ) PVC ( ) Madeira ( ) Outro: ___
Possui vidro duplo nas janelas: (X) NÃO ( ) SIM

O apartamento foi entregue com vidro ou película de controle solar nas janelas: (X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Quantos Banheiros com chuveiro existem no apartamento: (2) social e suíte
Quantos Banheiros com chuveiro do apartamento possuem janela ou báscula: (2) social e suíte

A cobertura do edifício possui tratamento para isolamento térmico: (X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

As paredes possuem tratamento térmico: (X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

As paredes externas são de:
( ) bloco cerâmico ( ) bloco de concreto ( )Placa cimentícia (X) Não tenho essa informação
( ) Outro: ___

Você recebeu o Manual do Proprietário do seu apartamento: ( ) NÃO (X) SIM

GESTÃO DA ÁGUA

O apartamento possui medição individualizada de água fria (hidrômetro individual): ( ) NÃO (X) SIM

Seu condomínio possui sistema automatizado de monitoramento para controle do consumo de água:
(X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

A água servida (esgoto) das máquinas de lavar é reaproveitada pelo seu condomínio através de sistema entregue pela construtora: (X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As águas servidas (esgoto) são reaproveitadas pelo seu condomínio através de sistema entregue pela construtora: (X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

A água de condensação dos aparelhos de ar condicionado é reaproveitada pelo seu condomínio através de sistema entregue pela construtora:
(X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui aproveitamento da água de chuva através de sistema entregue pela construtora: (X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui telhado verde: (X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Para as perguntas sobre a bacia sanitária (vaso) e torneiras, responda por favor sobre as que foram entregues pela construtora nos apartamentos.

As bacias sanitárias são com caixa acoplada: ( ) NÃO (X) SIM ( ) Não tenho essa informação
As bacias sanitárias possuem válvula de duplo acionamento: ( ) NÃO (X) SIM ( ) Não tenho essa informação
As bacias sanitárias possuem válvula de acionamento automático: (X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

As torneiras do(s) banheiro(s) possuem acionamento automático: (X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As torneiras do(s) banheiro(s) possuem arejador: ( ) NÃO (X) SIM ( ) Não tenho essa informação

As torneiras da cozinha possuem acionamento automático: (X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
As torneiras da cozinha possuem arejador: ( ) NÃO (X) SIM ( ) Não tenho essa informação

A torneira do tanque possui acionamento automático: (X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação
A torneira do tanque possui possuem arejador: (X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O apartamento possui medição individualizada de energia: ( ) NÃO (X) SIM

Seu condomínio possui sistema automatizado de monitoramento para controle do consumo de energia:
(X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui microgeração de energia (solar ou eólica): (X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

O edifício possui etiqueta ENCE do InMetro - Procel Edifica: ( ) NÃO ( ) SIM (X) Não tenho essa informação

Seu condomínio possui pontos para abastecimento de carros e bicicletas elétricas: (X) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

Seu apartamento foi entregue pela construtora com sistema de automação para controle de acendimento de lâmpadas e/ou outros equipamentos: (X) NÃO ( ) SIM

Os chuveiros são atendidos por água com aquecimento: (X)Elétrico ( ) Gás ( )Solar
Se for solar, possui medição individualizada de água quente: ( ) NÃO ( ) SIM ( ) Não tenho essa informação

A maioria das lâmpadas instaladas por você no seu apartamento são: (X) LED ( ) Florescente ( ) outras

Para adquirir um eletrodoméstico e/ou aparelho de ar condicionado, você observa a etiqueta do InMetro (Procel):
( ) NÃO (X) SIM ( ) Não tenho essa informação

O(s) aparelho(s) de ar condicionado para ser instalado no seu apartamento deve ser do tipo: (X)Split ( ) Janela

OBRIGADA POR SUA CONTRIBUIÇÃO!

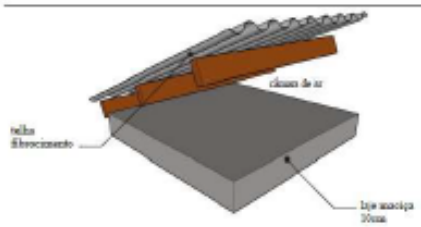
APÊNDICE D – Cálculo da transmitância e capacidade térmica da cobertura padrão do RTQ-R descrito no item 9 do Anexo geral V (anexo B desta Dissertação)

CÁLCULO DA TRANSMITÂNCIA DA COBERTURA

* Planilha desenvolvida por Argeu Maioli Pretti, aluno do PPGEC - UFES.

Laje maciça (10,0cm), Telha de fibrocimento, camada de ar (> 5cm) .

Recorte do Anexo V do RTQ-R, com dados da transmitância da cobertura calculada nesta planilha.



Descrição: 9

Laje maciça (10,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,06	233

Fonte: Brasil, MDIC e Inmetro (2012).

RESULTADO:

Transmitância Térmica Cobert. (U_{cob})= 2,059 W/(m²K)

Resistência Térmica Total (R_T)= 0,486 (m²K)/W

Trasmintância Térmica (U)

(1) $U = 1/RT$

Resistência Térmica (R)

(2) $R_t=(A_a+A_b)/(A_a/R_a)+(A_b/R_b)$

(3) $R=e/\lambda$

(4) $R_T=R_{se}+R_t+R_{si}$

MEMORIAL DE CÁLCULO:

R_{se_desc} (m²K)/W
0,04

Resistência Térmica Telha (R_{telha})		
e_{telha}	λ_{telha}	R_{telha} (m²K)/W
0,008	0,95	0,0084211

Resistência Térmica Cam. Ar Telha (R_{cam})		
e_{cam}	Fluxo	R_{cam} (m²K)/W
0,20	Desc.	0,21

Resistência Térmica Reboco (R_{reboco})		
e_{reboco}	λ_{reboco}	R_{reboco} (m²K)/W
0	1,75	0,000

Resistência Térmica PINUS		
e_{memb}	λ_{memb}	R_{memb} (m²K)/W
0,01	0,15	0,000

Resistência Térmica Concreto (R_{conc})		
e_{conc}	λ_{conc}	R_{conc} (m²K)/W
0,10	1,75	0,057

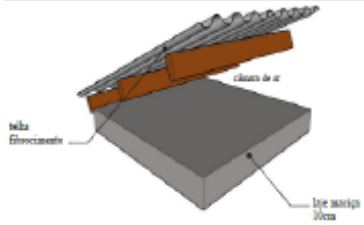
R_{si_desc} (m²K)/W
0,17

CÁLCULO DA CAPACIDADE TÉRMICA DA COBERTURA

*** Planilha desenvolvida por Argeu Maioli Pretti, aluno do PPGEC - UFES.**

Laje maciça (10,0cm), Telha de fibrocimento, camada de ar (> 5cm) .

Recorte do Anexo V do RTQ-R, com dados da capacidade térmica da cobertura calculada nesta planilha.



Descrição: 9

Laje maciça (10,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,06	233

Fonte: Brasil, MDIC e Inmetro (2012).

RESULTADO:

Capacidade térmica Cobert. (C_{Tcob})= 238,82 kj/m²K

Capacidade Térmica (C_T)

$$C_T=(A_a+A_b)/(A_a/C_{Ta})+(A_b/C_{Tb})$$

MEMORIAL DE CÁLCULO:

Capacidade Térmica Telha (C_{Ttelha})				
e_{telha}	ρ_{telha}	c_{telha}	Área (m²)	C_{Ttelha} kj/m²K
0,008	1400,00	0,84	1,00	18,82

Capacidade Térmica Concreto (C_{Tconc})				
e_{conc}	ρ_{conc}	c_{conc}	Área (m²)	C_{Tconc} kj/m²K
0,10	2200,00	1,00	1,00	220,00

Capacidade Térmica PINUS (C_{TPINUS})				
e_{PINUS}	Ppinus	c_{PINUS}	Área (m²)	C_{TPINUS} kj/m²K
0,01	300,00	1,34	1,00	0,00

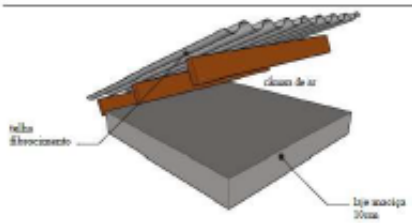
APÊNDICE E – Cálculo da transmitância e capacidade térmica da cobertura do edifício representativo D com base na NBR 15220-2

CÁLCULO DA TRANSMITÂNCIA DA COBERTURA

* Planilha desenvolvida por Argeu Maioli Pretti, aluno do PPGEC - UFES.

Laje plana tensionada (18,0cm), Telha de fibrocimento, camada de ar (> 5cm) .

Recorte do Anexo V do RTQ-R, com dados da transmitância da cobertura calculada nesta planilha.



Descrição:	9
Laje ~~maciça (10,0cm)~~ →	plana tensionada 18cm
Câmara de ar (> 5,0 cm)	
Telha fibrocimento	

U	C_T
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]
?	

Fonte: Brasil, MDIC e Inmetro (2012).

RESULTADO:

Transmitância Térmica Cobert. (U_{cob})= **1,882** W/(m²K)

Resistência Térmica Total (R_T)= **0,531** (m²K)/W

Trasmintância Térmica (U)

(1) $U = 1/RT$

Resistência Térmica (R)

(2) $R_t=(A_a+A_b)/(A_a/R_a)+(A_b/R_b)$

(3) $R=e/\lambda$

(4) $R_T=R_{se}+R_t+R_{si}$

MEMORIAL DE CÁLCULO:

R_{se_desc} (m²K)/W
0,04

Resistência Térmica Telha (R_{telha})		
e_{telha}	λ_{telha}	R_{telha} (m²K)/W
0,008	0,95	0,0084211

Resistência Térmica Cam. Ar Telha (R_{cam})		
e_{cam}	Fluxo	R_{cam} (m²K)/W
0,20	Desc.	0,21

Resistência Térmica Reboco (R_{reboco})		
e_{reboco}	λ_{reboco}	R_{reboco} (m²K)/W
0	1,75	0,000

Resistência Térmica PINUS		
e_{memb}	λ_{memb}	R_{memb} (m²K)/W
0,01	0,15	0,000

Resistência Térmica Concreto (R_{conc})		
e_{conc}	λ_{conc}	R_{conc} (m²K)/W
0,18	1,75	0,103

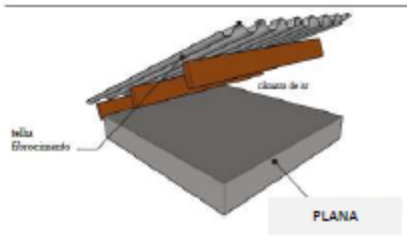
R_{si_desc} (m²K)/W
0,17

CALCULO DA CAPACIDADE TÉRMICA DA COBERTURA

*** Planilha desenvolvida por Argeu Maioli Pretti, aluno do PPGEC - UFES.**

Laje plana tensionada (18,0cm), Telha de fibrocimento, camada de ar (> 5cm) .

Recorte do Anexo V do RTQ-R, com dados da capacidade térmica da cobertura calculada nesta planilha.



Descrição: 9

Laje inclição (18,0cm) → plana tensionada 18cm

Câmara de ar (> 5,0 cm)

Telha fibrocimento

U	C_T
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]
	?

Fonte: Brasil, MDIC e Inmetro (2012).

RESULTADO:

Capacidade térmica Cobert. (C_{Tcob})= **414,82** **kj/m²K**

Capacidade Térmica (C_T)

$C_T=(A_a+A_b)/(A_a/C_{Ta})+(A_b/C_{Tb})$

MEMORIAL DE CÁLCULO:

Capacidade Térmica Telha (C_{Ttelha})				
e_{telha}	ρ_{telha}	c_{telha}	Área (m²)	C_{Ttelha} kj/m²K
0,008	1400,00	0,84	1,00	18,82

Capacidade Térmica Concreto (C_{Tconc})				
e_{conc}	ρ_{conc}	c_{conc}	Área (m²)	C_{Tconc} kj/m²K
0,18	2200,00	1,00	1,00	396,00

Capacidade Térmica PINUS (C_{TPINUS})				
e_{PINUS}	Ppinus	c_{PINUS}	Área (m²)	C_{TPINUS} kj/m²K
0,01	300,00	1,34	1,00	0,00

ANEXOS

“Toda teoria só é boa na condição de que, utilizando-a, se vá mais além.”

André Gide .

ANEXO A - Lei nº 8.947, de 16 de maio de 2016.

Projeto de Lei nº: 304/2014
Processo nº: 8147/2014
Autor: Dari Ismael

Câmara Municipal de Vitória
Estado do Espírito Santo

CMV/DEL
Publicado no Diário Oficial Legislativo Municipal
de: 19 / 05 / 2016
Rubrica

LEI Nº 8.947

Dispõe sobre a Política de Eficiência Energética e Sustentabilidade do Município de Vitória.

O Presidente da Câmara Municipal de Vitória, Estado do Espírito Santo, faz saber que a Câmara Municipal de Vitória aprova e eu promulgo na forma do Art. 83, § 7º da Lei Orgânica do Município de Vitória, a seguinte Lei:

Art. 1º. Esta Lei estabelece a Política de Eficiência Energética e Sustentabilidade do Município de Vitória visando uso racional dos recursos energéticos.

Art. 2º. Esta Lei representa o compromisso do Município perante o desafio de viabilizar o desenvolvimento sustentável do Município, utilizando de forma racional a energia, e contribui para a redução das emissões de gases do efeito estufa – GEE em benefício desta e das futuras gerações.

Art. 3º. A Política de Eficiência Energética e Sustentabilidade deve ser exercida de acordo com as seguintes diretrizes:

I - apoiar a pesquisa, o desenvolvimento, divulgação e a promoção do uso de tecnologias em fontes renováveis de energias e de conservação de energia;

II - promoção da ecoeficiência por meio de incentivo à adoção e utilização de tecnologias mais limpas, ao aumento da eficiência energética, à utilização racional de energia, ao uso de recursos renováveis, à prevenção e controle da poluição, redução de rejeitos, à recuperação de recursos naturais, reciclagem de materiais e outras operações com objetivos

fls. 2 -

socioambientais a fim de contribuir para amenizar os efeitos das mudanças climáticas;

III - promover à disseminação de informações, a educação, a capacitação e a conscientização tanto dos servidores públicos, quanto da sociedade em geral, especialmente no tocante às escolas públicas, sobre a importância do uso racional dos recursos energéticos e a redução de emissões de gases de efeito estufa;

IV - apoiar, promover e divulgar, sempre que possível, o desenvolvimento de pesquisas científico-tecnológicas, e a difusão de tecnologias, processos e práticas orientados a eficiência energética;

V - adotar procedimentos de aquisição de bens e contratação de serviços pelo Poder Público Municipal, sempre que possível, com base em critérios de sustentabilidade;

VI - utilizar instrumentos econômicos, tais como isenções, subsídios e incentivos tributários, visando à prática sustentável das atividades e o uso racional de energia;

VII - disponibilizar recursos financeiros e orçamentários para aplicação em programas e ações relacionados à eficiência energética no município;

VIII - buscar parcerias com órgãos públicos e iniciativa privada para promover o uso racional de energia no âmbito municipal;

IX - ter por meta uma redução de 20% no consumo energético dos órgãos públicos num prazo de 3 (três) anos, a contar da data de publicação desta Lei.

Art. 4º. São objetivos específicos da Política de Eficiência Energética e Sustentabilidade do município:

I - criar instrumentos econômicos, financeiros e fiscais, para a promoção dos objetivos, diretrizes e ações previstas nesta Lei;

II - incentivar iniciativas e projetos, públicos e privados, que favoreçam a mitigação de emissões de gases de efeito estufa e o desenvolvimento sustentável;

III- promover programas e iniciativas de educação e conscientização da população sobre eficiência energética e sustentabilidade;

fls. 3 -

IV - contribuir para mitigação, ou adaptação, aos efeitos adversos das mudanças climáticas nos diferentes níveis de planejamento municipal;

V - incentivar o uso das energias limpas;

VI - apoiar a educação, a pesquisa, o desenvolvimento, a divulgação e a promoção do uso de tecnologias que utiliza os recursos energéticos com eficiência;

VII - incentivar campanhas de educação e conscientização para o uso do transporte coletivo, estímulo ao uso de veículos não motorizados e a adoção de transportes que utilizem combustíveis renováveis a fim de minimizar os impactos causados pela poluição atmosférica, sonora e formação de ilhas de calor.

Art. 5º. São estratégias de promoção da eficiência energética e redução dos impactos ambientais, as seguintes medidas:

I - criação de incentivos, por lei, para a geração de energia descentralizada no Município, a partir de fontes renováveis;

II - incentivo ao aproveitamento de óleos residuais para a produção de biodiesel e geração de energia;

III - promover o incremento e o desenvolvimento do uso de fontes renováveis de energia, criação e adoção de normativas para a sua implementação e seu uso, a exemplo da energia solar e energia eólica;

IV - identificar e fomentar a instalação e o uso de fontes renováveis de energia, em particular a microgeração, energia solar térmica para aquecimento de água nas edificações, fotovoltaica e/ou eólica para a geração de eletricidade;

V - estabelecer como norma critérios para construção e reforma de prédios públicos, visando promover e implantar tecnologias de aproveitamento de energias renováveis, e uso racional de água e coleta seletiva de resíduos sólidos;

VI - promover e divulgar as diversas tecnologias sustentáveis existentes, através dos meios de comunicação disponíveis;

VII - criar incentivos financeiros relacionados à eficiência energética e ao uso de energias renováveis em sistemas de conversão de energia;

fls. 4 -

VIII - promover o uso dos melhores padrões de eficiência energética e do uso de energias renováveis na iluminação pública;

IX - disseminar nas escolas a importância do uso de fontes alternativas de energias e medidas para seu uso racional.

Art. 6º. Nas construções e reformas de prédios públicos deverá prever o consumo eficiente e racional de recursos materiais, tais como:

I - água;

II - energia:

III - matéria prima e resíduos da construção;

IV - gás e combustíveis.

Parágrafo único. A Política de Eficiência Energética e Sustentabilidade deverá estimular a utilização de materiais recicláveis e que minimizem o impacto ao meio ambiente, de insumos com baixo teor de carbono e de fontes renováveis de energia e da certificação de edificações quanto ao nível de eficiência energética.

Art. 7º. Os projetos de construção de prédios públicos e os habitacionais populares ou de baixa renda que forem instalados após a entrada em vigor desta Lei deverão prever o uso de equipamentos de eficiência energética, bem como apresentar conceitos de eficiência energética e técnicas arquitetônicas e construtivas que:

I – diminuam a necessidade de iluminação artificial e refrigeração artificial de ar;

II – utilizem técnicas e materiais construtivos alternativos de baixo custo e;

III – realizem o reuso de água e o aproveitamento de águas pluviais.

Art. 8º. O Poder Público Municipal adotará os seguintes critérios para o cumprimento da Política de Eficiência Energética e Sustentabilidade:

I - economia do consumo de bens e serviços;

fls. 5 -

II - minimização da geração de resíduos e implementação da coleta seletiva;

III - adoção de tecnologias menos agressivas ao meio ambiente;

IV - redução e compensação de emissões;

V - racionalização do uso de recursos naturais;

VI - educação para a sustentabilidade.

Art. 9º. Constituem estratégias para as edificações, visando à minimização no uso dos insumos, diminuição dos impactos e em busca da sustentabilidade municipal, as seguintes medidas:

I - incentivar medidas de eficiência energética, no uso dos recursos hídricos, ampliação de áreas verdes e reutilização de subprodutos da construção civil em projetos de edificações privadas e públicas;

II - incentivar a utilização de sistemas sustentáveis nas edificações, inclusive durante os processos de construção, como energia solar, captação de águas de chuva e reutilização das águas;

III - incentivar a reutilização de materiais nas obras públicas e privadas.

Art. 10. Para os objetivos desta Lei, o Poder Executivo Municipal poderá:

I - estabelecer medidas fiscais, financeiras, econômicas e tributárias destinadas a estimular o desenvolvimento sustentável do município, a redução das emissões de gases de efeito estufa e a promoção da eficiência energética, a serem estabelecidas em lei específica;

II - estimular a criação de linhas de crédito e financiamento por agentes financeiros públicos e privados.

Art. 11. O Município poderá conceder desconto no valor do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana – IPTU, por um período determinado, a:

I - edificações novas, que obtiverem nível mínimo B na Etiquetagem Nacional de Conservação de Energia;

fls. 6 -

II - edificações existentes que obtiverem certificação nível mínimo C na Etiquetagem Nacional de Conservação de Energia;

III - edificações que gerem energia através do sistema de compensação de micro e minigeração conforme a Resolução Nº 482/2012 da ANEEL;

IV - edificações que possuírem sistemas de aquecimento solar de água.

Art. 12. A Prefeitura do Município de Vitória, para fomentar a Política de Eficiência Energética e Sustentabilidade, poderá conceder incentivos fiscais, por intermédio de lei específica, observados os limites constitucionais e as disposições da Lei de Diretrizes Orçamentárias.

Art. 13. O Poder Executivo, dentro da legislação tributária, poderá criar mecanismos de estímulos fiscais nas seguintes áreas:

I - eficiência energética;

II - energia renovável;

II - atividades de mitigação e sequestro de carbono.

Art. 14. Nas licitações utilizar como critério o selo PROCEL na aquisição e instalação de produtos e equipamentos, visando maior eficiência energética, assim como recomendações da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e da ASPE (Agência de Serviços Públicos de Energia do Estado do Espírito Santo), esta última coordenadora do Programa Estadual de Eficiência Energética e de Incentivo ao uso de Energias Renováveis – PROENERGIA.

Art. 15. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Palácio Attílio Vivácqua, 16 de maio de 2016.

Namy Chequer Bou Habib Filho
PRESIDENTE

Proc. Nº 8147/2014 – CMV
/cvsp

ANEXO 9.3 – ZONA DE OCUPAÇÃO CONTROLADA 1 – ZOC1

TABELA DE CONTROLE URBANÍSTICO											
USOS		ÍNDICES									
PERMITIDOS	TOLERADOS	CA MÁXIMO	TO MÁXIMA	TP MÍNIMA	GABARITO	ALTURA DA EDIFICAÇÃO	AFASTAMENTOS MÍNIMOS			PARCELAMENTO	
							FRENTE	LATERAL	FUNDOS	TESTADA MÍNIMA	ÁREA MÍNIMA
Residencial Unifamiliar e Condomínio Residencial Unifamiliar	Empreendimentos Especiais classificados em G1 em qualquer via e G2 nas vias locais principais e coletoras	1,2	60%	10%	ZOC1/01- 5 pav. ZOC1/02 e ZOC1/03 - 6 pav. ZOC1/05, ZOC1/06, ZOC1/07 – 10 PAV.	ZOC1/01- 15 m ZOC1/02 e ZOC1/03- 18,50m ZOC1/04 ver obs. ZOC1/05, ZOC1/06, ZOC1/07 – 30m	3,00m	Até o 2º pav.– Isento Acima – Ver Anexo 10	Até o 2º pav.– Isento Acima – Ver Anexo 10	12,00m	360,00m²
Atividades não residenciais classificadas como G1 em qualquer via e G2 nas vias locais principais e coletoras											
Condomínio Residencial Multifamiliar	Hotel, Apart-hotel e similares enquadrados como G2 nas vias locais principais e coletoras.	1,95	50%					1º pav. isento Acima do 1º pav. – Ver Anexo 10	1º pav. isento Acima do 1º pav. – Ver Anexo 10		
Misto (Residencial e não-residencial)											

CA – Coeficiente de Aproveitamento TO – Taxa de Ocupação TP – Taxa de Permeabilidade

OBSERVAÇÕES:

1. A área destinada a vagas de estacionamento de veículos, carga e descarga de mercadorias e embarque e desembarque de passageiros é a constante do Anexo 11.
2. Deverá ser observado o limite de altura máxima das edificações de acordo com o art. 157 desta lei.
3. As atividades não-residenciais nas edificações destinadas ao uso misto deverão utilizar o coeficiente de aproveitamento máximo de 0,5 (incluído no C.A. máximo).
4. O primeiro pavimento não em subsolo, quando destinado ao uso comum em residências multifamiliares, aos usos não residenciais em edificações com uso misto e em Hotéis e Apart-hotéis, poderá ocupar toda a área remanescente do terreno, após a aplicação do afastamento frontal, da taxa de permeabilidade e das normas de iluminação e ventilação dos compartimentos.
5. Na ZOC1/04, em lotes com mais de 1200,00m², as edificações de uso misto poderão ter o coeficiente de aproveitamento total acrescido de 0,5, desde que este seja utilizado integralmente para uso não-residencial e no pav. térreo.
6. Na ZOC1/04, a altura da edificação será definida em função da largura das vias onde se localiza o lote, mantendo-se a seguinte proporção: h = largura da via + afastamento frontal utilizado, devendo ser atendida em todas as testadas do lote.
7. Nas vias coletoras e locais principais identificadas no Anexo 4.1 não são permitidas as atividades de marcenaria, serralheria e oficina mecânica.

ANEXO 9.4 – ZONA DE OCUPAÇÃO CONTROLADA 2 – ZOC2

TABELA DE CONTROLE URBANÍSTICO

USOS		ÍNDICES									
PERMITIDOS	TOLERADOS	CA MÁXIMO	TO MÁXIMA	TP MÍNIMA	GABARITO	ALTURA DA EDIFICAÇÃO	AFASTAMENTOS MÍNIMOS			PARCELAMENTO	
							FRENTE	LATERAL	FUNDOS	TESTADA MÍNIMA	ÁREA MÍNIMA
Residencial Unifamiliar e Condomínio Residencial Unifamiliar	Empreendimentos Especiais classificados em G1 em qualquer via e G2 nas vias locais principais e coletoras Ver obs. 6	1,2	60%	10%	ZOC2/01 e ZOC2/02 5 pav. ZOC2/05 ZOC2/06 e ZOC2/07 10 pavimentos	ZOC2/01 e ZOC2/02 15,00m ZOC2/05 ZOC2/06 e ZOC2/07 30,00m	3,00m	Até o 2º pav. isento Acima – ver Anexo 10	Até o 2º pav. isento Acima – ver Anexo 10	15,00m	450,00m²
Atividades não residenciais classificadas como G1 em qualquer via e G2 nas vias locais principais e coletoras ver obs. 6											
Condomínio Residencial Multifamiliar	Hotel, Apart-hotel e similares enquadrados como G2 nas vias locais principais e coletoras. Ver obs. 6	2,4	50%					Acima do 2º pav. ver Anexo 10	Acima do 2º pav. ver Anexo 10		
Misto (Residencial e não-residencial)											

CA – Coeficiente de Aproveitamento TO – Taxa de Ocupação TP – Taxa de Permeabilidade

OBSERVAÇÕES:

1. A área destinada a vagas de estacionamento de veículos, carga e descarga de mercadorias e embarque e desembarque de passageiros é a constante do Anexo 11.
2. Deverá ser observado o limite de altura máxima das edificações de acordo com o art. 157 desta lei.
3. As atividades não residenciais nas edificações destinadas ao uso misto deverão utilizar o coeficiente de aproveitamento máximo de 0,5.
4. O primeiro e segundo pavimentos não em subsolo, quando destinado ao uso comum em condomínios residenciais multifamiliares, aos usos não-residenciais em edificações com uso misto e em hotéis e apart-hotéis, poderá ocupar toda a área remanescente do terreno, após a aplicação do afastamento frontal, da taxa de permeabilidade e das normas de iluminação e ventilação dos compartimentos.
5. Nas vias coletoras e locais principais identificadas no Anexo 4.1 não são permitidas as atividades de marcenaria, serralheria e oficina mecânica.
6. Na ZOC2/04 as atividades não residenciais ficam permitidas ou toleradas apenas nas edificações que já possuam Alvará de Funcionamento, Projeto aprovado ou protocolado, antes da vigência desta lei, para atividade não residencial. As reformas das edificações citadas somente serão permitidas sem acréscimo de área.
7. Na ZOC2/05 em lotes com mais de 1200,00m², as edificações de uso misto poderão ter o coeficiente de aproveitamento total acrescido de 0,5, desde que este seja utilizado integralmente para uso não residencial e no pavimento térreo.

ANEXO 9.13 – VIAS ARTERIAIS 2 – ZAR2

TABELA DE CONTROLE URBANÍSTICO

USOS		ÍNDICES									
PERMITIDOS	TOLERADOS	CA MÁXIMO	TO MÁXIMA	TP MÍNIMA	GABARITO	ALTURA DA EDIFICAÇÃO	AFASTAMENTOS MÍNIMOS			PARCELAMENTO	
							FRENTE	LATERAL	FUNDOS	TESTADA MÍNIMA	ÁREA MÍNIMA
Residencial Unifamiliar e Condomínio Residencial Unifamiliar	Empreendimentos Especiais classificados em G1, G2 e G3 e Empreendimentos Geradores de Impacto Urbano	1,2	60%	10%	ver obs. 9 e 10.	ver obs. 9 e 10.	4,00m	Até o 2º pav. isento Acima do 2º pav. ver Anexo 10	Até o 2º pav. isento Acima do 2º pav. ver Anexo 10	12,00m	360,00m²
Atividades não-residenciais classificadas como G1,G2 e G3											
Condomínio Residencial Multifamiliar	Hotel, apart-hotel e similares enquadrados como empreendimentos especiais ou como empreendimentos geradores de impacto urbano em qualquer localização.	1,95	50%								
Misto (Residencial e não-residencial)											

CA – Coeficiente de Aproveitamento TO – Taxa de Ocupação TP – Taxa de Permeabilidade

OBSERVAÇÕES:

1. São classificadas como Arteriais 2 as seguintes vias: BR101 Norte, Av. Dante Michelini com exceção dos trechos abrangidos pela ZOC3, ZPA1 e ZEE1, Av. Desembargador Santos Neves, Av. Saturnino de Brito entre Rua Celso Calmon e Ponte de Camburi
2. Na Av. Dante Michelini classificada como Arterial 2, as edificações de uso misto poderão ter o coeficiente de aproveitamento total acrescido de 0,5.
3. Na Av. Dante Michelini classificada como Arterial 2 fica proibido a instalação de agências bancárias, postos de abastecimento de combustíveis e atividades enquadradas em G3, com exceção das atividades ligadas a lazer, turismo e diversões que serão toleradas a critério do CMPDU.
4. O limite de altura das edificações que utilizarem o afastamento de frente mínimo em relação a Av. Dante Michelini, classificada como Arterial 2, é de 19,00m (dezenove metros), porém esse limite poderá ser aumentado progressivamente à medida que o afastamento de frente também for aumentado, na seguinte proporção: a cada 3,00m acrescidos na altura da edificação, o afastamento mínimo de frente deverá ser acrescido de 8,00m. Inclui-se no limite altura máxima, nesses casos, todos os elementos construtivos acima da última laje, tais como: platibandas, telhado, casa de máquinas, caixa d`água e etc, com exceção de antenas e pára-raios.
5. As atividades não residenciais nas edificações destinadas ao uso misto deverão utilizar o coeficiente de aproveitamento máximo de 0,5
6. A área destinada a vagas de estacionamento de veículos, carga e descarga de mercadorias e embarque e desembarque de passageiros é a constante do Anexo 11.
7. Deverá ser observado o limite de altura máxima das edificações de acordo com o art. 148 desta lei.
8. O primeiro e segundo pavimentos não em subsolo, quando destinados ao uso comum em condomínios residenciais multifamiliares, aos usos não residenciais, em edificações com uso misto e em hotéis e apart-hotéis, poderão ocupar toda a área remanescente do terreno, após a aplicação do afastamento frontal, da taxa de permeabilidade e das normas de iluminação e ventilação dos compartimentos.
9. Ficam sujeitos ao limite de gabarito de 5 pavimentos e 15,00 de altura da edificação, os imóveis localizados nas seguintes avenidas: Av. Saturnino de Brito entre as ruas Eugênio Netto e Moacir Avidos com fundos para a ZOC1/01; Av. Desembargador Santos Neves no trecho entre a rua Duckla de Aguiar e Av. Nossa Sra. da Penha com fundos para a ZOP1/05; nos demais trechos não há limitação de gabarito e altura de edificação.
10. Ficam sujeitos ao limite de gabarito de 2 pavimentos e 7,5m de altura da edificação, os imóveis localizados na Av. Saturnino de Brito entre a Ponte de Camburi e a Rua João da Cruz.

ANEXO 9.15 – VIAS ARTERIAIS 4 – ZAR4

TABELA DE CONTROLE URBANÍSTICO

USOS		ÍNDICES									
PERMITIDOS	TOLERADOS	CA MÁXIMO	TO MÁXIMA	TP MÍNIMA	GABARITO	ALTURA DA EDIFICAÇÃO	AFASTAMENTOS MÍNIMOS			PARCELAMENTO	
							FRENTE	LATERAL	FUNDOS	TESTADA MÍNIMA	ÁREA MÍNIMA
Residencial Unifamiliar e Condomínio Residencial Unifamiliar		1,2	60%	10%	Ver observação 05	Ver observação 05	6,00m	Até o 2º pav. sem abertura isento com abertura ver Anexo 10 Acima do 2º pav. ver Anexo 10	Até o 2º pav. sem abertura isento com abertura ver Anexo 10 Acima do 2º pav. ver Anexo 10	12,00m	360,00m²
Condomínio Residencial Multifamiliar	Empreendimentos Especiais classificados em G1, G2 e G3 Empreendimentos Geradores de Impacto	2,4	50%								
Atividades não-residenciais classificadas como G1, G2 e G3											
Misto (Residencial e não-residencial)											

CA – Coeficiente de Aproveitamento TO – Taxa de Ocupação TP – Taxa de Permeabilidade

OBSERVAÇÕES:

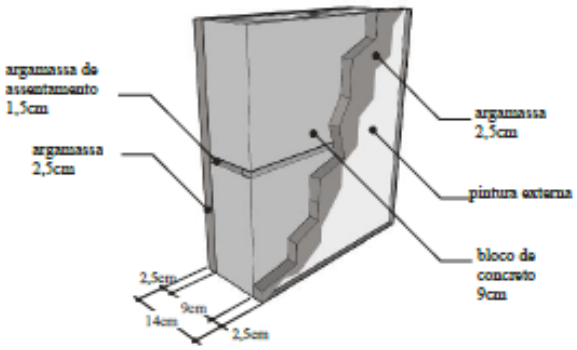
1. São classificadas como Arteriais 4 as avenidas Marechal Mascarenhas de Morais, Gelú Vervloet e José Maria Vivacqua Santos
2. A área destinada a vagas de estacionamento de veículos, carga e descarga de mercadorias e embarque e desembarque de passageiros é a constante do Anexo 11.
3. Deverá ser observado o limite de altura máxima das edificações de acordo com o art. 157 desta lei.
4. O primeiro e segundo pavimentos não em subsolo, quando destinados ao uso comum em condomínios residenciais multifamiliares, aos usos não residenciais, em edificações com uso misto e em hotéis e apart-hotéis, poderão ocupar toda a área remanescente do terreno, após a aplicação do afastamento frontal, da taxa de permeabilidade e das normas de iluminação e ventilação dos compartimentos.
5. Ficam sujeitas ao limite de gabarito de 05 pavimentos e 15,00m de altura da edificação os imóveis localizados na Av. Marechal Mascarenhas de Morais com fundos para ZOP1/04, nos demais trechos não há limitação de altura da edificação.
6. Nas ZAR4 , as edificações de uso misto poderão ter o coeficiente de aproveitamento total acrescido de 0,5, desde que este seja utilizado integralmente para uso não residencial e no pav. térreo.

ANEXO C – Anexo Geral V do RTQ (exceto parte c: vidros)

ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013

ANEXO GERAL V – CATÁLOGO DE PROPRIEDADES TÉRMICAS DE PAREDES, COBERTURAS E VIDROS

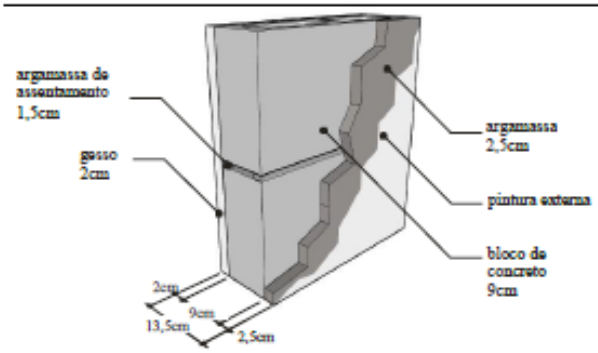
a) Paredes:



Descrição: 1

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco de concreto (9,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

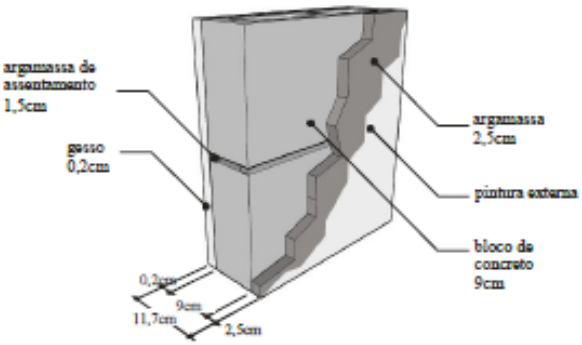
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,78	209



Descrição: 2

Gesso interno (placa 2,0cm)
Bloco de concreto (9,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,72	178



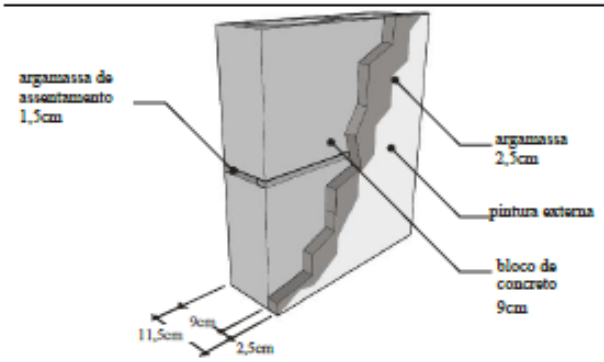
Descrição: 3

Gesso interno (0,2cm)
Bloco de concreto (9,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,97	159

Atualizado em 08/06/2015

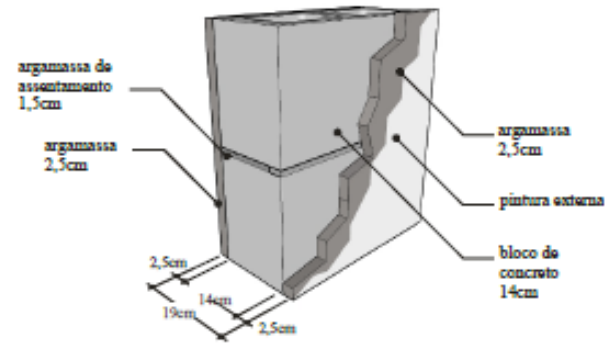
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: 4

Sem revestimento interno
Bloco de concreto (9,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

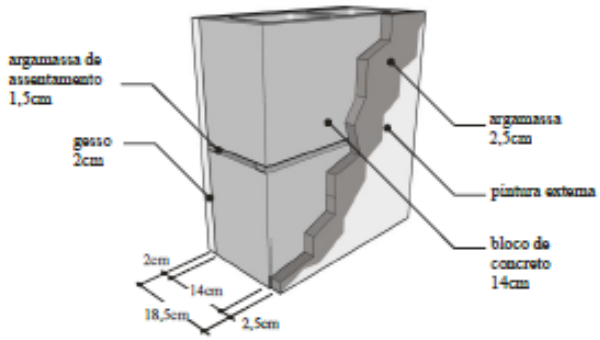
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
3,00	157



Descrição: 5

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,69	272



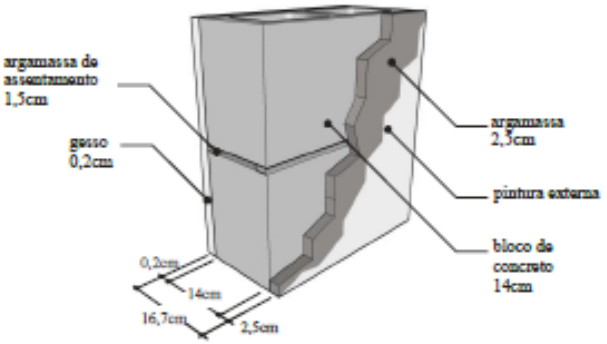
Descrição: 6

Gesso interno (placa 2,0cm)
Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,64	241

Atualizado em 08/06/2015

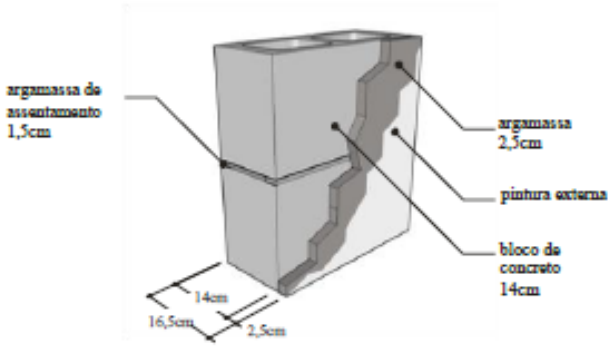
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: 7

Gesso interno (0,2cm)
Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

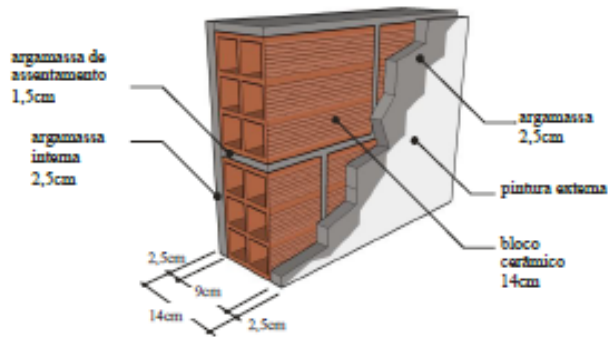
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,86	222



Descrição: 8

Sem revestimento interno
Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,87	221

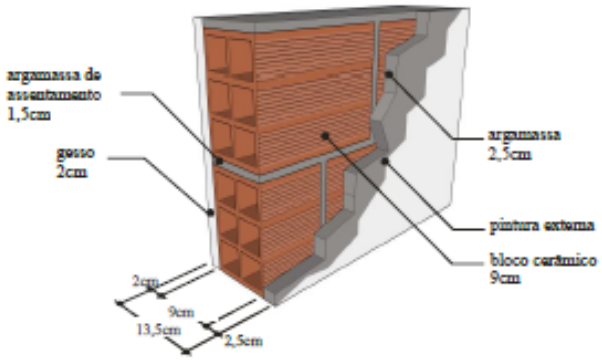


Descrição: 9

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,46	150

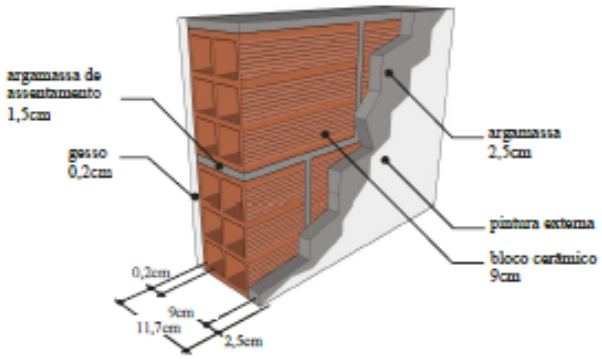
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: **10**

Gesso interno (placa 2,0cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

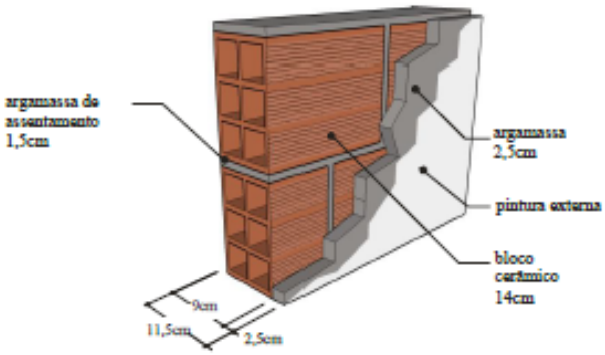
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,37	120



Descrição: **11**

Gesso interno (0,2cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,59	100



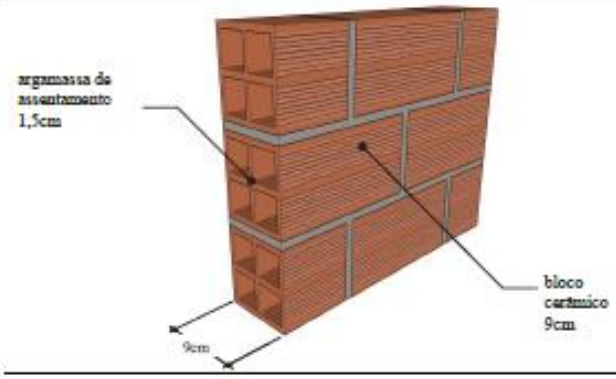
Descrição: **12**

Sem Revestimento Interno
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,61	98

Atualizado em 08/06/2015

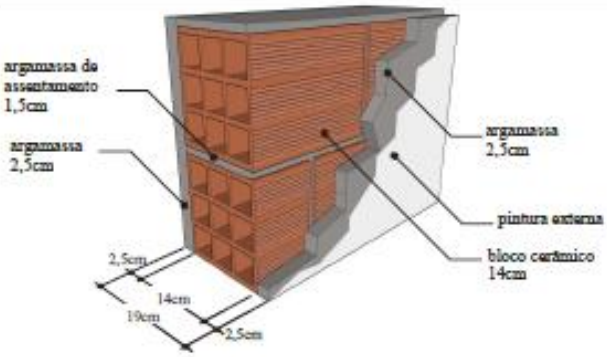
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: **13**

Sem revestimento interno
Bloco cerâmico (9,0 x 9,0 x 24,0 cm)
Sem revestimento externo

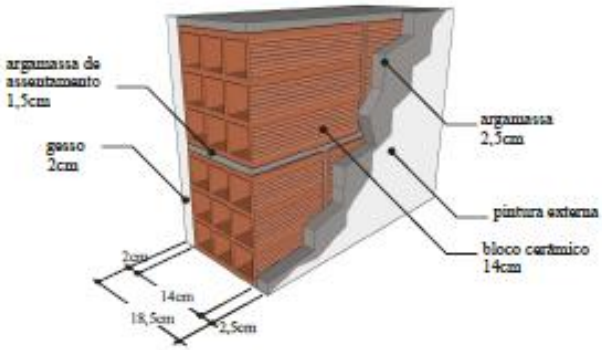
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,99	42



Descrição: **14**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

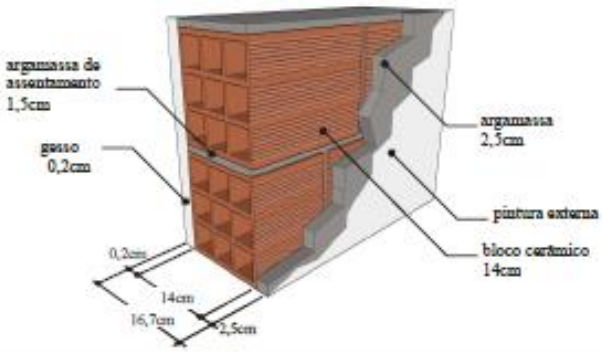
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,85	161



Descrição: **15**

Gesso interno (placa 2,0cm)
Bloco cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,74	125



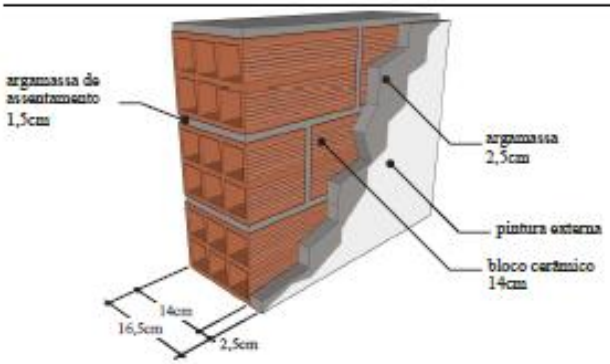
Descrição: **16**

Gesso interno (0,2cm)
Bloco cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,85	105

Atualizado em 08/06/2015

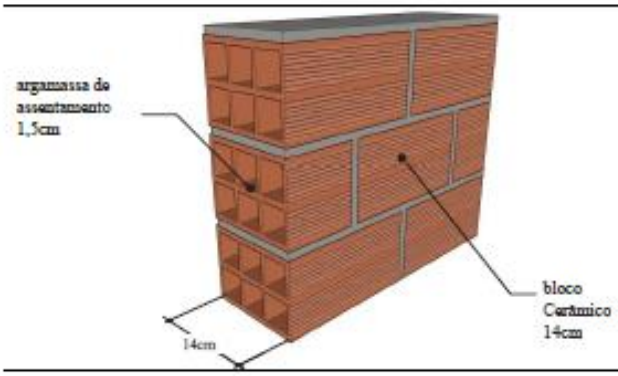
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: **17**

Sem revestimento interno
Bloco cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

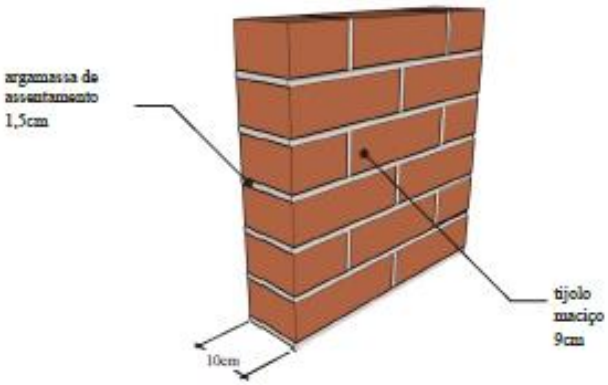
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,96	106



Descrição: **18**

Sem revestimento interno
Bloco cerâmico (14,0 x 9,0 x 24,0cm)
Sem revestimento externo

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,37	56

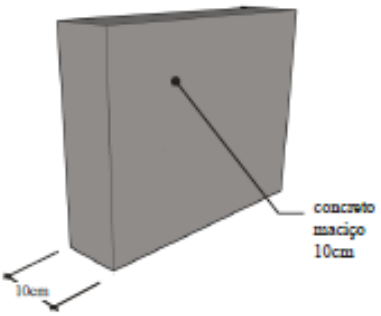


Descrição: **19**

Sem revestimento interno
Tijolo maciço (10,0 x 6,0 x 22,0cm)
Sem revestimento externo

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
3,65	158

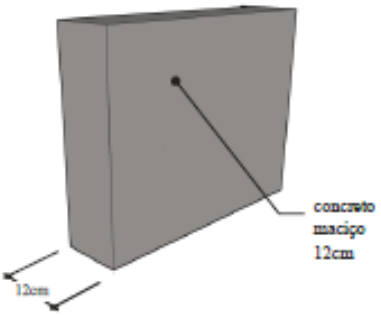
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: 20

Sem revestimento interno
Concreto maciço 10cm
Sem revestimento externo

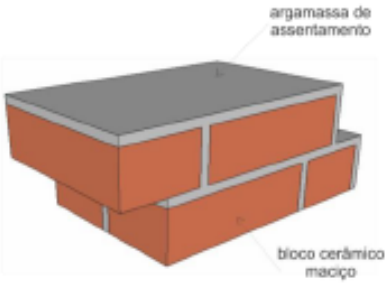
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
4,40	240



Descrição: 21

Sem revestimento interno
Concreto maciço 12cm
Sem revestimento externo

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
4,19	288

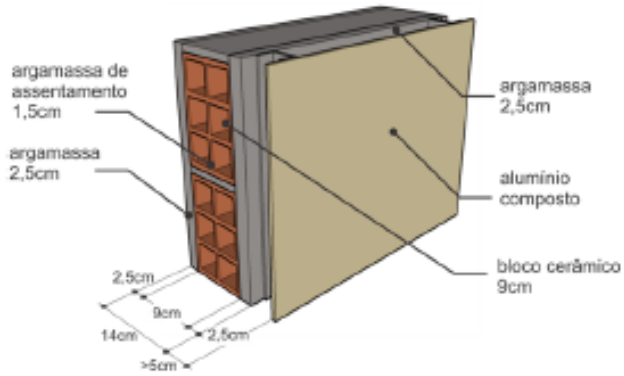


Descrição: 22

Sem revestimento interno
Tijolo maciço (9,0 x 6,0 x 19,0cm)
Sem revestimento externo

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
3,65	158

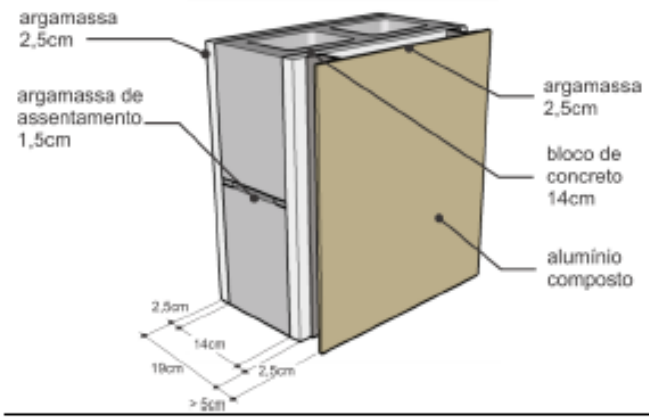
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: **23**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Câmara de ar (> 5cm)
Placa de alumínio composto

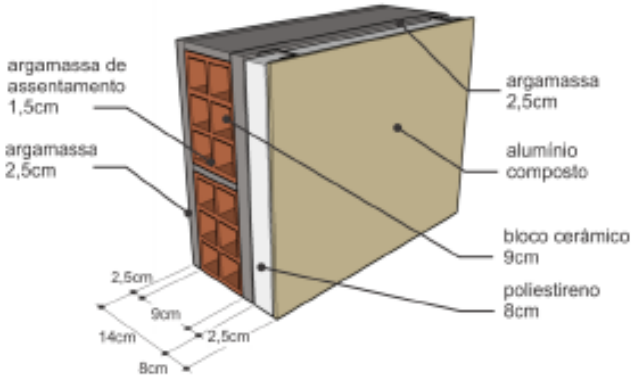
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
0,65	102



Descrição: **24**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Câmara de ar (> 5cm)
Placa de alumínio composto

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
0,69	224

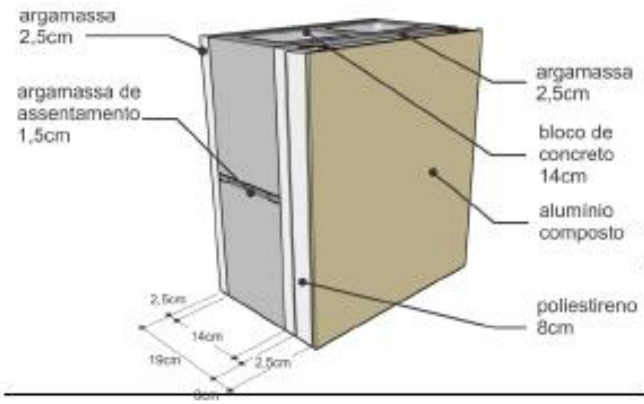


Descrição: **25**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Poliestireno (8cm)
Placa de alumínio composto

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
0,31	106

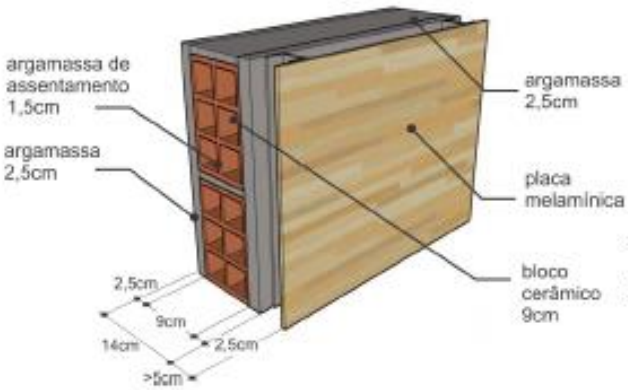
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: **26**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Poliestireno (8cm)
Placa de alumínio composto

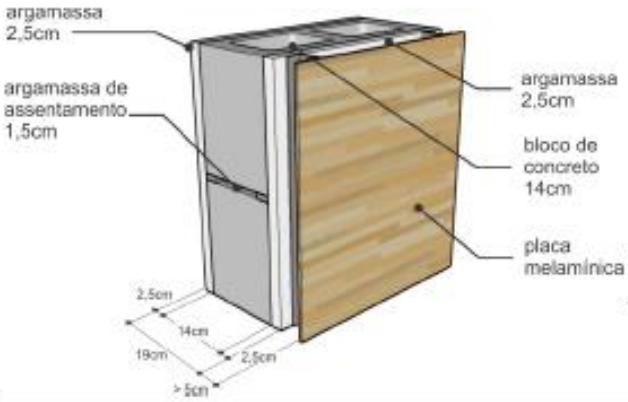
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
0,32	228



Descrição: **27**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Câmara de ar (> 5cm)
Placa melamínica

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,63	121

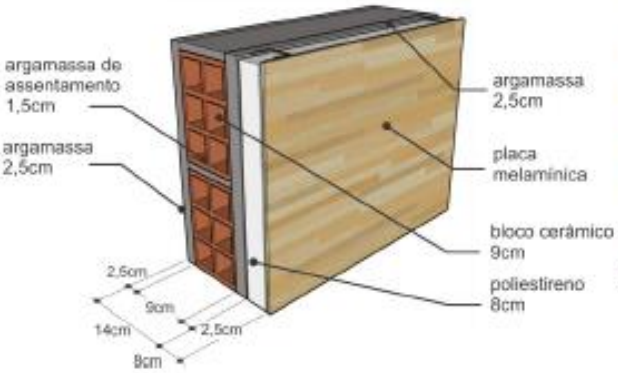


Descrição: **28**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Câmara de ar (> 5cm)
Placa melamínica

U [W/(m²K)]	CT [kJ/m²K]
1,82	242

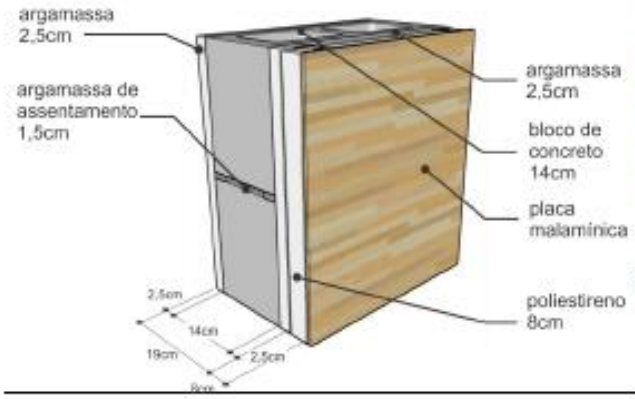
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: **29**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Poliestireno (8cm)
Placa melamínica

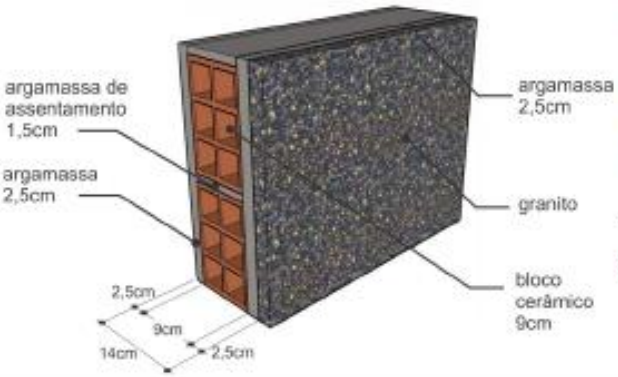
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
0,40	125



Descrição: **30**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Poliestireno (8cm)
Placa melamínica

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
0,42	246

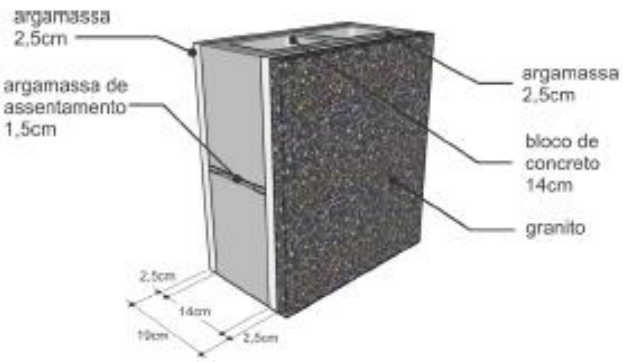


Descrição: **31**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Granito (2,5cm)

U [W/(m²K)]	CT [kJ/m²K]
2,36	210

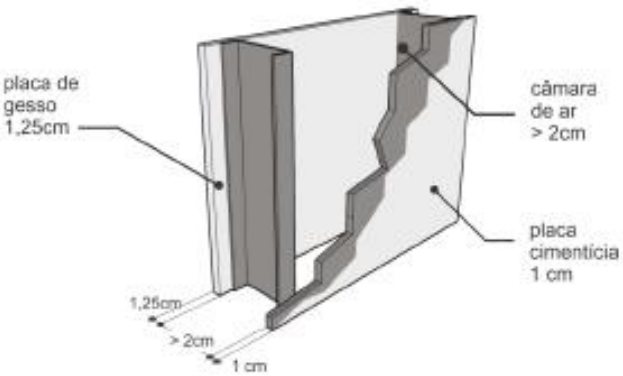
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: **32**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Granito (2,5cm)

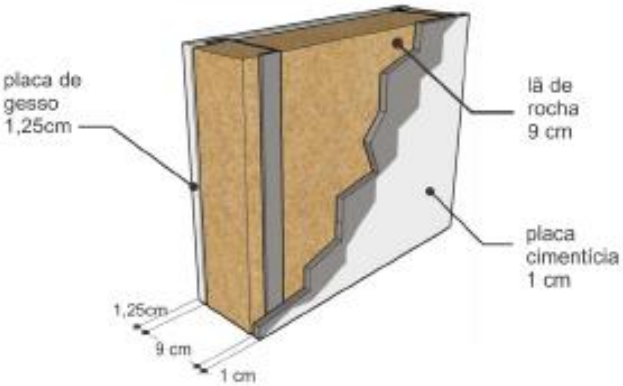
U [W/(m²K)]	CT [kJ/m²K]
2,63	329



Descrição: **33**

Placa de gesso (1,25cm)
Câmara de ar (> 2cm)
Placa cimentícia (1cm)

U [W/(m²K)]	CT [kJ/m²K]
2,66	26

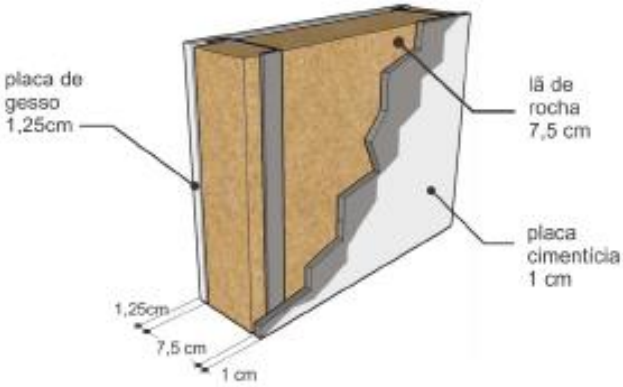


Descrição: **34**

Placa de gesso (1,25cm)
Lã de rocha (9cm)
Placa cimentícia (1cm)

U [W/(m²K)]	CT [kJ/m²K]
0,45	33

ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013

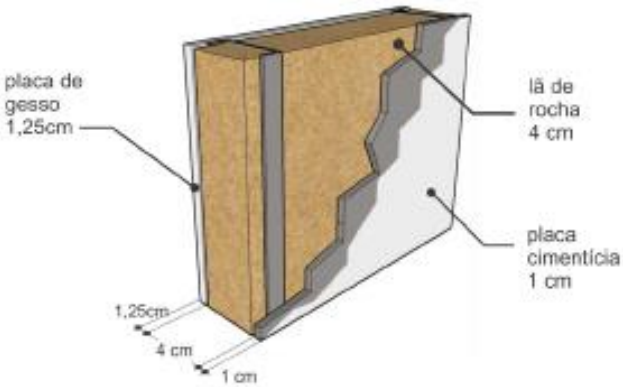


35

Descrição:

Placa de gesso (1,25cm)
Lã de rocha (7,5cm)
Placa cimentícia (1cm)

U [W/(m²K)]	CT [kJ/m²K]
0,53	32

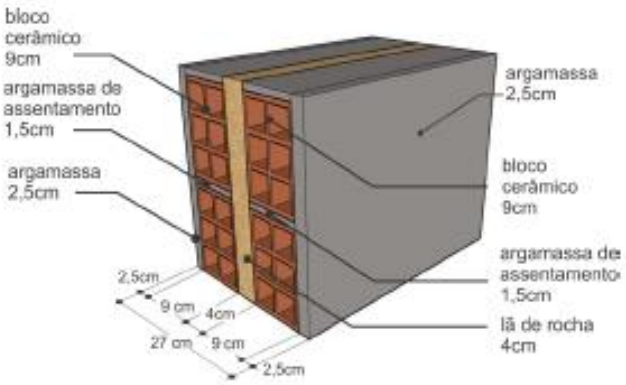


36

Descrição:

Placa de gesso (1,25cm)
Lã de rocha (4cm)
Placa cimentícia (1cm)

U [W/(m²K)]	CT [kJ/m²K]
0,90	29



37

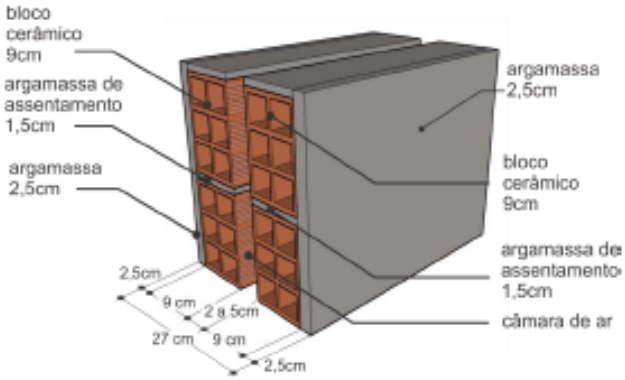
Descrição:

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Lã de rocha (4cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Argamassa externa (2,5cm)

U [W/(m²K)]	CT [kJ/m²K]
0,63	199

Atualizado em 08/06/2015

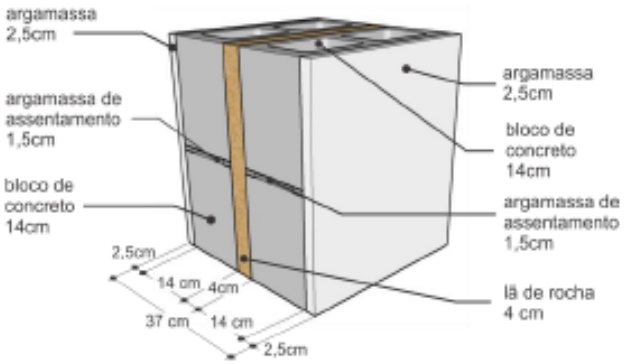
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: **38**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Câmara de ar (2 a 5cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Argamassa externa (2,5cm)

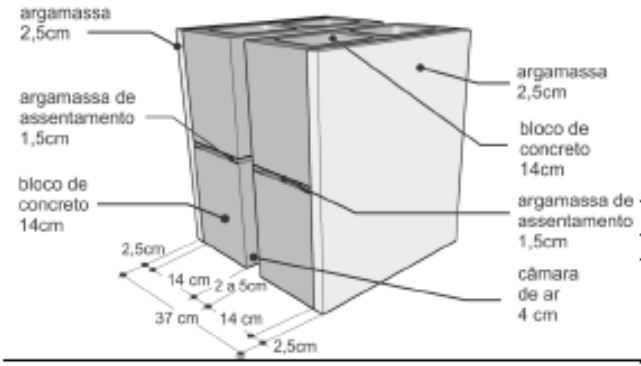
U [W/(m²K)]	CT [kJ/m²K]
1,25	195



Descrição: **39**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
Lã de rocha (4cm)
Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)

U [W/(m²K)]	CT [kJ/m²K]
0,90	441

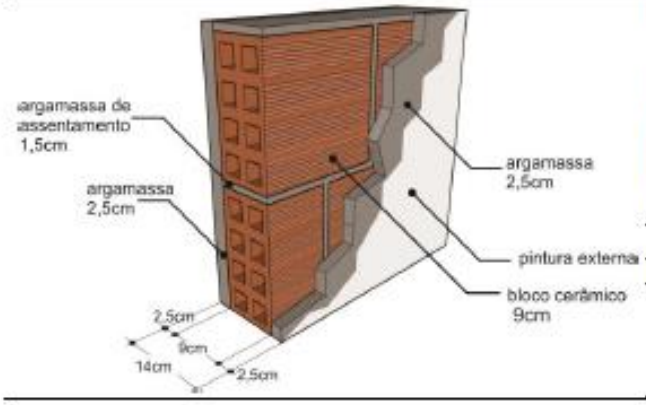


Descrição: **40**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
Câmara de ar (2 a 5cm)
Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)

U [W/(m²K)]	CT [kJ/m²K]
1,43	439

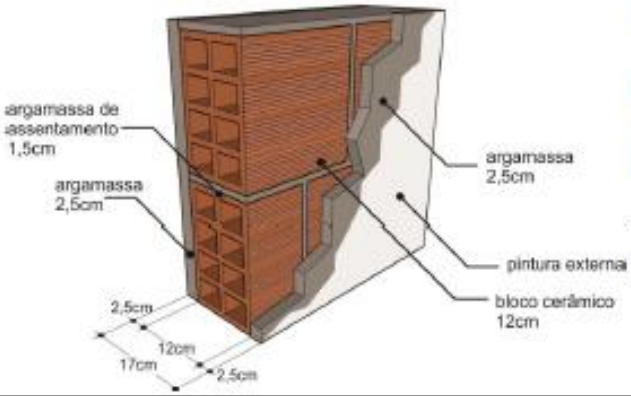
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: **41**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 19,0 x 19,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,39	151

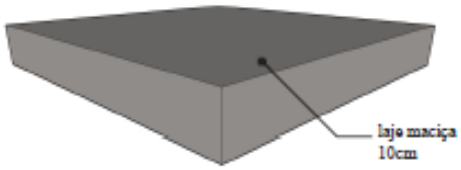


Descrição: **42**

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco cerâmico (12,0 x 19,0 x 19,0cm)
Argamassa externa (2,5cm)
Pintura externa (α)

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,24	155

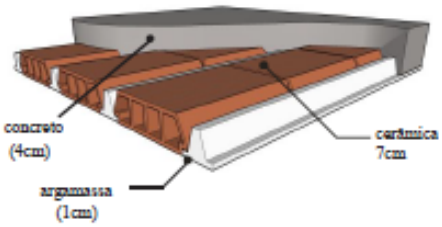
b) Coberturas:



Descrição: 1

Laje maciça (10,0cm)
Sem telhamento

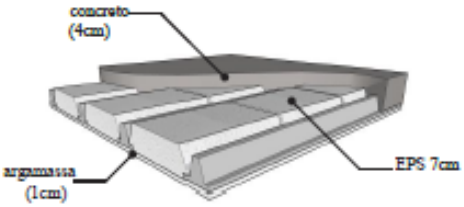
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
3,73	220



Descrição: 2

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)
Sem telhamento

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,95	167

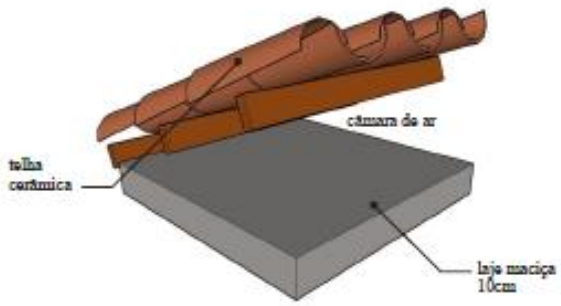


Descrição: 3

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm)
Sem telhamento

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,29	132

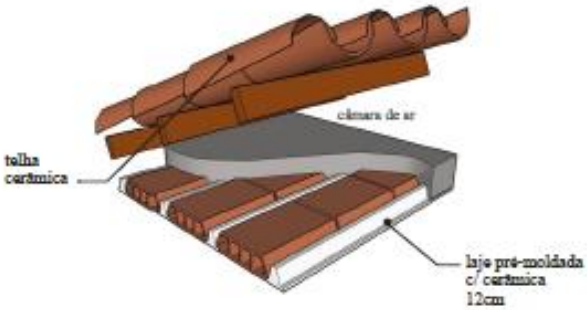
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: 4

Laje maciça (10,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica

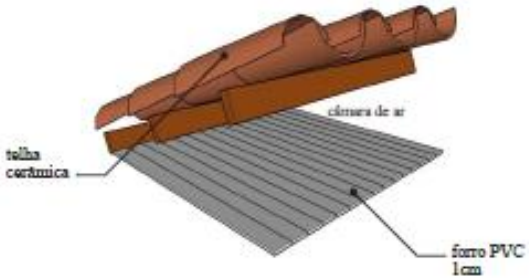
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,05	238



Descrição: 5

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica

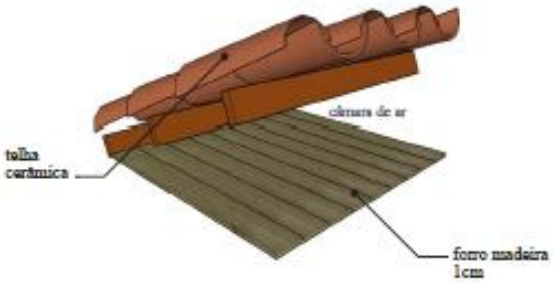
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,79	185



Descrição: 6

Forro PVC (1,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,75	21



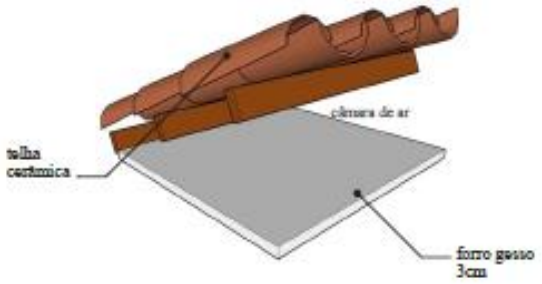
Descrição: 7

Forro madeira (1,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,02	26

Atualizado em 08/06/2015

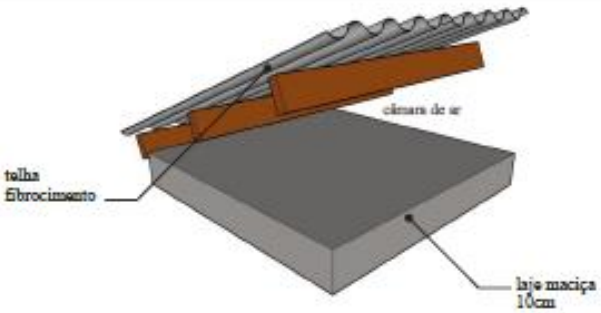
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: **8**

Forro gesso (3,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica (1cm)

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,94	37



Descrição: **9**

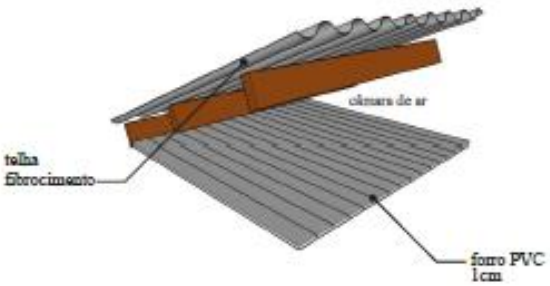
Laje maciça (10,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,06	233

Descrição: **10**

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento 0,8cm

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,79	180



Descrição: **11**

Forro PVC (1,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,76	16

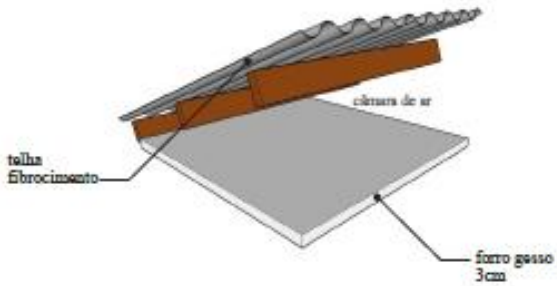
Atualizado em 08/06/2015

ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013

Descrição: 12

Forro madeira (1,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento

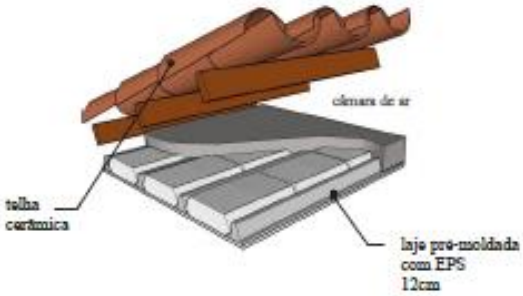
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,02	21



Descrição: 13

Forro gesso (3,0 cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento

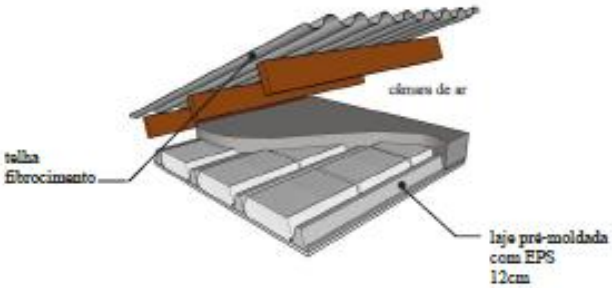
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,95	32



Descrição: 14

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,52	150



Descrição: 15

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,52	145

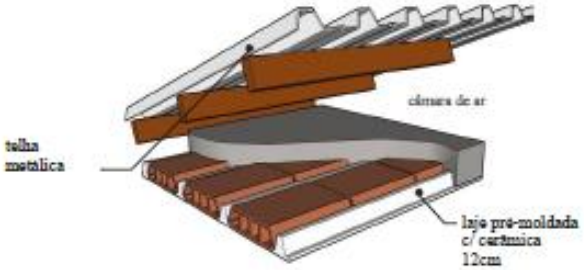
Atualizado em 08/06/2015

ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013

Descrição: **16**

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha metálica 0,06cm

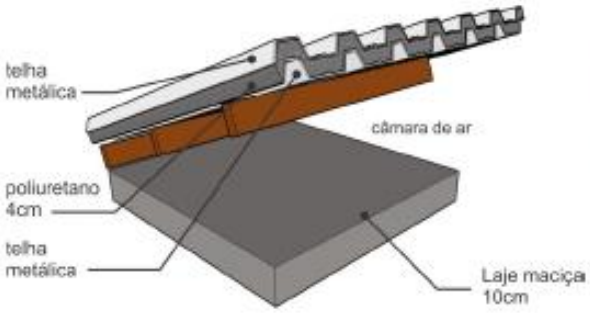
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,54	134



Descrição: **17**

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha metálica 0,6cm

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,82	169



Descrição: **18**

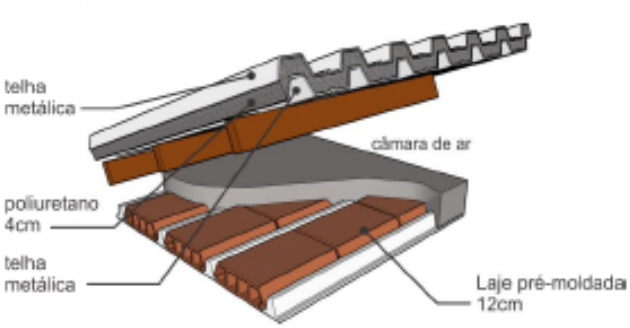
Laje maciça 10,0cm
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha metálica* 0,1cm
Poliuretano 4,0cm
Telha metálica* 0,1cm

* A transmitância térmica independe se a telha tem formato trapezoidal ou ondulada

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
0,55	230

Atualizado em 08/06/2015

ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013

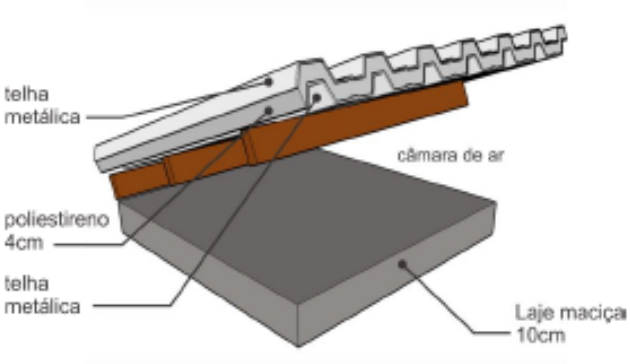


Descrição: **19**

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha metálica* 0,1cm
Poliuretano 4,0cm
Telha metálica* 0,1cm

* A transmitância térmica independe se a telha tem formato trapezoidal ou ondulada

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
0,53	176

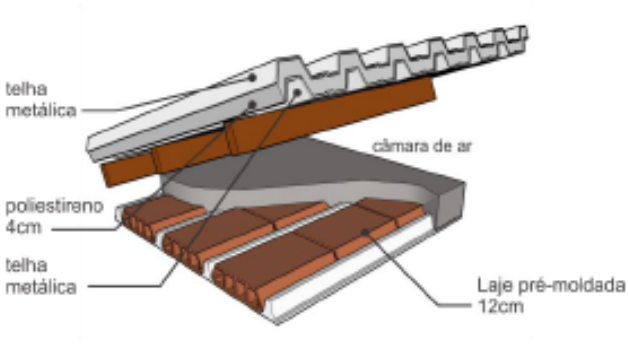


Descrição: **20**

Laje maciça 10,0cm
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha metálica* 0,1cm
Poliestireno (isopor) 4,0cm
Telha metálica* 0,1cm

* A transmitância térmica independe se a telha tem formato trapezoidal ou ondulada

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
0,68	229

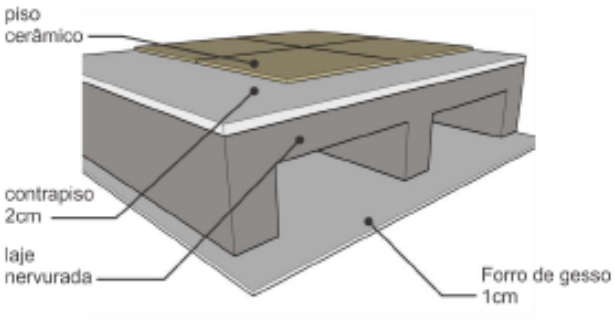


Descrição: **21**

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha metálica* 0,1cm
Poliestireno 4,0cm
Telha metálica* 0,1cm

* A transmitância térmica independe se a telha tem formato trapezoidal ou ondulada

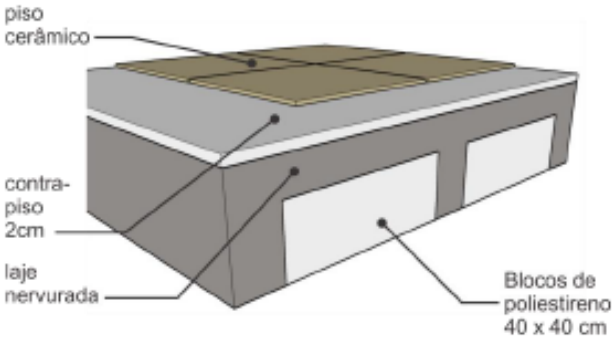
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
0,65	176



Descrição: 22

Forro de gesso (1cm)
Laje nervurada - Altura 22,5cm (altura da nervura 15cm, largura da nervura 10cm, espessura da lâmina 7,5cm, Distância entre vãos 50cm)
Vazios sem preenchimento (câmara de ar) 40 x 40cm
Contrapiso (2cm)
Piso cerâmico (0,75cm)
Sem telhamento

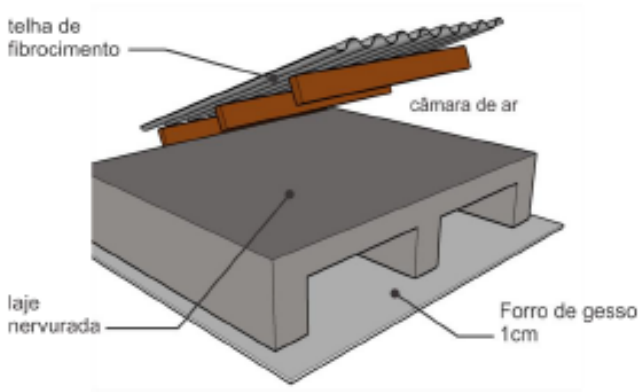
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,22	278



Descrição: 23

Sem forro de gesso
Laje nervurada - Altura 22,5cm (altura da nervura 15cm, largura da nervura 10cm, espessura da lâmina 7,5cm, Distância entre vãos 50cm)
Vazios com preenchimento de poliestireno 40 x 40cm
Contrapiso (2cm)
Piso cerâmico (0,75cm)
Sem telhamento

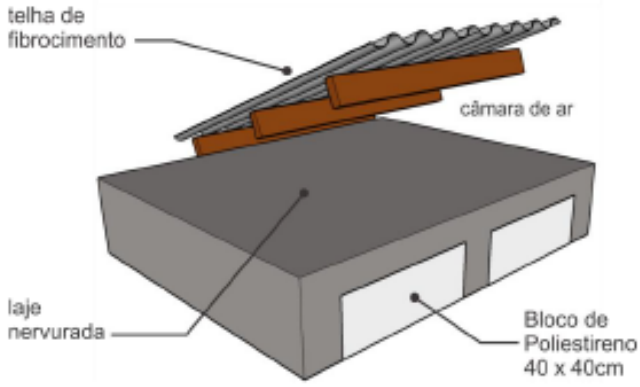
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,75	279



Descrição: 24

Forro de gesso (1cm)
Laje nervurada - Altura 22,5cm (altura da nervura 15cm, largura da nervura 10cm, espessura da lâmina 7,5cm, Distância entre vãos 50cm)
Vazios sem preenchimento (câmara de ar) 40 x 40cm
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha de fibrocimento

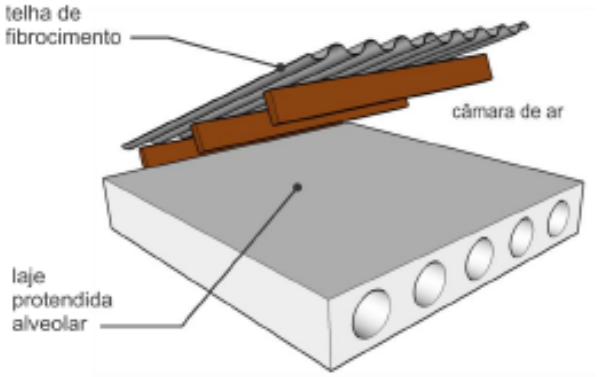
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,55	237



Descrição: 25

Laje nervurada - Altura 22,5cm (altura da nervura 15cm, largura da nervura 10cm, espessura da lâmina 7,5cm, Distância entre vãos 50cm)
Vazios com preenchimento de poliestireno 40 x 40cm
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha de fibrocimento

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,31	238

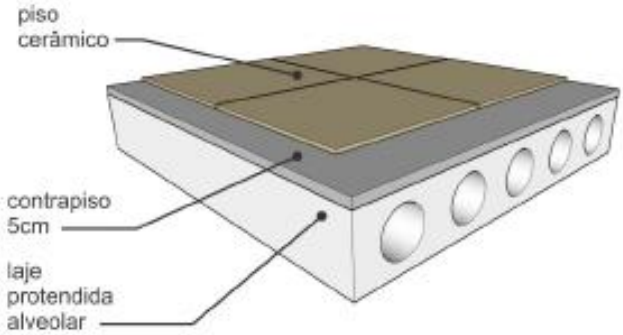


Descrição: 26

Laje protendida alveolar sem preenchimento e sem capa (15cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha de fibrocimento

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,75	268

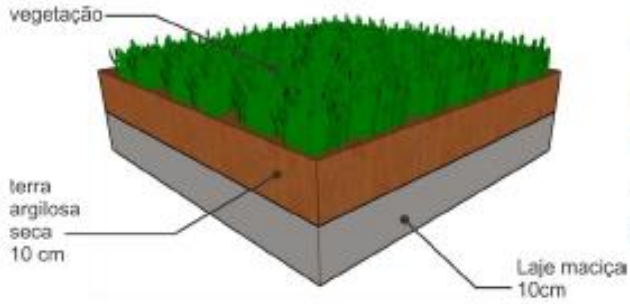
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: 27

Laje protendida alveolar sem preenchimento e sem capa (15cm)
Contrapiso (5cm)
Piso cerâmico (0,75cm)
Sem telhamento

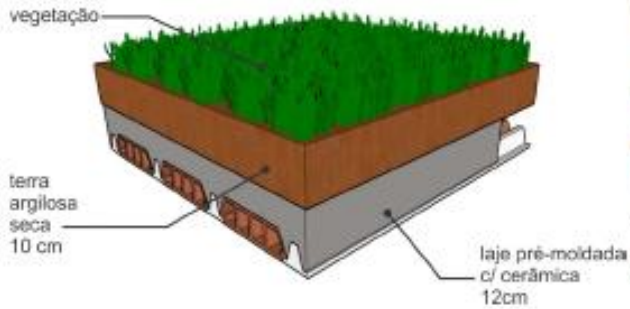
U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,48	369



Descrição: 28

Telhado vegetado extensivo:
Laje maciça 10,0cm
Terra argilosa seca (10cm)
Vegetação

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
2,18	363

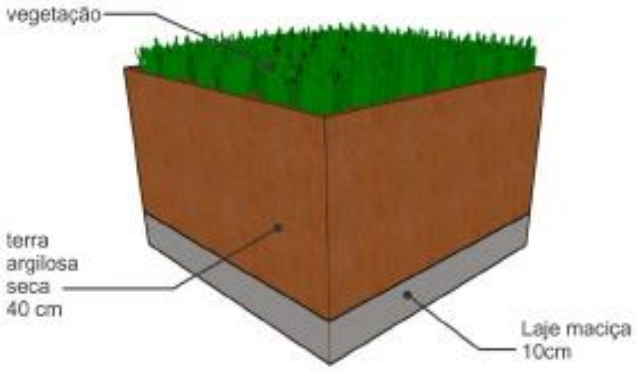


Descrição: 29

Telhado vegetado extensivo:
Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)
Terra argilosa seca (10cm)
Vegetação

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
1,88	310

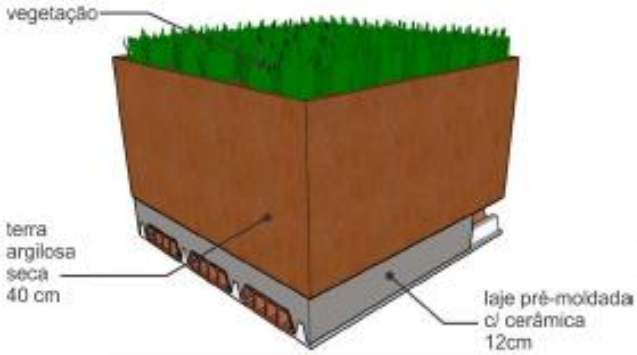
ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013



Descrição: 30

Telhado vegetado intensivo:
Laje maciça 10,0cm
Terra argilosa seca (40cm)
Vegetação

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
0,96	791



Descrição: 31

Telhado vegetado intensivo:
Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)
Terra argilosa seca (40cm)
Vegetação

U [W/(m²K)]	C_T [kJ/m²K]
0,90	738

ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013

b) Revestimentos de paredes e coberturas (tintas):

Tipo	Número	Cor	Nome	α
Acrílica Fosca	01		Amarelo Antigo	51,4
	02		Amarelo Terra	64,3
	03		Areia	44,9
	04		Azul	73,3
	05		Azul Imperial	66,9
	06		Branco	15,8
	07		Branco Gelo	37,2
	08		Camurça	57,4
	09		Concreto	74,5
	10		Flamingo	49,5
	11		Jade	52,3
	12		Marfim	33,6
	13		Palha	36,7
	14		Pérola	33,0
	15		Pêssego	42,8
	16		Tabaco	78,1
	17		Terracota	64,6
Acrílica Semi-brilho	18		Amarelo Antigo	49,7
	19		Amarelo Terra	68,6
	20		Azul	79,9
	21		Branco Gelo	36,2
	22		Cinza	86,4
	23		Cinza BR	61,1
	24		Crepúsculo	66,0
	25		Flamingo	47,3
	26		Marfim	33,9
	27		Palha	39,6
	28		Pérola	33,9
	29		Preto	97,1
	30		Telha	69,6
	31		Terracota	68,4
	32		Verde Quadra	75,5
	33		Vermelho	64,2
Látex PVA Fosca	34		Amarelo Canário	29,3
	35		Amarelo Terra	61,4
	36		Areia	39,0
	37		Azul angra	32,3
	38		Bianco Sereno	26,6
	39		Branco	11,1
Látex PVA Fosca	40		Branco Gelo	34,0
	41		Erva doce	21,9
	42		Flamingo	46,8
	43		Laranja	39,9
	44		Marfim	29,7
	45		Palha	28,5
	46		Pérola	25,7
	47		Pêssego	39,5
Acrílica Fosca	48		Alecrim	64,0
	49		Azul bali	48,9
	50		Branco Neve	10,2
	51		Branco Gelo	29,7
	52		Camurça	55,8
	53		Concreto	71,5
	54		Marfim	26,7
	55		Marrocos	54,7
	56		Mel	41,8
	57		Palha	27,2
	58		Pérola	22,1
	59		Pêssego	35,0
	60		Telha	70,8
	61		Vanila	23,9
Látex PVA Fosca	62		Amarelo Canário	25,2
	63		Areia	35,7
	64		Azul Profundo	76,0
	65		Branco Neve	16,2
	66		Branco Gelo	28,1
	67		Camurça	53,2
	68		Cerâmica	65,3
	69		Concreto	71,6
	70		Flamingo	44,4
	71		Marfim	24,5
	72		Palha	26,4
	73		Pérola	22,9
	74		Pêssego	29,8
	75		Preto	97,4
	76		Vanila	27,7
	77		Verde Musgo	79,8
	78		Vermelho Cardinal	63,3

* As imagens das cores aqui apresentadas podem não representar com exatidão a cor da tinta quando aplicada sobre as superfícies construtivas.

* α: 300 a 2500 nm (Espectro solar total).

Fonte dos dados de revestimentos de paredes e coberturas (tintas):

DORNELLES, Kelen Almeida. **Absortância solar de superfícies opacas**: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA. 2008. 160p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

Atualizado em 08/06/2015

ANEXO D – Dados de Vitória ES para cálculo de *somb* - Anexo I do RTQ

FACHADA NORTE — Vitória

Edificações Residenciais

Área da janela < 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
40°	--	10°	10°	--
Área da janela > 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
40°	--	25°	20°	--
Área da janela > 25% área do piso (2ª opção)				
α	βd	βe	γd	γe
--	--	--	--	--

FACHADA OESTE — Vitória

Edificações Residenciais

Área da janela < 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
75°	--	--	40°	40°
Área da janela > 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
75°	--	--	50°	40°
Área da janela > 25% área do piso (2ª opção)				
α	βd	βe	γd	γe
--	--	--	--	--

FACHADA SUDESTE — Vitória

Edificações Residenciais

Área da janela < 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
--	--	--	--	--
Área da janela > 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
--	--	--	--	--
Área da janela > 25% área do piso (2ª opção)				
α	βd	βe	γd	γe
--	--	--	--	--

FACHADA SUL — Vitória

Edificações Residenciais

Área da janela < 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
10°	20°	--	--	--
Área da janela > 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
10°	20°	--	--	--
Área da janela > 25% área do piso (2ª opção)				
α	βd	βe	γd	γe
--	20°	--	20°	--

FACHADA NORDESTE — Vitória

Edificações Residenciais

Área da janela < 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
20°	--	--	--	45°
Área da janela > 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
30°	--	--	10°	45°
Área da janela > 25% área do piso (2ª opção)				
α	βd	βe	γd	γe
--	--	--	--	--

FACHADA NOROESTE — Vitória

Edificações Residenciais

Área da janela < 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
60°	--	55°	20°	--
Área da janela > 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
60°	--	70°	30°	--
Área da janela > 25% área do piso (2ª opção)				
α	βd	βe	γd	γe
--	--	--	--	--

FACHADA LESTE — Vitória

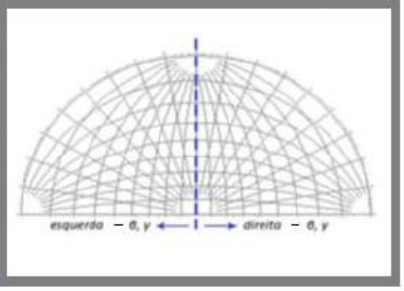
Edificações Residenciais

Área da janela < 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
--	--	--	--	--
Área da janela > 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
75°	--	--	30°	40°
Área da janela > 25% área do piso (2ª opção)				
α	βd	βe	γd	γe
--	--	--	--	--

FACHADA SUDOESTE — Vitória

Edificações Residenciais

Área da janela < 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
20°	60°	--	--	--
Área da janela > 25% área do piso				
α	βd	βe	γd	γe
20°	70°	--	--	--
Área da janela > 25% área do piso (2ª opção)				
α	βd	βe	γd	γe
--	--	--	--	--



...

"Tudo o que é seu encontrará uma maneira de chegar até você..."
Chico Xavier.
E então
"Se Você Pode Sonhar, Pode Fazer! "
Walt Disney.

Aos meus alunos e por edificações sustentáveis

Regiane Faria Giacomin - regiane.arq@gmail.com