

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL**

**APLICAÇÃO DO RTQ-R NA AVALIAÇÃO DA
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES
MULTIFAMILIARES DE INTERESSE SOCIAL PARA
AS ZONAS BIOCLIMÁTICAS BRASILEIRAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Renata Magalhães Fagundes

Santa Maria, RS, Brasil

2014

APLICAÇÃO DO RTQ-R NA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES DE INTERESSE SOCIAL PARA AS ZONAS BIOCLIMÁTICAS BRASILEIRAS

Renata Magalhães Fagundes

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Área de Concentração em Construção Civil e Preservação Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil e Ambiental**

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Cesar Pizzutti dos Santos

Santa Maria, RS, Brasil

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Fagundes, Renata Magalhães
APLICAÇÃO DO RTQ-R NA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES DE INTERESSE
SOCIAL PARA AS ZONAS BIOCLIMÁTICAS BRASILEIRAS / Renata
Magalhães Fagundes.-2014.
162 p.; 30cm

Orientador: Joaquim Cesar Pizzutti dos Santos
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil, RS, 2014

1. RTQ-R 2. Habitação de interesse social 3.
Eficiência energética 4. Zona bioclimática I. Pizzutti
dos Santos, Joaquim Cesar II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**APLICAÇÃO DO RTQ-R NA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES DE INTERESSE
SOCIAL PARA AS ZONAS BIOCLIMÁTICAS BRASILEIRAS**

elaborada por
Renata Magalhães Fagundes

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Civil

COMISSÃO EXAMINADORA:

Joaquim Cesar Pizzutti dos Santos, Dr.
(Presidente/Orientador)

Giane de Campos Grigoletti, Dra. (UFSM)

Heitor da Costa Silva, PhD. (UFRGS)

Santa Maria, 18 de março de 2014.

*A moléstia de nossas atuais cidades e habitações
é o triste resultado da nossa incapacidade de
colocarmos as necessidades humanas acima
das necessidades econômicas e industriais.
(Walter Gropius)*

AGRADECIMENTOS

Ao término do presente trabalho, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse atingir meus objetivos durante esta caminhada:

A Deus, pelo dom da vida.

Ao professor Joaquim Cesar Pizzutti dos Santos, pela orientação durante o desenvolvimento deste trabalho e pelo aprendizado proporcionado.

Aos meus pais, Noé e Arminda, e à minha irmã Luana, pelo apoio em todos os momentos difíceis, fazendo com que eu seguisse em frente.

Ao meu amado Alessandro, primeiramente pela compreensão nos momentos em que precisei estar ausente, mas acima de tudo pelo interesse e empenho em contribuir para o desenvolvimento do meu trabalho, e pelo incentivo permanente.

Às minhas colegas do Programa de Pós-Graduação, Ana Maria, Émille, Gabriela e Sheila, que contribuíram com momentos de aprendizado e estudo, mas acima de tudo, com amizades sinceras.

Aos demais familiares, amigos e colegas de trabalho que estiveram sempre torcendo por mim.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental
Universidade Federal de Santa Maria

APLICAÇÃO DO RTQ-R NA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES DE INTERESSE SOCIAL PARA AS ZONAS BIOCLIMÁTICAS BRASILEIRAS

AUTORA: RENATA MAGALHÃES FAGUNDES

ORIENTADOR: JOAQUIM CESAR PIZZUTTI DOS SANTOS

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 18 de março de 2014.

Diferentes formas de abordagem da questão habitacional no Brasil foram empregadas ao longo do tempo, entretanto o déficit habitacional ainda persiste, e, em nome da economia, usa-se o mesmo projeto em qualquer situação climática, sem preocupação com as questões de conforto térmico e eficiência energética da edificação. Este trabalho teve como enfoque avaliar e propor alterações para melhoria dos níveis de eficiência energética obtidos por uma edificação multifamiliar de interesse social, considerando sua implantação nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras. Para isso, foi empregado o método prescritivo de avaliação do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R). A edificação objeto de estudo foi avaliada e obteve níveis de eficiência baixos, variando entre D e E, em todas as zonas bioclimáticas, principalmente devido ao não cumprimento de alguns pré-requisitos e à baixa eficiência energética do sistema de aquecimento de água. A edificação teve seu nível de eficiência melhorado consideravelmente com alterações simples nas aberturas, aliadas à proposição de um sistema de aquecimento de água eficiente e à busca da obtenção de bonificações, indicativo de que os parâmetros de avaliação estabelecidos pelo RTQ-R podem não ser rigorosos o suficiente para desencadear mudanças significativas nos projetos desenvolvidos atualmente, que causem real melhoria da eficiência energética em edificações residenciais do padrão estudado nesse trabalho. Foram de extrema relevância nos resultados obtidos pela envoltória das UHs o contato do piso das mesmas com o solo, a cobertura e a orientação solar de aberturas e paredes externas.

Palavras-chave: RTQ-R. Habitação de interesse social. Eficiência energética. Zona bioclimática.

ABSTRACT

Master Thesis
Civil and Environmental Engineering Post-graduate Program
Universidade Federal de Santa Maria

APPLICATION OF THE RTQ-R IN ENERGY EFFICIENCY EVALUATION OF MULTI-FAMILY SOCIAL HOUSING BUILDINGS TO THE BRAZILIAN BIOCLIMATIC ZONES

AUTHOR: RENATA MAGALHÃES FAGUNDES

ADVISOR: JOAQUIM CESAR PIZZUTTI DOS SANTOS

Date and Place of Defense: Santa Maria, March 18th, 2014.

Different methods of managing the housing topic in Brazil were applied over time however the housing deficit still persists and in the name of economy the same project is used in any climatic situation without worrying with building aspects of thermal comfort and energy efficiency. The aim of this work is to evaluate and propose changes to improve the energy efficiency levels obtained by a multi-family social housing building considering its location in the different Brazilian bioclimatic zones. For this it was used the prescriptive evaluation method of the Technical Regulations for Energy Efficiency Labelling of Residential Buildings (RTQ -R). The studied building was evaluated and obtained low efficiency levels ranging between D and E in all bioclimatic zones mainly because some prerequisites were not achieved and because of the low energy efficiency of the water heating system. The building had its efficiency level considerably improved with simple changes in the windows allied to the proposition of an efficient water heating system and the search for obtaining bonus indicating that the evaluation patterns established by RTQ -R may not be rigorous enough to produce significant changes in currently developed projects causing real improvements in energy efficiency in residential buildings of the type studied in this work. Were extremely important to the results obtained by the envelope of apartments the contact of its floor with the soil the roof and solar orientation of windows and external walls.

Keywords: RTQ-R. Social housing. Energy efficiency. Bioclimatic zone.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Distribuição por estados do déficit habitacional no Brasil	31
Figura 02 – Conjunto habitacional em Santa Maria – RS	32
Figura 03 – Conjunto habitacional em Santa Maria – RS	32
Figura 04 – Planta baixa tipologia apartamento MCMV	34
Figura 05 – Carta bioclimática com as estratégias indicadas para Porto Alegre.....	40
Figura 06 – Zoneamento bioclimático brasileiro	41
Figura 07 – Gráfico consumo final de energia no setor residencial brasileiro	44
Figura 08 – Gráfico da participação dos eletrodomésticos no consumo de eletricidade das residências brasileiras referente a 2005	45
Figura 09 – Gráfico da participação dos eletrodomésticos no consumo de eletricidade das residências brasileiras referente a 2005, nas diferentes regiões geográficas.....	46
Figura 10 – Exemplo de ENCE para edificações residenciais.....	51
Figura 11 – Ilustração esquemática da determinação do equivalente numérico da edificação multifamiliar.	53
Figura 12 – Resumo dos pré-requisitos da envoltória	56
Figura 13 – Modelo de simulações do RTQ-R	58
Figura 14 – Gráfico do impacto da aplicação do regulamento no consumo de energia elétrica do setor residencial.....	68
Figura 15 – Planta baixa da edificação base de estudo.	71
Figura 16 – Corte transversal da edificação base de estudo.....	71
Figura 17 – Planta baixa da edificação base de estudo com orientações analisadas... ..	72
Figura 18 – Planta baixa mobiliada dos apartamentos.....	72
Figura 19 – Edificações utilizadas como objeto de estudo.. ..	74
Figura 20 – Planilha de cálculo do desempenho da envoltória.....	78
Figura 21 – Exemplo de preenchimento da planilha de cálculo do desempenho da envoltória.....	79
Figura 22 – Diagrama da seqüência de preenchimento da planilha.....	80
Figura 23 – Planilha de cálculo para obtenção da ENCE da edificação.....	81
Figura 24 – Gráfico das UHs com melhores resultados para o verão.	102
Figura 25 – Gráfico das UHs com melhores resultados para o inverno.....	102
Figura 26 – Gráfico das UHs com piores resultados para o verão.....	102
Figura 27 – Gráfico das UHs com piores resultados para o inverno.	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Especificações Programa MCMV.....	33
Tabela 02 – Composição setorial do consumo de eletricidade no Brasil	43
Tabela 03 – Classificação do nível de eficiência de acordo com a pontuação obtida...	54
Tabela 04 – Coeficientes da Equação 01.....	54
Tabela 05 – Equivalente numérico (EqNum) para cada nível de eficiência.	54
Tabela 06 – Arquivos climáticos utilizados nas simulações do RTQ-R.	57
Tabela 07 – Equações para determinação do equivalente numérico da envoltória nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.	59
Tabela 08 – Resumo das alternativas simuladas por Matos (2007).....	62
Tabela 09 – Características projetuais e construtivas relevantes para a análise de Rotta (2009)	64
Tabela 10 – Características construtivas por região geográfica brasileira.	66
Tabela 11 – Características térmicas dos materiais.....	66
Tabela 12 – Composição e características térmicas da envoltória da edificação.	73
Tabela 13 – Características das janelas instaladas na edificação.	74
Tabela 14 – Pré-requisitos de absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica para as diferentes zonas bioclimáticas	76
Tabela 15 – Áreas mínimas de aberturas para ventilação.	76
Tabela 16 – Pré-requisitos da envoltória x possíveis alterações de projeto.....	82
Tabela 17 – UHs com melhores níveis de eficiência da envoltória para verão e inverno por zona bioclimática	84
Tabela 18 – UHs com melhores níveis de eficiência da envoltória para verão por zona bioclimática	84
Tabela 19 – Áreas de ventilação e iluminação das aberturas da edificação base de estudo x áreas de ventilação e iluminação exigidas pelo RTQ-R.....	85
Tabela 20 – Atendimento dos pré-requisitos da envoltória nas diferentes zonas bioclimáticas.....	86
Tabela 21 – Planilha de cálculo da ENCE da edificação para ZB1, 2, 3, 4.....	87
Tabela 22 – Planilha de cálculo da ENCE da edificação para ZB5, 6, 8.....	87
Tabela 23 – Planilha de cálculo da ENCE da edificação para ZB7 na orientação 1.	87
Tabela 24 – Planilha de cálculo da ENCE da edificação para ZB7 na orientação 2.	88
Tabela 25 – Modelos e dimensões de aberturas verificados para atender aos pré- requisitos da envoltória.....	89
Tabela 26 – Comparação entre os diferentes modelos de aberturas.....	90
Tabela 27 – Alterações propostas para ZB1, 2, 3, 4, 5 e 6	91
Tabela 28 – Áreas de ventilação e iluminação das aberturas propostas para as ZB1, 2, 3, 4, 5 e 6. x áreas de ventilação e iluminação exigidas pelo RTQ-R	91
Tabela 29 – Alterações propostas para ZB7	92
Tabela 30 – Áreas de ventilação e iluminação das aberturas propostas para ZB7 x áreas de ventilação e iluminação exigidas pelo RTQ-R	92
Tabela 31 – Alterações propostas para ZB8.....	93
Tabela 32 – Áreas de ventilação e iluminação das aberturas propostas para ZB8 x áreas de ventilação e iluminação exigidas pelo RTQ-R.	93

Tabela 33 – UHs com melhores níveis de eficiência da envoltória para verão e inverno por zona bioclimática.....	94
Tabela 34 – UHs com melhores níveis de eficiência da envoltória para verão por zona bioclimática	95
Tabela 35 – UHs com piores níveis de eficiência da envoltória para verão e inverno por zona bioclimática	96
Tabela 36 – UHs com piores níveis de eficiência da envoltória para verão por zona bioclimática	96
Tabela 37 – Eficiência da envoltória para verão e inverno das UHs ZB1, 2, 3 e 4. ...	97
Tabela 38 – Eficiência da envoltória para verão das UHs ZB5, 6, 7 e 8.....	98
Tabela 39 – EqNumEnv da envoltória das UHs para orientação 1.....	99
Tabela 40 – EqNumEnv da envoltória das UHs para orientação 2.....	100
Tabela 41 - Níveis de eficiência da edificação com a alteração nas aberturas.....	100
Tabela 42 – UHs onde os ambientes de permanência prolongada obtiveram melhores e piores resultados após as alterações nas aberturas.	101
Tabela 43 – UHs com melhores e piores resultados considerando todas ZB.....	101
Tabela 44 – Níveis de eficiência da edificação com a alteração do sistema de aquecimento de água	104
Tabela 45 – Bonificação total que pode ser obtida pela edificação	104
Tabela 46 – Níveis de eficiência da edificação com o acréscimo de bonificações .	104
Tabela 47 – Orientação solar de aberturas e paredes dos ambientes de permanência prolongada das UHs.	106

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01 – Pontuação total do nível de eficiência da UH do RTQ-R	53
Equação 02 – Bonificações.....	61
Equação 03 – Pré-requisito de percentual de abertura para ventilação	77
Equação 04 – Pré-requisito de ventilação cruzada.....	77
Equação 05 – Bonificação por iluminação natural	86

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

α	Absortância térmica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
BEN	Balanco Energético Nacional
BNH	Banco Nacional de Habitação
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural
CT	Capacidade térmica
ELETOBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EqNum	Equivalente numérico
EqNumAA	Equivalente numérico do sistema de aquecimento de água
EqNumEnv	Equivalente numérico da envoltória da UH
EqNumEnvAmb	Equivalente numérico da envoltória do ambiente
EqNumEnv _A	Equivalente numérico da envoltória para aquecimento
EqNumEnv _{Resfr}	Equivalente numérico da envoltória para resfriamento
EqNumEnv _{Refrig}	Equivalente numérico da envoltória para refrigeração
HIS	Habitação de interesse social
IAPs	Institutos de Aposentadoria e Pensões
INEE	Instituto Nacional de Eficiência Energética
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial
LABEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
MCIDADES	Ministério das Cidades
MCMV	Minha Casa Minha Vida
MME	Ministério de Minas e Energia
NBR	Norma Brasileira
PAR	Programa de Arrendamento Residencial
PBE	Plano Brasileiro de Etiquetagem
PNEf	Plano Nacional de Eficiência Energética
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PTUH	Pontuação total do nível de eficiência da unidade habitacional autônoma
R	Resistência Térmica
RTQ-C	Regulamento Técnico da Qualidade do 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
TMY	<i>Test Meteorological Year</i>
TRY	<i>Test Reference Year</i>
U	Transmitância Térmica
UFPEl	Universidade Federal de Pelotas

UFSC
UFSM
UFRJ
UH
ZB

Universidade Federal de Santa Catarina
Universidade Federal de Santa Maria
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Unidade habitacional autônoma
Zona bioclimática

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 Objetivos	27
1.1.1 Objetivo geral	27
1.1.2 Objetivos específicos.....	27
1.2 Estrutura da dissertação	27
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
2.1 Habitação de interesse social no Brasil	29
2.2 Desempenho térmico de edificações	34
2.3 Bioclimatologia	38
2.4 Eficiência energética em edificações	41
2.5 Mecanismos de avaliação do uso racional de energia em edificações	47
2.5.1 Legislação e regulamentação.....	48
2.5.2 Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais - RTQ-R.....	52
2.5.2.1 Avaliação da eficiência da envoltória.....	54
2.5.2.1.1 Avaliação da eficiência da envoltória – método prescritivo	57
2.5.2.1.2 Avaliação da eficiência da envoltória – método simulação.....	59
2.5.2.2 Avaliação do sistema de aquecimento da água	60
2.5.2.3 Bonificações	60
2.6 Eficiência energética e desempenho térmico de edificações residenciais no Brasil	61
3 METODOLOGIA	70
3.1 Definição e descrição do objeto de estudo	70
3.2 Avaliação da edificação pelo método prescritivo do RTQ-R	75
3.2.1 Avaliação da envoltória da edificação	75
3.2.2 Avaliação do sistema de aquecimento de água	80
3.2.3 Bonificações	80
3.3 Avaliação da edificação pelo método prescritivo do RTQ-R após alterações de acordo com zona bioclimática	82
4 RESULTADOS	83
4.1 Avaliação pelo método prescritivo do RTQ-R	83
4.1.1 Avaliação da envoltória da edificação	83
4.1.2 Avaliação do sistema de aquecimento de água	86
4.1.3 Bonificações	86
4.2 Avaliação pelo método prescritivo do RTQ-R após alterações de acordo com zona bioclimática	88
4.2.1 Avaliação da envoltória da edificação após alterações	88
4.2.2 Avaliação do sistema de aquecimento de água após alterações	103
4.2.3 Avaliação após obtenção de bonificações.....	104

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	105
5.1 Resultados da avaliação da eficiência da envoltória da edificação	105
5.2 Resultados da avaliação do sistema de aquecimento da água	111
5.3 Bonificações obtidas	112
6 CONCLUSÕES	113
6.1 Sugestões para trabalhos futuros.....	115
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116
APÊNDICE	125
Apêndice A – Cálculo da resistência e capacidade térmica da parede de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos	127
Apêndice B – Resumo dos equivalentes numéricos da envoltória dos apartamentos da edificação base de estudo	130
Apêndice C – Planta baixa das UHs após alterações das aberturas.....	136
Apêndice D – Resumo dos equivalentes numéricos da envoltória dos apartamentos após alterações nas aberturas.....	137
Apêndice E – Planilhas de cálculo da ENCE da edificação após alterações das aberturas.....	143
Apêndice F – Gráficos etiquetas dos ambientes de permanência prolongada	147
Apêndice G – Planilhas de cálculo da ENCE da edificação após alterações das aberturas e alteração do sistema de aquecimento de água.	151
Apêndice H – Planilhas de cálculo da ENCE da edificação após alterações das aberturas, alteração do sistema de aquecimento de água, e obtenção de bonificações.....	155
ANEXOS	159
Anexo A - Conjuntos habitacionais de interesse social nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras	161

1 INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de energia, a inseqüente extração de recursos naturais e a crescente eliminação de rejeitos trazem a idéia de que, além de insustentável, o atual modelo de desenvolvimento também é indesejável, sob critérios da preservação ambiental. (BRASIL, 2011c, p. 69).

Para Olgay (1998), a habitação é o principal ambiente que nos permite satisfazer as exigências de conforto adequadas, tendo em vista que modifica o entorno natural e nos aproxima de condições ideais de habitabilidade.

A arquitetura tem a função de amenizar as sensações de desconforto impostas por adversidade climática, como também proporcionar ambientes tão confortáveis quanto o ambiente externo, em climas amenos (FROTA e SCHIFFER, 2001; BRASIL, 2011c).

A manutenção do conforto no ambiente construído era garantida por meio da adequação da edificação ao clima e à paisagem do local de construção, demandando baixo emprego de mecanismos artificiais (BRASIL, 2011c). A tipologia construtiva era definida mais pela zona climática do que por fronteiras territoriais (OLGYAY, 1998).

A partir da Revolução Industrial e conseqüente desenvolvimento tecnológico, o conforto dos usuários, no ambiente construído passou a ser obtido por meio de mecanismos artificiais, aplicáveis a qualquer parte do mundo (BRASIL, 2011c). Pouey (2011) cita que durante décadas ocorreu o uso indiscriminado dessas novas tecnologias e materiais disponíveis, sem sofrer adaptações às características do ambiente climático e da cultura do local a ser inserido.

A arquitetura tornou-se assim dependente de mecanismos artificiais para suprir as necessidades de conforto dos usuários das edificações, e o grande aporte de energia requerido para manutenção das mesmas tornou-se uma questão que aponta para a necessidade de conservação de energia (BRASIL, 2011c).

No caso do setor habitacional brasileiro, nas últimas décadas, a provisão de moradias para suprir o déficit existente tem se resumido à construção em série de conjuntos habitacionais, com a adoção de duas soluções projetuais, que são implantadas de norte a sul do país, em sua maioria sem qualquer adequação às condições climáticas e características específicas de cada local ou região.

Curcio (2011) destaca que a adoção desse tipo de solução resulta em edificações com qualidade ambiental discutível e mesmo classificável ou dependentes de sistemas artificiais para controle, consumindo energia desnecessária com sistemas de iluminação e de condicionamento.

A temática da habitação num país das dimensões do Brasil não pode ser vista de forma a buscar-se uma solução uniforme, dadas as diferenças regionais existentes. As habitações devem responder de forma diversa em função de estratégias de projeto adaptadas a cada local e levando em consideração as variações no consumo de energia em relação aos climas (LAMBERTS e TRIANA, 2007).

Loureiro (2003) atesta que a diversidade climática no território brasileiro se deve, além da extensão territorial, a fatores tais como as características geográficas, o relevo e a dinâmica das massas de ar, que atua diretamente tanto na temperatura quanto na pluviosidade.

O setor das habitações de interesse social, visto como solução para enfrentar o problema do déficit habitacional brasileiro, é extremamente desfavorecido, pois a redução de custos é fator determinante nestes empreendimentos, concorrendo para a baixa qualidade das edificações, e o uso de tecnologias construtivas e materiais inadequados no que se refere à resistência, manutenção e propriedades térmicas. Isso agrava ainda mais os problemas de conforto térmico nessas habitações, e dificulta a inclusão de iniciativas visando à eficiência energética (BODACH e HAMHABER, 2010; CURCIO 2011).

Tendo em vista que quase 50% da energia elétrica produzida no país é consumida na operação e manutenção das edificações, avaliar o nível de eficiência energética de uma edificação multifamiliar de interesse social, com solução projetual semelhante à que é empregada por todo o país, dará subsídios para realizar adequações nos projetos, pertinentes à melhoria do desempenho térmico, das condições de conforto dos usuários e da eficiência energética, em cada situação específica.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Aplicar o método prescritivo do RTQ-R na avaliação da eficiência energética de uma edificação multifamiliar de interesse social, considerando sua implantação nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.

1.1.2 Objetivos específicos

- a. Identificar quais aspectos projetuais são mais relevantes para a eficiência energética da edificação nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.
- b. Propor alterações para melhoria dos níveis de eficiência energética da edificação nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.
- c. Avaliar a eficiência energética da edificação após a realização de alterações adequadas a cada zona bioclimática.
- d. Identificar quais alterações resultam em melhoria significativa dos níveis de eficiência energética obtidos pela edificação.
- e. Verificar a viabilidade de implantação das alterações propostas em conjuntos habitacionais de interesse social nas diferentes zonas bioclimáticas.

1.2 Estrutura da dissertação

A dissertação foi estruturada em seis capítulos, sendo que o primeiro destes faz uma introdução ao tema definido para o trabalho, justifica a escolha deste, e estabelece os objetivos a serem alcançados.

O segundo capítulo traz a revisão bibliográfica, que aborda assuntos relevantes à compreensão do tema estudado e ao desenvolvimento do trabalho, tais como a

habitação no Brasil, o desempenho térmico de edificações, a bioclimatologia, a eficiência energética em edificações e mecanismos de avaliação do uso racional de energia em edificações.

O terceiro capítulo descreve a metodologia definida para o desenvolvimento do trabalho, definindo e descrevendo o objeto de estudo a ser avaliado e o procedimento de avaliação da eficiência energética da edificação pelo método prescritivo do RTQ-R.

O quarto capítulo apresenta os resultados da avaliação da edificação base de estudo e os resultados da avaliação considerando as alterações propostas para melhoria da eficiência energética nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.

O quinto capítulo traz a análise e discussão dos resultados obtidos, considerando os aspectos que exerceram maior influência nestes.

O sexto capítulo apresenta as conclusões do trabalho, onde também constam sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Habitação de interesse social no Brasil

Freitas (2001) define empreendimento habitacional de interesse social como uma intervenção para fins habitacionais voltada à população de baixa renda, seja através do parcelamento do solo e/ou da construção de edificações, e promovida tanto pelo o setor público quanto pelo setor privado.

No Brasil, o final do século XIX foi marcado por uma explosão do crescimento populacional em muitas cidades, principalmente de algumas capitais, isso em função de vários acontecimentos históricos, tais como a Abolição da Escravatura e a Proclamação da República, que, segundo Folz (2003) provocaram o desenvolvimento das atividades comerciais e industriais, transformando as cidades no centro econômico do país.

Contudo, tal crescimento não foi acompanhado por melhorias na infraestrutura das cidades, provocando a falta de saneamento básico e a falta de habitação para boa parte das pessoas que migraram para a cidade.

No final do século XIX, a precariedade das moradias proletárias foi oficialmente identificada como um problema de saúde pública (PALERMO, 2009), surgindo por parte do governo medidas de combate às epidemias, que assolavam os centros urbanos, em três frentes: legislação urbanística, planos de saneamento básico e estratégia de controle sanitário. Essa foi a origem da intervenção estatal no controle do espaço urbano e da habitação (BONDUKI, 2004).

Até a década de 30 do século XX, a produção habitacional ocorreu basicamente através do setor privado, com a produção de moradias de aluguel (período rentista).

Folz (2003) afirma que empreendedores particulares viam na carência de habitação uma oportunidade de bons negócios, restando aos trabalhadores se sujeitarem aos aluguéis cobrados, tendo em vista a inexistência de qualquer tipo de financiamento da casa própria.

A partir da revolução de 1930, com o início da Era Vargas, muda a postura do poder público diante da questão habitacional, pois chega-se à conclusão de que a iniciativa privada era incapaz de enfrentar o problema, ou seja, a intervenção do Estado era inevitável. (BONDUKI, 2004; FOLZ, 2003).

A atuação da iniciativa privada só passou a ser menos intensa com o congelamento dos aluguéis, através da Lei do Inquilinato, na década de 1940 (FOLZ, 2003). Nessa década também foram erguidos os primeiros conjuntos providos pelo poder público, com destaque para produção dos IAPs (Institutos de Aposentadoria e Pensões), com soluções de qualidade, experimentação de tipologias e técnicas construtivas, em grandes complexos multifamiliares (PALERMO, 2009).

Os IAPs foram criados nos anos 1930, e eram institutos, que organizados por categorias de profissionais, construíam conjuntos e alugavam e financiavam moradias aos associados (FOLZ, 2003).

Em 1946, foi criada a Fundação da Casa Popular, órgão que, conforme Bonduki (2004), foi frustrado, pois houve um claro direcionamento dos recursos para as áreas de maior potencial econômico, concentração operária e mobilização política.

A falta de uma política global para o setor habitacional, com estratégias de produção e financiamento, resultou em uma produção fragmentária nesse período, apesar de apresentar alguns exemplares de grande qualidade e relevância.

Em 1964 foi criado o Banco Nacional da Habitação (BNH) e os IAPs foram extintos, passando a ter nova coordenação e sistematização na intervenção do governo no campo da habitação.

O período é marcado por grande crescimento econômico e má administração da política habitacional estatal. Há um empobrecimento das soluções aplicadas, com má produção do BNH, que busca redução de custos e resulta no comprometimento da qualidade dos espaços (PALERMO, 2009).

Buscando-se à redução do preço das habitações, as unidades habitacionais tiveram seu tamanho reduzido e os conjuntos passaram a não ter tanta preocupação com espaços coletivos, apresentando baixa qualidade de projeto assim como de materiais empregados. A relação desses conjuntos habitacionais com o espaço urbano deixou de existir. (FOLZ, 2003, p. 26).

Duas soluções projetuais básicas marcaram a produção do BNH: os blocos repetitivos de apartamentos e as casas unifamiliares isoladas.

Nas duas últimas décadas, a intervenção do Estado na questão habitacional pode ser observada em programas como o PAR (Programa de Arrendamento Residencial), lançado na década de 1990, e o Programa Minha Casa Minha Vida, lançado em 2009. Contudo, o déficit habitacional ainda persiste.

No ano de 2008 o déficit habitacional brasileiro (Figura 01) era de aproximadamente 5,546 milhões de domicílios (BRASIL, 2011a).

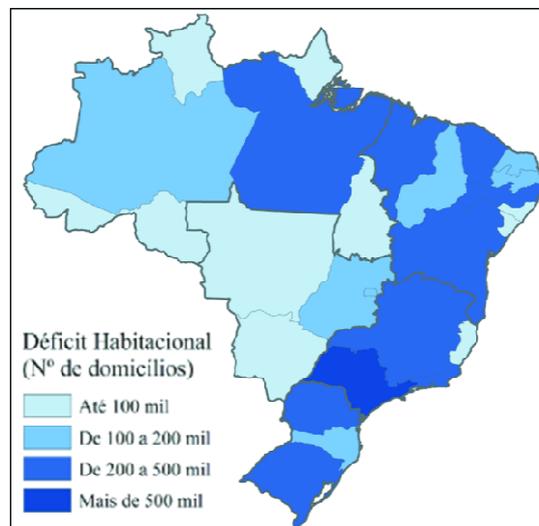


Figura 01 – Distribuição por estados do déficit habitacional no Brasil.
Fonte: BRASIL, 2011a, p.32.

Segundo Freitas (2001), a partir da década de 1970, até os nossos dias, o Estado praticamente só tem trabalhado com duas soluções projetuais principais em seus conjuntos habitacionais voltados à população de baixa renda: as casas térreas (Figura 02), que podem ser isoladas no lote ou geminadas, e os prédios de até quatro ou cinco pavimentos (Figura 03), em geral compostos por dois volumes alongados, intermediados por uma caixa de circulação vertical, definindo uma planta em H. Com algumas exceções, esse padrão se espalhou de norte a sul do país.



Figuras 02 e 03 - Conjuntos habitacionais em Santa Maria – RS.
Fonte: SANTA MARIA, 2012.

São edificações semelhantes, independentemente dos atributos do terreno, situações geográficas, geológicas, topográficas, culturais e de clima (FREITAS, 2001).

Essa rigidez e excessiva padronização dos projetos, apesar de aparentemente buscar a viabilidade econômica, têm resultado em espaços de qualidade precária e muitas vezes inadequados (PALERMO, 2009).

Alucci (1986 apud SPANNENBERG, 2006) identifica também essa tendência à padronização de projetos, que despreza aspectos extremamente relevantes quanto à adequação às realidades sócio-econômicas, culturais e principalmente climáticas onde são implantados os conjuntos habitacionais produzidos em todo o país. Destaca que o resultado são patologias construtivas recorrentes, consumo excessivo de energia elétrica, e não atendimento das exigências básicas dos moradores.

Em um cenário mais otimista, que admita a possibilidade de compra e manutenção, pelos moradores, de ventiladores, aquecedores ou mesmo condicionadores de ar, verifica-se a contrapartida de um consumo de energia elétrica mais acentuado na habitação, também indesejável sob o ponto de vista ambiental. (FREITAS, 2001,p. 49).

O autor ressalta que ainda assim é possível obter diferentes resultados de desempenho térmico, desde que o projeto arquitetônico (e urbanístico) preveja detalhes adequados a cada situação.

Por exemplo, sobre o PAR (Programa de Arrendamento Residencial), Curcio (2011) destaca que as habitações resultantes são compactas e, possuem pouca flexibilidade quanto à organização do espaço, ventilação e orientação solar.

No caso do programa Minha Casa Minha Vida (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2011), existem características, especificações e custos predefinidos, para seus empreendimentos nas duas tipologias: casas térreas ou apartamentos.

Os apartamentos, objeto de estudo do presente trabalho, devem ter área interna útil de 39,00m², e atender as especificações do Tabela 01 .

Tabela 01 – Especificações Programa MCMV.

Componente	Material / Técnica Construtiva
Compartimentos	Sala, cozinha, área de serviço, 2 dormitórios e banheiro
Pé-direito	Mínimo de 2,30m nos banheiros e 2,50m nos demais cômodos.
Piso	Cerâmica em toda a unidade, hall e áreas de circulação internas. Cimentado alisado nas escadas.
Cobertura	Telha cerâmica ou de fibrocimento (espessura mínima de 5 mm) sobre laje, estrutura de madeira ou metálica. Laje inclinada coberta com telhas.
Esquadrias	Portas internas em madeira, e metálica no acesso à unidade. Vão livre de 0,80 m x 2,10 m. Janelas de alumínio para regiões litorâneas e de aço para demais regiões. Vão de 1,5m ² nos dormitórios e 2,0m ² na sala.
Revest. Interno	Massa única, gesso (exceto áreas molhadas) ou concreto regularizado.
Revest. Externo	Massa única ou concreto regularizado.
Sustentabilidade	Medição individualizada de água e gás. Aquecimento solar/térmico: Instalação de kit completo – opcional.

Fonte: adaptado de CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2011, p.9.

Na Figura 04 é mostrada a planta da tipologia apartamento, contida na cartilha do Programa MCMV. Consiste em uma edificação no formato H, previamente mencionada, resultando em quatro unidades por pavimento.

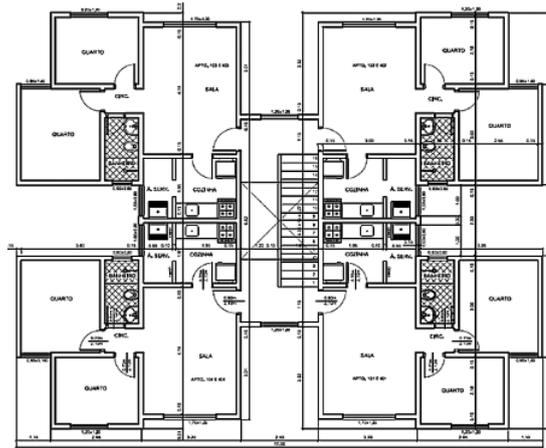


Figura 04 – Planta baixa tipologia apartamento MCMV.
Fonte: CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2011, p.7.

É possível observar no Anexo A, que essa solução projetual é encontrada em conjuntos habitacionais de interesse social, nas 8 diferentes zonas bioclimáticas brasileiras, com pequenas variações na volumetria, número de pavimentos (quatro ou cinco) e na implantação dos blocos, ora isolados no lote, ora em fita.

2.2 Desempenho térmico de edificações

Fazendo uma comparação entre o ambiente natural e o ambiente construído pelo homem, Olgay (1998) observa que as características naturais do terreno tendem a moderar as temperaturas extremas e a estabilizar as condições climáticas, devido principalmente às qualidades refletoras das diferentes superfícies.

As cidades e superfícies construídas pelo homem tendem a elevar as temperaturas, já que a maioria dos materiais utilizados são absorventes. Esse fenômeno conhecido como ilha de calor, intensifica a demanda por energia para o condicionamento artificial das edificações (SANTAMOURIS, 2005).

Givoni (1998) e ASHRAE (2006) destacam que o clima e as condições de conforto no interior de uma edificação, e o seu desempenho energético, dependem das condições climáticas do seu entorno imediato, ao mesmo tempo em que a

edificação por si só, e principalmente conjuntos de edificações exercem impacto sobre as condições climáticas no entorno do local onde são implantadas.

Os ambientes criados pelos arquitetos têm efeitos fisiológicos e psicológicos sobre seus ocupantes, que por sua vez causam impactos sobre a produtividade humana, operação da edificação, eficiência e eficácia do uso dos recursos naturais.

Sob o ponto de vista do consumo de energia, o desempenho térmico das edificações é de extrema importância, pois, segundo Roaf et al. (2005), se um edifício deixa de ser confortável, então os ocupantes irão tomar medidas para torná-lo confortável. Essas ações geralmente envolvem o consumo de energia, fazendo uso de equipamentos de condicionamento artificial.

Frota e Schiffer (2001) distinguem como as variáveis de maior interferência no desempenho térmico das edificações, a oscilação diária e anual da temperatura e umidade relativa, a quantidade de radiação solar incidente, o grau de nebulosidade do céu, a predominância de época e sentido dos ventos e índices pluviométricos.

Marinoski (2007) afirma que a temperatura do ar é conseqüência de um balanço energético onde intervêm a radiação solar incidente e o coeficiente de absorção da superfície receptora; a condutividade e a capacidade térmica do solo que determinam a transmissão de calor por condução; e as perdas por evaporação, convecção e radiação.

A umidade do ar é regulada pela vegetação, através da evapotranspiração, e pelo ciclo hídrico, onde o regime de chuvas, aliado a fontes de lagos, rios e mares regula a umidade através da evaporação.

O Sol incide sobre o edifício, representando sempre um certo ganho de calor, que será função da intensidade da radiação incidente e das características térmicas dos paramentos do edifício (FROTA e SCHIFFER, 2001).

Segundo Roaf et al. (2001), existem diversos fatores que influenciam na incidência e intensidade da radiação solar em um local, como por exemplo: a latitude, a altitude e o azimute, as condições de sombreamento proporcionadas por obstáculos existentes no entorno da edificação, e as condições climáticas (estação do ano, nebulosidade, etc.).

Para Bayazit et al. (2004), sobre o sítio onde será implantada uma edificação, é importante considerar a dimensão e orientação de obstáculos externos, a refletividade das superfícies do entorno, a cobertura do solo e a presença de vegetação.

Na escala da edificação, Lamberts et al. (1997) e Givoni (1998) destacam sua configuração (forma) e orientação como aspectos projetuais relevantes, visto que interferem diretamente sobre os fluxos de ar no interior e no exterior e, também, na quantidade de luz e calor solar recebidos pela edificação.

Os materiais são dispostos nas edificações, formando componentes com certa espessura, que constituem a sua envoltória, que separa o ambiente interno da edificação do ambiente externo (paredes externas e cobertura), e os elementos internos (divisões internas e pisos). Cada componente pode ser formado por diversas camadas de materiais diferentes. A composição das diferentes camadas da envoltória, e de certa forma também a das camadas internas, determinam o desempenho térmico da edificação (GIVONI, 1998).

Bayazit et al. (2004) salientam que a envoltória é projetada considerando diversos aspectos, dentre os quais, fatores ambientais, tecnológicos, sócio-culturais, funcionais e estéticos.

A característica mais importante para o controle térmico dos materiais é o seu comportamento do ponto de vista da transmissão de calor (OLGYAY, 1998). As propriedades térmicas dos materiais que exercem maior influência sobre o desempenho térmico da edificação são a resistência térmica (R), a transmitância térmica (U) e a capacidade térmica (C_T) (GIVONI, 1998; ABNT, 2005b).

Sendo assim, o emprego de materiais isolantes tem por objetivo evitar as trocas térmicas indesejáveis e manter a temperatura da parede a níveis adequados, tanto na técnica do calor como na do frio. Costa (1991) define os materiais isolantes como materiais normalmente porosos cuja elevada resistência térmica se baseia na baixa condutibilidade do ar contido em seus poros.

Ainda, as cores da envoltória da edificação são outro aspecto de grande relevância do ponto de vista das trocas térmicas, pois:

...determinam o impacto da radiação solar na edificação – ou seja, que fração da energia solar incidente será absorvida pela envoltória, afetando o seu ganho de calor e as temperaturas internas, e que fração será refletida, sem causar efeito algum nas condições térmicas da edificação (GIVONI, 1998, p. 74).

Já as aberturas, que garantem contato visual e auditivo com o exterior da edificação, ventilação natural e iluminação natural (GIVONI, 1998), são componentes que se não forem cuidadosamente dimensionados, podem contribuir

para aumentar o consumo de energia das edificações de forma significativa (GHISI et al, 2005).

Do ponto de vista do desempenho, devem ser considerados, principalmente, a iluminação natural e o isolamento térmico (ROAF et al, 2001). Ghisi et al. (2005) destacam que aberturas amplas, por exemplo, podem proporcionar níveis mais altos de iluminação natural e melhor vista para o exterior, mas também podem permitir maiores ganhos ou perdas de calor.

A orientação das aberturas pode ter efeitos diversos no ganho de energia e na temperatura interna da edificação, em função de suas condições de sombreamento, e da ventilação do ambiente em questão.

O controle da insolação através de dispositivos de proteção solar representa um importante mecanismo para o projeto térmico do ambiente, desde que considere a iluminação natural de maneira integrada (GIVONI, 1998).

Para um maior aproveitamento da iluminação natural, aberturas e dispositivos de proteção solar devem ser projetados com o auxílio da carta solar do local. Essa ferramenta indica a posição exata do sol num determinado momento, o que permite verificar se a radiação solar direta vai penetrar por uma abertura, se vai ser sombreada por uma edificação vizinha ou se deve ser sombreado por proteções solares em determinada orientação (LAMBERTS e TRIANA, 2007; MARINOSKI, 2007).

Os dispositivos de proteção solar podem ser fixos ou móveis, externos ou internos. Os móveis apresentam melhor desempenho, pois possibilitam o ajuste diário ou sazonal. Considerando o aspecto do sombreamento, os externos e os internos são semelhantes, mas do ponto de vista térmico, o desempenho é totalmente diferente (GIVONI, 1998).

...a proteção externa normalmente tende a ser mais eficiente, posto que barra a radiação solar antes de sua penetração por transmissividade através do material. Porém, como a proteção solar é projetada segundo a especificidade de cada edifício, de acordo com sua localização, função e orientação, há casos em que a proteção interna pode ser mais adequada (FROTA e SCHIFFER, 2001, p. 46).

Com relação às fontes de carga térmica no interior de uma edificação, estas podem ser: climáticas, tais como insolação, temperatura do ar externo e umidade do ar externo; humanas, visto que em função da atividade física (metabolismo) que

estiverem desempenhando, os ocupantes do ambiente geram calor; ou arquitetônicas.

As fontes de carga térmica arquitetônicas abrangem: os fechamentos opacos (paredes, pisos, tetos), fonte de ganhos ou perdas térmicas do ambiente por condução entre os meios exterior e interior; os fechamentos transparentes, que atuam através dos ganhos de calor por insolação e das trocas entre os meios externo e interno por condução; a iluminação artificial, que também gera calor, que deve ser considerado como integrante da carga térmica; outras fontes de calor, tais como equipamentos que podem gerar calor no ambiente; a infiltração e renovação de ar, que podem significar um acréscimo razoável na carga térmica do ambiente, principalmente se forem muito diferentes das condições do ar interno (LAMBERTS et al, 1997).

A ventilação natural, que consiste no deslocamento do ar através do edifício, por meio de aberturas (FROTA e SCHIFFER, 2001), umas funcionando como entrada e outras como saída, apresenta três funções principais (GIVONI, 1998):

- manutenção de qualidade aceitável do ar interno, através da troca do ar viciado por ar fresco proveniente do exterior; (principalmente em climas frios e edificações condicionadas artificialmente);

- provimento de conforto térmico em um ambiente quente, e prevenir desconforto por umidade excessiva da pele através de maior ventilação do corpo;

- resfriamento noturno da envoltória da edificação, utilizando a massa resfriada durante o dia como dissipador de calor, mantendo a temperatura interna bem abaixo da temperatura externa.

Desta maneira, as aberturas para ventilação deverão estar dimensionadas e posicionadas de modo a proporcionar um fluxo de ar adequado ao recinto.

2.3 Bioclimatologia

Com a bioclimatologia, busca-se a otimização das condições interiores e exteriores a partir da inter-relação de três sistemas, o clima, o homem e o habitat, com o aproveitamento de todas as condicionantes climáticas, para proporcionar

desta forma uma percepção de conforto térmico nos usuários e com baixo consumo de energia por parte da edificação (LAMBERTS e TRIANA, 2007).

Na história da natureza existe uma lei universal para a qual somente sobrevivem as espécies que se encontram em harmonia com seu entorno, em equilíbrio com os materiais que as rodeiam e adaptadas a todas aquelas forças, internas ou externas, às quais se encontram expostas (OLGYAY, 1998, p. 84).

“A bioclimatologia estuda as relações entre o clima e o ser humano. Como forma de tirar partido das condições climáticas para criar uma arquitetura com desempenho térmico adequado...” (MARINOSKI, 2007, p. 21).

Segundo Olgay (1998), o processo construtivo de uma habitação climaticamente equilibrada está dividido em quatro etapas: estudo das variáveis climáticas, biológicas e tecnológicas, e por último a expressão arquitetônica. O caminho lógico é trabalhar com as forças da natureza e não contra elas, aproveitando suas potencialidades para criar condições de vida adequadas, em uma estrutura específica, localizada em um determinado entorno, dando especial atenção para as variações regionais.

Para Givoni (1998), a análise das condições climáticas locais é o ponto de partida para elaborar projetos arquitetônicos e urbanísticos maximizando o conforto, e minimizando o consumo de energia para aquecimento e resfriamento.

Através de cartas bioclimáticas é possível situar os problemas e descrever as medidas a serem adotadas para resolvê-los, a fim de obter o nível de conforto humano adequado nas diferentes condições climáticas (OLGYAY, 1998).

Por exemplo, técnicas de resfriamento passivo já provaram ser extremamente satisfatórias e podem contribuir de maneira significativa na redução da carga de resfriamento das edificações. Ainda, possibilitam excelente conforto térmico e qualidade do ar interno, com baixo consumo de energia (SANTAMOURIS, 2005).

Conforme Lamberts e Triana (2007), a carta bioclimática desenvolvida por Givoni é a mais usada para o Brasil, e trabalha com as variáveis de temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar. Sobre ela foi definido o limite da zona de conforto e as zonas com as principais estratégias bioclimáticas a serem usadas para um projeto (Figura 05).

- 1- Zona de conforto
- 2- Zona de ventilação;
- 3- Zona de resfriamento evaporativo;
- 4- Zona de massa térmica para resfriamento;
- 5- Zona de refrigeração artificial;
- 6- Zona de umidificação do ar;
- 7- Zona de massa térmica para aquecimento;
- 8- Zona de aquecimento solar da edificação;
- 9- Zona de aquecimento artificial (calefação).

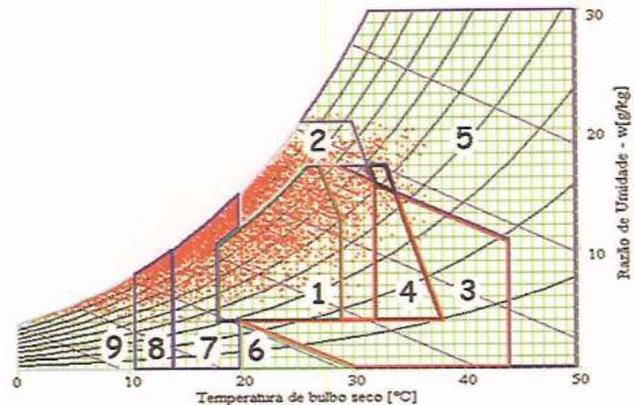


Figura 05 – Carta bioclimática com as estratégias indicadas para Porto Alegre.
Fonte: LAMBERTS, 1997, p.116.

Mascaró e Mascaró (1992) afirmam que nenhum projeto vale para todas as zonas climáticas e, sem um conhecimento profundo das características climáticas do sítio, mesmo um projetista muito experiente falhará no esforço de adequar a tecnologia à zona bioclimática.

Uma grande parcela do território brasileiro está enquadrada na classificação de clima quente e úmido. Dentro desse contexto, o aproveitamento da ventilação natural, aliado ao emprego de proteções solares, é considerada por Cândido et al. (2009) a estratégia projetual mais efetiva para garantir o conforto no interior das edificações, sem recorrer a dispositivos de condicionamento artificial.

Neste sentido, Costa (1982) afirma que, na maior parte do Brasil, o condicionamento térmico por meios exclusivamente naturais é totalmente possível, entretanto o emprego de sistemas de climatização artificial é cada vez maior no país (CÂNDIDO et al, 2009).

Uma região geográfica homogênea quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre ambiente construído e conforto humano consiste em uma zona bioclimática (ABNT, 2005a).

A NBR 15220 (ABNT, 2005c) estabelece o Zoneamento Bioclimático Brasileiro, sendo definidas oito Zonas Bioclimáticas (Figura 06), de acordo com o clima e com as necessidades humanas de conforto. Para cada zona são relacionadas as estratégias a serem adotadas nas edificações (MARINOSKI, 2007).

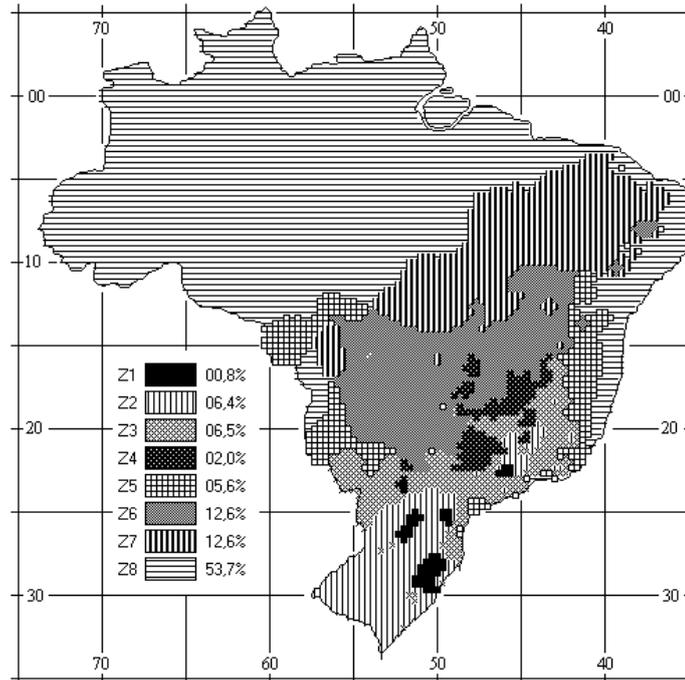


Figura 06 – Zoneamento bioclimático brasileiro.
Fonte: ABNT, 2005c, p. 3.

2.4 Eficiência energética em edificações

A energia é uma das principais forças que norteiam o desenvolvimento econômico de um país. Os benefícios oferecidos por esse recurso, entretanto, são acompanhados de elevados custos econômicos e ambientais (PEREIRA JR. et al, 2008) .

Calcula-se que quase 50% da energia elétrica produzida no Brasil seja consumida na operação e manutenção das edificações, nos sistemas artificiais, que proporcionam conforto ambiental para seus usuários, como iluminação, climatização e aquecimento de água (ELETROBRÁS, 2008).

Lamberts e Triana (2007) atestam que o consumo de energia tem aumentado no mundo todo, devido ao modo de vida e as crescentes exigências da população, procurando cada vez mais conforto, através de sistemas e equipamentos supridos com energia proveniente de fontes não renováveis.

Uma fonte de energia renovável pode ser recuperada em um curto espaço de tempo, como é o caso da energia eólica, da energia solar, da energia hídrica e da

biomassa. Em oposição, as fontes de energia não-renováveis mais comuns são o carvão, o petróleo, o gás natural e a energia nuclear.

Em função disso, a ASHRAE (2006) defende que os esforços devem continuar na busca por novas e melhores soluções que aperfeiçoem a eficiência energética, reduzam a nossa dependência por fontes de energia não-renováveis, e aumentem o conforto das pessoas dentro das edificações que elas ocupam.

Eficiência energética consiste em um conjunto de ações de diversas naturezas que culminam na redução de energia necessária para atender as demandas da sociedade por serviços de energia, com menor impacto na natureza (BRASIL, 2011c).

Para Lamberts et al. (1997), eficiência energética é a obtenção de um serviço com baixo consumo de energia, ou seja, um edifício é mais eficiente que outro quando proporciona as mesmas condições de conforto, com menor consumo.

Carlo (2008) defende que uma edificação eficiente deve possuir tecnologias que reduzam efetivamente o consumo de energia, prover as necessidades de uso ao qual é destinada, e ainda ser operada de forma eficiente, evitando desperdícios.

"A noção básica é que a conservação de energia é a energia mais barata que podemos comprar..." (YUDELSON, 2007, p. 69).

A racionalização do uso da energia apresenta estreitos laços com a adequação da arquitetura ao clima, evitando ou reduzindo os sistemas de condicionamento artificial de ar, quer com a finalidade de refrigerar, quer com a de aquecer os ambientes. Os controles térmicos naturais propiciam a redução do excesso de calor resultante no interior dos edifícios, minimizando, por vezes, os efeitos de climas excessivamente quentes. (FROTA e SCHIFFER, 2001, p. 16)

No Brasil há um amplo leque de opções energéticas. Faz-se necessário, portanto, analisar de forma integrada a efetiva disponibilidade e a utilização mais favorável das variadas fontes e caminhos tecnológicos disponíveis para definir as opções mais vantajosas e, a partir daí, aplicar políticas de estímulo ou inibição do emprego de fontes específicas (INEE, 2005).

"A busca de maior eficiência energética possível nas edificações é técnica e economicamente conveniente para o construtor, para o usuário e, mais do que isso, beneficia a sociedade como um todo." (INEE, 2002, p. 5).

O Brasil tem um clima favorável do ponto de vista do consumo energético dos edifícios. De um lado, sua abóbada celeste é uma das mais luminosas do mundo, permitindo, nos edifícios bem projetados, a dispensa da iluminação artificial na maioria das horas do dia. Por outro lado, a diferença entre as temperaturas de conforto (entre 20° e 25°) e a do meio ambiente, também é das menores do mundo. (MASCARÓ e MASCARÓ, 1992, p. 13).

O maior potencial de utilização de recursos naturais de condicionamento e iluminação está no setor residencial (LAMBERTS et al, 1997), sendo tarefa do arquiteto a utilização máxima de todos os meios naturais para produzir uma habitação mais sadia e agradável possível, e ao mesmo tempo devendo buscar a economia nos custos, reduzindo ao mínimo a necessidade de auxílio mecânico para o controle climático (OLGYAY, 1998).

Na Tabela 02 é possível observar a parcela de eletricidade consumida pelo setor residencial no Brasil.

Tabela 02 – Composição setorial do consumo de eletricidade no Brasil.

SETORES	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CONSUMO FINAL	26.626	27.884	29.430	30.955	32.267	33.536	35.443	36.830	36.365	39.187
SETOR ENERGÉTICO	3,6	3,6	3,5	3,7	3,6	3,7	4,2	4,3	4,4	4,7
RESIDENCIAL	23,8	22,4	22,3	21,8	22,2	22,0	22,1	22,3	24,1	23,8
COMERCIAL	14,4	14,0	14,1	13,9	14,3	14,2	14,2	14,6	15,2	15,0
PÚBLICO	8,8	8,7	8,7	8,4	8,7	8,5	8,2	8,1	8,7	8,1
AGROPECUÁRIO	4,0	4,0	4,2	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	3,9	3,9
TRANSPORTES	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
INDUSTRIAL	45,0	47,1	47,0	47,8	46,7	47,0	46,7	46,1	43,3	44,2
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2011b, p.32.

Conforme demonstrado por Tavares (2006), e sustentado pelos dados da Tabela 02, considerando o consumo específico de energia elétrica, o setor residencial predomina frente aos outros dois setores ligados diretamente à construção civil, o comercial e o público.

Além disso, nas últimas décadas, o consumo de energia elétrica no setor residencial cresceu de maneira significativa, tornando-se a fonte de energia mais consumida pelo setor (Figura 07).

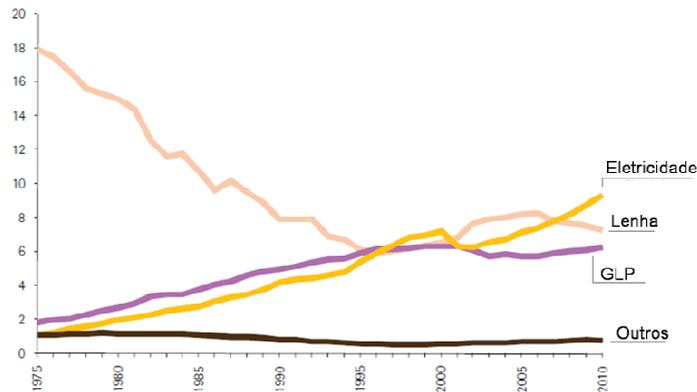


Figura 07 – Gráfico consumo final de energia no setor residencial brasileiro.
Fonte: adaptado de BRASIL, 2011b, p.72.

Com a larga utilização de sistemas de iluminação e de climatização artificial os projetistas ficaram em uma posição bastante cômoda perante os problemas de adequação do edifício ao clima.

Ressalta-se que nem sempre é possível tirar partido apenas dos recursos naturais para promover o conforto térmico dos usuários. Em função do clima local e da própria função a que se destina a arquitetura, é muitas vezes inevitável o uso de sistemas artificiais de climatização, como ventiladores, aquecedores e ar condicionado (LAMBERTS et al, 1997).

“Em função disso, para minimizar o consumo de energia em edificações, primeiramente é preciso identificar quais são os aspectos que oferecem as maiores oportunidades de economia de energia (ASHRAE, 2006, 127)”.

O aumento do uso eficiente de eletricidade no Brasil pode produzir grandes benefícios. Com relação ao aspecto econômico, analisando as tarifas de fornecimento e o custo para implantar o uso eficiente, é possível perceber que é bem mais barato economizar energia do que fornecer. Também do ponto de vista ambiental e social os impactos da conservação de energia se comparada à produção, são bem menores. Como exemplo existe as áreas inundadas quando da instalação de usinas hidrelétricas, que geram impacto sobre a fauna, a flora e sobre os habitantes do lugar. (GELLER, 1991, p. 9).

Embora existam variações regionais no consumo de energia elétrica, Geller et al. (1998) observam, no setor residencial brasileiro, três elementos responsáveis pela maior parcela da energia consumida: iluminação, refrigeradores e aquecimento de água (Figura 08).

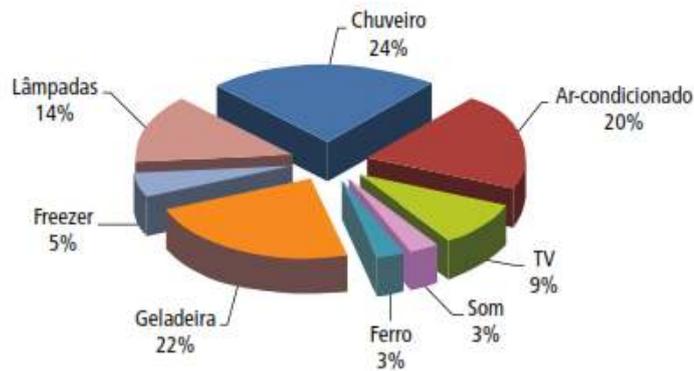


Figura 08 – Gráfico da participação dos eletrodomésticos no consumo de eletricidade das residências brasileiras referente a 2005.

Fonte: ELETROBRÁS, 2007 apud LAMBERTS, 2010, p.18.

A esses três elementos apontados pelos autores em 1998, atualmente é possível acrescentar o condicionamento artificial dos ambientes.

Quase um terço do total de eletricidade produzida é empregado no aquecimento de água por meio de chuveiros elétricos, exigindo grandes investimentos em potência instalada em hidrelétricas e termelétricas para atender a esta finalidade. Em tais condições, John (2007) e Lamberts e Triana (2007) defendem que a energia solar é o principal recurso renovável a ser usado no país, em substituição ao chuveiro elétrico.

Geralmente os consumidores do setor residencial dão maior ênfase ao custo inicial dos equipamentos, ou seja, eles compram produtos com custo inicial mínimo, desconsiderando a questão da eficiência energética. Desta maneira, Geller (1991) afirma que a conservação de energia nesse setor ocorrerá por parte dos fabricantes, através do aprimoramento da eficiência de refrigeradores, aquecedores de água, artefatos de iluminação, entre outros.

As variações no consumo de eletricidade de uma região para a outra do Brasil (Figura 09), refletem principalmente as diferentes características climáticas (LAMBERTS e TRIANA, 2007; LAMBERTS, 2010).

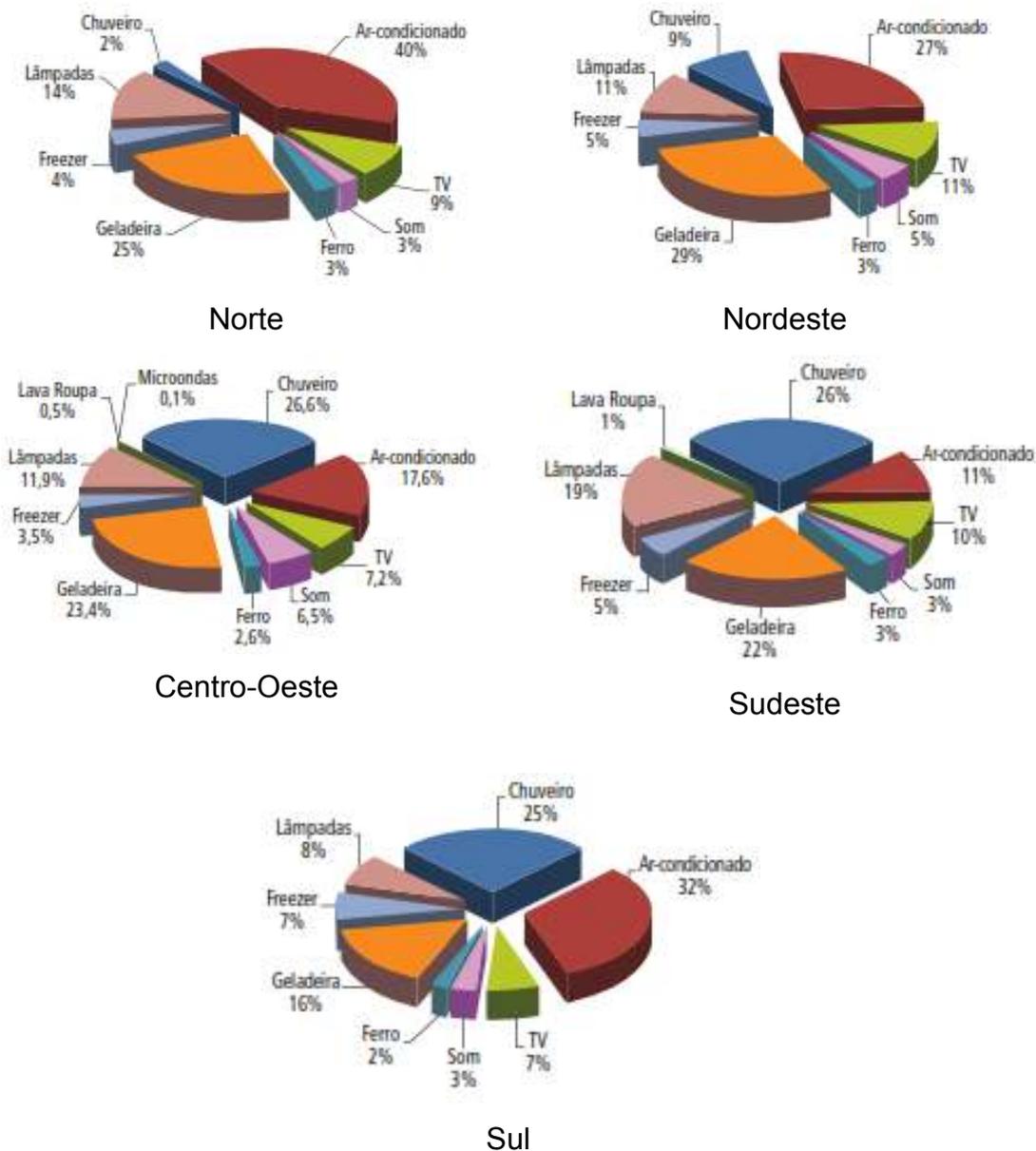


Figura 09 – Gráfico da participação dos eletrodomésticos no consumo de eletricidade das residências brasileiras referente a 2005, nas diferentes regiões geográficas.

Fonte: ELETROBRÁS, 2007 apud LAMBERTS, 2010, p.19.

Além das instalações possibilitarem a regulação de acordo com as reais necessidades de iluminação e de condicionamento de ar, o seu rendimento está atrelado à realização de uma manutenção adequada dos equipamentos e locais, pois se as instalações não são conservadas adequadamente, os rendimentos descem verticalmente (MASCARÓ e MASCARÓ, 1992).

No caso da iluminação, a instalação de sistemas de regulação possibilita fornecer a quantidade adequada de luz onde e quando ela é necessária, enquanto minimiza o consumo de energia elétrica. Nesse sentido, existem disponíveis no mercado sistemas de controle, sensores de ocupação, sistemas por controle fotoelétrico e sistemas de programação de tempo.

2.5 Mecanismos de avaliação do uso racional de energia em edificações

Casals (2006) afirma que os dois principais mecanismos para avaliar o uso racional de energia em edificações são a regulamentação e a certificação.

Devido ao alto consumo de energia do setor de edificações, o regulamento e a certificação do desempenho energético de edifícios vêm se tornando um aspecto importante para sua operação, como um fenômeno que vem se expandindo em muitos países. (MORISHITA, 2011, p. 4)

No caso da regulamentação, existe um caráter normativo, e são estabelecidos limites para o consumo de energia e índices de desempenho mínimo das edificações.

Para Morishita (2011), através de regulamentos a conservação de energia pode ser obtida, sem comprometer o conforto, a produtividade ou a qualidade arquitetônica das edificações.

Marinoski (2007) conclui ainda que a criação de critérios mínimos de eficiência auxilia a eliminar do mercado construtivo edificações cujas características oneram desnecessariamente o usuário, o país e o meio ambiente.

Por outro lado, certificação consiste, acima de tudo, em um mecanismo de mercado, que visa promover padrões mais elevados de desempenho do que o requerido nos regulamentos. A participação em sistemas de certificação pode ser compulsória ou voluntária (CASALS, 2006).

Os métodos de verificação de conformidade de edificações aos mecanismos de avaliação de eficiência energética são o prescritivo e o por simulação ou desempenho.

Através do método prescritivo, existe uma série de parâmetros predefinidos ou a calcular que permitem verificar a eficiência do sistema, e o atendimento aos requisitos de um regulamento ou certificação (CARLO e LAMBERTS, 2010).

Numa abordagem prescritiva, são estabelecidos limites, por exemplo, para propriedades físicas dos componentes da envoltória, como transmitância térmica, fator solar de vidros e resistência térmica de isolamentos, e, no caso dos sistemas de iluminação artificial, geralmente existem limites de densidade de potência de iluminação (CARLO, 2008).

Através do método por simulação ou desempenho, são definidos parâmetros para modelagem e simulação, que permitem mais flexibilidade na concepção do edifício (CARLO e LAMBERTS, 2010).

“... a abordagem por desempenho foca as perdas de calor pelo envoltório, o desempenho global da edificação ou o seu consumo de energia.” (CARLO, 2008, p.22)

Nesse caso podem ser utilizados métodos de cálculo para comparação com limites pré-estabelecidos; ou métodos de cálculo ou simulações para comparações do desempenho térmico ou energético de uma edificação proposta com um modelo que atende à abordagem prescritiva (CARLO, 2008).

Matos (2007) ressalta que a simulação computacional pode ser usada como uma ferramenta de projeto e permite uma análise rápida de diferentes alternativas. Contudo, é necessário possuir conhecimento sobre o programa utilizado, e ainda sobre os dados e elementos considerados na simulação, a fim de compreender a importância da inclusão ou exclusão dos mesmos no processo, para simplificar a modelagem, e ainda assim obter fidelidade dos resultados.

2.5.1 Legislação e regulamentação

A preocupação mais acentuada com eficiência energética surgiu na década de 1970, com a crise do petróleo, que trouxe a percepção de escassez deste recurso energético, forçou a alta dos preços, e despertou os grandes consumidores de energia para a necessidade da melhor utilização de seus recursos naturais e racionalização do consumo de fontes energéticas esgotáveis. Nesta mesma época,

teve início uma corrida para a diversificação da matriz energética (TAVARES, 2006; BRASIL, 2011c) e, segundo Carlo (2008), diversos países lançaram programas de incentivo à redução do consumo de energia, e foram criadas normas de eficiência energética.

Há pelo menos duas décadas, o Brasil possui programas de conservação de energia reconhecidos internacionalmente, quais sejam, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural (CONPET) e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) (BRASIL, 2011c).

O PROCEL, criado em 1985, atuou inicialmente na publicação e distribuição de manuais com enfoque na conservação de energia elétrica. A partir de 1990, tiveram início projetos de demonstração e cursos técnicos para formação de profissionais.

O Programa de Conservação de Energia Elétrica em Eletrodomésticos, implementado pelo INMETRO em 1984, denominado Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), desde 1992 tem enfoque principal na redução do consumo de energia em equipamentos variados, a partir da definição de índices mínimos de eficiência energética. “Os produtos regulamentados pelo PBE são inicialmente implementados na forma voluntária e, gradativamente, passam a ser de caráter compulsório.” (BRASIL, 2011c, p. 64).

O programa atua através de etiquetas informativas (de A a G), alertando o consumidor quanto à eficiência energética de eletrodomésticos nacionais. Desta maneira, os consumidores terão informações que lhes permitam avaliar e otimizar o consumo de energia dos equipamentos eletrodomésticos. Os equipamentos considerados mais eficientes, geralmente classificados pelo PBE com etiqueta A, recebem o Selo PROCEL (LAMBERTS, 2010).

O CONPET, criado em 1991, tem como objetivo principal incentivar o uso eficiente de combustíveis, e a redução na emissão de poluição e de gases causadores do efeito estufa (BRASIL, 2011c).

A partir da promulgação, em 2001, da Lei nº 10.295 (BRASIL, 2001a), que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e do Decreto nº4059 (BRASIL, 2001b), que a regulamenta, a etiquetagem e a inspeção foram definidas como mecanismos de avaliação da conformidade para classificação do nível de eficiência energética de edificações no Brasil (INMETRO, 20--).

A Lei nº 10.295, também conhecida como Lei da Eficiência Energética, é o principal marco regulatório da matéria no país.

Além da promulgação da Lei da Eficiência Energética, a crise energética de 2001 desencadeou também um incremento no PROCEL, através da criação do subprograma PROCEL Edifica (BRASIL, 2011c).

Acredita-se (ELETROBRÁS, 2008; BRASIL, 2011c) que o potencial de conservação de energia em edificações seja expressivo. Pesquisas apontam que a economia pode chegar a 30% para edificações já existentes, desde que estas passem por uma intervenção tipo *retrofit* (reforma e/ou atualização). Nas novas edificações, caso sejam empregadas tecnologias energeticamente eficientes desde a concepção inicial do projeto, a economia pode superar 50% do consumo, comparada com uma edificação concebida sem uso dessas tecnologias.

O PROCEL Edifica desenvolve e favorece projetos na área de conservação de energia de edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas, através de pesquisas e apoio à produção de novas tecnologias, materiais e sistemas construtivos, bem como de equipamentos eficientes, para serem utilizados nas edificações (BRASIL, 2011c).

Para o atendimento das metas do PROCEL Edifica, foram definidas 6 trajetórias, chamadas de vertentes, dentre as quais - Subsídios à Regulamentação – onde são determinados os parâmetros referenciais para verificação do nível de eficiência energética de edificações (INMETRO, 20--).

Na opinião de Caldeira (2011), a etiquetagem de eficiência energética de edifícios é um passo necessário em direção às edificações eficientes, energética e termicamente, contribuindo ainda com a qualidade do ambiente construído. Além do impacto percebido na conta de luz no final do mês, podem ser verificados benefícios no que diz respeito aos investimentos para geração de energia, e às agressões ao meio ambiente decorrentes desse processo.

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) é dada às edificações após a avaliação dos requisitos contidos nos Regulamentos Técnicos da Qualidade do Nível de Eficiência Energética: de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), e de Edifícios Residenciais (RTQ-R). A Etiqueta (Figura 10) pode ser fornecida para o edifício completo, ou para parte dele, através do método prescritivo ou do método de simulação (INMETRO, 2010a).

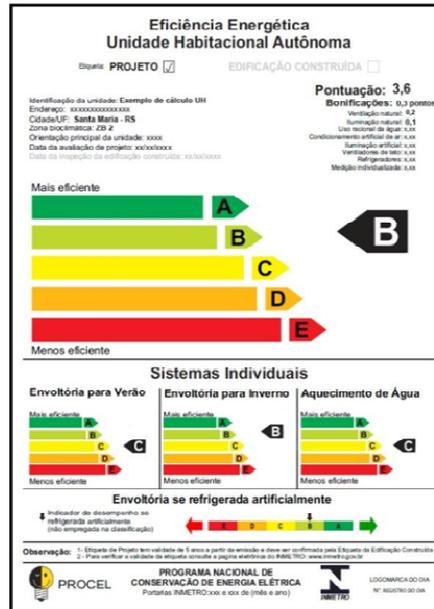


Figura 10 – Exemplo de ENCE para edificações residenciais.
Fonte: LAMBERTS et al, 2011b, p. 53.

No Plano Nacional de Eficiência Energética (BRASIL, 2011c) consta que os dois documentos (RTQ-C e RTQ-R) foram desenvolvidos pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEER), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

No caso do RTQ-C, são avaliados três sistemas individuais, para a determinação do nível de eficiência energética: envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar (INMETRO, 2010a). O RTQ-R será abordado em um item à parte, tendo em vista que é a base para o desenvolvimento do trabalho proposto. Pode-se dizer que o caráter voluntário do regulamento visa preparar o mercado construtivo, de forma gradativa, a assimilar a metodologia de classificação e obtenção da etiqueta (LAMBERTS et al, 2011b).

No contexto da eficiência energética em edificações, também é possível destacar as Normas Brasileiras desenvolvidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, as normas NBR 15220 e NBR 15575.

Na NBR 15220, Desempenho Térmico de Edificações, destaca-se a terceira parte (ABNT, 2005c), que estabelece o Zoneamento Bioclimático Brasileiro, onde foi formulado um conjunto de recomendações técnico-construtivas para cada uma das

oito zonas bioclimáticas, objetivando otimizar o desempenho térmico das edificações, através de sua melhor adequação climática.

Para a formulação dessas diretrizes construtivas e para o estabelecimento das estratégias de condicionamento térmico passivo, foram considerados os parâmetros e condições de contorno seguintes (ABNT, 2005c): o tamanho das aberturas para ventilação, a proteção das aberturas, as vedações externas (tipo de parede externa e de cobertura), e as estratégias de condicionamento térmico passivo.

A NBR 15575, Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho, estabelece que as edificações habitacionais devem reunir características que atendam às exigências de desempenho térmico considerando sua região de implantação e as respectivas características bioclimáticas (ABNT, 2008a).

As dependências das edificações habitacionais precisam ainda receber iluminação natural conveniente, durante o dia, oriunda diretamente do exterior ou indiretamente, através de recintos adjacentes. No período noturno, o sistema de iluminação artificial deve proporcionar condições satisfatórias para ocupação dos ambientes com conforto e segurança.

2.5.2 Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais - RTQ-R

Com o RTQ-R é possível determinar o nível de eficiência energética de edificações residenciais nas situações que seguem: Unidades Habitacionais Autônomas, Edificações Unifamiliares, Edificações Multifamiliares e Áreas de Uso Comum de Edificações Multifamiliares ou de Condomínios de Edificações Residenciais (INMETRO, 2010b).

Nas Unidades Habitacionais Autônomas (UHs) avaliam-se os requisitos relativos ao desempenho térmico da envoltória, à eficiência do(s) sistema(s) de aquecimento de água e as eventuais bonificações.

Nas Edificações Multifamiliares, objeto de estudo do presente trabalho, a classificação do nível de eficiência é o resultado da ponderação da classificação de suas UHs pela área útil das mesmas (Figura 11), excluindo terraços e varandas. A

pontuação obtida após a ponderação irá definir a classificação final da edificação multifamiliar, conforme a Tabela 03.

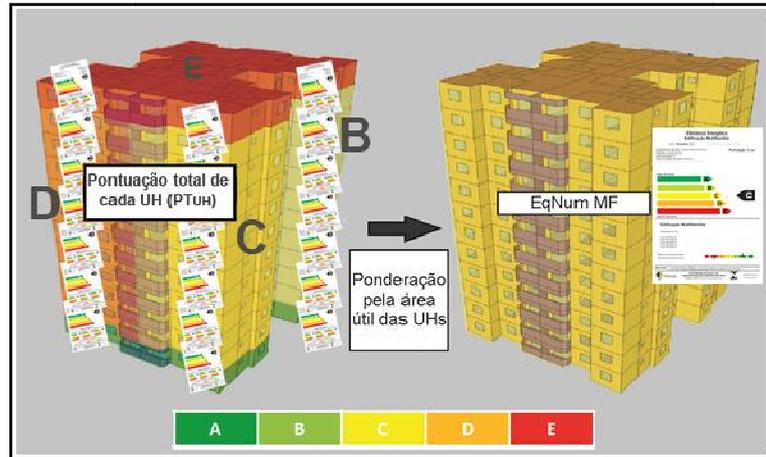


Figura 11 – Ilustração esquemática da determinação do equivalente numérico da edificação multifamiliar.

Fonte: LAMBERTS et al, 2011b, p. 54.

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

Pontuação (PT)	Nível de Eficiência
$PT \geq 4,5$	A
$3,5 \leq PT < 4,5$	B
$2,5 \leq PT < 3,5$	C
$1,5 \leq PT < 2,5$	D
$PT < 1,5$	E

Fonte: INMETRO, 2010b, p.19.

A distribuição dos pesos para classificação do nível de eficiência de unidades habitacionais autônomas (UHs) é estabelecida pela Equação da pontuação total do nível de eficiência da UH do RTQ-R (Equação 01) (INMETRO, 2010b, p.19).

$$PTUH = (a \times EqNumEnv) + [(1 - a) \times EqNumAA] + Bonificações \quad (01)$$

Onde:

PTUH: pontuação total do nível de eficiência da unidade habitacional autônoma;

a: coeficiente adotado de acordo com a região geográfica, conforme a Tabela 04;
 EqNumEnv: equivalente numérico do desempenho térmico da envoltória da UH;
 EqNumAA: equivalente numérico do sistema de aquecimento de água.

Tabela 04 – Coeficientes da Equação 01.

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

Fonte: INMETRO, 2010b, p.20.

O equivalente numérico (EqNum) é um número representativo da eficiência ou do desempenho de um sistema. O nível de eficiência de cada requisito equivale a um número de pontos correspondentes, atribuídos conforme a Tabela 05.

Tabela 05 – Equivalente Numérico (EqNum) para cada nível de eficiência.

Nível de Eficiência	EqNum
A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

Fonte: INMETRO, 2010b, p.18.

2.5.2.1 Avaliação da eficiência da envoltória

O RTQ-R avalia a envoltória das edificações sob três aspectos: eficiência para resfriamento, que corresponde ao desempenho em dias quentes; eficiência para aquecimento, que corresponde ao desempenho em dias frios; e eficiência para refrigeração, que corresponde ao desempenho quando condicionada artificialmente (MORISHITA, 2011).

A demanda de energia necessária para aquecimento ou resfriamento de um ambiente, para que este se torne confortável, pode ser calculada através de indicadores de graus-dia ou graus-hora (CURCIO, 2011).

O indicador graus-hora é definido como o somatório da diferença de temperatura horária, quando esta se encontra acima de uma temperatura base, no caso de resfriamento ou abaixo da temperatura base, no caso do aquecimento (MATOS, 2007).

A classificação da envoltória é realizada através de um indicador de graus hora e indicador de consumo relativo para aquecimento e refrigeração, obtido através de equações lineares nas quais são inseridos parâmetros relativos às características físicas e às propriedades térmicas da envoltória. Para se obter a classificação final da edificação é necessário realizar a avaliação da envoltória individualmente para cada um dos ambientes de permanência prolongada da UH e ainda avaliar os pré-requisitos de cada ambiente (LAMBERTS et al, 2011b, p.57).

Os pré-requisitos da envoltória que devem ser atendidos pelos ambientes de permanência prolongada separadamente, serão abordados mais detalhadamente na metodologia do trabalho. Estão relacionados a características térmicas de absorvância, transmitância e capacidade térmica das superfícies e a características físicas relativas à iluminação e ventilação natural, conforme segue.

- a) Pré-requisitos Transmitância Térmica, Capacidade Térmica e Absortância Solar das superfícies - esses pré-requisitos das paredes externas e coberturas de ambientes de permanência prolongada devem ser atendidos de acordo com a zona bioclimática em que a edificação se localiza, conforme valores estabelecidos no RTQ-R (INMETRO, 2010b), a partir de valores obtidos na NBR 15575 (ABNT, 2008b; ABNT, 2008c).
- b) Pré-requisito Ventilação Natural - deve ser observada a existência de percentual de áreas mínimas de abertura para ventilação, a partir de percentuais estabelecidos na NBR 15575 (ABNT, 2008b), utilizados no RTQ-R (INMETRO, 2010b), e ainda, a existência de ventilação cruzada e de ventilação controlável em cada ambiente.
- c) Pré-requisito Iluminação Natural - o acesso à iluminação natural em ambientes de permanência prolongada e transitória, bem como na maioria dos banheiros (50% +1) deve ser garantido por uma ou mais aberturas para o

exterior, na proporção adequada para cada tipo de ambiente, estabelecida no RTQ-R.

O não-atendimento dos pré-requisitos limita o nível máximo de eficiência que poderá ser atingido pela envoltória da edificação (Figura 12).

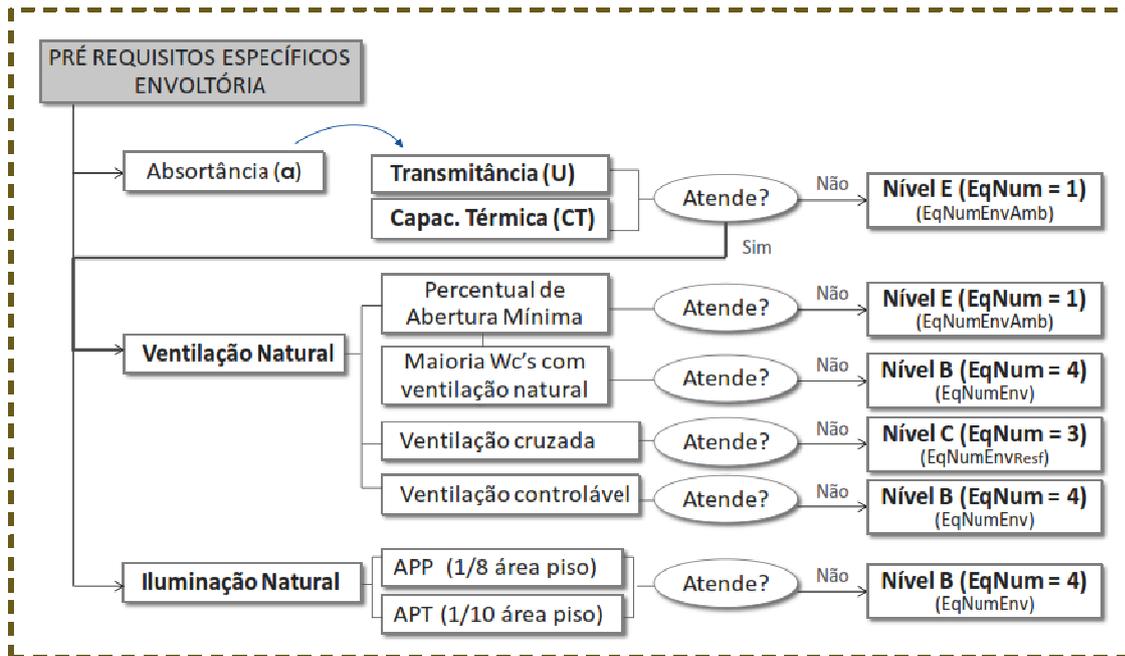


Figura 12 – Resumo dos pré-requisitos da envoltória.

Fonte: LAMBERTS et al, 2011b, p. 71.

Após a verificação do atendimento dos pré-requisitos citados anteriormente, a próxima etapa consistirá em determinar a eficiência da envoltória pelo método prescritivo ou pelo método de simulação.

Segundo Lamberts et al. (2011b), os dois métodos de avaliação propostos pelo RTQ-R foram desenvolvidos com base nos modelos mais utilizados no sistema construtivo brasileiro, com o intuito de avaliar a maior parte possível dos casos através de método prescritivo, dispensando a simulação. Contudo, quando o método prescritivo não for o mais adequado em função de peculiaridades da edificação, faz-se necessário realizar sua avaliação através do método de simulação.

2.5.2.1.1 Avaliação da eficiência da envoltória - método prescritivo

O método prescritivo foi desenvolvido através de simulações termoenergéticas no programa *EnergyPlus*, onde foram utilizados arquivos climáticos (Tabela 06) do tipo *Test Reference Year* (TRY, ano climático sem extremos de temperatura) e *Test Meteorological Year* (TMY2, compilação de meses sem extremos de temperatura de diferentes anos). Tais arquivos são compostos por 8.760 horas de um ano completo, contendo dados de temperatura e umidade do ar, radiação solar, direção e velocidade do vento e pressão atmosférica (MORISHITA, 2011).

Tabela 06 – Arquivos climáticos utilizados nas simulações do RTQ-R.

Zona Bioclimática	Cidade	Arquivo Climático
1	Curitiba (PR)	TRY 1969
2	Santa Maria (RS)	TMY2
3	Florianópolis (SC)	TRY 1963
4	Brasília (DF)	TRY 1963
6	Campo Grande (MS)	TMY2
7	Cuiabá (MT)	TMY2
8	Salvador (BA)	TRY 1961

Fonte: LABEEE, 2011 apud Morishita, 2011.

Devido à inexistência de arquivo climático, não foram realizadas simulações para a Zona Bioclimática 5, e para avaliação da envoltória nesta zona são utilizados os parâmetros da Zona Bioclimática 8.

No primeiro momento, as simulações foram realizadas para modelos distintos de edificações unifamiliares e multifamiliares. No entanto, por não haver diferenças significativas entre essas tipologias, foi simulado um único modelo de edificação multifamiliar, baseado no domicílio médio brasileiro (Figura 13).

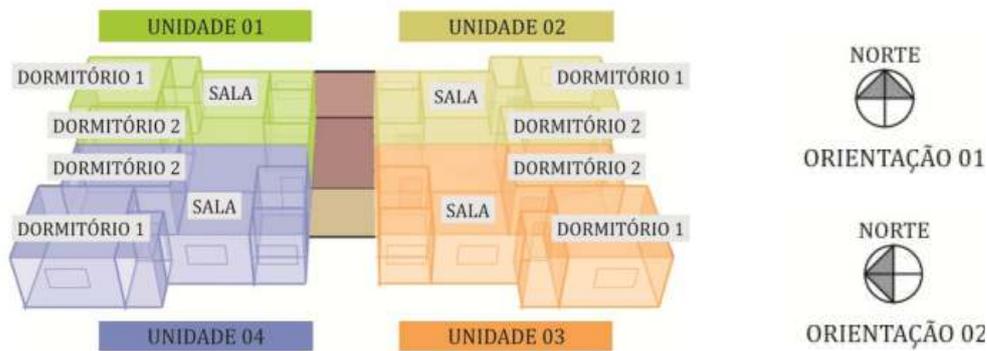


Figura 13 – Modelo de simulações do RTQ-R.

Fonte: LABEEE, 2011 apud Morishita, 2011.

A partir das simulações realizadas, foram desenvolvidas equações lineares de regressão múltipla, que estabelecem relações entre as áreas de abertura para iluminação e ventilação, condições de sombreamento, orientação das fachadas e características térmicas das superfícies. Além disso, existem os pré-requisitos a serem atendidos pela edificação (MORISHITA, 2011).

Determina-se o equivalente numérico da envoltória do ambiente para resfriamento ($EqNumEnvAmb_{Resfr}$) e o equivalente numérico da envoltória do ambiente para aquecimento ($EqNumEnvAmb_A$) de cada ambiente de permanência prolongada da UH.

Estes equivalentes numéricos podem ser obtidos através da planilha de cálculo do desempenho da envoltória, disponibilizada no site do LABEEE, na qual preenchem-se os campos com as características do ambiente e seleciona-se a zona bioclimática que se deseja avaliar, resultando nos indicadores de resfriamento, aquecimento e refrigeração (MORISHITA, 2011).

O equivalente numérico da envoltória para resfriamento ($EqNumEnv_{Resfr}$) e o equivalente numérico da envoltória para aquecimento ($EqNumEnv_A$) são obtidos através da ponderação dos equivalentes numéricos da envoltória dos ambientes ($EqNumEnvAmb$) pelas áreas úteis dos ambientes avaliados.

Com os valores de $EqNumEnv_{Resfr}$ e $EqNumEnv_A$, o equivalente numérico da envoltória da unidade autônoma será determinado a partir das equações definidas para cada zona bioclimática brasileira, conforme o Tabela 07. O $EqNumEnv_A$ é calculado somente para as Zonas Bioclimáticas de 1 a 4, e que a eficiência da

envoltória condicionada artificialmente é de caráter informativo, e a obtenção de nível A nesse item é obrigatória para obtenção da respectiva bonificação.

Tabela 07 – Equações para determinação do equivalente numérico da envoltória nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.

Zona Bioclimática	Equação Correspondente
Zona Bioclimática 01	$EqNumEnv = 0,08 EqNumEnvAmbResfr + 0,92 EqNumEnvAmbA$
Zona Bioclimática 02	$EqNumEnv = 0,44 EqNumEnvAmbResfr + 0,56 EqNumEnvAmbA$
Zona Bioclimática 03	$EqNumEnv = 0,64 EqNumEnvAmbResfr + 0,36 EqNumEnvAmbA$
Zona Bioclimática 04	$EqNumEnv = 0,68 EqNumEnvAmbResfr + 0,32 EqNumEnvAmbA$
Zona Bioclimática 05	$EqNumEnv = EqNumEnvAmbResfr$
Zona Bioclimática 06	$EqNumEnv = EqNumEnvAmbResfr$
Zona Bioclimática 07	$EqNumEnv = EqNumEnvAmbResfr$
Zona Bioclimática 08	$EqNumEnv = EqNumEnvAmbResfr$

2.5.2.1.2 Avaliação da eficiência da envoltória - método simulação

Segundo Morishita (2011), a simulação é necessária apenas nos casos de edificações com geometria complexa, para os quais as equações de avaliação da envoltória do RTQ-R não respondem de modo satisfatório.

O desempenho da edificação sob avaliação é comparado com os valores de referência das tabelas de classificação dos níveis de eficiência energética da envoltória, através de simulação computacional.

Desta maneira, faz-se necessário modelar a geometria da edificação sob avaliação e realizar simulações para duas condições: quando naturalmente ventilada e quando condicionada artificialmente.

Existem pré-requisitos específicos do método de simulação, conforme segue.

a) Programa de Simulação deve ser um programa para a análise do consumo de energia em edifícios, modelar 8.760 horas por ano, possibilitar a simulação das estratégias bioclimáticas adotadas no projeto, e produzir relatórios horários do uso final de energia.

b) Arquivo Climático deve fornecer valores horários para todos os parâmetros relevantes requeridos pelo programa de simulação; os dados climáticos devem ser

representativos da zona bioclimática onde o projeto sob avaliação será locado; ainda devem ser utilizados arquivos climáticos disponibilizados pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos ou os arquivos climáticos publicados pelo PROCEL, em formatos tais como TRY e TMY.

Devem ser atendidas condições para a modelagem da envoltória estabelecidas no regulamento, e posteriormente, seguir o procedimento descrito para simulação nas duas situações - naturalmente ventilada e condicionada artificialmente.

2.5.2.2 Avaliação do sistema de aquecimento da água

Assim como no caso da envoltória, existem pré-requisitos a serem atendidos pelo sistema de aquecimento de água, cujo não-atendimento limita o nível máximo de eficiência que poderá ser atingido pelo sistema de aquecimento de água da edificação.

Os pré-requisitos gerais consistem em questões relacionadas à qualidade das tubulações de água quente utilizadas, à resistência térmica dos reservatórios e ao isolamento térmico das tubulações metálicas.

Existem ainda pré-requisitos específicos para cada tipo de sistema de aquecimento, tais como: aquecimento solar, aquecimento a gás, bombas de calor.

A determinação do equivalente numérico do sistema de aquecimento de água também varia de acordo com o sistema instalado na edificação, pois existem fatores peculiares a cada sistema.

2.5.2.3 Bonificações

Através de iniciativas que aumentem a eficiência da UH, é possível acrescentar até 1 (um) ponto em sua classificação geral (INMETRO, 2010b).

As chamadas bonificações são de avaliação opcional, por se tratarem de requisitos de difícil avaliação em projeto e que de modo geral não são entregues na obra (MORISHITA, 2011), e são independentes entre si, podendo assim, ser parcialmente alcançadas (Equação 02 - Bonificações).

$$\text{Bonificações} = B1 + B2 + B3 + B4 + B5 + B6 + B7 + B8 \quad (02)$$

Onde:

- b1: iniciativas relacionadas à ventilação natural (até 0,40 pontos);
- b2: iniciativas relacionadas à iluminação natural (até 0,30 pontos);
- b3: iniciativas relacionadas ao uso racional de água (até 0,20 pontos);
- b4: iniciativas relacionadas ao condicionamento artificial de ar (até 0,20 pontos);
- b5: iniciativas relacionadas à iluminação artificial (até 0,10 pontos);
- b6: iniciativas relacionadas a ventiladores de teto (até 0,10 pontos);
- b7: iniciativas relacionadas a refrigeradores (até 0,10 pontos);
- b8: iniciativas relacionadas à medição individualizada (até 0,10 pontos).

2.6 Eficiência energética e desempenho térmico de edificações residenciais no Brasil

Matos (2007) realizou a análise do desempenho térmico do projeto de uma residência unifamiliar, através de simulação computacional, com o objetivo de observar o desempenho térmico dessa edificação frente a diferentes configurações de envoltória, alterando sua área de ventilação, o sombreamento das janelas, a transmitância térmica de paredes e cobertura, a absorvância de paredes e cobertura, entre outros (Tabela 08).

Tabela 08 – Resumo das alternativas simuladas por Matos (2007).

Parâmetros	Alternativa	Caso Base
Abertura para iluminação	15%Ap, 20%Ap e 25%Ap	15%Ap
Abertura para ventilação	8%Ap, 15%Ap, 20%Ap e 25%Ap	8%Ap
Sombreamento	sim e não	não
Tipo de parede	5cm de concreto maciço ($U=5,4W/m^2.K$)	tijolos de 8 furos circulares assentados na menor dimensão ($U=2,24W/m^2.K$)
	tijolos de 8 furos quadrados assentados na maior dimensão ($U=1,80W/m^2.K$)	
	dupla de tijolos de 8 furos circulares, assentados na maior dimensão ($U=1,0W/m^2.K$)	
	parede leve 1 ($U=0,25W/m^2.K$)	
	parede leve 2 ($U=1,2W/m^2.K$)	
Tipo de cobertura	telha de barro, lâmina de alumínio polido e forro de concreto ($U=1,18W/m^2.k$)	Laje mista coberta com telha de fibrocimento ($U=1,93W/m^2.K$)
	telha de barro com lã de vidro sobre forro de madeira ($U=0,62W/m^2.K$)	
	telha de fibrocimento sem forro ($U=4,6w/m^2.K$)	
Absortância da cobertura	20%, 40% e 60%	80%
Orientação dos dormitórios	norte, sul e oeste	leste
Estratégia de ventilação	noturna, diurna seletiva e noturna seletiva	diurna

Fonte: MATOS, 2007, p. 63.

Primeiramente foi avaliado o caso base de 63m², dividido em 2 quartos, sala, cozinha e banheiro, e pé direito de 2,8m, com a posterior realização das simulações paramétricas, utilizando os dados da sala e do dormitório de solteiro.

Nas simulações, a definição das estratégias seguiu as recomendações da NBR 15220 para a zona bioclimática correspondente à cidade de Florianópolis (ZB3).

Também foram estabelecidas diferentes estratégias de ventilação natural, que foi simulada através do módulo *AirflowNetwork*, integrado ao programa *EnergyPlus*.

Os resultados obtidos foram analisados através do número de graus-hora. A partir do somatório das quantidades de graus-hora de resfriamento e graus-hora de

aquecimento, a autora chegou ao valor de graus-hora anual para os cômodos representativos da residência, ou seja, dormitório e sala.

A análise dos fluxos de calor para o caso base mostrou que os maiores ganhos de calor ocorrem através da cobertura, provavelmente por possuir um alto valor de absorvância (80%), e através da área envidraçada, que não possui sombreamento.

As simulações paramétricas demonstraram que para a residência em questão:

- as coberturas com melhor desempenho são as mais claras;
- a melhor orientação é a que as janelas dos dormitórios estão voltadas para o norte e da sala e da cozinha voltadas para o sul;
- a área de ventilação mais adequada para as aberturas sem sombreamento é de 15% da área do piso;
- as paredes pesadas com menores valores de transmitâncias térmicas possuem o melhor desempenho para ambos os cômodos considerados simultaneamente, configurando a melhor opção de fechamento.

Rotta (2009) avaliou o comportamento térmico de edifícios em conjuntos habitacionais de quatro a cinco pavimentos, relacionando os resultados obtidos com as características construtivas das edificações.

Após pesquisa para identificação dos edifícios existentes, verificação das características projetuais e construtivas dos edifícios, foram definidos para análise cinco edifícios de diferentes concepções construtivas, nos quais foi efetuado o monitoramento das variáveis ambientais internas e externas permitindo a avaliação do desempenho térmico.

Em cada edifício foram feitas quatro medições internas e uma medição externa, todas no mesmo período. Foram instalados dois aparelhos no último pavimento em orientações diferentes, e outros dois no pavimento térreo, com as mesmas orientações do último pavimento. Os aparelhos utilizados foram *data-loggers* do tipo HOBO.

Na Tabela 09 estão apresentadas as características consideradas relevantes para a análise.

Tabela 09 - Características projetuais e construtivas relevantes para a análise de Rotta (2009).

	COM VENTILAÇÃO CRUZADA	SEM VENTILAÇÃO CRUZADA	CAPACIDADE TÉRMICA ALTA	CAPACIDADE TÉRMICA BAIXA	PILOTIS
PAR Noel Guarany	x			x	
PAR Luis Bavaresco		x		x	
Bourbon	x			x	x
Acampamento	x		x		
João Paulo I		x	x		

Fonte: ROTTA, 2009, p. 70.

A autora ressaltou que a baixa capacidade térmica atingida pelos edifícios do programa PAR, em relação aos antigos prédios do BNH é preocupante.

Outro fator relevante identificado foi a falta de cuidado no isolamento da cobertura nos prédios, cujo efeito teve maior influência que a orientação solar nos resultados obtidos de variação da temperatura interna, amplitude e amortecimento térmico, tanto no período de inverno quanto no período de verão, nos últimos pavimentos.

Por fim, a autora destacou que a ventilação cruzada pode não surtir o efeito desejado na melhoria das condições de conforto térmico, em função da impossibilidade de controlá-la, ou ainda em condições insatisfatórias de vedação das esquadrias, problema que se agrava no inverno. No caso do verão, o aquecimento do ar ocorre de maneira mais intensa e com o auxílio da ventilação a temperatura no interior da edificação tende a se igualar à temperatura externa.

Curcio (2011) avaliou habitações de interesse social da cidade de Pelotas - RS, e apontou melhorias de projeto a fim de elevar o nível de conforto térmico.

Através de levantamento de dados, a autora identificou 17 empreendimentos do PAR na cidade, todos com organização espacial em fita. Estes foram agrupados em função da semelhança das suas características construtivas em diferentes grupos, dos quais foi escolhido um exemplar de cada para ser monitorado na pesquisa.

Dentro de cada empreendimento monitorado foram escolhidos edifícios que possuíssem apartamentos com as orientações recomendadas pela NBR 15575, para as medições nas condições de verão e de inverno. O monitoramento ocorreu através

da instalação de aparelhos *data-loggers* do tipo HOBO (dois em cada apartamento – dormitório e estar).

Do ponto de vista do cumprimento das diretrizes recomendadas pela NBR 15220, observou-se que a maioria dos requisitos não foram atendidos. No caso da cobertura, nenhum dos requisitos foi atendido.

Já com relação às recomendações da NBR 15575, os empreendimentos atendem a grande parte dos requisitos estabelecidos. A transmitância térmica das paredes externas em dois conjuntos ficou fora do limite estabelecido, bem como foi identificada a ausência de sombreamento das aberturas dos dormitórios.

Com o trabalho foi possível concluir que o período de desconforto térmico é significativamente mais elevado devido ao frio do que ao calor, fato pelo qual a autora recomendou maior preocupação com as estratégias de condicionamento térmico passivo, para melhoria das condições de conforto nas habitações.

Ainda, Curcio (2011) elencou como principais cuidados para os projetos arquitetônicos:

- orientação dos ambientes de permanência prolongada e suas aberturas no quadrante norte;
- emprego de vedações externas com baixa transmitância térmica;
- adoção de ventilação cruzada para melhoria do condicionamento térmico natural dos ambientes;
- uso de dispositivos de sombreamento nas esquadrias, principalmente nos ambientes de permanência prolongada.

Morishita (2011) efetuou trabalho sobre o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R), com o objetivo de avaliar os requisitos propostos, e a representatividade dos mesmos no consumo de energia elétrica do setor residencial brasileiro, para dois tipos de domicílios, quais sejam apartamento e casa, distribuídos em quatro faixas de consumo.

O modelo de edificação utilizado no estudo é o mesmo utilizado nas simulações do RTQ-R, que foi desenvolvido com base no domicílio médio brasileiro, possuindo dois dormitórios, banheiro, cozinha e sala, totalizando 72,61 m². O modelo foi analisado para duas orientações, e pelo fato de ter quatro unidades habitacionais iguais, foram contempladas todas as orientações solares possíveis no estudo.

O estudo considerou as unidades com cobertura e paredes expostas ao exterior e contato com o solo, equivalentes às edificações do tipo casa.

Os requisitos analisados foram os referentes à avaliação da envoltória e dos sistemas de aquecimento de água e as bonificações referentes à iluminação artificial, refrigerador e ar condicionado.

No caso da envoltória, foi observado apenas se há conformidade entre o padrão construtivo existente e as condições climáticas predominantes em cada região, caracterizando a situação atual.

Tabela 10 – Características construtivas por região geográfica brasileira.

Região geográfica	Parede	Cobertura	Forro
Norte	alvenaria com revestimento externo	telha cerâmica	madeira
Nordeste, Sudeste, Sul, Centro Oeste	alvenaria com revestimento externo	telha cerâmica	laje de concreto

Fonte: SINPHA, 2005 apud MORISHITA, 2011, p. 85.

Tabela 11 – Características térmicas dos materiais.

Material	Absortância [adimensional]	Transmitância térmica [W/(m².K)]	Capacidade térmica [kJ/(m².K)]
Alvenaria com revestimento externo	0,4	2,86	100
Forro em laje com telha de barro	0,7	2,05	238,4
Forro em madeira com telha de barro	0,7	2,02	26,4

Fonte: LABEEE, 2010 apud MORISHITA, 2011, p. 87.

Para tanto, Morishita utilizou os dados da Tabela 10 que apresenta as características construtivas com maior ocorrência entre as faixas de consumo consideradas no estudo, e da Tabela 11, que apresenta as características térmicas dos materiais.

Pelo fato do método de avaliação da envoltória do regulamento ser realizado a partir da zona bioclimática onde está situada a edificação, a compatibilização entre as zonas bioclimáticas e as regiões geográficas foi realizada através da

consideração da zona bioclimática predominante em cada região geográfica para a avaliação.

Para todas as regiões e orientações, a maioria das unidades avaliadas no estudo atingiu nível de eficiência da envoltória entre C e D, tanto para envoltória ventilada naturalmente, como para a envoltória condicionada artificialmente. As exceções ocorreram em duas unidades da orientação 01 que obtiveram classificação nível B para envoltória condicionada artificialmente nas regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste.

As habitações do tipo apartamento obtiveram desempenho inferior em comparação às habitações do tipo casa, o que talvez possa ser explicado pelo fato de que o contato com o solo das edificações do tipo casa compense os ganhos térmicos advindos da cobertura. Ainda, as transmitâncias térmicas, relativamente altas, das coberturas avaliadas, fazem com que as edificações do tipo casa percam mais calor durante a noite, se comparadas com as edificações do tipo apartamento, no período em que há maior ocupação dos domicílios.

Considerando o modelo utilizado, a autora concluiu que as edificações residenciais brasileiras de todas as regiões geográficas não atingem os níveis máximos de eficiência da envoltória, seja em relação à eficiência da edificação ventilada naturalmente, quanto da edificação condicionada artificialmente.

Com relação ao sistema de aquecimento da água, o estudo considerou que todas as unidades habitacionais do tipo casa terão 70% (porcentagem estabelecida pelo RTQ-R para obtenção de nível A do sistema de aquecimento da água) da sua demanda de água quente suprida por sistema de aquecimento solar. Para as unidades habitacionais do tipo apartamento, nas três primeiras faixas de consumo foi considerada que a utilização de chuveiros elétricos será mantida. Na faixa de maior consumo foi considerado que 50% utilizará chuveiro elétrico e 50% utilizará sistema de aquecimento a gás liquefeito de petróleo (GLP).

Foi realizada uma comparação dos resultados obtidos para os cenários de consumo tendencial e técnico (Figura 14).

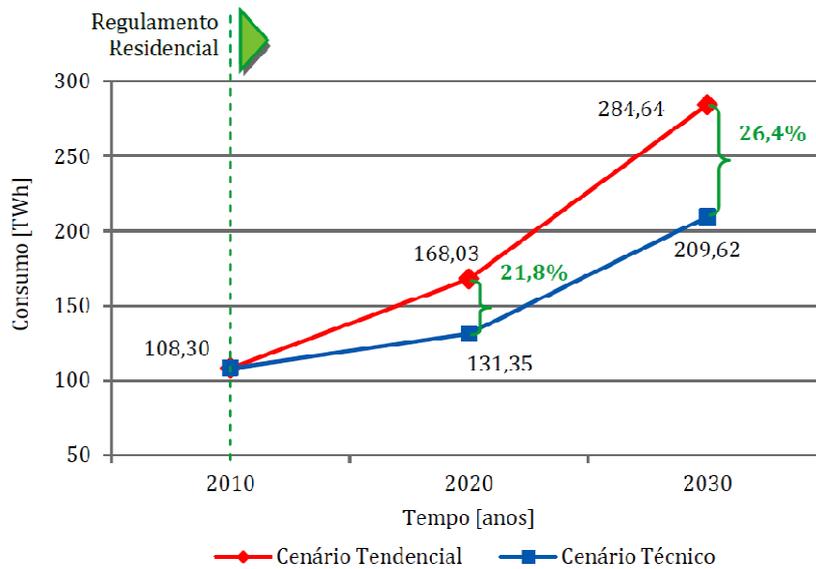


Figura 14 – Gráfico do impacto da aplicação do regulamento no consumo de energia elétrica do setor residencial.
 Fonte: MORISHITA, 2011, p. 160.

O cenário tendencial consiste na projeção do consumo de energia elétrica do setor residencial, através de dados provenientes de estudos realizados por órgãos competentes, sem aplicação de medidas de eficiência energética.

Já o cenário técnico foi estabelecido a partir da aplicação dos requisitos e bonificações propostos pelo RTQ-R no cenário tendencial definido. Foram desconsideradas, nesse cenário, questões econômicas, impedimentos de aplicação de medidas de eficiência energética, ou questões de custo/benefício sejam eles do ponto de vista do mercado ou do consumidor.

Caldeira (2011), apesar de ter desenvolvido um trabalho com o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Público, avaliou aspectos importantes, que devem ser observados também no caso de pesquisas com o Regulamento para Edifícios Residenciais.

Ao realizar a análise de três exemplares inseridos na Zona Bioclimática 8, verificou que a adoção de medidas simples é suficiente para que a classificação da envoltória seja A (mais elevada), o que é um indicativo de que não haverá necessidade de grandes mudanças nos padrões atuais das edificações.

Ainda, a autora sugere que “os ganhos e impactos decorrentes da etiquetagem não terão o alcance esperado, pois estes estão relacionados à

intensidade do rigor dos requisitos técnicos do Regulamento”, que ela considera “pouco severos para fomentar redução significativa do consumo de energia elétrica em edificações e, também, promover melhoria no ambiente construído”, pois tais critérios, segundo Caldeira (2011), “não se mostram suficientes para alcançar o requerido em edificações termicamente confortáveis e energeticamente eficientes”.

Ao relacionar a presente dissertação aos trabalhos citados acima, verifica-se que Matos (2007), Rotta (2009) e Curcio (2011) avaliaram edificações, observando e comparando, ora através de simulação, ora através de medições, diferentes técnicas construtivas, configurações espaciais, orientação solar, dentro da mesma zona bioclimática. Obtiveram assim, resultados específicos para a zona bioclimática considerada em cada estudo, enquanto nesta dissertação estão sendo abordadas todas as zonas bioclimáticas.

Morishita (2011), que também trabalhou com o RTQ-R e considerou as diferentes zonas bioclimáticas, utilizou como objeto de estudo o domicílio médio brasileiro, e a técnica construtiva predominante em cada região. No presente estudo, está sendo utilizada uma solução tipicamente observada em conjuntos habitacionais de interesse social implantados por programas habitacionais no país.

O trabalho realizado por Caldeira (2011) identificou que tipo de medidas são necessárias para que a classificação de edificações comerciais seja A, enquanto que esta dissertação obterá o mesmo para edificações residenciais.

3 METODOLOGIA

A presente dissertação é uma pesquisa de natureza aplicada, com caráter experimental. Visa avaliar a eficiência energética de um objeto de estudo multifamiliar de interesse social, através da aplicação do procedimento de avaliação estabelecido no RTQ-R, definido como Método Prescritivo.

O ponto de partida para a realização da pesquisa foi a revisão bibliográfica apresentada no capítulo anterior, onde foi possível obter conhecimento mais aprofundado sobre o tema abordado, e desta maneira, embasar o desenvolvimento das etapas seguintes.

Na metodologia apresentada neste capítulo, primeiramente ocorre a definição do objeto de estudo e descrição deste, com as informações levantadas para avaliação da eficiência energética do mesmo. Ainda, descreve o procedimento de avaliação pelo método prescritivo do RTQ-R, empregado na avaliação da eficiência energética da edificação para as zonas bioclimáticas brasileiras e os parâmetros considerados para realização de alterações para melhoria dos níveis de eficiência energética obtidos inicialmente.

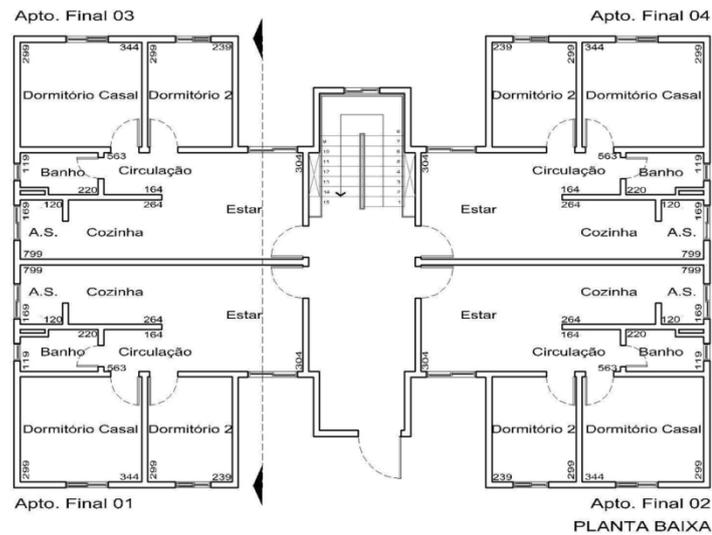
3.1 Definição e descrição do objeto de estudo

Através da revisão bibliográfica, verificou-se que existem duas soluções projetuais predominantes nos programas habitacionais implantados pelo poder público brasileiro. Uma delas consiste em edifícios de 4 ou 5 pavimentos, nos quais 4 apartamentos por pavimento estão dispostos em torno de uma circulação vertical, formando um H. Essa solução também é apresentada como exemplo para edificações multifamiliares na cartilha dos programas habitacionais financiados pela Caixa Econômica Federal (2011).

Sendo assim, o exemplar definido para o desenvolvimento da pesquisa foi uma edificação cujo projeto é semelhante ao estabelecido pelos programas habitacionais do país, e optou-se por utilizar um projeto implantado em Santa Maria-

RS, o que facilitou a obtenção das informações necessárias para o desenvolvimento do estudo.

A edificação possui 5 pavimentos e 4 apartamentos por pavimento, conforme Figuras 15 e 16.



Figuras 15 e 16 – Planta baixa e corte transversal da edificação base de estudo.

Fonte: adaptado de SANTA MARIA, 2009, n.p.

Foram consideradas duas orientações distintas na avaliação (Figura 17), a fim de abranger todas as orientações possíveis para as UHs, em função do formato da edificação.

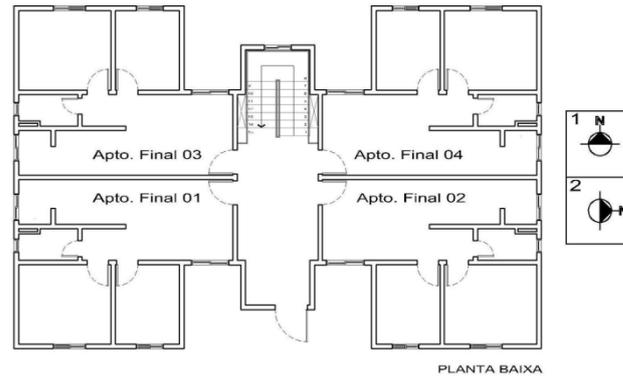


Figura 17 – Planta baixa da edificação base de estudo com orientações analisadas.
Fonte: adaptado de SANTA MARIA, 2009, n.p.

Os apartamentos são todos iguais em dimensão e distribuição espacial, variando apenas a sua orientação solar, e o pavimento onde estão situados (térreo, intermediário, cobertura), aspectos de grande relevância para o desempenho térmico. As unidades são constituídas de estar, cozinha, área de serviço, dormitório de casal, dormitório 2 (solteiro) e banheiro, totalizando uma área útil de 43,19m² (Figura 18), e uma área total de 47,40m².

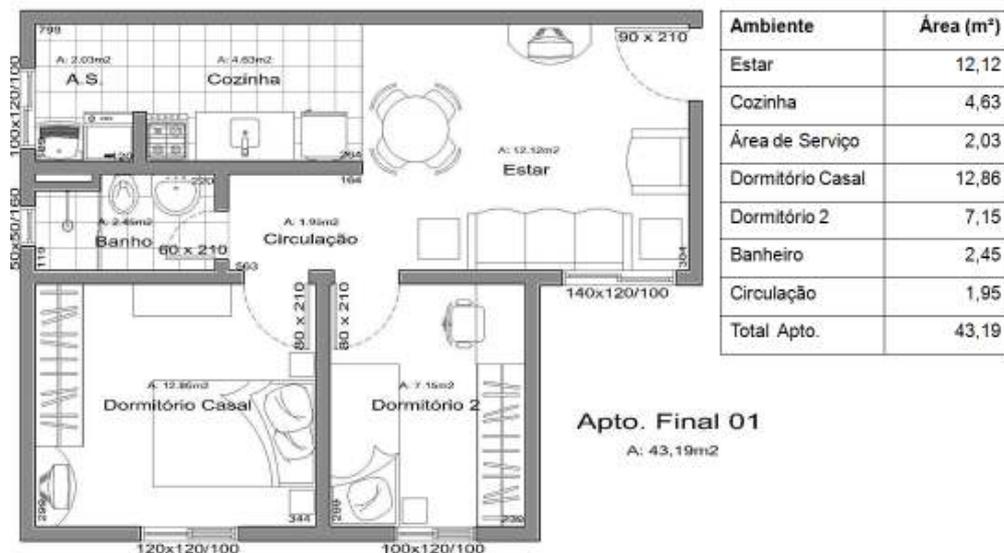
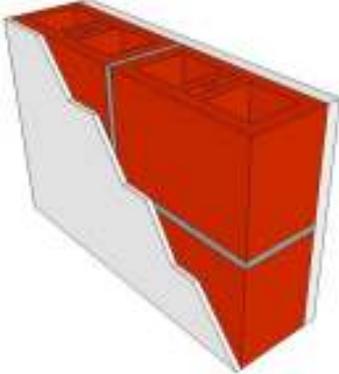


Figura 18 – Planta baixa mobiliada dos apartamentos.

Com relação à envoltória, o sistema construtivo utilizado na edificação é a alvenaria estrutural de blocos cerâmicos (14 x 19 x 29cm), e, por sua vez, a cobertura é constituída de telhas de fibrocimento (6mm), sobre madeiramento de eucalipto, e com forro de madeira (1cm).

A Tabela 12 apresenta as características térmicas desses componentes. No caso da cobertura, os valores foram obtidos no *Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes e Coberturas*, desenvolvido por pesquisadores do LABEEE (LAMBERTS et al, 2011a). No caso das paredes, foi necessário determinar a resistência e capacidade térmica conforme a NBR15220 (ver Apêndice A), pois a composição de parede em questão não está contemplada no catálogo do LABEEE.

Tabela 12 – Composição e características térmicas da envoltória da edificação.

Descrição	Imagem Ilustrativa	Propriedades
Parede e = 17,5cm Bloco cerâmico = 14x19x29cm Reboco externo = 2,5cm Reboco interno = 1,0cm		$U=2,38W/(m^2.k)$ $CT=149Kj/(m^2.k)$ $\alpha=0,30$
Cobertura com telha de fibrocimento 6mm Forro de madeira = 1cm		$U=2,02W/(m^2.k)$ $CT=21 Kj/(m^2.k)$ $\alpha=0,40$

Para determinar os valores da absorvância, foi considerada cobertura de cor cinza e paredes com pintura externa nas cores bege e amarelo, conforme Figura 19.



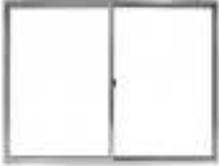
Figura 19 – Edificações utilizadas como objeto de estudo.
Fonte: SANTA MARIA, 2012.

Com relação às aberturas, as janelas são em alumínio e vidro liso 3mm, cuja transmitância térmica é $5,79W/(m^2K)$ (LAMBERTS et al, 1997).

As características das janelas instaladas em cada ambiente são apresentadas na Tabela 13, bem como as áreas consideradas para cálculo de percentuais mínimos de abertura, ventilação e iluminação.

Tabela 13 – Características das janelas instaladas na edificação.

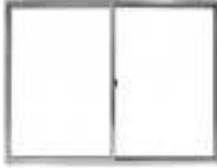
(continua)

Janela	Ambiente	Descrição	Imagem Ilustrativa	Áreas
J01	Estar	Janela 2 folhas de correr de vidro 140x120x100cm		Aab (m ²) = 1,68 A ilum (m ²) = 1,46 A vent (m ²) = 0,75
J02	Dorm. 2	Janela 3 folhas de correr – 1 vidro, 1 veneziana perfurada e 1 veneziana lisa 100x120x100cm		Aab (m ²) = 1,2 A ilum (m ²) = 0,52 A vent (m ²) = 0,52

Fonte Ilustrações Aberturas: Santa Cruz Acabamentos e Prismacon, 2013.

Tabela 13 – Características das janelas instaladas na edificação.

(conclusão)

Janela	Ambiente	Descrição	Imagem Ilustrativa	Áreas
J03	D. Casal	Janela 3 folhas de correr - 1 vidro, 1 veneziana perfurada e 1 veneziana lisa 120x120x100cm		Aab (m ²) = 1,44 A ilum (m ²) = 0,64 A vent (m ²) = 0,64
J04	Cozinha	Janela 2 folhas de correr de vidro 100x120x100cm		Aab (m ²) = 1,2 A ilum (m ²) = 1,00 A vent (m ²) = 0,52
J05	Banho	Janela maxim-ar 1 folha de vidro 50x50x160cm		Aab (m ²) = 0,25 A ilum (m ²) = 0,16 A vent (m ²) = 0,18

Fonte Ilustrações Aberturas: Santa Cruz Acabamentos e Prismacon, 2013.

3.2 Avaliação da edificação pelo método prescritivo do RTQ-R

Para avaliação da eficiência energética da edificação, através do método prescritivo do RTQ-R, foram avaliadas a eficiência da envoltória e do sistema de aquecimento de água para cada zona bioclimática brasileira, e foi verificada a obtenção de bonificações pela edificação.

3.2.1 Avaliação da envoltória da edificação

O primeiro passo para avaliação do desempenho da envoltória da edificação é verificar o atendimento dos pré-requisitos em cada zona bioclimática brasileira.

Os pré-requisitos de absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica, foram avaliados a partir da Tabela 14.

Tabela 14 – Pré-requisitos de absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica para as diferentes zonas bioclimáticas.

Zona Bioclimática	Componente	Absorvância solar (adimensional)	Transmitância térmica [W/(m²K)]	Capacidade térmica [kJ/(m²K)]
ZB1 e ZB2	Parede	Sem exigência	$U \leq 2,50$	$CT \geq 130$
	Cobertura	Sem exigência	$U \leq 2,30$	Sem exigência
ZB3 a ZB6	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,70$	$CT \geq 130$
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,50$	$CT \geq 130$
	Cobertura	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 2,30$	Sem exigência
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 1,50$	Sem exigência
ZB7	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,70$	$CT \geq 130$
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,50$	$CT \geq 130$
	Cobertura	$\alpha \leq 0,4$	$U \leq 2,30$	Sem exigência
		$\alpha > 0,4$	$U \leq 1,50$	Sem exigência
ZB8	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,70$	Sem exigência
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,50$	Sem exigência
	Cobertura	$\alpha \leq 0,4$	$U \leq 2,30$	Sem exigência
		$\alpha > 0,4$	$U \leq 1,50$	Sem exigência

Fonte: INMETRO, 2010b, p.25.

O pré-requisito relacionado ao percentual mínimo de aberturas para ventilação, foi avaliado a partir da Tabela 15, além disso, foi necessário verificar se a maioria dos banheiros (50% + 1) possui ventilação natural, e se as aberturas permitem o controle da ventilação.

Tabela 15 – Áreas mínimas de aberturas para ventilação.

Ambiente	Percentual de abertura para ventilação em relação à área de piso (A)		
	ZB1 a 6	ZB7	ZB8
Ambientes de permanência prolongada	$A \geq 8$	$A \geq 5$	$A \geq 10$

Fonte: INMETRO, 2010b, p.28.

O percentual de abertura para ventilação é calculado conforme a Equação 03.

Onde:

$$A = 100 \cdot \left(\frac{A_A}{A_p} \right)$$

A: percentual de abertura para ventilação em relação à área de piso (%);
 AA: área efetiva de abertura para ventilação (m²);
 Ap: área de piso do ambiente (m²).

(3)

Para considerar que a UH atende o pré-requisito de ventilação cruzada, as aberturas devem atender à proporção indicada na Equação 04.

Onde:

$$\frac{A_2}{A_1} \geq 0,25$$

A1: somatório das áreas efetivas de aberturas para ventilação localizadas nas fachadas da orientação com maior área de abertura para ventilação (m²);
 A2: somatório das áreas efetivas de aberturas para ventilação localizadas nas fachadas das demais orientações (m²).

(4)

O pré-requisito relacionado ao percentual mínimo de aberturas para iluminação foi avaliado considerando que, nos ambientes de permanência prolongada, a área de abertura para iluminação deve ser no mínimo 1/8 da área do piso, e nos demais ambientes deve ser no mínimo 1/10 da área do piso. Além disso, foi necessário verificar se cozinhas, áreas de serviço e a maioria dos banheiros (50% + 1) possui iluminação natural.

Após a verificação do atendimento aos pré-requisitos, o passo seguinte é realizar o cálculo do desempenho da envoltória, através da planilha fornecida pelo LABEEE, para os ambientes de permanência prolongada de cada UH (Figura 20).

Zona Bioclimática	ZB		Zona Bioclimática
Ambiente	Nome do Ambiente		
	Identificação		
	AUamb	m ²	Area útil do ambiente
Cobertura	Ucob	W/m ² .K	Transmitância Térmica da Cobertura
	CTcob	kJ/m ² .K	Capacidade Térmica da Cobertura
	αcob	adimensional	Absortância da Superfície Externa da Cobertura
Paredes Externas	Upar	W/m ² .K	Transmitância Térmica das Paredes Externas
	CTpar	kJ/m ² .K	Capacidade Térmica das Paredes Externas
	αpar	adimensional	Absortância Externa das Paredes Externas
Característica construtiva	CTbaixa	binário	Capacidade Térmica Baixa < 50 kJ/m ² .K
	CTalta	binário	Capacidade Térmica Alta > 250 kJ/m ² .K
Situação do piso e cobertura	cob	adimensional	Fechamento Superior Voltado para Exterior
	soio	binário	Piso em Contato com Solo
	pil	binário	Piso em Contato com o Exterior Através de Pilots
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	APambN	m ²	Area de Parede Externa Voltada para o Norte
	APambS	m ²	Area de Parede Externa Voltada para o Sul
	APambL	m ²	Area de Parede Externa Voltada para o Leste
	APambO	m ²	Area de Parede Externa Voltada para o Oeste
Áreas de Aberturas Externas	AADN	m ²	Area do Vão na Fachada Voltada para o Norte
	AADS	m ²	Area do Vão na Fachada Voltada para o Sul
	AABL	m ²	Area do Vão na Fachada Voltada para o Leste
	AABO	m ²	Area do Vão na Fachada Voltada para o Oeste
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	Fator das Aberturas para Ventilação
	Somb	adimensional	Percentual de Sombreamento das Aberturas
Características Gerais	AparInt	m ²	Area das Paredes Internas
	PD	m	Pé-direito do Ambiente
	Calura	adimensional	Coefficiente de Altura = PD / AUamb
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	ISOI	binário	Isolamento nas Paredes Externas e Cobertura
	vid	binário	Vidro Duplo
	Uvid	W/m ² .K	Transmitância Térmica do Vidro
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	CLASSIFICAÇÃO Indicador de Consumo
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m ² .ano	CLASSIFICAÇÃO Indicador de Consumo
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	CLASSIFICAÇÃO Indicador de Consumo

LEGENDA:

PARAMETROS SOLICITADOS
UNIDADES
PREENCHIMENTO DE DADOS
INDICADORES DE CONSUMO E CLASSIFICAÇÃO

Figura 20 – Planilha de cálculo do desempenho da envoltória.

Fonte: adaptado de BOTTAMEDI, 2011, p.4.

A edificação objeto de estudo deste trabalho apresenta apartamentos iguais em dimensão e distribuição espacial, que diferem entre si pela orientação solar e pavimento em que estão localizados na edificação.

Os parâmetros ambiente, paredes externas, característica construtiva, características das aberturas e características gerais são iguais nos ambientes de permanência prolongada dos diferentes apartamentos. Por exemplo, para a sala de estar do apartamento final 01 no 1º pavimento os valores serão os mesmos que para a sala de estar do apartamento final 04 no 5º pavimento.

Já o parâmetro situação do piso e cobertura apresenta três circunstâncias distintas: os apartamentos térreos, cujo piso está em contato direto com o solo; os

apartamentos intermediários, que não apresentam piso em contato direto com o solo e nem fechamento superior voltado para o exterior da edificação; e os apartamentos do último pavimento, que possuem fechamento superior voltado para o exterior da edificação.

Em função disso, o parâmetro cobertura é preenchido apenas nos ambientes de permanência prolongada dos apartamentos do 5º pavimento, e nos demais casos, permanece em branco.

Nos parâmetros áreas de paredes externas do ambiente e áreas de aberturas externas, a distinção entre os apartamentos será através da orientação solar das paredes e aberturas, visto que a mesma área de parede do ambiente poderá estar voltada para norte em um apartamento, e para sul em outro (Figura 21).

Zona Bioclimática	ZB		ZB1
Ambiente	Nome do Ambiente		Dormitório Casal
	Identificação		Apto 101
	AUamb	m ²	12,86
Cobertura	Ucob	W/m ² .K	0,00
	CTcob	kJ/m ² .K	1,00
	αcob	adimensional	0,00
Paredes Externas	Upar	W/m ² .K	2,38
	CTpar	kJ/m ² .K	149,00
	αpar	adimensional	0,30
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0
	CTalta	binário	0
Situação do piso e cobertura	cob	adimensional	0
	solo	binário	1
	pil	binário	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	APambN	m ²	0,00
	APambS	m ²	7,16
	APambL	m ²	0,00
	APambO	m ²	7,48
Áreas de Aberturas Externas	AAbN	m ²	0,00
	AAbS	m ²	1,44
	AAbL	m ²	0,00
	AAbO	m ²	0,00
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,41
	Somb	adimensional	1,00
Características Gerais	AparInt	m ²	14,39
	PD	m	2,5
	Caltura	adimensional	0,194
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	0
	vid	binário	0
	Uvid	W/m ² .K	5,79
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	A
			-133
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m ² .ano	C
			36,918
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	A
			-1,237

Figura 21 – Exemplo de preenchimento da planilha de cálculo do desempenho da envoltória.

A seqüência mostrada na Figura 22 refere-se ao preenchimento da planilha para o desenvolvimento do trabalho, onde existem duas orientações solares estabelecidas para avaliação, oito zonas bioclimáticas consideradas, apartamentos em doze situações diferentes, e parâmetros a serem lançados na planilha para três ambientes de permanência prolongada em cada apartamento.

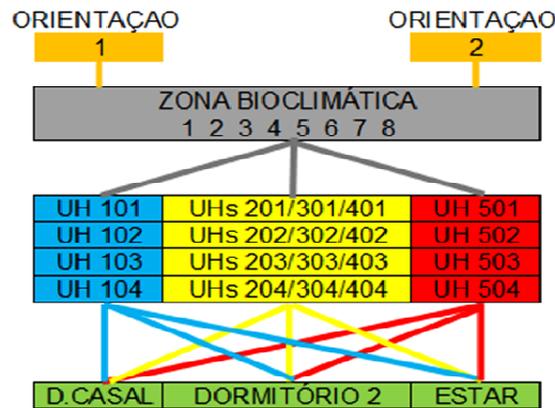


Figura 22 – Diagrama da sequência de preenchimento da planilha.

3.2.2 Avaliação do sistema de aquecimento de água

Para avaliação da eficiência do sistema de aquecimento de água considera-se a instalação de chuveiros elétricos nos apartamentos, visto que não existe sistema diferenciado de aquecimento de água previsto no projeto.

3.2.3 Bonificações

No caso das possíveis bonificações considera-se na avaliação apenas aquelas bonificações relacionadas a aspectos de projeto:

- b1 - bonificação referente à ventilação natural;
- b2 - bonificação referente à iluminação natural;

As demais bonificações dizem respeito a equipamentos instalados pelo usuário, e desta maneira não é possível avaliá-las.

Com os dados de desempenho da envoltória, sistema de aquecimento de água e bonificações de cada apartamento, é possível obter a pontuação total do nível de eficiência de cada unidade habitacional autônoma (PTUH), e, em consequência, da edificação.

A equação da PTUH pode ser aplicada também com o auxílio de uma planilha fornecida pelo LABEEE, conforme Figura 23. Esta planilha também calcula a pontuação final da edificação, fornecendo a ENCE obtida pela mesma.

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

UH	Envoltória para verão	Envoltória para inverno	Aquecimento de água	EqNumEnv	Envoltória se refrigerada	Bonificações								Pontuação	Classificação final das UHs	Área útil (m²)	ENCE multi
						B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8				
101																	
102																	
103																	
104																	
201/301/401																	
202/302/402																	
203/303/403																	
204/304/404																	
501																	
502																	
503																	
504																	

ZB1	0,65	CURITIBA	$EqNumEnv = 0,08 \times EqNumEnvResf + 0,92 \times EqNumEnvA$
ZB2	0,65	SANTA MARIA	$EqNumEnv = 0,44 \times EqNumEnvResf + 0,56 \times EqNumEnvA$
ZB3	0,65	FLORIANÓPOLIS	$EqNumEnv = 0,64 \times EqNumEnvResf + 0,36 \times EqNumEnvA$
ZB4	0,65	BRASÍLIA	$EqNumEnv = 0,68 \times EqNumEnvResf + 0,32 \times EqNumEnvA$
ZB5	0,65	SANTOS	$EqNumEnv = EqNumEnvResf$
ZB6	0,65	CAMPO GRANDE	$EqNumEnv = EqNumEnvResf$
ZB7	0,65	CUIABÁ	$EqNumEnv = EqNumEnvResf$
ZB8	0,9	SALVADOR	$EqNumEnv = EqNumEnvResf$

Figura 23 – Planilha de cálculo para obtenção da ENCE da edificação.

No caso do presente trabalho, onde a edificação é avaliada para todas as zonas bioclimáticas, na planilha é necessário alterar a equação para obtenção do EqNumEnv que é específica para cada zona bioclimática.

Ainda, o coeficiente a, que varia para cada região geográfica brasileira, deve ser alterado também. Tal compatibilização entre zona bioclimática e região geográfica, para obtenção do coeficiente a, faz-se pela definição de uma cidade a ser avaliada em cada zona bioclimática, e a utilização do coeficiente estabelecido

para a região onde está inserida a cidade. A definição das cidades a serem avaliadas em cada zona bioclimática foi realizada utilizando as mesmas cidades, cujos arquivos climáticos foram utilizados nas simulações do RTQ-R (ver Figura 23).

3.3 Avaliação da edificação pelo método prescritivo do RTQ-R após alterações de acordo com zona bioclimática

Tendo em vista que habitações de interesse social historicamente não atendem às necessidades dos usuários no que diz respeito ao desempenho térmico e energético, acredita-se que os níveis de eficiência obtidos pela edificação em estudo não serão satisfatórios.

Em função disso, de posse dos resultados obtidos através da avaliação da edificação pelo método prescritivo do RTQ-R, serão propostas alterações nos projetos, e realizar-se-á a avaliação da edificação pelo método prescritivo com as alterações propostas.

No primeiro momento, as alterações propostas são direcionadas ao atendimento de pré-requisitos da envoltória que não forem atendidos pela edificação base de estudo em cada zona bioclimática (Tabela 16).

Tabela 16 – Pré-requisitos da envoltória x possíveis alterações de projeto.

Pré-requisito	Alterações de projeto
U / CT / α	Sistema construtivo / materiais de vedação
% aberturas	Dimensão da abertura, modelo da abertura
Wc's vent. natural	Layout dos ambientes
Vent. cruzada	Posicionamento das aberturas na fachada
Vent. controlável	Modelo da abertura
Illum. natural	Dimensão da abertura, modelo da abertura

Serão consideradas também alterações no sistema de aquecimento de água, e possíveis bonificações. Verificando que tais alterações não sejam suficientes para melhoria significativa no resultado da avaliação da eficiência energética da edificação, serão propostas alterações mais complexas.

4 RESULTADOS

4.1 Avaliação da edificação pelo método prescritivo do RTQ-R

Serão apresentados a seguir os resultados obtidos na avaliação da eficiência energética da edificação base de estudo pelo método prescritivo do RTQ-R, nas duas orientações solares estabelecidas para avaliação, e considerando a implantação nas oito zonas bioclimáticas brasileiras.

Lembrando que os requisitos avaliados dizem respeito ao desempenho térmico da envoltória da edificação, à eficiência do sistema de aquecimento de água instalado na mesma, e às bonificações obtidas em função de iniciativas que aumentem a eficiência das UHs, e conseqüentemente, da edificação.

4.1.1 Avaliação da envoltória da edificação

O resultado final obtido pela envoltória de cada UH considera o desempenho da envoltória para resfriamento e para aquecimento, ou seja, para as situações de verão e inverno nas Zonas Bioclimáticas 1 a 4, e apenas para resfriamento, ou seja, para a situação de verão nas Zonas Bioclimáticas 5 a 8.

Nas zonas onde a envoltória é avaliada para as duas situações, existe ainda uma variação na contribuição do resultado obtido para cada situação no resultado final da avaliação da envoltória, conforme equações da Tabela 07, apresentadas na revisão bibliográfica.

O Apêndice B apresenta a tabela resumo com a relação completa dos ambientes de todas as UHs, e respectivos equivalentes numéricos da envoltória para resfriamento, aquecimento e refrigeração.

Nas Tabelas 17 e 18 são apresentadas as unidades que obtiveram melhores níveis de eficiência da envoltória, nas duas orientações consideradas (1 e 2), para as situações de verão e inverno. Considerar UHs I as localizadas no pavimento

térreo, I as localizadas nos pavimentos intermediários (2°, 3° e 4°), e C as localizadas no 5° pavimento, com fechamento superior voltado para o exterior da edificação, onde está localizada a cobertura da mesma.

Tabela 17 – UHs com melhores níveis de eficiência da envoltória para verão e inverno por zona bioclimática.

	Orientação 1 - Verão				Orientação 2 - Verão			
ZB1	UHs: todas				UHs: todas			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	A	A	A	A	A	A	A
ZB2	UHs: T 01 e 02				UHs: T 01 e 03			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	A	A	A	B	A	A	
ZB3	UHs: T 01, 02 e 04				UHs: T 04			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	A	B	B	A	A	B	B
ZB4	UHs: T 01, 02 e 04 / I 02				UHs: T 01, 02 e 03			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	A	A	A	A	A	A	A
	Orientação 1 - Inverno				Orientação 2 - Inverno			
ZB1	UHs: I 03				UHs: I 04			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	B	C	A	B	B	C	A	B
ZB2	UHs: I 03 e 04				UHs: I 02 e 04			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	B	A	A	A	B	A	A
ZB3	UHs: I 03 e 04				UHs: I 01 e 03			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	B	A	B	B	B	A	B	B
ZB4	UHs: T 03 e 04 / todas I				UHs: todas I			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	A	A	A	A	A	A	A

Tabela 18 – UHs com melhores níveis de eficiência da envoltória para verão por zona bioclimática.

	Orientação 1 - Verão				Orientação 2 - Verão			
ZB5	UHs: T e I 02				UHs: T e I 01			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	B	B	B	A	B	B	B
ZB6	UHs: todas T				UHs: todas T			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	A	B	B	A	A	B	B
ZB7	UHs: T 01 e 02				UHs: T 01 e 03			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	B	B	B	A	B	B	B
ZB8	UHs: T e I 02				UHs: T e I 01			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	B	B	B	A	B	B	B

Contudo, apesar dos resultados favoráveis observados em diversas UHs, onde as unidades melhores classificadas receberam etiquetas A e B em sua maioria, a verificação do atendimento dos pré-requisitos da envoltória demonstrou a inobservância de dois deles na edificação: percentual de abertura para ventilação e percentual de abertura para iluminação.

No caso da ventilação, com exceção da ZB7, nenhum ambiente dentre todas as demais zonas bioclimáticas atendeu ao pré-requisito.

No caso da iluminação, o pré-requisito não foi atendido em nenhuma zona bioclimática (Tabela 19).

Tabela 19 – Áreas de ventilação e iluminação das aberturas da edificação base de estudo x áreas de ventilação e iluminação exigidas pelo RTQ-R.

ZB1 a	Ambiente	AUamb	A ilum	Exigido	Atende	A vent base	Exigido	Atende
	Estar / cozinha	20,73	2,46	2,59125	Não	1,27	1,6584	Não
Dorm. 2	7,15	0,52	0,89375	Não	0,52	0,572	Não	
ZB6	Dorm. Casal	12,86	0,64	1,6075	Não	0,64	1,0288	Não
	Banho	2,45	0,16	0,245	Não	-	-	-
ZB7	Ambiente	AUamb	A ilum	Exigido	Atende	A vent base	Exigido	Atende
	Estar / cozinha	20,73	2,46	2,59125	Não	1,27	1,0365	Sim
	Dorm. 2	7,15	0,52	0,89375	Não	0,52	0,3575	Sim
	Dorm. Casal	12,86	0,64	1,6075	Não	0,64	0,643	Não
Banho	2,45	0,16	0,245	Não	-	-	-	
ZB8	Ambiente	AUamb	A ilum	Exigido	Atende	A vent base	Exigido	Atende
	Estar / cozinha	20,73	2,46	2,59125	Não	1,27	2,073	Não
	Dorm. 2	7,15	0,52	0,89375	Não	0,52	0,715	Não
	Dorm. Casal	12,86	0,64	1,6075	Não	0,64	1,286	Não
Banho	2,45	0,16	0,245	Não	-	-	-	

Tendo em vista que os demais pré-requisitos da envoltória foram atendidos em todas as zonas bioclimáticas (Tabela 20), conforme estabelecido no RTQ-R, o nível máximo de eficiência obtido pelo ambiente é B por não atender o pré-requisito da iluminação natural e passa para E, por não atender o pré-requisito do percentual de aberturas.

Tabela 20 – Atendimento dos pré-requisitos da envoltória nas diferentes zonas bioclimáticas.

ZB	U / CT / α	% aberturas	Wc's vent. Nat.	Vent. cruzada	Vent. Contr.	Ilum. Nat.
1	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
2	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
3	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
4	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
5	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
6	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
7	Sim	Não (d. casal)	Sim	Sim	Sim	Não
8	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não

4.1.2 Avaliação do sistema de aquecimento de água

Com relação à eficiência do sistema de aquecimento da água, não existe sistema diferenciado instalado na edificação, ou seja, ocorre a utilização de chuveiro elétrico. Nesse caso, a classificação é atribuída em função da potência do aparelho. Por não ser possível precisar essa informação, para a classificação do sistema foi considerado nível E, enquadrando-se no item do RTQ-R (INMETRO, 2010b), que estabelece que equipamentos não classificados pelo Inmetro recebem tal classificação.

4.1.3 Bonificações

A única bonificação obtida pelas UHs foi 0,2 pontos, referente à bonificação por iluminação natural, visto que a profundidade dos ambientes com iluminação natural atendeu à relação estabelecida na Equação 05.

Onde:

P: profundidade do ambiente (m);

$P \leq 2,4 \cdot h_a$ h_a : distância medida entre o piso e a altura máxima da abertura para iluminação (m), excluindo caixilhos.

(5)

As Tabelas 21, 22, 23 e 24 apresentam as planilhas de cálculo da PTUH e obtenção da ENCE da edificação, com os níveis de eficiência obtidos pela edificação em todas as zonas bioclimáticas.

Com exceção da ZB7, o resultado foi o mesmo nas demais zonas, para as duas orientações consideradas, em função do não-atendimento dos pré-requisitos.

Tabela 21 – Planilha de cálculo da ENCE da edificação para ZB1, 2, 3, 4.

UH	Envoltória para verão Resfriamento		Envoltória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
	1,00	E	1,00	E	1,00	E			ilum natural	TOTAL				
101	1,00	E	1,00	E	1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	1,2 E
102	1,00	E	1,00	E	1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	
103	1,00	E	1,00	E	1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	
104	1,00	E	1,00	E	1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	
201	1,00	E	1,00	E	1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	129,57	
202	1,00	E	1,00	E	1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	129,57	
203	1,00	E	1,00	E	1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	129,57	
204	1,00	E	1,00	E	1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	129,57	
501	1,00	E	1,00	E	1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	
502	1,00	E	1,00	E	1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	
503	1,00	E	1,00	E	1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	
504	1,00	E	1,00	E	1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	

Tabela 22 – Planilha de cálculo da ENCE da edificação para ZB5, 6, 8.

UH	Envoltória para verão Resfriamento		Envoltória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
	1,00	E			1,00	E			ilum natural	TOTAL				
101	1,00	E			1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	1,2 E
102	1,00	E			1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	
103	1,00	E			1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	
104	1,00	E			1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	
201	1,00	E			1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	129,57	
202	1,00	E			1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	129,57	
203	1,00	E			1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	129,57	
204	1,00	E			1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	129,57	
501	1,00	E			1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	
502	1,00	E			1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	
503	1,00	E			1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	
504	1,00	E			1,00	E	1,0	1,00	0,20	0,2	1,20	E	43,19	

Tabela 23 – Planilha de cálculo da ENCE da edificação para ZB7 na orientação 1.

UH	Envoltória para verão Resfriamento		Envoltória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
	3,05	C			1,00	E			ilum natural	TOTAL				
101	3,05	C			1,00	E	3,1	2,7	0,20	0,2	2,53	C	43,19	2,2 D
102	3,05	C			1,00	E	3,1	2,7	0,20	0,2	2,53	C	43,19	
103	2,54	C			1,00	E	2,5	2,7	0,20	0,2	2,20	D	43,19	
104	2,54	C			1,00	E	2,5	2,7	0,20	0,2	2,20	D	43,19	
201	2,54	C			1,00	E	2,5	2,19	0,20	0,2	2,20	D	129,57	
202	2,54	C			1,00	E	2,5	2,19	0,20	0,2	2,20	D	129,57	
203	2,54	C			1,00	E	2,5	2,19	0,20	0,2	2,20	D	129,57	
204	2,54	C			1,00	E	2,5	2,19	0,20	0,2	2,20	D	129,57	
501	2,54	C			1,00	E	2,5	2,19	0,20	0,2	2,20	D	43,19	
502	2,54	C			1,00	E	2,5	2,19	0,20	0,2	2,20	D	43,19	
503	1,86	D			1,00	E	1,9	2,19	0,20	0,2	1,76	D	43,19	
504	1,86	D			1,00	E	1,9	2,19	0,20	0,2	1,76	D	43,19	

Tabela 24 – Planilha de cálculo da ENCE da edificação para ZB7 na orientação 2.

UH	Envoltória para verão Resfriamento		Envoltória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
									Ilum natural	TOTAL				
101	3,05	C			1,00	E	3,1	2,7	0,20	0,2	2,53	C	43,19	2,2 D
102	2,54	C			1,00	E	2,5	2,7	0,20	0,2	2,20	D	43,19	
103	3,05	C			1,00	E	3,1	2,7	0,20	0,2	2,53	C	43,19	
104	2,54	C			1,00	E	2,5	2,7	0,20	0,2	2,20	D	43,19	
201	2,37	D			1,00	E	2,4	2,19	0,20	0,2	2,09	D	129,57	
202	2,54	C			1,00	E	2,5	2,19	0,20	0,2	2,20	D	129,57	
203	2,37	D			1,00	E	2,4	2,19	0,20	0,2	2,09	D	129,57	
204	2,54	C			1,00	E	2,5	2,19	0,20	0,2	2,20	D	129,57	
501	2,37	D			1,00	E	2,4	2,19	0,20	0,2	2,09	D	43,19	
502	2,04	D			1,00	E	2,0	2,19	0,20	0,2	1,88	D	43,19	
503	2,37	D			1,00	E	2,4	2,19	0,20	0,2	2,09	D	43,19	
504	2,04	D			1,00	E	2,0	2,19	0,20	0,2	1,88	D	43,19	

4.2 Avaliação da edificação pelo método prescritivo do RTQ-R após alterações de acordo com zona bioclimática

A avaliação da edificação após a realização de alterações para melhoria do nível de eficiência obtido ocorreu em três etapas. Primeiramente a edificação foi avaliada considerando apenas alterações relacionadas ao desempenho da envoltória. Em seguida, a avaliação foi realizada considerando alterações propostas para a envoltória e para o sistema de aquecimento da água. Por último, às alterações propostas foram somadas todas as bonificações possíveis e a edificação foi avaliada pela terceira vez.

4.2.1 Avaliação da envoltória da edificação após alterações

Tendo em vista os resultados insatisfatórios obtidos na avaliação da envoltória da edificação em todas as zonas bioclimáticas, as alterações propostas para o projeto foram definidas partindo da idéia de atender os pré-requisitos da iluminação natural e do percentual de aberturas.

Desta forma, foram verificadas duas possibilidades de alterações:

- conservar os modelos de aberturas do caso base de estudo, alterando suas dimensões;

- substituir os modelos de aberturas por outros que obtenham valores adequados de iluminação natural e ventilação, mantendo as dimensões das aberturas do caso base de estudo.

Caso estas ações isoladamente não cumprissem com o objetivo de atender aos pré-requisitos, então seriam verificadas combinações das duas.

Para orientar a definição das alterações a serem verificadas foram estabelecidas algumas restrições. A quantidade de aberturas em cada ambiente foi mantida, bem como o posicionamento de cada uma na fachada, e desta maneira as dimensões ficaram limitadas pela extensão do vão da planta base de estudo.

Com relação aos modelos das aberturas, além dos observados na edificação base de estudo, as proteções solares foram mantidas nos ambientes onde as aberturas eram originalmente sombreadas, e foi considerado também o espaço ocupado para manejo das aberturas, para não haver conflito com o mobiliário previsto para o local, visto que não existem muitas opções de distribuição nesse tipo de habitação.

A Tabela 25 apresenta os ambientes das UHs, os modelos de aberturas, e as dimensões que foram verificadas no intuito de atender aos pré-requisitos mencionados anteriormente.

Tabela 25 – Modelos e dimensões de aberturas verificados para atender aos pré-requisitos da envoltória.

	Modelos testados	Dimensões
J01 estar	- Correr - Correr com basculante superior - Maxim-ar	140 x 120 x 100 150 x 120 x 100 160 x 120 x 100
J02 dormitório 2	- Correr com veneziana de correr - Correr com veneziana sanfonada - Abrir com veneziana sanfonada - Maxim-ar com persiana externa	100 x 120 x 100 120 x 120 x 100
J03 dormitório casal	- Correr com veneziana de correr - Correr com veneziana sanfonada - Abrir com veneziana sanfonada - Maxim-ar com persiana externa	120 x 120 x 100 140 x 120 x 100 150 x 120 x 100 160 x 120 x 100
J04 cozinha	- Correr - Correr com basculante superior - Maxim-ar - Basculante	100 x 120 x 100 120 x 120 x 100 140 x 120 x 100

A Tabela 26 apresenta os valores de área de iluminação e ventilação de uma abertura com 100 x 120 x 100, para os modelos avaliados, a fim de comparar a variação no % de iluminação e ventilação que ocorre de um modelo para outro.

Tabela 26 – Comparação entre os diferentes modelos de aberturas.

Modelo (100 x 120 x 100) = 1,2m²	AAb Ilum	Aab Vent
- Correr	1,00m ²	0,524m ²
- Correr com basculante superior	0,962m ²	0,57m ²
- Maxim-ar	0,99m ²	0,741m ²
- Basculante	0,81m ²	0,707m ²
- Correr com veneziana de correr	0,524m ²	0,524m ²
- Correr com veneziana sanfonada	0,94m ²	0,48m ²
- Abrir com veneziana sanfonada	0,98m ²	0,98m ²
- Maxim-ar com persiana externa	0,81m ²	0,608m ²

O Apêndice C mostra a planta das UHs com as aberturas propostas para cada zona bioclimática, que visam interferir o mínimo possível na disposição do mobiliário no interior dos ambientes.

As tabelas a seguir apresentam respectivamente, as alterações propostas nas aberturas para cada zona bioclimática, com modelo dimensões e desenho das mesmas, e a comparação entre as áreas de iluminação e ventilação obtidas com as alterações e as exigidas pelo RTQ-R, demonstrando o atendimento dos pré-requisitos.

Nas Tabelas 27 e 28 são apresentados os dados referentes às Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3, 4, 5 e 6, alterações propostas e comparação entre as áreas propostas e as exigidas pelo RTQ.

Já nas Tabelas 29 e 30 são apresentados os dados referentes à Zona Bioclimática 7, e nas Tabelas 31 e 32, os dados referentes à Zona Bioclimática 8.

Tabela 27 – Alterações propostas para ZB1, 2, 3, 4, 5 e 6.

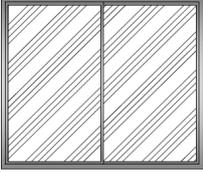
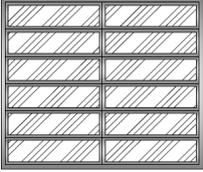
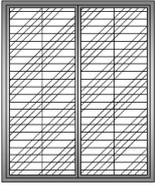
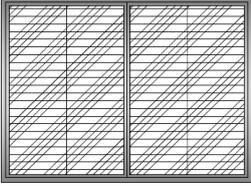
Ambiente	Caso Base	Modelo Proposto	Desenho
Estar / Cozinha	J01 – Janela 2 folhas de correr de vidro 140x120x100cm A ilum (m ²) = 1,46 A vent (m ²) = 0,75	J01 – Janela 2 folhas de correr de vidro 140x120x100cm A ilum (m ²) = 1,46 A vent (m ²) = 0,75	
	J04 – Janela 2 folhas de correr de vidro 100x120x100cm A ilum (m ²) = 1,00 A vent (m ²) = 0,52	J04 – Janela basculante 140x120x100cm A ilum (m ²) = 1,17 A vent (m ²) = 1,00	
D. 2	Janela 3 folhas de correr – 1 vidro, 1 veneziana perfurada e 1 veneziana lisa 100x120x100cm A ilum (m ²) = 0,52 A vent (m ²) = 0,52	Janela 2 folhas de abrir com veneziana sanfonada 100x120x100cm A ilum (m ²) = 0,98 A vent (m ²) = 0,98	
D. casal	Janela 3 folhas de correr – 1 vidro, 1 veneziana perfurada e 1 veneziana lisa 120x120x100cm A ilum (m ²) = 0,64 A vent (m ²) = 0,64	Janela 2 folhas de abrir com veneziana sanfonada 160x120x100cm A ilum (m ²) = 1,66 A vent (m ²) = 1,66	
Banho	Janela maxim-ar 1 folha de vidro 50x50x160cm A ilum (m ²) = 0,16 A vent (m ²) = 0,18	Janela maxim-ar 1 folha de vidro 60x60x160cm A ilum (m ²) = 0,25 A vent (m ²) = 0,26	

Tabela 28 – Áreas de ventilação e iluminação das aberturas propostas para as ZB1, 2, 3, 4, 5 e 6. x áreas de ventilação e iluminação exigidas pelo RTQ-R.

Ambientes	AUamb	A ilum proposta	Exigido	Atende	A vent proposta	Exigido	Atende
Estar / cozinha	20,73	2,63	2,59125	Sim	1,75	1,6584	Sim
Dorm. 2	7,15	0,98	0,89375	Sim	0,98	0,572	Sim
Dorm. Casal	12,86	1,66	1,6075	Sim	1,66	1,0288	Sim
Banho	2,45	0,25	0,245	Sim	-	-	-

Tabela 29 – Alterações propostas para ZB7.

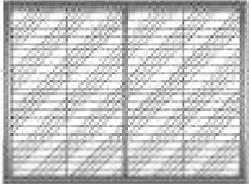
Ambiente	Caso Base	Modelo Proposto	Desenho
Estar / Cozinha	J01 – Janela 2 folhas de correr de vidro 140x120x100cm A ilum (m ²) = 1,46 A vent (m ²) = 0,75	J01 – Janela 2 folhas de correr de vidro 140x120x100cm A ilum (m ²) = 1,46 A vent (m ²) = 0,75	
	J04 – Janela 2 folhas de correr de vidro 100x120x100cm A ilum (m ²) = 1,00 A vent (m ²) = 0,52	J04 – Janela 2 folhas de correr de vidro 120x120x100cm A ilum (m ²) = 1,23 A vent (m ²) = 0,64	
D. 2	Janela 3 folhas de correr – 1 vidro, 1 veneziana perfurada e 1 veneziana lisa 100x120x100cm A ilum (m ²) = 0,52 A vent (m ²) = 0,52	Janela 2 folhas de correr com veneziana sanfonada 100x120x100cm A ilum (m ²) = 0,94 A vent (m ²) = 0,48	
D. casal	Janela 3 folhas de correr – 1 vidro, 1 veneziana perfurada e 1 veneziana lisa 120x120x100cm A ilum (m ²) = 0,64 A vent (m ²) = 0,64	Janela 2 folhas de correr com veneziana sanfonada 160x120x100cm A ilum (m ²) = 1,61 A vent (m ²) = 0,82	
Banho	Janela maxim-ar 1 folha de vidro 50x50x160cm A ilum (m ²) = 0,16 A vent (m ²) = 0,18	Janela maxim-ar 1 folha de vidro 60x60x160cm A ilum (m ²) = 0,25 A vent (m ²) = 0,26	

Tabela 30 – Áreas de ventilação e iluminação das aberturas propostas para ZB7 x áreas de ventilação e iluminação exigidas pelo RTQ-R.

Ambientes	AUamb	A ilum proposta	Exigido	Atende	A vent proposta	Exigido	Atende
Estar / cozinha	20,73	2,69	2,59125	Sim	1,39	1,0365	Sim
Dorm. 2	7,15	0,94	0,89375	Sim	0,48	0,3575	Sim
Dorm. Casal	12,86	1,61	1,6075	Sim	0,82	0,643	Sim
Banho	2,45	0,25	0,245	Sim	-	-	-

Tabela 31 – Alterações propostas para ZB8.

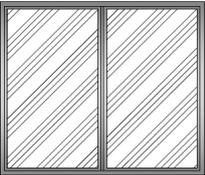
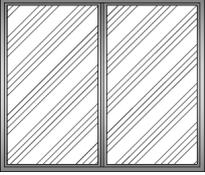
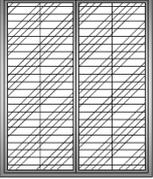
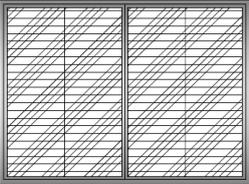
Ambiente	Caso Base	Modelo Proposto	Desenho
Estar / Cozinha	J01 - Janela 2 folhas de correr de vidro 140x120x100cm A ilum (m ²) = 1,46 A vent (m ²) = 0,75	J01 – Janela 2 folhas maxim ar 140x120x100cm A ilum (m ²) = 1,36 A vent (m ²) = 1,05	
	J04 - Janela 2 folhas de correr de vidro 100x120x100cm A ilum (m ²) = 1,00 A vent (m ²) = 0,52	J04 – Janela 2 folhas maxim ar 140x120x100cm A ilum (m ²) = 1,36 A vent (m ²) = 1,05	
D. 2	Janela 3 folhas de correr – 1 vidro, 1 veneziana perfurada e 1 veneziana lisa 100x120x100cm A ilum (m ²) = 0,52 A vent (m ²) = 0,52	Janela 2 folhas de abrir com veneziana sanfonada 100x120x100cm A ilum (m ²) = 0,98 A vent (m ²) = 0,98	
D. casal	Janela 3 folhas de correr - 1 vidro, 1 veneziana perfurada e 1 veneziana lisa 120x120x100cm A ilum (m ²) = 0,64 A vent (m ²) = 0,64	Janela 2 folhas de abrir com veneziana sanfonada 160x120x100cm A ilum (m ²) = 1,66 A vent (m ²) = 1,66	
Banho	Janela maxim-ar 1 folha de vidro 50x50x160cm A ilum (m ²) = 0,16 A vent (m ²) = 0,18	Janela maxim-ar 1 folha de vidro 60x60x160cm A ilum (m ²) = 0,25 A vent (m ²) = 0,26	

Tabela 32 – Áreas de ventilação e iluminação das aberturas propostas para ZB8 x áreas de ventilação e iluminação exigidas pelo RTQ-R.

Ambientes	AUamb	A ilum proposta	Exigido	Atende	A vent proposta	Exigido	Atende
Estar / cozinha	20,73	2,72	2,59125	Sim	2,1	2,073	Sim
Dorm. 2	7,15	0,98	0,89375	Sim	0,98	0,715	Sim
Dorm. Casal	12,86	1,66	1,6075	Sim	1,66	1,286	Sim
Banho	2,45	0,25	0,245	Sim	-	-	-

A melhoria no nível de eficiência da edificação após as alterações realizadas nas aberturas foi verificada através de nova avaliação da edificação pelo método prescritivo em cada zona bioclimática, para as duas orientações consideradas.

O Apêndice D apresenta a tabela resumo com a relação completa dos ambientes de todos os apartamentos, e respectivos equivalentes numéricos da envoltória para resfriamento, aquecimento e refrigeração.

Nas Tabelas 33 e 34 são apresentadas as unidades que obtiveram melhores níveis de eficiência da envoltória em cada zona bioclimática, nas duas orientações consideradas (1 e 2), para as situações de verão e inverno.

Tabela 33 – UHs com melhores níveis de eficiência da envoltória para verão e inverno por zona bioclimática.

	Orientação 1 - Verão				Orientação 2 - Verão			
ZB1	UHs: todas				UHs: todas			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	A	A	A	A	A	A	A
ZB2	Uhs: T 01 e 02				Uhs: T 01 e 03			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	A	A	A	B	A	A	A
ZB3	Uhs: todas T				Uhs: T 02 e 04			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	A	B	B	A	A	B	B
ZB4	Uhs: T 01, 02 e 04 / I 02				Uhs: T 01, 02 e 03 / I 01			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	A	A	A	A	A	A	A
	Orientação 1 - Inverno				Orientação 2 - Inverno			
ZB1	UHs: I 03				UHs: I 04			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	B	C	A	B	B	C	A	B
ZB2	Uhs: I 03 e 04				Uhs: I 02, 03 e 04			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	B	A	A	A	B	A	A
ZB3	Uhs: I 03 e 04				Uhs: I 01 e 03			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	B	A	B	B	B	A	B	B
ZB4	Uhs: todas T e I / C 03 e 04				Uhs: todas T e I			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	A	A	A	A	A	A	A

Destaca-se o resultado favorável das UHs térreas na situação de verão, e das UHs intermediárias na situação de inverno. Os níveis obtidos pelos ambientes variaram entre A e B, com exceção do dormitório 2, na Zona Bioclimática 1, que obteve nível C de eficiência nas duas orientações consideradas.

A orientação solar das paredes externas desse ambiente é menos favorável que a dos demais para a situação de inverno, onde na orientação 1 as paredes estão voltadas para norte e leste e na orientação 2 estão voltadas para oeste e sul.

Nas demais zonas bioclimáticas não ocorreu o mesmo porque o inverno é menos rigoroso, então a diferença de orientação solar é menos significativa no resultado final do ambiente para essa estação.

Tabela 34 – UHs com melhores níveis de eficiência da envoltória para verão por zona bioclimática.

	Orientação 1 - Verão				Orientação 2 - Verão			
ZB5	Uhs: T 02				Uhs: T e I 01			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	A	B	B	A	B	B	B
ZB6	Uhs: todas T				Uhs: todas T			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	A	B	B	A	A	B	B
ZB7	Uhs: T 01 e 02				Uhs: T 01 e 03			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	B	B	B	A	B	B	B
ZB8	Uhs: T 02				Uhs: T e I 01			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
	A	A	B	B	A	B	B	B

Nas Zonas Bioclimáticas 5, 6, 7 e 8 também destaca-se o resultado favorável das UHs térreas na situação de verão, com níveis de eficiência obtidos pelos ambientes variando entre A e B.

Nas Tabelas 35 e 36 são apresentadas as unidades com piores níveis de eficiência da envoltória nas duas orientações consideradas (1 e 2), para as situações de verão e inverno.

Nos dois casos, verão e inverno, as UHs com resultados menos satisfatórios foram as do 5º pavimento, onde o fechamento superior está voltado para o exterior.

Os níveis obtidos pelos ambientes variaram de A a D, em função do clima característico de cada zona bioclimática pois, por exemplo, no caso das Zonas Bioclimáticas 2, 3 e 4, mesmo as UHs com piores níveis de eficiência, ainda apresentam resultados satisfatórios para a situação de inverno.

Outro exemplo é a Zona Bioclimática 1, que não apresenta UHs nesta tabela para a situação de verão, pois todas obtiveram nível máximo de eficiência.

Tabela 35 – UHs com piores níveis de eficiência da envoltória para verão e inverno por zona bioclimática.

	Orientação 1 - Verão				Orientação 2 - Verão			
ZB1	UHs: não há				UHs: não há			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
ZB2	UHs: C 03				UHs: C 04			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
ZB3	UHs: C 03				UHs: C 02			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
ZB4	UHs: C 03 e 04				UHs: C 04			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
Orientação 1 - Inverno				Orientação 2 - Inverno				
ZB1	UHs: T 01 e 02 / todas C				UHs: T 01 e 02 / todas C			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
ZB2	UHs: C 02				UHs: C 01			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
ZB3	UHs: Todas T e C / I 01 e 02				UHs: Todas T e C / I 01 e 03			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
ZB4	UHs: C 01 e 02				UHs: C 01 e 03			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH

Nas Zonas Bioclimáticas 5, 6, 7 e 8, onde o desconforto por calor é predominante, os níveis obtidos pelos ambientes foram mais baixos, principalmente naqueles com paredes externas voltadas para norte e oeste, e no estar pela inexistência de proteções solares nas aberturas.

Tabela 36 – UHs com piores níveis de eficiência da envoltória para verão por zona bioclimática.

	Orientação 1 - Verão				Orientação 2 - Verão			
ZB5	UHs: C 03				UHs: C 04			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
ZB6	UHs: C 04				UHs: C 02 e 04			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
ZB7	UHs: C 03 e 04				UHs: C 02 e 04			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH
ZB8	UHs: C 03				UHs: C 04			
	D. Casal	D. 2	Estar	UH	D. Casal	D. 2	Estar	UH

Os níveis de eficiência obtidos pela envoltória para resfriamento e aquecimento de todas as UHs das Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3 e 4 são apresentados na Tabela 37, variando entre os níveis A e C.

Na situação de verão destaca-se o desempenho das UHs na Zona Bioclimática 1, todas com nível máximo de eficiência, enquanto na situação de inverno destacaram-se as UHs da Zona Bioclimática 4, também com nível A de eficiência.

No caso da Zona Bioclimática 1, o resultado explica-se pelo clima característico dessa zona, onde predomina desconforto por frio, enquanto que na Zona Bioclimática 4 o inverno não é tão rigoroso, ocorrendo mais desconforto por calor do que por frio.

Tabela 37 – Eficiência da envoltória para verão e inverno das UHs ZB1, 2, 3 e 4.

continua

ORIENTAÇÃO 1	UH ZB01		Envoltória para verão Resfriamento		Envoltória para Inverno Aquecimento		UH ZB02		Envoltória para verão Resfriamento		Envoltória para Inverno Aquecimento	
	101	5.00	A	3.33	C	101	5.00	A	4.51	A		
	102	5.00	A	3.33	C	102	5.00	A	4.51	A		
	103	5.00	A	3.82	B	103	4.49	B	4.51	A		
	104	5.00	A	3.82	B	104	4.49	B	4.51	A		
	201 / 301 / 401	5.00	A	3.82	B	201 / 301 / 401	4.32	B	4.51	A		
	202 / 302 / 402	5.00	A	3.82	B	202 / 302 / 402	4.32	B	4.51	A		
	203 / 303 / 403	5.00	A	4.33	B	203 / 303 / 403	3.49	C	4.82	A		
	204 / 304 / 404	5.00	A	3.82	B	204 / 304 / 404	3.49	C	4.82	A		
	501	5.00	A	3.33	C	501	3.49	C	4.51	A		
502	5.00	A	3.33	C	502	3.49	C	4.00	B			
503	5.00	A	3.33	C	503	2.98	C	4.51	A			
504	5.00	A	3.33	C	504	3.32	C	4.51	A			
UH ZB03		Envoltória para verão Resfriamento		Envoltória para Inverno Aquecimento		UH ZB04		Envoltória para verão Resfriamento		Envoltória para Inverno Aquecimento		
101	4.49	B	4.00	B	101	5.00	A	5.00	A			
102	4.49	B	4.00	B	102	5.00	A	5.00	A			
103	4.49	B	4.00	B	103	4.49	B	5.00	A			
104	4.49	B	4.00	B	104	5.00	A	5.00	A			
201 / 301 / 401	3.81	B	4.00	B	201 / 301 / 401	4.49	B	5.00	A			
202 / 302 / 402	3.81	B	4.00	B	202 / 302 / 402	5.00	A	5.00	A			
203 / 303 / 403	3.81	B	4.18	B	203 / 303 / 403	4.49	B	5.00	A			
204 / 304 / 404	3.49	C	4.18	B	204 / 304 / 404	4.49	B	5.00	A			
501	3.49	C	4.00	B	501	4.49	B	4.51	A			
502	3.49	C	4.00	B	502	4.49	B	4.51	A			
503	2.81	C	4.00	B	503	3.81	B	5.00	A			
504	2.98	C	4.00	B	504	3.81	B	5.00	A			

Tabela 37 – Eficiência da envoltória para verão e inverno das UHs ZB1, 2, 3 e 4.

											conclusão	
ORIENTAÇÃO 2	UH ZB01		Envoltória para verão Resfriamento		Envoltória para Inverno Aquecimento		UH ZB02		Envoltória para verão Resfriamento		Envoltória para Inverno Aquecimento	
	101	5.00	A	3.33	C	101	4.82	A	4.51	A		
	102	5.00	A	3.33	C	102	4.49	B	4.51	A		
	103	5.00	A	3.82	B	103	4.82	A	4.51	A		
	104	5.00	A	3.82	B	104	4.49	B	4.51	A		
	201 / 301 / 401	5.00	A	3.82	B	201 / 301 / 401	4.32	B	4.51	A		
	202 / 302 / 402	5.00	A	3.82	B	202 / 302 / 402	3.49	C	4.82	A		
	203 / 303 / 403	5.00	A	3.82	B	203 / 303 / 403	4.32	B	4.82	A		
	204 / 304 / 404	5.00	A	4.33	B	204 / 304 / 404	3.49	C	4.82	A		
	501	5.00	A	3.33	C	501	3.32	C	4.00	B		
	502	5.00	A	3.33	C	502	3.49	C	4.51	A		
	503	5.00	A	3.33	C	503	3.32	C	4.51	A		
	504	5.00	A	3.33	C	504	2.67	C	4.51	A		
UH ZB03		Envoltória para verão Resfriamento		Envoltória para Inverno Aquecimento		UH ZB04		Envoltória para verão Resfriamento		Envoltória para Inverno Aquecimento		
101	4.32	B	4.00	B	101	5.00	A	5.00	A			
102	4.49	B	4.00	B	102	5.00	A	5.00	A			
103	4.32	B	4.00	B	103	5.00	A	5.00	A			
104	4.49	B	4.00	B	104	4.49	B	5.00	A			
201 / 301 / 401	3.81	B	4.18	B	201 / 301 / 401	5.00	A	5.00	A			
202 / 302 / 402	3.49	C	4.00	B	202 / 302 / 402	4.49	B	5.00	A			
203 / 303 / 403	3.81	B	4.18	B	203 / 303 / 403	4.49	B	5.00	A			
204 / 304 / 404	3.49	C	4.00	B	204 / 304 / 404	4.49	B	5.00	A			
501	3.32	C	4.00	B	501	4.32	B	4.68	A			
502	2.67	C	4.00	B	502	3.67	B	4.82	A			
503	3.32	C	4.00	B	503	4.32	B	4.68	A			
504	2.98	C	4.00	B	504	3.49	C	4.82	A			

A Tabela 38 apresenta os níveis de eficiência obtidos pela envoltória de todas as UHs das Zonas Bioclimáticas 5, 6, 7 e 8 para resfriamento, que foram B e C.

Tabela 38 – Eficiência da envoltória para verão das UHs ZB5, 6, 7 e 8.

												continua				
ORIENTAÇÃO 1	UH ZB05		Envoltória para verão Resfriamento		UH ZB06		Envoltória para verão Resfriamento		UH ZB07		Envoltória para verão Resfriamento		UH ZB08		Envoltória para verão Resfriamento	
	101	3.98	B	101	4.49	B	101	4.32	B	101	3.98	B				
	102	4.49	B	102	4.49	B	102	4.32	B	102	4.49	B				
	103	3.81	B	103	4.49	B	103	3.49	C	103	3.81	B				
	104	3.81	B	104	4.49	B	104	3.49	C	104	3.81	B				
	201	3.98	B	201	3.98	B	201	3.49	C	201	3.98	B				
	202	4.32	B	202	3.81	B	202	3.49	C	202	4.32	B				
	203	2.98	C	203	3.49	C	203	3.49	C	203	2.98	C				
	204	3.49	C	204	3.49	C	204	3.49	C	204	3.49	C				
	501	3.49	C	501	2.98	C	501	3.49	C	501	3.49	C				
	502	3.81	B	502	2.98	C	502	3.49	C	502	3.81	B				
	503	2.98	C	503	2.98	C	503	2.81	C	503	2.98	C				
	504	3.49	C	504	2.81	C	504	2.81	C	504	3.49	C				

Tabela 38 – Eficiência da envoltória para verão das UHs ZB5, 6, 7 e 8.

ORIENTAÇÃO 2	conclusão											
	UH ZB05	Envoltória para verão Resfriamento		UH ZB06	Envoltória para verão Resfriamento		UH ZB07	Envoltória para verão Resfriamento		UH ZB08	Envoltória para verão Resfriamento	
	101	4.32	B	101	4.49	B	101	4.32	B	101	4.32	B
	102	3.98	B	102	4.49	B	102	3.49	C	102	3.98	B
	103	3.81	B	103	4.49	B	103	4.32	B	103	3.81	B
	104	3.49	C	104	4.49	B	104	3.49	C	104	3.49	C
	201	4.32	B	201	3.49	C	201	3.32	C	201	4.32	B
	202	3.67	B	202	3.49	C	202	3.49	C	202	3.67	B
	203	3.49	C	203	3.81	B	203	3.32	C	203	3.49	C
	204	2.98	C	204	3.49	C	204	3.49	C	204	2.98	C
	501	3.81	B	501	2.81	C	501	3.32	C	501	3.81	B
	502	3.67	B	502	2.67	C	502	2.67	C	502	3.67	B
	503	3.32	C	503	2.81	C	503	3.32	C	503	3.32	C
	504	2.98	C	504	2.67	C	504	2.67	C	504	2.98	C

De uma maneira geral, observa-se melhor desempenho das UHs térreas, enquanto que as UHs do 5° pavimento obtiveram piores resultados.

As Tabelas 39 e 40 apresentam os equivalentes numéricos da envoltória das UHs em todas as zonas bioclimáticas, nas duas orientações consideradas.

Tabela 39 – EqNumEnv da envoltória das UHs para orientação 1.

UH ZB01	EqNumEnv	UH ZB02	EqNumEnv	UH ZB03	EqNumEnv	UH ZB04	EqNumEnv
101	3,5	101	4,7	101	4,3	101	5,0
102	3,5	102	4,7	102	4,3	102	5,0
103	3,9	103	4,5	103	4,3	103	4,7
104	3,9	104	4,5	104	4,3	104	5,0
201 / 301 / 401	3,9	201 / 301 / 401	4,4	201 / 301 / 401	3,9	201 / 301 / 401	4,7
202 / 302 / 402	3,9	202 / 302 / 402	4,4	202 / 302 / 402	3,9	202 / 302 / 402	5,0
203 / 303 / 403	4,4	203 / 303 / 403	4,2	203 / 303 / 403	3,9	203 / 303 / 403	4,7
204 / 304 / 404	3,9	204 / 304 / 404	4,2	204 / 304 / 404	3,7	204 / 304 / 404	4,7
501	3,5	501	4,1	501	3,7	501	4,5
502	3,5	502	3,8	502	3,7	502	4,4
503	3,5	503	3,8	503	3,2	503	4,2
504	3,5	504	4,0	504	3,3	504	4,2
UH ZB05	EqNumEnv	UH ZB06	EqNumEnv	UH ZB07	EqNumEnv	UH ZB08	EqNumEnv
101	4,0	101	4,5	101	4,3	101	4,0
102	4,5	102	4,5	102	4,3	102	4,5
103	3,8	103	4,5	103	3,5	103	3,8
104	3,8	104	4,5	104	3,5	104	3,8
201 / 301 / 401	4,0	201 / 301 / 401	4,0	201 / 301 / 401	3,5	201 / 301 / 401	4,0
202 / 302 / 402	4,3	202 / 302 / 402	3,8	202 / 302 / 402	3,5	202 / 302 / 402	4,3
203 / 303 / 403	3,0	203 / 303 / 403	3,5	203 / 303 / 403	3,5	203 / 303 / 403	3,0
204 / 304 / 404	3,5	204 / 304 / 404	3,5	204 / 304 / 404	3,5	204 / 304 / 404	3,5
501	3,5	501	3,0	501	3,5	501	3,5
502	3,8	502	3,0	502	3,5	502	3,8
503	3,0	503	3,0	503	2,8	503	3,0
504	3,5	504	2,8	504	2,8	504	3,5

Tabela 40 – EqNumEnv da envoltória das UHs para orientação 2.

UH ZB01	EqNumEnv	UH ZB02	EqNumEnv	UH ZB03	EqNumEnv	UH ZB04	EqNumEnv
101	3,5	101	4,6	101	4,2	101	5,0
102	3,5	102	4,5	102	4,3	102	5,0
103	3,9	103	4,6	103	4,2	103	5,0
104	3,9	104	4,5	104	4,3	104	4,7
201 / 301 / 401	3,9	201 / 301 / 401	4,4	201 / 301 / 401	3,9	201 / 301 / 401	5,0
202 / 302 / 402	3,9	202 / 302 / 402	4,2	202 / 302 / 402	3,7	202 / 302 / 402	4,7
203 / 303 / 403	4,4	203 / 303 / 403	4,6	203 / 303 / 403	3,9	203 / 303 / 403	4,7
204 / 304 / 404	3,9	204 / 304 / 404	4,2	204 / 304 / 404	3,7	204 / 304 / 404	4,7
501	3,5	501	3,7	501	3,6	501	4,4
502	3,5	502	4,1	502	3,1	502	4,0
503	3,5	503	4,0	503	3,6	503	4,4
504	3,5	504	3,7	504	3,3	504	3,9
UH ZB05	EqNumEnv	UH ZB06	EqNumEnv	UH ZB07	EqNumEnv	UH ZB08	EqNumEnv
101	4,3	101	4,5	101	4,3	101	4,3
102	4,0	102	4,5	102	3,5	102	4,0
103	3,8	103	4,5	103	4,3	103	3,8
104	3,5	104	4,5	104	3,5	104	3,5
201 / 301 / 401	4,3	201 / 301 / 401	3,5	201 / 301 / 401	3,3	201 / 301 / 401	4,3
202 / 302 / 402	3,7	202 / 302 / 402	3,5	202 / 302 / 402	3,5	202 / 302 / 402	3,7
203 / 303 / 403	3,5	203 / 303 / 403	3,8	203 / 303 / 403	3,3	203 / 303 / 403	3,5
204 / 304 / 404	3,0	204 / 304 / 404	3,5	204 / 304 / 404	3,5	204 / 304 / 404	3,0
501	3,8	501	2,8	501	3,3	501	3,8
502	3,7	502	2,7	502	2,7	502	3,7
503	3,3	503	2,8	503	3,3	503	3,3
504	3,0	504	2,7	504	2,7	504	3,0

As alterações propostas nas aberturas fizeram com que o nível de eficiência da edificação melhorasse consideravelmente, passando para C em 6 zonas bioclimáticas, e chegando a B em 2 zonas bioclimáticas (Tabela 41.).

Tabela 41 - Níveis de eficiência da edificação com alteração das aberturas.

Orientação	ZB1	ZB2	ZB3	ZB4	ZB5	ZB6	ZB7	ZB8
1	C	C	C	B	C	C	C	B
2	C	C	C	B	C	C	C	B

O Apêndice E apresenta as planilhas de cálculo da ENCE da edificação, para as duas orientações consideradas.

Outro aspecto observado foi a classificação dos ambientes de permanência prolongada considerando todas zonas bioclimáticas, a fim de identificar em quais

Uhs cada ambiente teve resultados mais ou menos satisfatórios nos EqNumEnvAmb para resfriamento e aquecimento, conforme Tabela 42.

Para esclarecer, tomando como exemplo o dormitório do casal, verificou-se que nas Uhs térreas finais 01 e 02, na orientação 1, e finais 01 e 03, na orientação 2, esse ambiente obteve 5 pontos (nível A) no EqNumEnvAmb_{Resf} em todas as zonas bioclimáticas, ou seja, em 100% das situações. Em função disso, tais Uhs foram onde este ambiente obteve melhores resultados para o verão considerando a classificação em todas as zonas bioclimáticas.

Tabela 42 – Uhs onde os ambientes de permanência prolongada obtiveram melhores e piores resultados após as alterações nas aberturas.

MELHORES RESULTADOS OBTIDOS POR AMBIENTE			
Ambiente	Orientação	Envoltória Verão	Envoltória Inverno
Dorm Casal	1	Uhs T 01 e 02	Uhs I 03 e 04
	2	Uhs T 01 e 03	Uhs I 02, 03 e 04
Dormitório 2	1	Uhs T 01 e 02	Uhs I 03 e 04
	2	Uhs T 02	Uhs I 01 e 03
Estar	1	Uhs T 02	Uhs I 03
	2	Uhs T 01	Uhs I 04
PIORES RESULTADOS OBTIDOS POR AMBIENTE			
Ambiente	Orientação	Envoltória Verão	Envoltória Inverno
Dorm Casal	1	Uhs C 04	Uhs C 01 e 02
	2	Uhs C 02	Uhs C 01 e 03
Dormitório 2	1	Uhs C 04	Uhs C 01 e 02
	2	Uhs C 03	Uhs C 02 e 04
Estar	1	Uhs C 03	Uhs C 02
	2	Uhs C 04	Uhs C 01

Verificou-se também quais Uhs obtiveram melhor e pior desempenho considerando os resultados de todas as zonas bioclimáticas, conforme Tabela 43.

Tabela 43 – Uhs com melhores e piores resultados considerando todas ZB.

MELHORES RESULTADOS OBTIDOS POR UH		
Orientação	Envoltória Verão	Envoltória Inverno
1	Uhs T 02	Uhs I 03
2	Uhs T 01	Uhs I 03 e 04
PIORES RESULTADOS OBTIDOS POR UH		
Orientação	Envoltória Verão	Envoltória Inverno
1	Uhs C 03	Uhs C 02
2	Uhs C 04	Uhs C 01

As Figuras 24, 25, 26 e 27 trazem os gráficos com a distribuição dos resultados obtidos nas UHs apontadas na Tabela 43. Demonstram o percentual obtido pelos ambientes da UH em cada nível de eficiência (A, B, C, D e E).

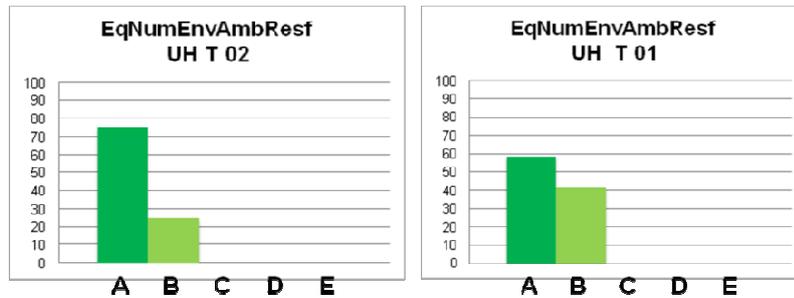


Figura 24 – Gráfico das UHs com melhores resultados para o verão.

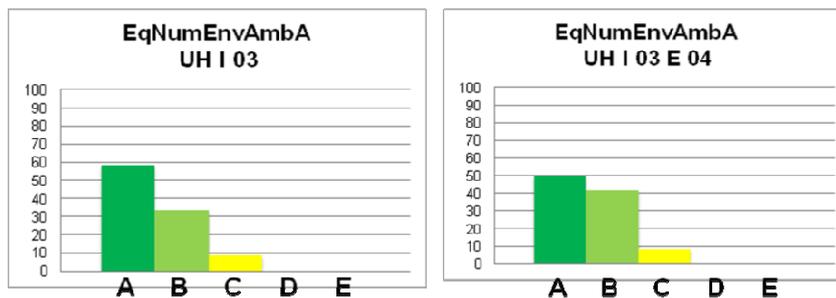


Figura 25 – Gráfico das UHs com melhores resultados para o inverno.



Figura 26 – Gráfico das UHs com piores resultados para o verão.



Figura 27 – Gráfico das UHs com piores resultados para o inverno.

Os gráficos demonstrando a distribuição dos resultados obtidos pelos ambientes de permanência prolongada nas UHs onde foram observados os melhores e piores resultados para cada ambiente são apresentados no Apêndice F.

4.2.2 Avaliação do sistema de aquecimento de água após alterações

A fim de verificar a melhor classificação possível de ser atingida pela edificação, considerou-se a instalação de um sistema de aquecimento de água por coletores solares, e que o mesmo atenda a todos os pré-requisitos para aquecimento solar, obtendo uma classificação A.

Desta forma, o nível de eficiência da edificação passou para B em 5 zonas bioclimáticas e chegou a A em outras 3 zonas bioclimáticas. Apenas na ZB8 a classificação permaneceu a mesma obtida com a alteração das aberturas, em todas as outras, a classificação foi melhorada (Tabela 44). Isso deve-se ao fato do coeficiente a utilizado para a Zona Bioclimática 8 na equação da PTUH ser 0,9, fazendo com que o aumento da eficiência do sistema de aquecimento de água exerça menos influência no resultado final desta zona do que nas outras zonas bioclimáticas onde o coeficiente a utilizado é 0,65.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 Resultados da avaliação da eficiência da envoltória da edificação

Houve ambientes de permanência prolongada e, conseqüentemente, UHs da edificação base de estudo que obtiveram níveis de eficiência da envoltória elevados, tanto para a situação de verão, quanto para a situação de inverno, em todas as zonas bioclimáticas, mesmo sem atender a todos os pré-requisitos da envoltória.

Caso não existissem pré-requisitos a serem atendidos, o nível de eficiência da edificação base seria semelhante ao obtido pela edificação após as adequações realizadas.

Era de se esperar que sem atender a todos os pré-requisitos, os níveis de eficiência obtidos pelos ambientes e UHs não seriam elevados, pois sendo pré-requisitos, deveriam exercer influência no resultado final.

Nos resultados obtidos pela envoltória da edificação após as alterações realizadas para atendimento dos pré-requisitos, observou-se que: o melhor desempenho da envoltória para a situação de verão tende a ser em UHs térreas, e em algumas UHs intermediárias com orientação solar favorável ao resfriamento, com menor incidência solar; o melhor desempenho da envoltória para a situação de inverno tende a ser em UHs intermediárias.

Esse comportamento explica-se pelo fato de que, na situação de verão, estar em contato direto com o solo, e não apresentar ganho de calor pela cobertura auxilia na conservação de temperaturas mais amenas no interior da edificação.

Já na situação de inverno, não estar em contato direto com o solo, e não apresentar perda de calor pela cobertura, auxilia na conservação do calor obtido através do aquecimento solar.

Na sequência são apresentadas as considerações sobre os resultados obtidos pela envoltória da edificação em cada zona bioclimática.

Além do contato direto com o solo e da cobertura, exerceu grande influência nos resultados obtidos a orientação solar das aberturas e paredes dos ambientes, que pode ser observada na Tabela 47.

Tabela 47 – Orientação solar de aberturas e paredes dos ambientes de permanência prolongada das UHs.

UH Final 01			UH Final 01		
Orientação 1			Orientação 2		
Ambiente	Aberturas	Paredes	Ambiente	Aberturas	Paredes
Dorm. Casal	sul	sul / oeste	Dorm. Casal	leste	leste / sul
Dorm. 2	sul	sul / leste	Dorm. 2	leste	leste / norte
Estar	sul / oeste	sul / oeste	Estar	leste / sul	leste / sul
UH Final 02			UH Final 02		
Orientação 1			Orientação 2		
Ambiente	Aberturas	Paredes	Ambiente	Aberturas	Paredes
Dorm. Casal	sul	sul / leste	Dorm. Casal	leste	leste / norte
Dorm. 2	sul	sul / oeste	Dorm. 2	leste	leste / sul
Estar	sul / leste	sul / leste	Estar	leste / norte	leste / norte
UH Final 03			UH Final 03		
Orientação 1			Orientação 2		
Ambiente	Aberturas	Paredes	Ambiente	Aberturas	Paredes
Dorm. Casal	norte	norte / oeste	Dorm. Casal	oeste	oeste / sul
Dorm. 2	norte	norte / leste	Dorm. 2	oeste	oeste / norte
Estar	norte / oeste	norte / oeste	Estar	oeste / sul	oeste / sul
UH Final 04			UH Final 04		
Orientação 1			Orientação 2		
Ambiente	Aberturas	Paredes	Ambiente	Aberturas	Paredes
Dorm. Casal	norte	norte / leste	Dorm. Casal	oeste	oeste / norte
Dorm. 2	norte	norte / oeste	Dorm. 2	oeste	oeste / sul
Estar	norte / leste	norte / leste	Estar	oeste / norte	oeste / norte

Conforme previamente mencionado, para a situação de verão, ou seja envoltória para resfriamento, obtiveram melhores níveis de eficiência as UHs térreas, com algumas exceções. Salienta-se que os níveis obtidos por tais UHs foram A e B.

No caso da Zona Bioclimática 1 a envoltória para resfriamento obteve nível A em todas as UHs pois o clima desta zona bioclimática caracteriza-se por ter raras situações de desconforto por calor. Na NBR 15220 (ABNT, 2005c), por exemplo, para esta zona estão previstas estratégias de condicionamento passivo apenas para o inverno. Desta maneira, o resultado favorável obtido para a situação de verão, provavelmente deve-se mais ao clima característico do local, do que às características da edificação.

Nas Zonas Bioclimáticas 2 e 7 a envoltória para resfriamento obteve melhores níveis nas UHs térreas final 01 e 02 na orientação 1, e final 01 e 03 na orientação 2.

Apesar destas unidades terem obtido o melhor desempenho, algumas delas possuem aberturas e paredes externas orientadas para oeste, que é um aspecto desfavorável para a situação de verão. Isso explica-se pelo fato de que, comparando-as com as outras unidades do mesmo pavimento – final 03 e 04 na orientação 1, e final 02 e 04 na orientação 2, estas ainda apresentam combinações

de orientação solar de aberturas e paredes externas que proporcionam menor ganho de calor.

A pontuação obtida pelas UHs com melhor classificação na ZB2, em relação às demais UHs térreas, foi 0,51 pontos superior, no caso da orientação 1, e 0,33 pontos superior, no caso da orientação 2. Na ZB7 essa diferença foi de 0,83 pontos nas duas orientações.

Cabe ressaltar que na ZB2 as UHs obtiveram resultados mais elevados se comparados aos da ZB7. Isso deve-se ao fato de na ZB7 serem observadas temperaturas mais elevadas do que na ZB2, em consequência disso, mais situações de desconforto por calor.

Na NBR 15220 (ABNT, 2005c) a estratégia de condicionamento térmico passivo prevista para o verão na ZB2 é a ventilação cruzada, enquanto na ZB7 são necessários o resfriamento evaporativo, a massa térmica para resfriamento e a ventilação seletiva para garantir o conforto dos ocupantes das edificações.

Nas Zonas Bioclimáticas 3 e 6 o resultado obtido ressalta a importância do contato direto com o solo na situação de verão. O melhor resultado da envoltória para resfriamento foi nas UHs térreas na orientação 1 nas 2 zonas, e na orientação 2 na Zona 6. Na ZB3 na orientação destacaram-se as UHs final 02 e 04, contudo a envoltória das UHs final 01 e 03 obteve pontuação muito próxima das UHs melhores classificadas (diferença $<0,2$).

Sendo assim, considerou-se que em ambas zonas bioclimáticas as UHs térreas obtiveram melhor desempenho da envoltória para resfriamento.

A posição das UHs na edificação, no que se refere ao pavimento onde estão localizadas, aparentemente, nestas zonas bioclimáticas, teve maior influência no resultado do que a orientação solar, visto que a pontuação obtida foi praticamente a mesma nas 4 UHs do pavimento, nas duas orientações consideradas.

Comparando a pontuação obtida pelas UHs nas duas ZB, os resultados foram semelhantes, contudo as características climáticas são distintas. Enquanto na ZB3 a ventilação cruzada é tida como estratégia de condicionamento térmico passivo indicada pela NBR 15220 (ABNT, 2005c), na ZB6 são necessários o resfriamento evaporativo, a massa térmica para resfriamento e a ventilação seletiva para garantir o conforto dos ocupantes das edificações, pelo fato do clima nesta zona proporcionar mais situações de desconforto por calor.

A Zona Bioclimática 4 apresentou, além das UHs térreas observadas nas demais zonas, UHs intermediárias obtendo o melhor desempenho da envoltória para resfriamento.

Assim, a maior pontuação foi obtida nas UHs térreas final 01, 02 e 04 e intermediárias final 02, na orientação 1, e nas UHs térreas final 01, 02 e 03, e intermediárias final 01, na orientação 2.

A combinação de orientação solar de aberturas e paredes externas das UHs intermediárias mencionadas, favorável para a situação de verão, fez com que estão tivessem pontuação igual à das UHs térreas. Nos dois casos aberturas e paredes externas estão orientadas predominantemente para sul e leste.

Da mesma maneira, as UHs térreas que não obtiveram a mesma pontuação das demais apresentam aberturas e paredes externas orientadas predominantemente para norte e oeste.

Ainda assim, o desempenho nesta ZB foi elevado em todas as UHs para a situação de verão (A e B), o que evidencia a ocorrência bem menor de situações de desconforto por calor, se comparada a maioria das demais zonas.

As Zonas Bioclimáticas 5 e 8 apresentaram o mesmo resultado, pois a maior pontuação obtida pela envoltória para resfriamento foi nas UHs térrea final 02 na orientação 1, e térrea e intermediárias final 01 na orientação 2.

Na orientação 1, o resultado deve-se à orientação solar das aberturas e paredes externas.

Na orientação 2 novamente a orientação solar foi determinante para o resultado obtido, visto que todas as aberturas e paredes externas estão orientadas de modo que a incidência solar ocorra apenas no período da manhã. Desta maneira, além da UH térrea, as UHs intermediárias com mesma orientação solar também receberam a maior pontuação, em função da combinação de orientações favoráveis em todos os ambientes de permanência prolongada.

Nos duas zonas a NBR 15220 (ABNT, 2005c) prevê a ventilação cruzada como estratégia de condicionamento térmico passivo para a situação de verão, havendo distinção entre a dimensão de aberturas, que devem ser médias na ZB5 e grandes na ZB8.

Considerando o desempenho da envoltória das UHs para a situação de inverno, ou seja, envoltória para aquecimento, obtiveram melhores resultados as UHs intermediárias, também com algumas exceções.

Na Zona Bioclimática 1 o melhor desempenho da envoltória para aquecimento foi nas UHs intermediárias final 03 na orientação 1, e final 04 na orientação 2, cuja pontuação obtida foi 0,51 pontos superior às demais UHs intermediárias.

Tal superioridade deve-se à orientação solar de aberturas e paredes externas dos ambientes de permanência prolongada, que propicia o aquecimento solar dos mesmos, uma das estratégias de condicionamento térmico passivo indicadas para esta zona bioclimática, segundo a NBR 15220 (ABNT, 2005c).

Cabe ressaltar que nesta zona bioclimática, o aquecimento artificial (calefação) aparece como estratégia obrigatória para garantir o conforto térmico dos usuários da edificação na situação de inverno (ABNT, 2005c).

Na Zona Bioclimática 2 o melhor desempenho obtido pela envoltória para aquecimento foi nas UHs intermediárias final 03 e 04 na orientação 1, e final 02, 03 e 04 na orientação 2. Contudo as demais UHs obtiveram níveis de eficiência elevados também, com nível A em sua maioria, e pontuação final 0,82 pontos menor que a obtida pelas UHs melhores classificadas.

Na Zona Bioclimática 3, onde as UHs intermediárias final 03 e 04 destacaram-se na orientação 1, enquanto na orientação 2, os melhores resultados foram das final 01 e 03, a pontuação obtida por estas UHs foi bem próxima da obtida pelas demais unidades (diferença $<0,2$). Sendo assim, considerou-se que nesta zona bioclimática todas UHs obtiveram nível de eficiência igual.

Situação semelhante ocorreu na Zona Bioclimática 4, onde todas as UHs térreas e intermediárias e as da cobertura final 03 e 04 na orientação 1, e todas as térreas e intermediárias na orientação 2 obtiveram nível máximo de eficiência da envoltória. E nas UHs de cobertura onde o mesmo não ocorreu, a pontuação obtida foi inferior a das demais unidades, mais ainda sim garantiu nível A para elas.

No caso da orientação 1, as unidades final 01 e 02 possuem aberturas orientadas para sul, e no caso da orientação 2, as pontuações obtidas ficaram entre 0,32 e 0,18 pontos abaixo da pontuação máxima (5,00 pontos).

Em resumo, nas ZB1 e ZB2, que são aquelas onde a envoltória para aquecimento pesa mais no nível de eficiência da envoltória, houve diferença mais significativa entre a pontuação obtida pelas UHs com melhor resultado e as demais. Ainda, a ZB1 foi a que apresentou pontuações finais mais baixas, em função das temperaturas características desta zona, com invernos rigorosos.

Nas ZB3 e ZB4 os resultados obtidos por todas as UHs foram bem próximos.

Sabendo que os melhores resultados foram observados em UHs térreas e intermediárias, os piores foram observados em UHs do 5° pavimento, tanto na situação de verão, quanto na situação de inverno, com algumas exceções. Os níveis obtidos por tais UHs foram A, B e C.

Por exemplo, na Zona Bioclimática 1 todas as UHs obtiveram nível máximo na envoltória para resfriamento, e no caso do aquecimento, além das UHs do 5° pavimento, houveram UHs térreas com a mesma pontuação. Isso deve-se ao clima característico desta zona, que apresenta temperaturas muito baixas.

Na Zona Bioclimática 3, a pontuação obtida pelas UHs foi praticamente a mesma na situação de inverno, então a menor pontuação foi obtida por quase todas as UHs, mas com pontuação próxima à das UHs com melhores níveis.

Nas demais zonas, as UHs do 5° pavimento com orientação que proporciona maior aquecimento solar foram as que apresentaram os piores resultados da envoltória para resfriamento, e as com menor incidência solar, apresentaram os piores resultados da envoltória para aquecimento.

Nos resultados obtidos pela envoltória (EqNumEnv) das UHs em cada zona bioclimática, novamente os melhores níveis foram obtidos por UHs térreas e intermediárias.

Nas Zonas 5 a 8 repete-se o resultado obtido pela envoltória para resfriamento. Nas demais é necessário aplicar a equação correspondente. Desta maneira, nas Zonas 1 e 2 a envoltória para aquecimento possui mais peso no resultado final, enquanto nas Zonas 3 e 4 ocorre o inverso.

Com relação as duas orientações avaliadas (1 e 2), a orientação 1 apresentou melhores resultados para a situação de verão, enquanto na situação de inverno os resultados obtidos nas duas orientações foi semelhante. Aberturas orientadas para norte e sul é o diferencial da orientação 1 para a situação de verão, enquanto na orientação 2 as aberturas estão orientadas para leste e oeste.

Considerando o desempenho das UHs em todas as zonas bioclimáticas, novamente as UHs térreas destacaram-se na situação de verão, enquanto na situação de inverno as UHs intermediárias obtiveram melhores resultados.

Na orientação 1 a UH térrea final 02 apresenta aberturas e paredes externas orientadas predominantemente para sul e leste, assim como na orientação 2 ocorre com a UH térrea final 01, proporcionando menor incidência solar nos ambientes de

permanência prolongada, e por conseqüência, resultado mais satisfatório para o verão, aliado ao contato direto com o solo.

Já a UH do 5° pavimento final 03 na orientação 1, e a UH do 5° pavimento final 04 na orientação 2 apresentam aberturas e paredes externas orientadas para norte e oeste, o que justifica o resultado desfavorável para o verão, além do ganho de calor pela cobertura.

Nas UHs intermediárias final 03 e 04 as aberturas estão orientadas para norte e oeste, o que justifica o resultado satisfatório para o inverno. Por outro lado nas UHs do 5° pavimento final 02 na orientação 1, e final 01 na orientação 2, as aberturas estão orientadas para sul e leste, resultando em menor incidência solar nos ambientes de permanência prolongada, e ocasionando os piores resultados para situação de inverno.

5.2 Resultados da avaliação do sistema de aquecimento da água

Caso a edificação base de estudo atendessem a todos os pré-requisitos da envoltória, a classificação final da edificação não seria satisfatória pelo fato de não existir sistema de aquecimento de água diferenciado na mesma, conforme foi observado com a avaliação realizada após as alterações das aberturas. O nível máximo atingido foi B, e na maioria das zonas bioclimáticas foi C.

Devido à importância deste elemento para a classificação da edificação, já que em algumas regiões brasileiras a participação do chuveiro convencional no consumo de eletricidade das residências é até superior do que a do ar condicionado, considerou-se a instalação de um sistema de aquecimento de água por coletores solares, atendendo todos os pré-requisitos para uma classificação A.

Atualmente existe grande incentivo por parte do poder público para instalação de sistemas de aquecimento de água nos empreendimentos habitacionais de interesse social, mas esta iniciativa, em função das dificuldades de instalação, disponibilização de espaço para reservatórios, investimento, etc, está ocorrendo quase que unicamente nas habitações unifamiliares.

Desta maneira, a classificação e economia de energia obtidas pela edificação com este cenário, dificilmente será observada em situações reais.

5.3 Bonificações obtidas

Na avaliação inicial da edificação foram consideradas apenas as bonificações relacionadas a aspectos de projeto.

A fim de verificar qual seria o melhor nível de eficiência obtido pela edificação, foi realizada a avaliação da mesma, incluindo, além do sistema de aquecimento de água nível A, todas as bonificações possíveis.

Os níveis de eficiência obtidos pela edificação foram os máximos, mas em situações reais, os itens de bonificação não seriam de grande auxílio em empreendimentos habitacionais de interesse social, visto que os itens incluídos, dizem respeito a equipamentos que devem instalados pela construtora, e outros adquiridos pelo morador.

Primeiramente, sabe-se que a qualidade dos materiais de acabamento utilizados em empreendimentos deste tipo é baixa. Sendo assim, dificilmente uma construtora instalará equipamentos economizadores de água, por exemplo, já que o foco é sempre na economia de custos.

Por outro lado, almejar que os moradores adquiram equipamentos e/ou eletrodomésticos eficientes é uma utopia. Conforme mencionado na revisão bibliográfica, o enfoque é dado no investimento inicial para a aquisição de qualquer bem, e não nos benefícios posteriores que poderão ser obtidos por meio de um investimento maior. Neste ponto, a legislação e o controle de qualidade dos equipamentos que são produzidos pela indústria é essencial.

6. CONCLUSÕES

A avaliação da edificação base de estudo pelo método prescritivo do RTQ-R concluiu que esse exemplar de habitação de interesse social não é eficiente para as zonas bioclimáticas brasileiras, mas teve seu nível de eficiência melhorado consideravelmente com alterações simples. Surpreende pela edificação não ter sido projetada levando em conta as exigências do RTQ-R, e pelo panorama dos empreendimentos habitacionais de interesse social, conhecidos pela qualidade precária das habitações.

Isso é um indicativo de que os parâmetros de avaliação estabelecidos pelo RTQ-R podem não ser severos o suficiente para desencadear mudanças significativas nos projetos desenvolvidos atualmente, que causem real aumento da eficiência energética em edificações residenciais.

O resultado insatisfatório inicial deve-se ao não atendimento de pré-requisitos da envoltória e à inexistência de sistema de aquecimento de água diferenciado.

As alterações realizadas para melhoria dos níveis de eficiência foram nas aberturas, dando enfoque ao atendimento dos pré-requisitos de iluminação e ventilação natural.

Nas Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 foi necessário alterar o modelo e a dimensão da abertura do dormitório do casal, alterar o modelo da abertura do dormitório 2 e alterar o modelo e a dimensão de uma das aberturas do estar.

Na Zona Bioclimática 7 foi necessário alterar o modelo e a dimensão da abertura do dormitório do casal, alterar o modelo da abertura do dormitório 2 e alterar a dimensão de uma das aberturas do estar. Foi o caso onde as aberturas ficaram mais próximas das da edificação base.

Na Zona Bioclimática 8 foram realizadas as alterações mais significativas, com a alteração do modelo e dimensão da abertura do dormitório do casal, alteração do modelo da abertura do dormitório 2, alteração da dimensão e do modelo de uma das aberturas do estar e alteração do modelo da outra.

Tais alterações, aliadas às propostas para melhoria de eficiência do sistema de aquecimento de água, e à busca de obtenção de bonificações, foram suficientes para que a edificação atingisse nível A em todas as zonas bioclimáticas.

É importante ressaltar que se, caso não existissem pré-requisitos a serem atendidos, o nível de eficiência obtido pela envoltória da edificação base de estudo seria semelhante ao obtido após as alterações.

Três aspectos projetuais foram de extrema relevância nos resultados obtidos pela envoltória das UHs para resfriamento e aquecimento, e para o nível de eficiência da envoltória das UHs: a posição de piso em relação ao solo; a cobertura; e a orientação solar de aberturas e paredes externas. Dessa forma, verificou-se os melhores níveis de eficiência energética da envoltória para a situação de verão foram observados em UHs térreas, e em algumas UHs intermediárias com orientação solar favorável ao resfriamento, com menor incidência solar; e os melhores níveis de eficiência energética da envoltória para a situação de inverno foram observadas em UHs intermediárias.

Por outro lado, os piores resultados para as duas situações foram observados em UHs do 5º pavimento, onde o fechamento superior está voltado para o exterior da edificação. Em função disso, mesmo atendendo os pré-requisitos em todas as zonas bioclimáticas, esse componente da edificação necessita de atenção especial para garantir que as unidades localizadas no último pavimento apresentem desempenho semelhante às demais.

Da mesma forma, o emprego de materiais de vedação com características conforme indicado na NBR 15220 (ABNT, 2005c) para cada zona bioclimática seria outra maneira de aumentar a eficiência energética das UHs.

Deve-se considerar que as alterações propostas para melhoria dos níveis de eficiência obtidos pela edificação são viáveis até certo ponto, visto que o aspecto financeiro é colocado sempre em primeiro plano em empreendimentos deste tipo, em detrimento da qualidade da edificação e conforto de seus usuários.

Para realizar as alterações propostas nas aberturas, por exemplo, talvez seja necessário alterar o sistema construtivo utilizado, visto que não foi verificado se o sistema construtivo com alvenaria estrutural suporta o aumento proposto nas dimensões das aberturas. Da mesma forma, o uso de sistemas de aquecimento de água diferenciados em empreendimentos habitacionais de interesse social, constituídos por edificações multifamiliares, inexistem, ao contrário do que ocorre com as edificações unifamiliares, onde já existem diversos empreendimentos de interesse social com aquecimento de água por coletores solares.

Ainda, a maioria das bonificações consideradas dependem de iniciativas das construtoras aliadas a iniciativas dos moradores, o que novamente recai sobre a questão financeira, elevando o investimento inicial para obtenção de benefícios posteriores.

6.1 Sugestões para trabalhos futuros

Sugere-se a continuidade de pesquisas, desenvolvendo os seguintes aspectos relacionados ao tema abordado:

- avaliar a edificação considerando a existência de proteções solares em todas as aberturas das UHs.
- propor diferentes materiais e sistemas construtivos para a cobertura da edificação e avaliar quais apresentam resultados mais satisfatórios para cada zona bioclimática.
- propor diferentes materiais e sistemas construtivos para as paredes da edificação e avaliar quais apresentam resultados mais satisfatórios para cada zona bioclimática.
- avaliar edificações semelhantes à utilizada no presente estudo através dos dois métodos de avaliação do RTQ-R (prescritivo e simulação) e comparar os resultados obtidos nos dois casos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220-1 – Desempenho térmico de edificações - Parte 1:** Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro: ABNT, 2005a.

_____. **NBR 15220-2 – Desempenho térmico de edificações - Parte 2:** Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005b.

_____. **NBR 15220-3 – Desempenho térmico de edificações - Parte 3:** Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005c.

_____. **NBR 15575. Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho - Parte 1:** Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2008a.

_____. **NBR 15575. Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho - Parte 4:** Sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro: ABNT, 2008b.

_____. **NBR 15575. Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho - Parte 5:** Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2008c.

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers. **ASHRAE Greenguide:** the design, construction and operation of sustainable buildings. 2° ed. Atlanta: ASHRAE, 2006.

BAYAZIT, Nurgün Tamer; ORAL, Gül Koçlar; YENER, Alpin Köknel. Building envelope design with the objective to ensure thermal, visual and acoustic comfort conditions. **Building and Environment**, Elsevier, n 39, p. 281-7, 2004.

BODACH, Susanne; HAMHABER, J. Energy efficiency in social housing: Opportunities and barriers from a case study in Brasil. **Energy Policy**, Elsevier, n. 38, p. 7898 – 7910, 2010.

BONDUKI, Nabil. **Origens da habitação social no Brasil: Arquitetura Moderna, Lei do Inquilinato e Difusão da Casa Própria**. São Paulo: Estação Liberdade, 2004.

BOTTAMEDI, Mariana. **Manual de Uso da Planilha de Cálculo do Desempenho da Envolvória de Edificações Residenciais (método prescritivo)**. Florianópolis: LABEEE, 2011.

BRASIL . Lei n. 10.295 de 17 de outubro de 2011. Dispões sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. **Lex**: Diário Oficial da União, Brasília, 2011a.

_____. Decreto n. 4.059, de 19 de dezembro de 2011. Regulamenta a Lei n. 10.295, de 17 de outubro de 2011, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. **Lex**: Diário Oficial da União, Brasília, 2011b.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. **Déficit habitacional no Brasil 2008**. Secretaria Nacional de Habitação. – Brasília, MCIDADES, 2011a. Elaboração: Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações.

_____. Ministério de Minas e Energia. **BEN - Balanço Energético Nacional: ano base 2010**. Brasília, MME / EPE, 2011b. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>> Acesso em: 20 jul. 2012

_____. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Eficiência Energética: premissas e diretrizes básicas**. Brasília, MME / EPE, 2011c. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>> Acesso em: 20 jul. 2012

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Minha Casa Minha Vida** (Cartilha). Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/> Acesso em: 13 dez. 2011.

CALDEIRA, Norma do Nascimento Batista. **A Concepção Arquitetônica para a Eficiência Energética De Edificações – O Caso Da Etiquetagem No Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia). 2011. 213p. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2011.

CÂNDIDO, C.; DEAR, R. J. de; LAMBERTS, R.; BITTENCOURT, L. Air movement acceptability limits and thermal confort in Brazil's hot humid climate zone. **Building and Environment**. Elsevier, n 45, p. 222-9. 2009.

CARLO, Joyce Correna. **Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envolvimento de Edificações Não-residenciais**. 2008. 196p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2008.

CARLO, Joyce Correna. LAMBERTS, Roberto. Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios – parte 1: método prescritivo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n 2, p. 7-26, 2010.

CASALS, Xavier Garcia. Analysis of building energy regulation and certification in Europe: Their role, limitations and differences. **Energy and Buildings**. Elsevier, n 38, p. 381-392, 2006.

COSTA, Ennio Cruz da. **Arquitetura Ecológica: condicionamento térmico natural**. 5ª reimpr. São Paulo: Blucher, 1982.

_____. **Física aplicada à construção: conforto térmico**. São Paulo: Blucher, 1991. 4ª ed rev.

CURCIO, Daniela da Rosa. **Desempenho termo-energético de habitações de interesse social produzidas pelo programa de arrendamento residencial – PAR, na cidade de Pelotas / RS**. 2011. 180p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Pelotas, 2011.

ELETROBRÁS / PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia. **Edificações**. Brasil, 2008. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/procel/>>. Acesso em: 28 ago. 2011.

FOLZ, Rosana Rita. **Mobiliário na habitação popular: discussões de alternativas para melhoria da habitabilidade**. São Carlos: RiMa, 2003.

FREITAS, Carlos Geraldo Luz de (Coord.) et al. **Habitação e meio ambiente - Abordagem integrada em empreendimentos de interesse social**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2001.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. 5 ed. São Paulo : Studio Nobel, 2001.

GELLER, H. S. **Efficient electricity use: a development strategy for Brazil**. Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy, 1991.

GELLER, H. S.; JANUZZI, M. G.; SCHAEFER, R.; TOLMASQUIM, M. T. The efficient use of electricity in Brazil: progress and opportunities. **Energy Policy**. Elsevier, n. 11, p. 859-872, 1998.

GHISI, Enedir; IBRAHIM, Siti Halipah; TINKER, John. Área de janela e dimensões de ambientes para iluminação natural e eficiência energética: literatura *versus* simulação computacional. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p. 81-93, 2005.

GIVONI, Baruch. **Climate considerations in building and urban design**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1998.

INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética. **Eficiência Energética das Edificações**. Rio de Janeiro: INEE, 2002.

INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética. **Ferramentas para Planejar Energia no Brasil**. Rio de Janeiro: INEE, 2005.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Anexo da Portaria n. 372/2010: Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C**. INMETRO, 2010a.

_____. **Anexo da Portaria n. 449/2010: Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais - RTQ-R**. INMETRO, 2010b.

_____. **Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações**. INMETRO, 20--.

JOHN, Vanderley M. (Coord.) et al. **Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável Documento 1 – Introdução e desenvolvimento**. São Paulo: USP, 2007. Disponível em: <<http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br>> Acesso em: 8 set. 2008.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

LAMBERTS, Roberto; TRIANA, Maria Andrea. **Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável Documento 2.2 – Levantamento do Estado da Arte: Energia**. São Paulo: USP, 2007. Disponível em: <<http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br>> Acesso em: 8 set. 2008.

LAMBERTS, Roberto (Ed.). **Casa Eficiente: Consumo e Geração de Energia**. Florianópolis: UFSC / LABEEE, 2010.

LAMBERTS, Roberto. et al. **Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes e Coberturas**. Florianópolis: LABEEE, 2011a.

LAMBERTS, Roberto. et al. **Manual de Aplicação do RTQ-R (versão em desenvolvimento)**. Florianópolis: LABEEE, 2011b.

LOUREIRO, Kelly Cristina Gonçalves. **Análise de Desempenho Térmico e Consumo de Energia de Residências na Cidade de Manaus**. 2003. 139p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2003.

MARINOSKI, Luis Deivis. **Desempenho Térmico De Edificações**. Apostila disciplina: ECV 5161 – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

MASCARÓ, Juan Luis; MASCARÓ, Lúcia. **Incidência das Variáveis Projetivas e de Construção no Consumo Energético dos Edifícios**. Porto Alegre: Sagra - DC Luzzatto, 1992.

MATOS, Michele. **Simulação Computacional do Desempenho Térmico de Residências em Florianópolis Utilizando a Ventilação Natural**. 2007. 106p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2007.

MORISHITA, Cláudia. **Impacto do Regulamento para Eficiência Energética em Edificações no Consumo de Energia Elétrica do Setor Residencial Brasileiro**. 2011. 232p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2011.

OLGYAY, V. **Arquitectura y clima, manual de diseño bioclimatico para arquitectos e urbanistas**. Barcelona: Ed. Gustavo Gili S.A., 1998.

PALERMO, Carolina. **Sustentabilidade Social do Habitar**. Florianópolis: Ed. da autora, 2009.

PEREIRA JR, A.; SOARES, J.; OLIVEIRA, R.; QUEIROZ, R. Energy in Brazil: Toward sustainable development? **Energy Policy**. Elsevier, n 36, p. 73-83, 2008.

POUEY, Juliana. **Projeto de Edificação Residencial Unifamiliar para a Zona Bioclimática 2 com Avaliação Termo Energética por Simulação Computacional**. 2011. 137p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Pelotas, 2011.

ROTTA, Renata. **Desempenho Térmico de Edificações Multifamiliares de Interesse social em Conjuntos Habitacionais na Cidade de Santa Maria - RS**. 2009. 131p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2009.

ROAF, Sue; CRICHTON, David; NICOL, Fergus. **Adapting Buildings and Cities for Climate Change: a 21st century survival guide**. Oxford: Elsevier, 2005.

ROAF, Sue; FUENTES, Manuel; THOMAS, Stephanie. **Ecohouse: a Design Guide**. Oxford: Elsevier, 2001.

SANTAMOURIS, Matheos. **Natural Techniques To Improve Indoor And Outdoor Comfort During The Warm Period – A Review**. Athens: Physics Department – University of Athens, 2005.

SPANNENBERG, Mariane Gampert. **Análise de Desempenho Térmico, Acústico e Lumínico em Habitação de Interesse Social: Estudos de Caso em Marau – RS**. 2006. 189p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2006.

TAVARES, Sérgio Fernando. **Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Civil. 225p. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2006.

YUDELSON, Jerry. **Green Building A to Z: understanding the language of green building**. Canada: New Society Publishers, 2007.

ILUSTRAÇÕES

AMAPÁ DIGITAL. **Conjunto Mucaj**. Macapá – AP: Amapá Digital, 14 jul. 2011. Disponível em: < <http://www.amapadigital.net>> Acesso em: out. 2013.

BELO HORIZONTE. Prefeitura. **Sala de Notícias** – Futuros moradores do Conjunto Bem-te-vi se preparam para a mudança. Belo Horizonte: Prefeitura de Belo Horizonte, 26 jul. 2011. Disponível em: <<http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh>>. Acesso em: dez 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades. **O Ministério** – Galeria de Fotos. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br>>. Acesso em set. 2013.

COMPANHIA DE HABITAÇÃO POPULAR DE CURITIBA – COHAB. **Fotos minha casa minha vida**. Curitiba – PR: COHAB Curitiba, 19 nov. 2010. Disponível em: <<http://www.cohabct.com.br/>>. Acesso em: out 2013.

COMPANHIA DE HABITAÇÃO DA BAIXADA SANTISTA – COHAB ST. **Notícias** – Conjunto Vila Pelé tem atividades gratuitas. Santos - SP: COHAB ST, 26 jan. 2012. Disponível em: <<http://www.cohabsantista.com.br>>. Acesso em: jan. 2013.

CORREIO LAGEANO. **Residencial Madruguinha será entregue nesta sexta**. Lages – SC: Correio Lageano, 27 jul. 2011. Disponível em: <<http://www.clmais.com.br>>. Acesso em jan 2013.

GOIÂNIA. Prefeitura. **Goiânia Notícias** – Sorteio define endereço de moradores do Residencial do Jardins Cerrado III. Goiânia: Prefeitura de Goiânia, 4 mar. 2012. Disponível em: <<http://www.goiania.go.gov.br>>. Acesso em: jan. 2014.

JARDINS MANGUEIRAL . **Sobre o projeto – apartamento 46m²**. Brasília. Disponível em: <<http://jardinsmangueiral.com.br>>. Acesso em: jan. 2014.

JORNAL DAS MONTANHAS. **Minha Casa Minha Vida** - Caixa entrega 496 moradias em Governador Valadares. Minas Gerais: JM1 Redação, 24 out. 2012. Disponível em: <<http://www.jm1.com.br>>. Acesso em: set. 2013.

LIMEIRA. Secretaria de Habitação. **Conjuntos Habitacionais pertencentes à CDHU**. Disponível em: <<http://www.limeira.sp.gov.br>>. Acesso em: dez. 2013.

LOMY ENGENHARIA. **Obras – Residencial Fernanda – Araçatuba SP**. Disponível em: <<http://www.lomyengenharia.com>>. Acesso em: dez. 2013.

MARINGÁ. Prefeitura do Município. **Notícias** – Prefeitura entrega 256 apartamentos do Conjunto Maurílio Correia Pinho. Maringá – PR: Prefeitura do Município de Maringá, 27 jul. 2012. Disponível em: <<http://www2.maringa.pr.gov.br>> Acesso em: dez. 2013.

O REGIONAL. **Cidades** - Residencial Paineiras pode ser entregue no mês de agosto. Catanduva – SP: O Regional, 01 jul. 2011. Disponível em: <<http://www.oregional.com.br>>. Acesso em: jan. 2013.

PANTANAL NEWS. **Habitação** - Sonho da casa própria é realidade para mais 144 famílias em Campo Grande. Campo Grande – MS: Pantanal News, 20 fev. 2011. Disponível em: <<http://www.pantanalnews.com.br>>. Acesso em: jan. 2014.

PELOTAS. Prefeitura. **Notícias** - Prefeitura divulga contemplados no residencial Montevideo. Pelotas – RS: Prefeitura Municipal de Pelotas, 30 jan. 2013. Disponível em: <<http://www.pelotas.rs.gov.br>>. Acesso em: out. 2013.

PETROLINA. Prefeitura. **Prefeito Julio Lossio entregará chaves dos Condomínios Vila Verde e Vila Real nesta quinta-feira.** Petrolina-PE: Prefeitura de Petrolina, mar. 2010. Disponível em: <<http://www.petrolina.pe.gov.br>>. Acesso em: dez. 2013.

PORTO ALEGRE. Prefeitura. **Demhab recebe propostas para construir moradias da Vila Nazaré.** Porto Alegre: Prefeitura de Porto Alegre – RS, 7 out. 2013. Disponível em: <<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/demhab>> Acesso em: dez. 2013.

PRISMACON. Disponível em: <http://www.prismacon.com.br> Acesso em: out. 2013.

REVISTA CEARÁ E MUNICÍPIOS. **Sobral entrega 3.384 apartamentos através do Minha Casa Minha Vida.** Ceará: Revista Ceará e Municípios. Disponível em: <<http://www.municipiosdoceara.com.br>> Acesso em: dez. 2013.

RIBEIRÃO PRETO. Prefeitura Municipal. **Notícias** - Administração municipal organiza o sorteio de 160 apartamentos construídos por intermédio da CDHU. Ribeirão Preto: prefeitura Municipal de Ribeirão Preto, 21 mai. 2013. Disponível em: <<http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br>> Acesso em: dez. 2013.

SANTA CRUZ ACABAMENTOS. Disponível em: <http://www.santacruzacabamentos.com.br> Acesso em: out. 2013.

SANTA MARIA. Prefeitura Municipal. **Arquivo: Projeto Arquitetônico do Residencial Videiras.** Santa Maria, 2009.

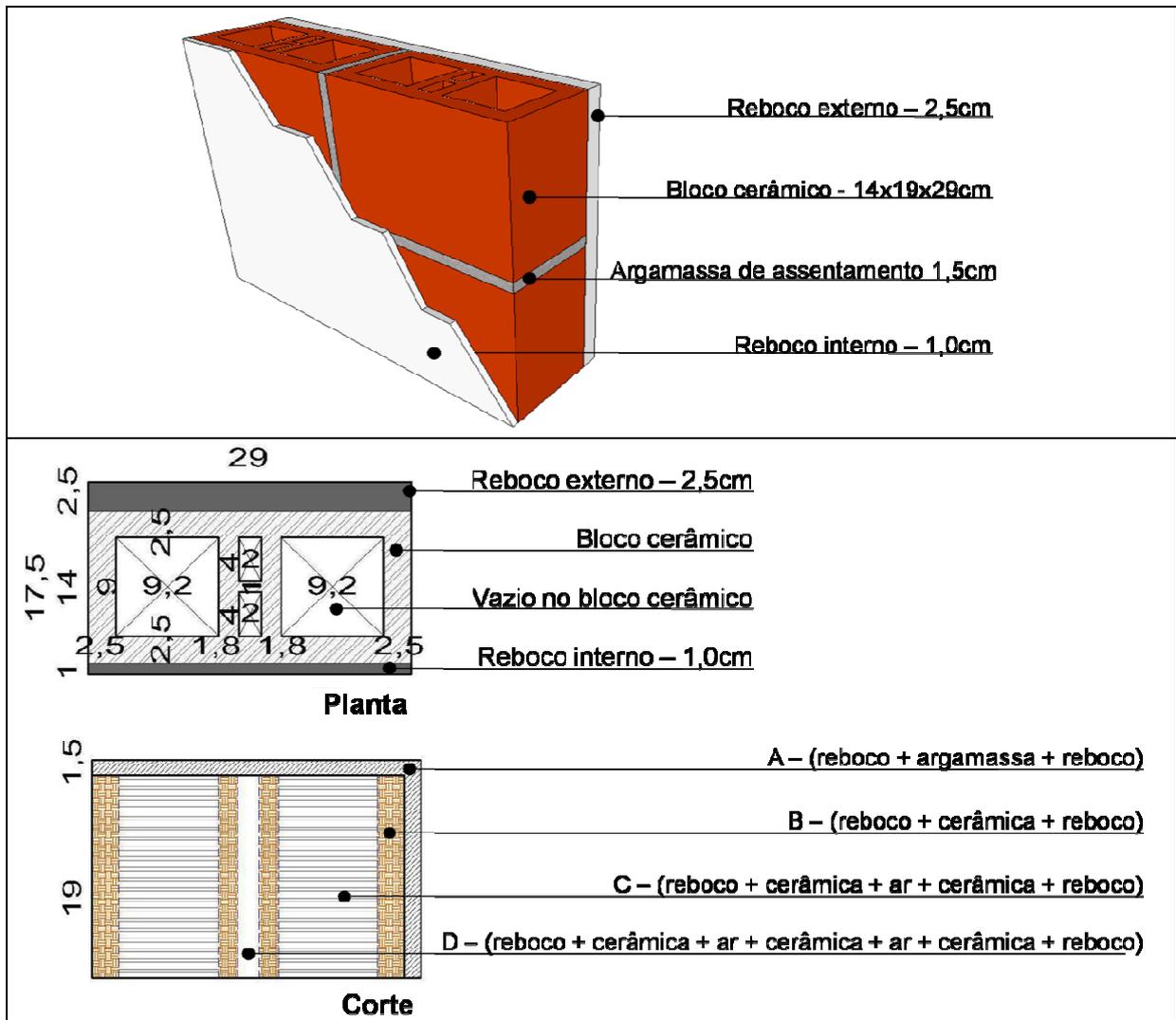
SANTA MARIA. Prefeitura Municipal. **Secretaria de Município de Habitação e Regularização Fundiárias.** Santa Maria: Prefeitura Municipal de Santa Maria, 2012. Disponível em: <<http://www.santamaria.rs.gov.br>> Acesso em: dez. 2012.

TARRAF CONSTRUTORA. **Portifólio Residencial Vertical – Condomínio Residencial Colina Verde.** Disponível em: < <http://www.tarrafconstrutora.com.br>> Acesso em nov. 2013

VITÓRIA. Prefeitura. **Notícias – Emoção e alegria na entrega das chaves do Residencial Tabuazeiro.** Vitória – ES: Prefeitura de Vitória, 28 dez. 2012. Disponível em: <<http://www.vitoria.es.gov.br>> Acesso em: dez. 2013.

APÊNDICE

Apêndice A – Cálculo da resistência e capacidade térmica da parede de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos



Dados:

$$\rho_{\text{cerâmica}} = 1600 \text{ Kg/m}^3$$

$$\lambda_{\text{cerâmica}} = 0,90 \text{ W/(m.K)}$$

$$c_{\text{cerâmica}} = 0,92 \text{ kJ/(Kg.K)}$$

$$\rho_{\text{argamassa}} = 2000 \text{ Kg/m}^3$$

$$\lambda_{\text{argamassa}} = 1,15 \text{ W/(m.K)}$$

$$c_{\text{argamassa}} = 1,00 \text{ kJ/(Kg.K)}$$

$$R_{ar} = 0,17 \text{ ou } R_{ar} = 0,16 \text{ (Tabela B1 NBR 15220)}$$

$$R_{Si} = 0,13$$

$$R_{Se} = 0,04$$

Resistência TérmicaSeção A

$$A_a = 0,0074 \text{m}^2$$

$$R_a = (e \text{ reboco} / \lambda \text{ reboco}) + (e \text{ argamassa} / \lambda \text{ argamassa}) + (e \text{ reboco} / \lambda \text{ reboco})$$

$$R_a = (0,025 / 1,15) + (0,14 / 1,15) + (0,01 / 1,15) = 0,1521 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)W}$$

Seção B

$$A_b = 0,0163 \text{m}^2$$

$$R_b = (e \text{ reboco} / \lambda \text{ reboco}) + (e \text{ cerâmica} / \lambda \text{ cerâmica}) + (e \text{ reboco} / \lambda \text{ reboco})$$

$$R_b = (0,025 / 1,15) + (0,14 / 0,9) + (0,01 / 1,15) = 0,1859 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)W}$$

Seção C

$$A_c = 0,03496 \text{m}^2$$

$$R_c = (e \text{ reboco} / \lambda \text{ reboco}) + (e \text{ cerâmica} / \lambda \text{ cerâmica}) + R_{ar} + (e \text{ cerâmica} / \lambda \text{ cerâmica}) + (e \text{ reboco} / \lambda \text{ reboco})$$

$$R_c = (0,025 / 1,15) + (0,025 / 0,9) + 0,17 + (0,025 / 0,9) + (0,01 / 1,15) = 0,2559 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)W}$$

Seção D

$$(m^2 \cdot K)A_d = 0,0038 \text{m}^2$$

$$R_d = (e \text{ reboco} / \lambda \text{ reboco}) + (e \text{ cerâmica} / \lambda \text{ cerâmica}) + R_{ar} + (e \text{ cerâmica} / \lambda \text{ cerâmica}) + R_{ar} + (e \text{ cerâmica} / \lambda \text{ cerâmica}) + (e \text{ reboco} / \lambda \text{ reboco})$$

$$R_d = (0,025 / 1,15) + (0,025 / 0,9) + 0,16 + (0,01 / 0,9) + 0,16 + (0,025 / 0,9) + (0,01 / 1,15) = 0,417 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)W}$$

Resistência Térmica da Parede

$$R_T = (A_a + A_b + A_c + A_d) / [(A_a / R_a) + (A_b / R_b) + (A_c / R_c) + (A_d / R_d)] = 0,2494 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)W}$$

Resistência Térmica Total

$$R_T = 0,13 + 0,2494 + 0,04 = 0,4194 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)W}$$

Transmitância Térmica

$$U = 1 / R_T \quad U = 1 / 0,4194 \quad U = 2,38 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Capacidade Térmica

$$C_{Ta} = (e \cdot c \cdot \rho) \text{ reboco} + (e \cdot c \cdot \rho) \text{ argamassa} + (e \cdot c \cdot \rho) \text{ reboco}$$

$$C_{Ta} = (0,025 \times 1,00 \times 2000) + (0,14 \times 1,00 \times 2000) + (0,01 \times 1,00 \times 2000) = 350 \text{ kJ} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$C_{Tb} = (e \cdot c \cdot \rho) \text{ reboco} + (e \cdot c \cdot \rho) \text{ cerâmica} + (e \cdot c \cdot \rho) \text{ reboco}$$

$$C_{Tb} = (0,025 \times 1,00 \times 2000) + (0,14 \times 0,92 \times 1600) + (0,01 \times 1,00 \times 2000) = 276,08 \text{ kJ} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$C_{Tc} = (e \cdot c \cdot \rho) \text{ reboco} + (e \cdot c \cdot \rho) \text{ cerâmica} + 0 + (e \cdot c \cdot \rho) \text{ cerâmica} + (e \cdot c \cdot \rho) \text{ reboco}$$

$$C_{Tc} = (0,025 \times 1,00 \times 2000) + (0,025 \times 0,92 \times 1600) + (0,025 \times 0,92 \times 1600) + (0,01 \times 1,00 \times 2000) = 143,6 \text{ kJ} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$CTd = (e \cdot c \cdot \rho) \text{ reboco} + (e \cdot c \cdot \rho) \text{ cerâmica} + 0 + (e \cdot c \cdot \rho) \text{ cerâmica} + 0 + (e \cdot c \cdot \rho) \text{ cerâmica} + (e \cdot c \cdot \rho) \text{ reboco}$$

$$CTd = (0,025 \times 1,00 \times 2000) + (0,06 \times 0,92 \times 1600) + (0,01 \times 1,00 \times 2000) = 158,32 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Capacidade Térmica Total

$$CT_{\text{total}} = RT = (Aa + Ab + Ac + Ad) / [(Aa / CTa) + (Ab / CTb) + (Ac / CTc) + (Ad / CTd)] = 149,00 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Apêndice B – Resumo dos equivalentes numéricos da envoltória dos apartamentos da edificação base de estudo

Tabela resumo – Orientação 1.

(continua)

UH 101					UH 102					UH 103				
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*
CR	5	4		1*	CR	5	4		1*	CR	5	4		1*
CA	3	2	4	1*	CA	3	2	4	1*	CA	4	3	4	1*
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	4	1*
CR	4	2		1*	CR	4	2		1*	CR	4	2		1*
CA	4	4	5	1*	CA	4	4	5	1*	CA	4	4	5	1*
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	1*	GHR	5	5	4	1*	GHR	5	4	4	1*
CR	4	3		1*	CR	4	3		1*	CR	4	3		1*
CA	4	4	4	1*	CA	4	4	4	1*	CA	4	4	4	1*
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	4	1*
CR	5	5		1*	CR	5	5		1*	CR	5	5		1*
CA	4	4	5	1*	CA	4	4	5	1*	CA	5	5	5	1*
UH 104					UH 201/301/401					UH 202/302/402				
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*
CR	5	4		1*	CR	5	1		1*	CR	5	1		1*
CA	4	3	4	1*	CA	4	3	4	1*	CA	4	3	4	1*
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	4	1*	GHR	4	4	4	1*	GHR	5	4	4	1*
CR	4	2		1*	CR	2	1		1*	CR	3	1		1*
CA	4	4	5	1*	CA	4	4	5	1*	CA	4	4	5	1*
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	1*	GHR	4	4	3	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	4	3		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
CA	4	4	4	1*	CA	4	4	4	1*	CA	4	4	4	1*
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	4	1*	GHR	5	5	5	1*
CR	5	5		1*	CR	4	5		1*	CR	5	5		1*
CA	5	5	5	1*	CA	5	5	5	1*	CA	5	5	5	1*

Tabela resumo – Orientação 1.

(continuação)

UH 203/303/403					UH 204/304/404					UH 501				
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*
CR	5	1		1*	CR	5	1		1*	CR	5	1		1*
CA	4	3	5	1*	CA	4	3	4	1*	CA	3	2	4	1*
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	1*	GHR	4	3	3	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	2	1		1*	CR	2	1		1*	CR	3	1		1*
CA	5	4	5	1*	CA	5	4	5	1*	CA	4	4	5	1*
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	1*	GHR	4	4	3	1*	GHR	4	3	3	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	4	3		1*
CA	4	5	4	1*	CA	4	5	4	1*	CA	3	4	4	1*
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	1*	GHR	5	5	4	1*	GHR	5	5	3	1*
CR	4	5		1*	CR	4	5		1*	CR	5	5		1*
CA	5	5	5	1*	CA	5	5	5	1*	CA	4	4	4	1*
UH 502					UH 503					UH 504				
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*
CR	5	1		1*	CR	5	1		1*	CR	5	1		1*
CA	3	2	4	1*	CA	3	2	4	1*	CA	3	2	4	1*
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	1*	GHR	3	3	2	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	3	1		1*	CR	2	1		1*	CR	3	1		1*
CA	4	4	4	1*	CA	4	4	5	1*	CA	4	4	5	1*
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	3	2	1*	GHR	4	3	2	1*	GHR	4	3	2	1*
CR	4	3		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
CA	3	4	4	1*	CA	4	4	4	1*	CA	4	4	4	1*
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	4	1*	GHR	4	4	3	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	5	5		1*	CR	4	5		1*	CR	5	5		1*
CA	4	4	4	1*	CA	4	4	5	1*	CA	4	4	5	1*
UH 101					UH 102					UH 103				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	3	1*	GHR	5	4	4	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	1*	GHR	5	5	4	1*	GHR	5	5	4	1*
CR	4	3		1*	CR	4	3		1*	CR	4	3		1*
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	1	4	4	3,05	GHR	1	4	4	3,05	GHR	1	4	3	2,54
CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	3	1*	GHR	5	4	4	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*

Tabela resumo – Orientação 1.

(conclusão)

UH 104					UH 201/301/401					UH 202/302/402				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	3	1*	GHR	4	4	3	1*	GHR	5	4	4	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	1*	GHR	4	4	3	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	4	3		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	1	4	3	2,54	GHR	1	4	3	2,54	GHR	1	4	3	2,54
CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	3	1*	GHR	4	4	3	1*	GHR	5	4	4	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
UH 203/303/403					UH 204/304/404					UH 501				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	2	1*	GHR	4	4	3	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	3		1*
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	1*	GHR	4	4	3	1*	GHR	3	4	2	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	1	4	3	2,54	GHR	1	4	3	2,54	GHR	1	4	3	2,54
CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	2	1*	GHR	4	4	3	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	3		1*
UH 502					UH 503					UH 504				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	1*	GHR	4	4	2	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	4	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	3	2	1*	GHR	3	3	2	1*	GHR	3	3	2	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	1	4	3	2,54	GHR	1	3	2	1,86	GHR	1	3	2	1,86
CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	1*	GHR	4	4	2	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	4	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*

Tabela resumo – Orientação 2.

(continua)

UH 101					UH 102					UH 103				
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*
CR	5	4		1*	CR	5	4		1*	CR	5	4		1*
CA	3	3	4	1*	CA	3	2	4	1*	CA	3	3	4	1*
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	5	1*	GHR	5	5	4	1*	GHR	5	4	5	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	4	2		1*
CA	4	4	5	1*	CA	4	4	5	1*	CA	4	4	5	1*
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	4	1*	GHR	4	5	4	1*	GHR	5	4	4	1*
CR	4	3		1*	CR	4	3		1*	CR	4	3		1*
CA	4	4	4	1*	CA	4	4	4	1*	CA	4	4	4	1*
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*
CR	5	5		1*	CR	5	5		1*	CR	5	5		1*
CA	4	5	5	1*	CA	5	4	5	1*	CA	4	5	5	1*
UH 104					UH 201/301/401					UH 202/302/402				
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*
CR	5	4		1*	CR	5	1		1*	CR	5	1		1*
CA	4	3	4	1*	CA	4	3	4	1*	CA	4	3	4	1*
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	1*	GHR	4	3	4	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	4	2		1*	CR	2	1		1*	CR	2	1		1*
CA	4	4	5	1*	CA	4	4	5	1*	CA	5	4	5	1*
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	1*	GHR	4	3	3	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	4	3		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
CA	4	4	4	1*	CA	4	5	4	1*	CA	4	4	4	1*
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	1*	GHR	5	4	4	1*	GHR	5	5	4	1*
CR	5	5		1*	CR	4	5		1*	CR	4	5		1*
CA	5	4	5	1*	CA	5	5	5	1*	CA	5	5	5	1*

Tabela resumo – Orientação 2.

(continuação)

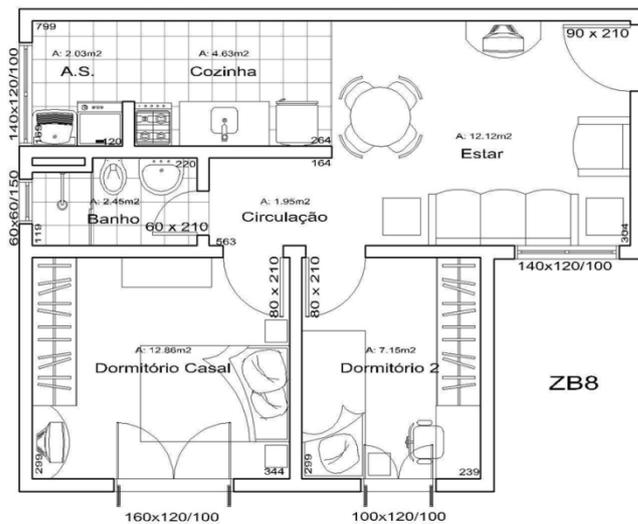
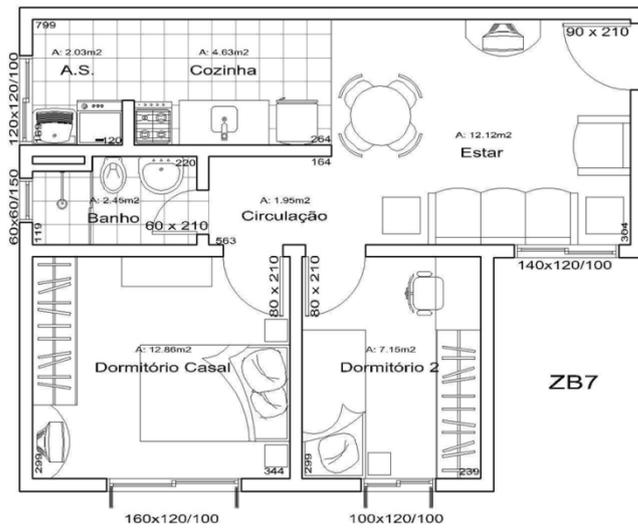
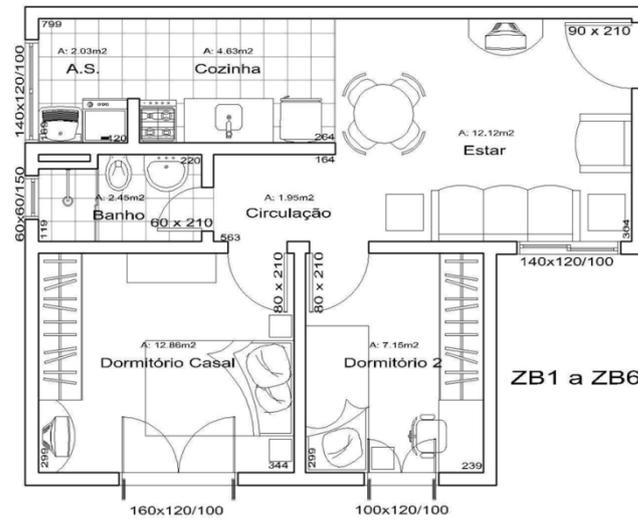
UH 203/303/403					UH 204/304/404					UH 501				
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*
CR	5	1		1*	CR	5	1		1*	CR	5	1		1*
CA	4	3	4	1*	CA	4	3	5	1*	CA	3	2	4	1*
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	3	4	1*	GHR	4	4	3	1*	GHR	4	3	3	1*
CR	2	1		1*	CR	2	1		1*	CR	2	1		1*
CA	4	4	5	1*	CA	5	4	5	1*	CA	4	4	5	1*
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	3	3	1*	GHR	4	4	3	1*	GHR	4	3	2	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
CA	4	5	4	1*	CA	4	4	4	1*	CA	4	4	4	1*
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	4	1*	GHR	5	5	4	1*	GHR	5	4	4	1*
CR	4	5		1*	CR	4	5		1*	CR	4	5		1*
CA	5	5	5	1*	CA	5	5	5	1*	CA	4	4	4	1*
UH 502					UH 503					UH 504				
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*	GHR	5	5	5	1*
CR	5	1		1*	CR	5	1		1*	CR	5	1		1*
CA	3	2	4	1*	CA	3	2	4	1*	CA	3	2	4	1*
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	3	3	3	1*	GHR	4	3	3	1*	GHR	3	3	2	1*
CR	2	1		1*	CR	2	1		1*	CR	2	1		1*
CA	4	4	5	1*	CA	4	4	5	1*	CA	4	4	5	1*
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	3	3	2	1*	GHR	4	3	2	1*	GHR	3	3	2	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
CA	4	4	4	1*	CA	4	4	4	1*	CA	4	4	4	1*
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	1*	GHR	4	4	3	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	4	5		1*	CR	4	5		1*	CR	4	5		1*
CA	4	4	5	1*	CA	4	4	4	1*	CA	4	4	5	1*
UH 101					UH 102					UH 103				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	4	1*	GHR	4	5	3	1*	GHR	5	4	3	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	1*	GHR	5	5	4	1*	GHR	5	5	4	1*
CR	4	3		1*	CR	4	3		1*	CR	4	3		1*
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	1	4	4	3,05	GHR	1	4	3	2,54	GHR	1	4	4	3,05
CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	4	1*	GHR	4	5	3	1*	GHR	5	4	3	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*

Tabela resumo – Orientação 2.

(conclusão)

UH 104					UH 201/301/401					UH 202/302/402				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	1*	GHR	5	4	4	1*	GHR	4	5	3	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	1*	GHR	4	4	3	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	4	3		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	1	4	3	2,54	GHR	1	3	3	2,37	GHR	1	4	3	2,54
CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	1*	GHR	5	4	4	1*	GHR	4	5	3	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
UH 203/303/403					UH 204/304/404					UH 501				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	3	3	1*	GHR	4	4	2	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	1*	GHR	4	4	3	1*	GHR	3	3	2	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	1	3	3	2,37	GHR	1	4	3	2,54	GHR	1	3	3	2,37
CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	3	3	1*	GHR	4	4	2	1*	GHR	4	4	3	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
UH 502					UH 503					UH 504				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	1*	GHR	4	3	2	1*	GHR	3	4	2	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	3	3	2	1*	GHR	3	3	2	1*	GHR	3	3	2	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	1	4	2	2,04	GHR	1	3	3	2,37	GHR	1	4	2	2,04
CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36	CR	1	2		1,36
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	1*	GHR	4	3	2	1*	GHR	3	4	2	1*
CR	3	2		1*	CR	3	2		1*	CR	3	2		1*

Apêndice C – Planta baixa das UHs após alterações das aberturas.



Plantas baixas por zonas bioclimáticas.

Apêndice D – Resumo dos equivalentes numéricos da envoltória dos apartamentos após alterações nas aberturas

Tabela resumo – Orientação 1

(continua)

UH 101				UH 102				UH 103						
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00
CR	5	5		5,00	CR	5	5		5,00	CR	5	5		5,00
CA	3	2	4	3,33	CA	3	2	4	3,33	CA	4	3	4	3,82
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	4	4,49
CR	4	2		3,29	CR	4	2		3,29	CR	3	2		2,64
CA	4	4	5	4,51	CA	4	4	5	4,51	CA	4	4	5	4,51
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	5	4	4,49
CR	4	3		3,64	CR	4	3		3,64	CR	4	3		3,64
CA	4	4	4	4,00	CA	4	4	4	4,00	CA	4	4	4	4,00
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	4	4,49
CR	5	5		5,00	CR	5	5		5,00	CR	5	5		5,00
CA	5	5	5	5,00	CA	5	5	5	5,00	CA	5	5	5	5,00
UH 104				UH 201/301/401				UH 202/302/402						
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00
CR	5	5		5,00	CR	5	1		3,57	CR	5	1		3,57
CA	4	3	4	3,82	CA	4	3	4	3,82	CA	4	3	4	3,82
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	4	4	4,32	GHR	5	4	4	4,32
CR	4	2		3,29	CR	2	1		1,64	CR	3	1		2,29
CA	4	4	5	4,51	CA	4	4	5	4,51	CA	4	4	5	4,51
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	4	3	3,81	GHR	5	4	3	3,81
CR	4	3		3,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
CA	4	4	4	4,00	CA	4	4	4	4,00	CA	4	4	4	4,00
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	5	5	5,00
CR	5	5		5,00	CR	4	5		4,36	CR	4	5		4,36
CA	5	5	5	5,00	CA	5	5	5	5,00	CA	5	5	5	5,00

Tabela resumo – Orientação 1

(continuação)

UH 203/303/403					UH 204/304/404					UH 501				
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00
CR	5	1		3,57	CR	5	1		3,57	CR	5	2		3,93
CA	4	3	5	4,33	CA	4	3	4	3,82	CA	3	2	4	3,33
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	4	3	3,49
CR	2	1		1,64	CR	2	1		1,64	CR	3	1		2,29
CA	5	4	5	4,82	CA	5	4	5	4,82	CA	4	4	5	4,51
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	3	3,81	GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	4	3	3,49
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	4	3		3,64
CA	4	5	4	4,18	CA	4	5	4	4,18	CA	4	4	4	4,00
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	5	4	4,49
CR	4	5		4,36	CR	4	5		4,36	CR	4	5		4,36
CA	5	5	5	5,00	CA	5	5	5	5,00	CA	4	4	5	4,51
UH 502					UH 503					UH 504				
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00
CR	5	2		3,93	CR	5	2		3,93	CR	5	2		3,93
CA	3	2	4	3,33	CA	3	2	4	3,33	CA	3	2	4	3,33
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	3	3	3,32	GHR	3	4	2	2,67
CR	2	1		1,64	CR	2	1		1,64	CR	2	1		1,64
CA	4	4	5	4,51	CA	4	4	5	4,51	CA	4	4	5	4,51
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	3	4	2	2,67	GHR	4	3	3	3,32	GHR	4	4	2	2,98
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
CA	4	4	4	4,00	CA	4	4	4	4,00	CA	4	4	4	4,00
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	5	3	3,67	GHR	5	4	4	4,32	GHR	4	4	3	3,49
CR	4	5		4,36	CR	4	5		4,36	CR	4	5		4,36
CA	5	4	5	4,82	CA	4	5	5	4,68	CA	5	4	5	4,82
UH 101					UH 102					UH 103				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	3	3,98	GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	4	3	3,81
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	5	4	4,49
CR	4	3		3,64	CR	4	3		3,64	CR	4	3		3,64
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	4	4,32	GHR	5	4	4	4,32	GHR	4	4	3	3,49
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	3	3,98	GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	4	3	3,81
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64

Tabela resumo – Orientação 1

(conclusão)

UH 104					UH 201/301/401					UH 202/302/402				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	3	3,81	GHR	5	5	3	3,98	GHR	5	4	4	4,32
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	5	3	3,98	GHR	5	4	3	3,81
CR	4	3		3,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	4	3	3,49
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	3	3,81	GHR	5	5	3	3,98	GHR	5	4	4	4,32
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
UH 203/303/403					UH 204/304/404					UH 501				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	2	2,98	GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	4	3	3,49
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	3		3,00
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	4	2	2,98
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	4	3	3,49
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	2	2,98	GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	4	3	3,49
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	3		3,00
UH 502					UH 503					UH 504				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	3	3,81	GHR	4	4	2	2,98	GHR	4	4	3	3,49
CR	4	2		3,29	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	2	2,98	GHR	4	4	2	2,98	GHR	4	3	2	2,81
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	3	2	2,81	GHR	4	3	2	2,81
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	3	3,81	GHR	4	4	2	2,98	GHR	4	4	3	3,49
CR	4	2		3,29	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64

Tabela resumo – Orientação 2

(continua)

UH 101					UH 102					UH 103				
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00
CR	5	5		5,00	CR	5	5		5,00	CR	5	5		5,00
CA	3	2	4	3,33	CA	3	2	4	3,33	CA	4	3	4	3,82
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	5	4,82	GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	4	5	4,82
CR	3	1		2,29	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
CA	4	4	5	4,51	CA	4	4	5	4,51	CA	4	4	5	4,51
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	4	4,32	GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	4	4	4,32
CR	4	3		3,64	CR	4	3		3,64	CR	4	3		3,64
CA	4	4	4	4,00	CA	4	4	4	4,00	CA	4	4	4	4,00
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00
CR	5	5		5,00	CR	5	5		5,00	CR	5	5		5,00
CA	5	5	5	5,00	CA	5	5	5	5,00	CA	5	5	5	5,00
UH 104					UH 201/301/401					UH 202/302/402				
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00
CR	5	5		5,00	CR	5	1		3,57	CR	5	1		3,57
CA	4	3	4	3,82	CA	4	3	4	3,82	CA	4	3	4	3,82
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	4	4	4,32	GHR	4	4	3	3,49
CR	3	2		2,64	CR	2	1		1,64	CR	2	1		1,64
CA	4	4	5	4,51	CA	4	4	5	4,51	CA	5	4	5	4,82
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	4	3	3,81	GHR	4	4	3	3,49
CR	4	3		3,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
CA	4	4	4	4,00	CA	4	5	4	4,18	CA	4	4	4	4,00
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	4	4,49
CR	5	5		5,00	CR	4	5		4,36	CR	4	5		4,36
CA	5	5	5	5,00	CA	5	5	5	5,00	CA	5	5	5	5,00

Tabela resumo – Orientação 2

(continuação)

UH 203/303/403					UH 204/304/404					UH 501				
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00
CR	5	1		3,57	CR	5	1		3,57	CR	5	2		3,93
CA	4	3	4	3,82	CA	4	3	5	4,33	CA	3	2	4	3,33
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	4	4,32	GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	3	3	3,32
CR	2	1		1,64	CR	2	1		1,64	CR	2	1		1,64
CA	5	4	5	4,82	CA	5	4	5	4,82	CA	4	4	4	4,00
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	3	3,81	GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	3	3	3,32
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
CA	4	5	4	4,18	CA	4	4	4	4,00	CA	4	4	4	4,00
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	4	4	4,32
CR	4	5		4,36	CR	4	5		4,36	CR	4	5		4,36
CA	5	5	5	5,00	CA	5	5	5	5,00	CA	4	5	5	4,68
UH 502					UH 503					UH 504				
ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB1	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00	GHR	5	5	5	5,00
CR	5	2		3,93	CR	5	2		3,93	CR	5	2		3,93
CA	3	2	4	3,33	CA	3	2	4	3,33	CA	3	2	4	3,33
ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB2	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	3	3	3,32	GHR	3	4	2	2,67
CR	2	1		1,64	CR	2	1		1,64	CR	2	1		1,64
CA	4	4	5	4,51	CA	4	4	5	4,51	CA	4	4	5	4,51
ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB3	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	3	4	2	2,67	GHR	4	3	3	3,32	GHR	4	4	2	2,98
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
CA	4	4	4	4,00	CA	4	4	4	4,00	CA	4	4	4	4,00
ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB4	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	5	3	3,67	GHR	5	4	4	4,32	GHR	4	4	3	3,49
CR	4	5		4,36	CR	4	5		4,36	CR	4	5		4,36
CA	5	4	5	4,82	CA	4	5	5	4,68	CA	5	4	5	4,82
UH 101					UH 102					UH 103				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	4	4,32	GHR	5	5	3	3,98	GHR	5	4	3	3,81
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	5	4	4,49	GHR	5	5	4	4,49
CR	4	3		3,64	CR	4	3		3,64	CR	4	3		3,64
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	4	4,32	GHR	4	4	3	3,49	GHR	5	4	4	4,32
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	4	4,32	GHR	5	5	3	3,98	GHR	5	4	3	3,81
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64

Tabela resumo – Orientação 2

(conclusão)

UH 104					UH 201/301/401					UH 202/302/402				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	3,49	GHR	5	4	4	4,32	GHR	4	5	3	3,67
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	5	4	4,49	GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	4	3	3,49
CR	4	3		3,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	3	3	3,32	GHR	4	4	3	3,49
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	3,49	GHR	5	4	4	4,32	GHR	4	5	3	3,67
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
UH 203/303/403					UH 204/304/404					UH 501				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	4	2	2,98	GHR	5	4	3	3,81
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	5	4	3	3,81	GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	3	2	2,81
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	3	3	3,32	GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	3	3	3,32
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	4	3	3,49	GHR	4	4	2	2,98	GHR	5	4	3	3,81
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
UH 502					UH 503					UH 504				
ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB5	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	5	3	3,67	GHR	4	3	3	3,32	GHR	4	4	2	2,98
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB6	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	3	4	2	2,67	GHR	4	3	2	2,81	GHR	3	4	2	2,67
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB7	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	3	4	2	2,67	GHR	4	3	3	3,32	GHR	3	4	2	2,67
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64
ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv	ZB8	D. Casal	D. 2	Estar	EqNumEnv
Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²	Aútil	12,86m ²	7,15m ²	20,73m ²	40,74m ²
GHR	4	5	3	3,67	GHR	4	3	3	3,32	GHR	4	4	2	2,98
CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64	CR	3	2		2,64

Apêndice E – Planilhas de cálculo da ENCE da edificação após alterações das aberturas.

UH ZB01	Envolvória para verão Resfriamento		Envolvória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações			Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
									Ilum natural	Condic artificial de ar	TOTAL				
101	5,00	A	3,33	C	1,00	E	3,5	5,00	0,20	0,2	0,4	3,00	C	43,19	3,1 C
102	5,00	A	3,33	C	1,00	E	3,5	5,00	0,20	0,2	0,4	3,00	C	43,19	
103	5,00	A	3,82	B	1,00	E	3,9	5,00	0,20	0,2	0,4	3,29	C	43,19	
104	5,00	A	3,82	B	1,00	E	3,9	5,00	0,20	0,2	0,4	3,29	C	43,19	
201	5,00	A	3,82	B	1,00	E	3,9	3,57	0,20	0	0,2	3,09	C	129,57	
202	5,00	A	3,82	B	1,00	E	3,9	3,57	0,20	0	0,2	3,09	C	129,57	
203	5,00	A	4,33	B	1,00	E	4,4	3,57	0,20	0	0,2	3,40	C	129,57	
204	5,00	A	3,82	B	1,00	E	3,9	3,57	0,20	0	0,2	3,09	C	129,57	
501	5,00	A	3,33	C	1,00	E	3,5	3,93	0,20	0	0,2	2,80	C	43,19	
502	5,00	A	3,33	C	1,00	E	3,5	3,93	0,20	0	0,2	2,80	C	43,19	
503	5,00	A	3,33	C	1,00	E	3,5	3,93	0,20	0	0,2	2,80	C	43,19	
504	5,00	A	3,33	C	1,00	E	3,5	3,93	0,20	0	0,2	2,80	C	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB1 - Orientação 1.

UH ZB01	Envolvória para verão Resfriamento		Envolvória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações			Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
									Ilum natural	Condic artificial de ar	TOTAL				
101	5,00	A	3,33	C	1,00	E	3,5	5,00	0,20	0,2	0,4	3,00	C	43,19	3,1 C
102	5,00	A	3,33	C	1,00	E	3,5	5,00	0,20	0,2	0,4	3,00	C	43,19	
103	5,00	A	3,82	B	1,00	E	3,9	5,00	0,20	0,2	0,4	3,29	C	43,19	
104	5,00	A	3,82	B	1,00	E	3,9	5,00	0,20	0,2	0,4	3,29	C	43,19	
201	5,00	A	3,82	B	1,00	E	3,9	3,57	0,20	0	0,2	3,09	C	129,57	
202	5,00	A	3,82	B	1,00	E	3,9	3,57	0,20	0	0,2	3,09	C	129,57	
203	5,00	A	3,82	B	1,00	E	3,9	3,57	0,20	0	0,2	3,09	C	129,57	
204	5,00	A	4,33	B	1,00	E	4,4	3,57	0,20	0	0,2	3,40	C	129,57	
501	5,00	A	3,33	C	1,00	E	3,5	3,93	0,20	0	0,2	2,80	C	43,19	
502	5,00	A	3,33	C	1,00	E	3,5	3,93	0,20	0	0,2	2,80	C	43,19	
503	5,00	A	3,33	C	1,00	E	3,5	3,93	0,20	0	0,2	2,80	C	43,19	
504	5,00	A	3,33	C	1,00	E	3,5	3,93	0,20	0	0,2	2,80	C	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB1 - Orientação 2.

UH ZB02	Envolvória para verão Resfriamento		Envolvória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
									Ilum natural	TOTAL				
101	5,00	A	4,51	A	1,00	E	4,7	3,29	0,20	0,2	3,62	B	43,19	3,4 C
102	5,00	A	4,51	A	1,00	E	4,7	3,29	0,20	0,2	3,62	B	43,19	
103	4,49	B	4,51	A	1,00	E	4,5	2,64	0,20	0,2	3,48	C	43,19	
104	4,49	B	4,51	A	1,00	E	4,5	3,29	0,20	0,2	3,48	C	43,19	
201	4,32	B	4,51	A	1,00	E	4,4	1,64	0,20	0,2	3,43	C	129,57	
202	4,32	B	4,51	A	1,00	E	4,4	2,29	0,20	0,2	3,43	C	129,57	
203	3,49	C	4,82	A	1,00	E	4,2	1,64	0,20	0,2	3,30	C	129,57	
204	3,49	C	4,82	A	1,00	E	4,2	1,64	0,20	0,2	3,30	C	129,57	
501	3,49	C	4,51	A	1,00	E	4,1	2,29	0,20	0,2	3,19	C	43,19	
502	3,49	C	4,00	B	1,00	E	3,8	2,29	0,20	0,2	3,00	C	43,19	
503	2,98	C	4,51	A	1,00	E	3,8	1,64	0,20	0,2	3,04	C	43,19	
504	3,32	C	4,51	A	1,00	E	4,0	1,64	0,20	0,2	3,14	C	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB2 - Orientação 1.

UH ZB02	Envolvória para verão Resfriamento		Envolvória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
									Ilum natural	TOTAL				
101	4,82	A	4,51	A	1,00	E	4,6	2,29	0,20	0,2	3,57	B	43,19	3,4 C
102	4,49	B	4,51	A	1,00	E	4,5	2,64	0,20	0,2	3,48	C	43,19	
103	4,82	A	4,51	A	1,00	E	4,6	2,64	0,20	0,2	3,57	B	43,19	
104	4,49	B	4,51	A	1,00	E	4,5	2,64	0,20	0,2	3,48	C	43,19	
201	4,32	B	4,51	A	1,00	E	4,4	1,64	0,20	0,2	3,43	C	129,57	
202	3,49	C	4,82	A	1,00	E	4,2	1,64	0,20	0,2	3,30	C	129,57	
203	4,32	B	4,82	A	1,00	E	4,6	1,64	0,20	0,2	3,54	B	129,57	
204	3,49	C	4,82	A	1,00	E	4,2	1,64	0,20	0,2	3,30	C	129,57	
501	3,32	C	4,00	B	1,00	E	3,7	1,64	0,20	0,2	2,96	C	43,19	
502	3,49	C	4,51	A	1,00	E	4,1	1,64	0,20	0,2	3,19	C	43,19	
503	3,32	C	4,51	A	1,00	E	4,0	1,64	0,20	0,2	3,14	C	43,19	
504	2,67	C	4,51	A	1,00	E	3,7	1,64	0,20	0,2	2,96	C	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB2 - Orientação 2.

UHZB03	Envolvória para verão Resfriamento		Envolvória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m ²)	ENCE multi
	Ilum natural	TOTAL	Ilum natural	TOTAL	Ilum natural	TOTAL								
101	4,49	B	4,00	B	1,00	E	4,3	3,64	0,20	0,2	3,35	C	43,19	3,1 C
102	4,49	B	4,00	B	1,00	E	4,3	3,64	0,20	0,2	3,35	C	43,19	
103	4,49	B	4,00	B	1,00	E	4,3	3,64	0,20	0,2	3,35	C	43,19	
104	4,49	B	4,00	B	1,00	E	4,3	3,64	0,20	0,2	3,35	C	43,19	
201	3,81	B	4,00	B	1,00	E	3,9	2,64	0,20	0,2	3,07	C	129,57	
202	3,81	B	4,00	B	1,00	E	3,9	2,64	0,20	0,2	3,07	C	129,57	
203	3,81	B	4,18	B	1,00	E	3,9	2,64	0,20	0,2	3,11	C	129,57	
204	3,49	C	4,18	B	1,00	E	3,7	2,64	0,20	0,2	2,98	C	129,57	
501	3,49	C	4,00	B	1,00	E	3,7	3,64	0,20	0,2	2,94	C	43,19	
502	3,49	C	4,00	B	1,00	E	3,7	3,64	0,20	0,2	2,94	C	43,19	
503	2,81	C	4,00	B	1,00	E	3,2	2,64	0,20	0,2	2,65	C	43,19	
504	2,98	C	4,00	B	1,00	E	3,3	2,64	0,20	0,2	2,73	C	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB3 - Orientação 1.

UHZB03	Envolvória para verão Resfriamento		Envolvória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m ²)	ENCE multi
	Ilum natural	TOTAL	Ilum natural	TOTAL	Ilum natural	TOTAL								
101	4,32	B	4,00	B	1,00	E	4,2	3,64	0,20	0,2	3,28	C	43,19	3,0 C
102	4,49	B	4,00	B	1,00	E	4,3	3,64	0,20	0,2	3,35	C	43,19	
103	4,32	B	4,00	B	1,00	E	4,2	3,64	0,20	0,2	3,28	C	43,19	
104	4,49	B	4,00	B	1,00	E	4,3	3,64	0,20	0,2	3,35	C	43,19	
201	3,81	B	4,18	B	1,00	E	3,9	2,64	0,20	0,2	3,11	C	129,57	
202	3,49	C	4,00	B	1,00	E	3,7	2,64	0,20	0,2	2,94	C	129,57	
203	3,81	B	4,18	B	1,00	E	3,9	2,64	0,20	0,2	3,11	C	129,57	
204	3,49	C	4,00	B	1,00	E	3,7	2,64	0,20	0,2	2,94	C	129,57	
501	3,32	C	4,00	B	1,00	E	3,6	2,64	0,20	0,2	2,87	C	43,19	
502	2,67	C	4,00	B	1,00	E	3,1	2,64	0,20	0,2	2,60	C	43,19	
503	3,32	C	4,00	B	1,00	E	3,6	2,64	0,20	0,2	2,87	C	43,19	
504	2,98	C	4,00	B	1,00	E	3,3	2,64	0,20	0,2	2,73	C	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB3 - Orientação 2.

UHZB04	Envolvória para verão Resfriamento		Envolvória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações			Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m ²)	ENCE multi
	Ilum natural	Condic artificial de ar	TOTAL	Ilum natural	Condic artificial de ar	TOTAL									
101	5,00	A	5,00	A	1,00	E	5,0	5,00	0,20	0,2	0,4	4,00	B	43,19	3,6 B
102	5,00	A	5,00	A	1,00	E	5,0	5,00	0,20	0,2	0,4	4,00	B	43,19	
103	4,49	B	5,00	A	1,00	E	4,7	5,00	0,20	0,2	0,4	3,77	B	43,19	
104	5,00	A	5,00	A	1,00	E	5,0	5,00	0,20	0,2	0,4	4,00	B	43,19	
201	4,49	B	5,00	A	1,00	E	4,7	4,36	0,20	0	0,2	3,57	B	129,57	
202	5,00	A	5,00	A	1,00	E	5,0	4,36	0,20	0	0,2	3,80	B	129,57	
203	4,49	B	5,00	A	1,00	E	4,7	4,36	0,20	0	0,2	3,57	B	129,57	
204	4,49	B	5,00	A	1,00	E	4,7	4,36	0,20	0	0,2	3,57	B	129,57	
501	4,49	B	4,51	A	1,00	E	4,5	4,36	0,20	0	0,2	3,47	C	43,19	
502	4,49	B	4,51	A	1,00	E	4,5	4,36	0,20	0	0,2	3,47	C	43,19	
503	3,81	B	5,00	A	1,00	E	4,2	4,36	0,20	0	0,2	3,27	C	43,19	
504	3,81	B	5,00	A	1,00	E	4,2	4,36	0,20	0	0,2	3,27	C	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB4 - Orientação 1.

UHZB04	Envolvória para verão Resfriamento		Envolvória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações			Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m ²)	ENCE multi
	Ilum natural	Condic artificial de ar	TOTAL	Ilum natural	Condic artificial de ar	TOTAL									
101	5,00	A	5,00	A	1,00	E	5,0	5,00	0,20	0,2	0,4	4,00	B	43,19	3,6 B
102	5,00	A	5,00	A	1,00	E	5,0	5,00	0,20	0,2	0,4	4,00	B	43,19	
103	5,00	A	5,00	A	1,00	E	5,0	5,00	0,20	0,2	0,4	4,00	B	43,19	
104	4,49	B	5,00	A	1,00	E	4,7	5,00	0,20	0,2	0,4	3,77	B	43,19	
201	5,00	A	5,00	A	1,00	E	5,0	4,36	0,20	0	0,2	3,80	B	129,57	
202	4,49	B	5,00	A	1,00	E	4,7	4,36	0,20	0	0,2	3,57	B	129,57	
203	4,49	B	5,00	A	1,00	E	4,7	4,36	0,20	0	0,2	3,57	B	129,57	
204	4,49	B	5,00	A	1,00	E	4,7	4,36	0,20	0	0,2	3,57	B	129,57	
501	4,32	B	4,68	A	1,00	E	4,4	4,36	0,20	0	0,2	3,43	C	43,19	
502	3,67	B	4,82	A	1,00	E	4,0	4,36	0,20	0	0,2	3,17	C	43,19	
503	4,32	B	4,68	A	1,00	E	4,4	4,36	0,20	0	0,2	3,43	C	43,19	
504	3,49	C	4,82	A	1,00	E	3,9	4,36	0,20	0	0,2	3,10	C	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB4 - Orientação 2.

UHZB05	Envoltória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	3,98	B	1,00	E	4,0	2,64	0,20	0,2	3,14	C	43,19	
102	4,49	B	1,00	E	4,5	2,64	0,20	0,2	3,47	C	43,19	
103	3,81	B	1,00	E	3,8	2,64	0,20	0,2	3,03	C	43,19	
104	3,81	B	1,00	E	3,8	2,64	0,20	0,2	3,03	C	43,19	
201	3,98	B	1,00	E	4,0	2,64	0,20	0,2	3,14	C	129,57	
202	4,32	B	1,00	E	4,3	2,64	0,20	0,2	3,36	C	129,57	
203	2,98	C	1,00	E	3,0	2,64	0,20	0,2	2,49	D	129,57	
204	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	129,57	
501	3,49	C	1,00	E	3,5	3,00	0,20	0,2	2,82	C	43,19	
502	3,81	B	1,00	E	3,8	3,29	0,20	0,2	3,03	C	43,19	
503	2,98	C	1,00	E	3,0	2,64	0,20	0,2	2,49	D	43,19	
504	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB5 - Orientação 1.

UHZB05	Envoltória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	4,32	B	1,00	E	4,3	2,64	0,20	0,2	3,36	C	43,19	
102	3,98	B	1,00	E	4,0	2,64	0,20	0,2	3,14	C	43,19	
103	3,81	B	1,00	E	3,8	2,64	0,20	0,2	3,03	C	43,19	
104	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	43,19	
201	4,32	B	1,00	E	4,3	2,64	0,20	0,2	3,36	C	129,57	
202	3,67	B	1,00	E	3,7	2,64	0,20	0,2	2,94	C	129,57	
203	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	129,57	
204	2,98	C	1,00	E	3,0	2,64	0,20	0,2	2,49	D	129,57	
501	3,81	B	1,00	E	3,8	2,64	0,20	0,2	3,03	C	43,19	
502	3,67	B	1,00	E	3,7	2,64	0,20	0,2	2,94	C	43,19	
503	3,32	C	1,00	E	3,3	2,64	0,20	0,2	2,71	C	43,19	
504	2,98	C	1,00	E	3,0	2,64	0,20	0,2	2,49	D	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB5 - Orientação 2.

UHZB06	Envoltória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	4,49	B	1,00	E	4,5	3,64	0,20	0,2	3,47	C	43,19	
102	4,49	B	1,00	E	4,5	3,64	0,20	0,2	3,47	C	43,19	
103	4,49	B	1,00	E	4,5	3,64	0,20	0,2	3,47	C	43,19	
104	4,49	B	1,00	E	4,5	3,64	0,20	0,2	3,47	C	43,19	
201	3,98	B	1,00	E	4,0	2,64	0,20	0,2	3,14	C	129,57	
202	3,81	B	1,00	E	3,8	2,64	0,20	0,2	3,03	C	129,57	
203	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	129,57	
204	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	129,57	
501	2,98	C	1,00	E	3,0	2,64	0,20	0,2	2,49	D	43,19	
502	2,98	C	1,00	E	3,0	2,64	0,20	0,2	2,49	D	43,19	
503	2,98	C	1,00	E	3,0	2,64	0,20	0,2	2,49	D	43,19	
504	2,81	C	1,00	E	2,8	2,64	0,20	0,2	2,38	D	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB6 - Orientação 1.

UHZB06	Envoltória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	4,49	B	1,00	E	4,5	3,64	0,20	0,2	3,47	C	43,19	
102	4,49	B	1,00	E	4,5	3,64	0,20	0,2	3,47	C	43,19	
103	4,49	B	1,00	E	4,5	3,64	0,20	0,2	3,47	C	43,19	
104	4,49	B	1,00	E	4,5	3,64	0,20	0,2	3,47	C	43,19	
201	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	129,57	
202	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	129,57	
203	3,81	B	1,00	E	3,8	2,64	0,20	0,2	3,03	C	129,57	
204	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	129,57	
501	2,81	C	1,00	E	2,8	2,64	0,20	0,2	2,38	D	43,19	
502	2,67	C	1,00	E	2,7	2,64	0,20	0,2	2,29	D	43,19	
503	2,81	C	1,00	E	2,8	2,64	0,20	0,2	2,38	D	43,19	
504	2,67	C	1,00	E	2,7	2,64	0,20	0,2	2,29	D	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB6 - Orientação 2.

UHZB07	Envoltória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m ²)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	4,32	B	1,00	E	4,3	2,64	0,20	0,2	3,36	C	43,19	
102	4,32	B	1,00	E	4,3	2,64	0,20	0,2	3,36	C	43,19	
103	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	43,19	
104	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	43,19	
201	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	129,57	
202	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	129,57	
203	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	129,57	
204	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	129,57	
501	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	43,19	
502	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	43,19	
503	2,81	C	1,00	E	2,8	2,64	0,20	0,2	2,38	D	43,19	
504	2,81	C	1,00	E	2,8	2,64	0,20	0,2	2,38	D	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB7 - Orientação 1.

UHZB07	Envoltória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m ²)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	4,32	B	1,00	E	4,3	2,64	0,20	0,2	3,36	C	43,19	
102	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	43,19	
103	4,32	B	1,00	E	4,3	2,64	0,20	0,2	3,36	C	43,19	
104	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	43,19	
201	3,32	C	1,00	E	3,3	2,64	0,20	0,2	2,71	C	129,57	
202	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	129,57	
203	3,32	C	1,00	E	3,3	2,64	0,20	0,2	2,71	C	129,57	
204	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	2,82	C	129,57	
501	3,32	C	1,00	E	3,3	2,64	0,20	0,2	2,71	C	43,19	
502	2,67	C	1,00	E	2,7	2,64	0,20	0,2	2,29	D	43,19	
503	3,32	C	1,00	E	3,3	2,64	0,20	0,2	2,71	C	43,19	
504	2,67	C	1,00	E	2,7	2,64	0,20	0,2	2,29	D	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB7 - Orientação 2.

UHZB08	Envoltória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m ²)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	3,98	B	1,00	E	4,0	2,64	0,20	0,2	3,88	B	43,19	
102	4,49	B	1,00	E	4,5	2,64	0,20	0,2	4,34	B	43,19	
103	3,81	B	1,00	E	3,8	2,64	0,20	0,2	3,73	B	43,19	
104	3,81	B	1,00	E	3,8	2,64	0,20	0,2	3,73	B	43,19	
201	3,98	B	1,00	E	4,0	2,64	0,20	0,2	3,88	B	129,57	
202	4,32	B	1,00	E	4,3	2,64	0,20	0,2	4,19	B	129,57	
203	2,98	C	1,00	E	3,0	2,64	0,20	0,2	2,98	C	129,57	
204	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	3,44	C	129,57	
501	3,49	C	1,00	E	3,5	3,00	0,20	0,2	3,44	C	43,19	
502	3,81	B	1,00	E	3,8	3,29	0,20	0,2	3,73	B	43,19	
503	2,98	C	1,00	E	3,0	2,64	0,20	0,2	2,98	C	43,19	
504	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	3,44	C	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB8 - Orientação 1.

UHZB08	Envoltória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m ²)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	4,32	B	1,00	E	4,3	2,64	0,20	0,2	4,19	B	43,19	
102	3,98	B	1,00	E	4,0	2,64	0,20	0,2	3,88	B	43,19	
103	3,81	B	1,00	E	3,8	2,64	0,20	0,2	3,73	B	43,19	
104	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	3,44	C	43,19	
201	4,32	B	1,00	E	4,3	2,64	0,20	0,2	4,19	B	129,57	
202	3,67	B	1,00	E	3,7	2,64	0,20	0,2	3,60	B	129,57	
203	3,49	C	1,00	E	3,5	2,64	0,20	0,2	3,44	C	129,57	
204	2,98	C	1,00	E	3,0	2,64	0,20	0,2	2,98	C	129,57	
501	3,81	B	1,00	E	3,8	2,64	0,20	0,2	3,73	B	43,19	
502	3,67	B	1,00	E	3,7	2,64	0,20	0,2	3,60	B	43,19	
503	3,32	C	1,00	E	3,3	2,64	0,20	0,2	3,29	C	43,19	
504	2,98	C	1,00	E	3,0	2,64	0,20	0,2	2,98	C	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB8 - Orientação 2.

Apêndice F – Gráficos etiquetas dos ambientes de permanência prolongada

Tabela dos melhores resultados da envoltória para resfriamento.

Ambiente	Orientação	UHs	Distribuição EqNumEnvAmbResf (verão)
Dorm. Casal	1	T 01 e 02	
	2	T 01 e 03	
Dormitório 2	1	T 01 e 02	
	2	T 02	
Estar	1	T 02	
	2	T 01	

Tabela dos melhores resultados da envoltória para aquecimento.

Ambiente	Orientação	UHs	Distribuição EqNumEnvAmbA (inverno)
Dorm. Casal	1	I 03 e 04	
	2	I 02, 03 e 04	
Dormitório 2	1	I 03 e 04	
	2	I 01 e 03	
Estar	1	I 03	
	2	I 04	

Tabela dos piores resultados da envoltória para resfriamento.

Ambiente	Orientação	UHs	Distribuição EqNumEnvAmbResf (verão)												
Dorm. Casal	1	C 04	<table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Value</th></tr> <tr><td>A</td><td>25</td></tr> <tr><td>B</td><td>60</td></tr> <tr><td>C</td><td>15</td></tr> <tr><td>D</td><td>0</td></tr> <tr><td>E</td><td>0</td></tr> </table>	Category	Value	A	25	B	60	C	15	D	0	E	0
	Category	Value													
A	25														
B	60														
C	15														
D	0														
E	0														
2	C 02	<table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Value</th></tr> <tr><td>A</td><td>25</td></tr> <tr><td>B</td><td>35</td></tr> <tr><td>C</td><td>35</td></tr> <tr><td>D</td><td>0</td></tr> <tr><td>E</td><td>0</td></tr> </table>	Category	Value	A	25	B	35	C	35	D	0	E	0	
Category	Value														
A	25														
B	35														
C	35														
D	0														
E	0														
Dormitório 2	1	C 04	<table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Value</th></tr> <tr><td>A</td><td>15</td></tr> <tr><td>B</td><td>60</td></tr> <tr><td>C</td><td>25</td></tr> <tr><td>D</td><td>0</td></tr> <tr><td>E</td><td>0</td></tr> </table>	Category	Value	A	15	B	60	C	25	D	0	E	0
	Category	Value													
A	15														
B	60														
C	25														
D	0														
E	0														
2	C 03	<table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Value</th></tr> <tr><td>A</td><td>15</td></tr> <tr><td>B</td><td>15</td></tr> <tr><td>C</td><td>75</td></tr> <tr><td>D</td><td>0</td></tr> <tr><td>E</td><td>0</td></tr> </table>	Category	Value	A	15	B	15	C	75	D	0	E	0	
Category	Value														
A	15														
B	15														
C	75														
D	0														
E	0														
Estar	1	C 03	<table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Value</th></tr> <tr><td>A</td><td>15</td></tr> <tr><td>B</td><td>15</td></tr> <tr><td>C</td><td>15</td></tr> <tr><td>D</td><td>75</td></tr> <tr><td>E</td><td>0</td></tr> </table>	Category	Value	A	15	B	15	C	15	D	75	E	0
	Category	Value													
A	15														
B	15														
C	15														
D	75														
E	0														
2	C 04	<table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Value</th></tr> <tr><td>A</td><td>15</td></tr> <tr><td>B</td><td>15</td></tr> <tr><td>C</td><td>15</td></tr> <tr><td>D</td><td>75</td></tr> <tr><td>E</td><td>0</td></tr> </table>	Category	Value	A	15	B	15	C	15	D	75	E	0	
Category	Value														
A	15														
B	15														
C	15														
D	75														
E	0														

Tabela dos piores resultados da envoltória para aquecimento.

Ambiente	Orientação	UHs	Distribuição EqNumEnvAmbA (inverno)												
Dorm. Casal	1	C 01 e 02	<table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Value</th></tr> <tr><td>A</td><td>0</td></tr> <tr><td>B</td><td>50</td></tr> <tr><td>C</td><td>50</td></tr> <tr><td>D</td><td>0</td></tr> <tr><td>E</td><td>0</td></tr> </table>	Category	Value	A	0	B	50	C	50	D	0	E	0
	Category	Value													
A	0														
B	50														
C	50														
D	0														
E	0														
2	C 01 e 03	<table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Value</th></tr> <tr><td>A</td><td>0</td></tr> <tr><td>B</td><td>75</td></tr> <tr><td>C</td><td>25</td></tr> <tr><td>D</td><td>0</td></tr> <tr><td>E</td><td>0</td></tr> </table>	Category	Value	A	0	B	75	C	25	D	0	E	0	
Category	Value														
A	0														
B	75														
C	25														
D	0														
E	0														
Dormitório 2	1	C 01 e 02	<table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Value</th></tr> <tr><td>A</td><td>0</td></tr> <tr><td>B</td><td>75</td></tr> <tr><td>C</td><td>0</td></tr> <tr><td>D</td><td>25</td></tr> <tr><td>E</td><td>0</td></tr> </table>	Category	Value	A	0	B	75	C	0	D	25	E	0
	Category	Value													
A	0														
B	75														
C	0														
D	25														
E	0														
2	C 02 e 04	<table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Value</th></tr> <tr><td>A</td><td>0</td></tr> <tr><td>B</td><td>75</td></tr> <tr><td>C</td><td>0</td></tr> <tr><td>D</td><td>25</td></tr> <tr><td>E</td><td>0</td></tr> </table>	Category	Value	A	0	B	75	C	0	D	25	E	0	
Category	Value														
A	0														
B	75														
C	0														
D	25														
E	0														
Estar	1	C 02	<table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Value</th></tr> <tr><td>A</td><td>25</td></tr> <tr><td>B</td><td>75</td></tr> <tr><td>C</td><td>0</td></tr> <tr><td>D</td><td>0</td></tr> <tr><td>E</td><td>0</td></tr> </table>	Category	Value	A	25	B	75	C	0	D	0	E	0
	Category	Value													
A	25														
B	75														
C	0														
D	0														
E	0														
2	C 01	<table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Value</th></tr> <tr><td>A</td><td>0</td></tr> <tr><td>B</td><td>75</td></tr> <tr><td>C</td><td>25</td></tr> <tr><td>D</td><td>0</td></tr> <tr><td>E</td><td>0</td></tr> </table>	Category	Value	A	0	B	75	C	25	D	0	E	0	
Category	Value														
A	0														
B	75														
C	25														
D	0														
E	0														

Apêndice G – Planilhas de cálculo da ENCE da edificação após alterações das aberturas e alteração do sistema de aquecimento de água.

UHZB01	Envolória para verão Resfriamento		Envolória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolória se refrigerada artificialmente	Bonificações			Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m ²)	ENCE multi
	Ilum natural	Condic artificial de ar	TOTAL												
101	5,00	A	3,33	C	5,00	A	3,5	5,00	0,20	0,2	0,4	4,40	B	43,19	4,5 A
102	5,00	A	3,33	C	5,00	A	3,5	5,00	0,20	0,2	0,4	4,40	B	43,19	
103	5,00	A	3,82	B	5,00	A	3,9	5,00	0,20	0,2	0,4	4,69	A	43,19	
104	5,00	A	3,82	B	5,00	A	3,9	5,00	0,20	0,2	0,4	4,69	A	43,19	
201	5,00	A	3,82	B	5,00	A	3,9	3,57	0,20	0	0,2	4,49	B	129,57	
202	5,00	A	3,82	B	5,00	A	3,9	3,57	0,20	0	0,2	4,49	B	129,57	
203	5,00	A	4,33	B	5,00	A	4,4	3,57	0,20	0	0,2	4,80	A	129,57	
204	5,00	A	3,82	B	5,00	A	3,9	3,57	0,20	0	0,2	4,49	B	129,57	
501	5,00	A	3,33	C	5,00	A	3,5	3,93	0,20	0	0,2	4,20	B	43,19	
502	5,00	A	3,33	C	5,00	A	3,5	3,93	0,20	0	0,2	4,20	B	43,19	
503	5,00	A	3,33	C	5,00	A	3,5	3,93	0,20	0	0,2	4,20	B	43,19	
504	5,00	A	3,33	C	5,00	A	3,5	3,93	0,20	0	0,2	4,20	B	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB1 - Orientação 1.

UHZB01	Envolória para verão Resfriamento		Envolória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolória se refrigerada artificialmente	Bonificações			Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m ²)	ENCE multi
	Ilum natural	Condic artificial de ar	TOTAL												
101	5,00	A	3,33	C	5,00	A	3,5	5,00	0,20	0,2	0,4	4,40	B	43,19	4,5 A
102	5,00	A	3,33	C	5,00	A	3,5	5,00	0,20	0,2	0,4	4,40	B	43,19	
103	5,00	A	3,82	B	5,00	A	3,9	5,00	0,20	0,2	0,4	4,69	A	43,19	
104	5,00	A	3,82	B	5,00	A	3,9	5,00	0,20	0,2	0,4	4,69	A	43,19	
201	5,00	A	3,82	B	5,00	A	3,9	3,57	0,20	0	0,2	4,49	B	129,57	
202	5,00	A	3,82	B	5,00	A	3,9	3,57	0,20	0	0,2	4,49	B	129,57	
203	5,00	A	3,82	B	5,00	A	3,9	3,57	0,20	0	0,2	4,49	B	129,57	
204	5,00	A	4,33	B	5,00	A	4,4	3,57	0,20	0	0,2	4,80	A	129,57	
501	5,00	A	3,33	C	5,00	A	3,5	3,93	0,20	0	0,2	4,20	B	43,19	
502	5,00	A	3,33	C	5,00	A	3,5	3,93	0,20	0	0,2	4,20	B	43,19	
503	5,00	A	3,33	C	5,00	A	3,5	3,93	0,20	0	0,2	4,20	B	43,19	
504	5,00	A	3,33	C	5,00	A	3,5	3,93	0,20	0	0,2	4,20	B	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB1 - Orientação 2.

UHZB02	Envolória para verão Resfriamento		Envolória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolória se refrigerada artificialmente	Bonificações			Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m ²)	ENCE multi
	Ilum natural	Condic artificial de ar	TOTAL												
101	5,00	A	4,51	A	5,00	A	4,7	3,29	0,20	0,2	5,02	A	43,19	4,8 A	
102	5,00	A	4,51	A	5,00	A	4,7	3,29	0,20	0,2	5,02	A	43,19		
103	4,49	B	4,51	A	5,00	A	4,5	2,64	0,20	0,2	4,88	A	43,19		
104	4,49	B	4,51	A	5,00	A	4,5	3,29	0,20	0,2	4,88	A	43,19		
201	4,32	B	4,51	A	5,00	A	4,4	1,64	0,20	0,2	4,83	A	129,57		
202	4,32	B	4,51	A	5,00	A	4,4	2,29	0,20	0,2	4,83	A	129,57		
203	3,49	C	4,82	A	5,00	A	4,2	1,64	0,20	0,2	4,70	A	129,57		
204	3,49	C	4,82	A	5,00	A	4,2	1,64	0,20	0,2	4,70	A	129,57		
501	3,49	C	4,51	A	5,00	A	4,1	2,29	0,20	0,2	4,59	A	43,19		
502	3,49	C	4,00	B	5,00	A	3,8	2,29	0,20	0,2	4,40	B	43,19		
503	2,98	C	4,51	A	5,00	A	3,8	1,64	0,20	0,2	4,44	B	43,19		
504	3,32	C	4,51	A	5,00	A	4,0	1,64	0,20	0,2	4,54	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB2 - Orientação 1.

UHZB02	Envolória para verão Resfriamento		Envolória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolória se refrigerada artificialmente	Bonificações			Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m ²)	ENCE multi
	Ilum natural	Condic artificial de ar	TOTAL												
101	4,82	A	4,51	A	5,00	A	4,6	2,29	0,20	0,2	4,97	A	43,19	4,8 A	
102	4,49	B	4,51	A	5,00	A	4,5	2,64	0,20	0,2	4,88	A	43,19		
103	4,82	A	4,51	A	5,00	A	4,6	2,64	0,20	0,2	4,97	A	43,19		
104	4,49	B	4,51	A	5,00	A	4,5	2,64	0,20	0,2	4,88	A	43,19		
201	4,32	B	4,51	A	5,00	A	4,4	1,64	0,20	0,2	4,83	A	129,57		
202	3,49	C	4,82	A	5,00	A	4,2	1,64	0,20	0,2	4,70	A	129,57		
203	4,32	B	4,82	A	5,00	A	4,6	1,64	0,20	0,2	4,94	A	129,57		
204	3,49	C	4,82	A	5,00	A	4,2	1,64	0,20	0,2	4,70	A	129,57		
501	3,32	C	4,00	B	5,00	A	3,7	1,64	0,20	0,2	4,36	B	43,19		
502	3,49	C	4,51	A	5,00	A	4,1	1,64	0,20	0,2	4,59	A	43,19		
503	3,32	C	4,51	A	5,00	A	4,0	1,64	0,20	0,2	4,54	A	43,19		
504	2,67	C	4,51	A	5,00	A	3,7	1,64	0,20	0,2	4,36	B	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB2 - Orientação 2.

UHZB03	Envolvória para verão Resfriamento		Envolvória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
									Ilum natural	TOTAL				
101	4,49	B	4,00	B	5,00	A	4,3	3,64	0,20	0,2	4,75	A	43,19	4,5 B
102	4,49	B	4,00	B	5,00	A	4,3	3,64	0,20	0,2	4,75	A	43,19	
103	4,49	B	4,00	B	5,00	A	4,3	3,64	0,20	0,2	4,75	A	43,19	
104	4,49	B	4,00	B	5,00	A	4,3	3,64	0,20	0,2	4,75	A	43,19	
201	3,81	B	4,00	B	5,00	A	3,9	2,64	0,20	0,2	4,47	B	129,57	
202	3,81	B	4,00	B	5,00	A	3,9	2,64	0,20	0,2	4,47	B	129,57	
203	3,81	B	4,18	B	5,00	A	3,9	2,64	0,20	0,2	4,51	A	129,57	
204	3,49	C	4,18	B	5,00	A	3,7	2,64	0,20	0,2	4,38	B	129,57	
501	3,49	C	4,00	B	5,00	A	3,7	3,64	0,20	0,2	4,34	B	43,19	
502	3,49	C	4,00	B	5,00	A	3,7	3,64	0,20	0,2	4,34	B	43,19	
503	2,81	C	4,00	B	5,00	A	3,2	2,64	0,20	0,2	4,05	B	43,19	
504	2,98	C	4,00	B	5,00	A	3,3	2,64	0,20	0,2	4,13	B	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB3 - Orientação 1.

UHZB03	Envolvória para verão Resfriamento		Envolvória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
									Ilum natural	TOTAL				
101	4,62	A	4,00	B	5,00	A	4,4	3,64	0,20	0,2	4,81	A	43,19	4,4 B
102	4,49	B	4,00	B	5,00	A	4,3	3,64	0,20	0,2	4,75	A	43,19	
103	4,32	B	4,00	B	5,00	A	4,2	3,64	0,20	0,2	4,68	A	43,19	
104	4,49	B	4,00	B	5,00	A	4,3	3,64	0,20	0,2	4,75	A	43,19	
201	3,81	B	4,18	B	5,00	A	3,9	2,64	0,20	0,2	4,51	A	129,57	
202	3,49	C	4,00	B	5,00	A	3,7	2,64	0,20	0,2	4,34	B	129,57	
203	3,81	B	4,18	B	5,00	A	3,9	2,64	0,20	0,2	4,51	A	129,57	
204	3,49	C	4,00	B	5,00	A	3,7	2,64	0,20	0,2	4,34	B	129,57	
501	3,32	C	4,00	B	5,00	A	3,6	2,64	0,20	0,2	4,27	B	43,19	
502	2,67	C	4,00	B	5,00	A	3,1	2,64	0,20	0,2	4,00	B	43,19	
503	3,32	C	4,00	B	5,00	A	3,6	2,64	0,20	0,2	4,27	B	43,19	
504	2,98	C	4,00	B	5,00	A	3,3	2,64	0,20	0,2	4,13	B	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB3 - Orientação 2.

UHZB04	Envolvória para verão Resfriamento		Envolvória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações			Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
									Ilum natural	Condic artificial de ar	TOTAL				
101	5,00	A	5,00	A	5,00	A	5,0	5,00	0,20	0,2	0,4	5,40	A	43,19	5,0 A
102	5,00	A	5,00	A	5,00	A	5,0	5,00	0,20	0,2	0,4	5,40	A	43,19	
103	4,49	B	5,00	A	5,00	A	4,7	5,00	0,20	0,2	0,4	5,17	A	43,19	
104	5,00	A	5,00	A	5,00	A	5,0	5,00	0,20	0,2	0,4	5,40	A	43,19	
201	4,49	B	5,00	A	5,00	A	4,7	4,36	0,20	0	0,2	4,97	A	129,57	
202	5,00	A	5,00	A	5,00	A	5,0	4,36	0,20	0	0,2	5,20	A	129,57	
203	4,49	B	5,00	A	5,00	A	4,7	4,36	0,20	0	0,2	4,97	A	129,57	
204	4,49	B	5,00	A	5,00	A	4,7	4,36	0,20	0	0,2	4,97	A	129,57	
501	4,49	B	4,51	A	5,00	A	4,5	4,36	0,20	0	0,2	4,87	A	43,19	
502	4,49	B	4,51	A	5,00	A	4,5	4,36	0,20	0	0,2	4,87	A	43,19	
503	3,81	B	5,00	A	5,00	A	4,2	4,36	0,20	0	0,2	4,67	A	43,19	
504	3,81	B	5,00	A	5,00	A	4,2	4,36	0,20	0	0,2	4,67	A	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB4 - Orientação 1.

UHZB04	Envolvória para verão Resfriamento		Envolvória para Inverno Aquecimento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações			Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
									Ilum natural	Condic artificial de ar	TOTAL				
101	5,00	A	5,00	A	5,00	A	5,0	5,00	0,20	0,2	0,4	5,40	A	43,19	5,0 A
102	5,00	A	5,00	A	5,00	A	5,0	5,00	0,20	0,2	0,4	5,40	A	43,19	
103	5,00	A	5,00	A	5,00	A	5,0	5,00	0,20	0,2	0,4	5,40	A	43,19	
104	4,49	B	5,00	A	5,00	A	4,7	5,00	0,20	0,2	0,4	5,17	A	43,19	
201	5,00	A	5,00	A	5,00	A	5,0	4,36	0,20	0	0,2	5,20	A	129,57	
202	4,49	B	5,00	A	5,00	A	4,7	4,36	0,20	0	0,2	4,97	A	129,57	
203	4,49	B	5,00	A	5,00	A	4,7	4,36	0,20	0	0,2	4,97	A	129,57	
204	4,49	B	5,00	A	5,00	A	4,7	4,36	0,20	0	0,2	4,97	A	129,57	
501	4,32	B	4,68	A	5,00	A	4,4	4,36	0,20	0	0,2	4,83	A	43,19	
502	3,67	B	4,82	A	5,00	A	4,0	4,36	0,20	0	0,2	4,57	A	43,19	
503	4,32	B	4,68	A	5,00	A	4,4	4,36	0,20	0	0,2	4,83	A	43,19	
504	3,49	C	4,82	A	5,00	A	3,9	4,36	0,20	0	0,2	4,50	A	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB4 - Orientação 2.

UHZB05	Envolória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	3,98	B	5,00	A	4,0	2,64	0,20	0,2	4,54	A	43,19	4,4 B
102	4,49	B	5,00	A	4,5	2,64	0,20	0,2	4,87	A	43,19	
103	3,81	B	5,00	A	3,8	2,64	0,20	0,2	4,43	B	43,19	
104	3,81	B	5,00	A	3,8	2,64	0,20	0,2	4,43	B	43,19	
201	3,98	B	5,00	A	4,0	2,64	0,20	0,2	4,54	A	129,57	
202	4,32	B	5,00	A	4,3	2,64	0,20	0,2	4,76	A	129,57	
203	2,98	C	5,00	A	3,0	2,64	0,20	0,2	3,89	B	129,57	
204	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	129,57	
501	3,49	C	5,00	A	3,5	3,00	0,20	0,2	4,22	B	43,19	
502	3,81	B	5,00	A	3,8	3,29	0,20	0,2	4,43	B	43,19	
503	2,98	C	5,00	A	3,0	2,64	0,20	0,2	3,89	B	43,19	
504	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB5 - Orientação 1.

UHZB05	Envolória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	4,32	B	5,00	A	4,3	2,64	0,20	0,2	4,76	A	43,19	4,3 B
102	3,98	B	5,00	A	4,0	2,64	0,20	0,2	4,54	A	43,19	
103	3,81	B	5,00	A	3,8	2,64	0,20	0,2	4,43	B	43,19	
104	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	43,19	
201	4,32	B	5,00	A	4,3	2,64	0,20	0,2	4,76	A	129,57	
202	3,67	B	5,00	A	3,7	2,64	0,20	0,2	4,34	B	129,57	
203	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	129,57	
204	2,98	C	5,00	A	3,0	2,64	0,20	0,2	3,89	B	129,57	
501	3,81	B	5,00	A	3,8	2,64	0,20	0,2	4,43	B	43,19	
502	3,67	B	5,00	A	3,7	2,64	0,20	0,2	4,34	B	43,19	
503	3,32	C	5,00	A	3,3	2,64	0,20	0,2	4,11	B	43,19	
504	2,98	C	5,00	A	3,0	2,64	0,20	0,2	3,89	B	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB5 - Orientação 2.

UHZB06	Envolória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	4,49	B	5,00	A	4,5	3,64	0,20	0,2	4,87	A	43,19	4,4 B
102	4,49	B	5,00	A	4,5	3,64	0,20	0,2	4,87	A	43,19	
103	4,49	B	5,00	A	4,5	3,64	0,20	0,2	4,87	A	43,19	
104	4,49	B	5,00	A	4,5	3,64	0,20	0,2	4,87	A	43,19	
201	3,98	B	5,00	A	4,0	2,64	0,20	0,2	4,54	A	129,57	
202	3,81	B	5,00	A	3,8	2,64	0,20	0,2	4,43	B	129,57	
203	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	129,57	
204	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	129,57	
501	2,98	C	5,00	A	3,0	2,64	0,20	0,2	3,89	B	43,19	
502	2,98	C	5,00	A	3,0	2,64	0,20	0,2	3,89	B	43,19	
503	2,98	C	5,00	A	3,0	2,64	0,20	0,2	3,89	B	43,19	
504	2,81	C	5,00	A	2,8	2,64	0,20	0,2	3,78	B	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB6 - Orientação 1.

UHZB06	Envolória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	4,49	B	5,00	A	4,5	3,64	0,20	0,2	4,87	A	43,19	4,3 B
102	4,49	B	5,00	A	4,5	3,64	0,20	0,2	4,87	A	43,19	
103	4,49	B	5,00	A	4,5	3,64	0,20	0,2	4,87	A	43,19	
104	4,49	B	5,00	A	4,5	3,64	0,20	0,2	4,87	A	43,19	
201	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	129,57	
202	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	129,57	
203	3,81	B	5,00	A	3,8	2,64	0,20	0,2	4,43	B	129,57	
204	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	129,57	
501	2,81	C	5,00	A	2,8	2,64	0,20	0,2	3,78	B	43,19	
502	2,67	C	5,00	A	2,7	2,64	0,20	0,2	3,69	B	43,19	
503	2,81	C	5,00	A	2,8	2,64	0,20	0,2	3,78	B	43,19	
504	2,67	C	5,00	A	2,7	2,64	0,20	0,2	3,69	B	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB6 - Orientação 2.

UHQB07	Envolória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	4,32	B	5,00	A	4,3	2,64	0,20	0,2	4,76	A	43,19	4,2 B
102	4,32	B	5,00	A	4,3	2,64	0,20	0,2	4,76	A	43,19	
103	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	43,19	
104	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	43,19	
201	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	129,57	
202	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	129,57	
203	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	129,57	
204	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	129,57	
501	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	43,19	
502	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	43,19	
503	2,81	C	5,00	A	2,8	2,64	0,20	0,2	3,78	B	43,19	
504	2,81	C	5,00	A	2,8	2,64	0,20	0,2	3,78	B	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB7 - Orientação 1.

UHQB07	Envolória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	4,32	B	5,00	A	4,3	2,64	0,20	0,2	4,76	A	43,19	4,2 B
102	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	43,19	
103	4,32	B	5,00	A	4,3	2,64	0,20	0,2	4,76	A	43,19	
104	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	43,19	
201	3,32	C	5,00	A	3,3	2,64	0,20	0,2	4,11	B	129,57	
202	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	129,57	
203	3,32	C	5,00	A	3,3	2,64	0,20	0,2	4,11	B	129,57	
204	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	4,22	B	129,57	
501	3,32	C	5,00	A	3,3	2,64	0,20	0,2	4,11	B	43,19	
502	2,67	C	5,00	A	2,7	2,64	0,20	0,2	3,69	B	43,19	
503	3,32	C	5,00	A	3,3	2,64	0,20	0,2	4,11	B	43,19	
504	2,67	C	5,00	A	2,7	2,64	0,20	0,2	3,69	B	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB7 - Orientação 2.

UHQB08	Envolória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	3,98	B	5,00	A	4,0	2,64	0,20	0,2	4,28	B	43,19	4,0 B
102	4,49	B	5,00	A	4,5	2,64	0,20	0,2	4,74	A	43,19	
103	3,81	B	5,00	A	3,8	2,64	0,20	0,2	4,13	B	43,19	
104	3,81	B	5,00	A	3,8	2,64	0,20	0,2	4,13	B	43,19	
201	3,98	B	5,00	A	4,0	2,64	0,20	0,2	4,28	B	129,57	
202	4,32	B	5,00	A	4,3	2,64	0,20	0,2	4,59	A	129,57	
203	2,98	C	5,00	A	3,0	2,64	0,20	0,2	3,38	B	129,57	
204	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	3,84	B	129,57	
501	3,49	C	5,00	A	3,5	3,00	0,20	0,2	3,84	B	43,19	
502	3,81	B	5,00	A	3,8	3,29	0,20	0,2	4,13	B	43,19	
503	2,98	C	5,00	A	3,0	2,64	0,20	0,2	3,38	B	43,19	
504	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	3,84	B	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB8 - Orientação 1.

UHQB08	Envolória para verão Resfriamento		Aquecimento de água		EqNumEnv	Envolória se refrigerada artificialmente	Bonificações		Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
							Ilum natural	TOTAL				
101	4,32	B	5,00	A	4,3	2,64	0,20	0,2	4,59	A	43,19	4,0 B
102	3,98	B	5,00	A	4,0	2,64	0,20	0,2	4,28	B	43,19	
103	3,81	B	5,00	A	3,8	2,64	0,20	0,2	4,13	B	43,19	
104	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	3,84	B	43,19	
201	4,32	B	5,00	A	4,3	2,64	0,20	0,2	4,59	A	129,57	
202	3,67	B	5,00	A	3,7	2,64	0,20	0,2	4,00	B	129,57	
203	3,49	C	5,00	A	3,5	2,64	0,20	0,2	3,84	B	129,57	
204	2,98	C	5,00	A	3,0	2,64	0,20	0,2	3,38	C	129,57	
501	3,81	B	5,00	A	3,8	2,64	0,20	0,2	4,13	B	43,19	
502	3,67	B	5,00	A	3,7	2,64	0,20	0,2	4,00	B	43,19	
503	3,32	C	5,00	A	3,3	2,64	0,20	0,2	3,69	B	43,19	
504	2,98	C	5,00	A	3,0	2,64	0,20	0,2	3,38	C	43,19	

Planilha de cálculo da ENCE ZB8 - Orientação 2.

Apêndice H – Planilhas de cálculo da ENCE da edificação após alterações das aberturas, alteração do sistema de aquecimento de água, e obtenção de bonificações.

UHZB01	Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi	
					B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	TOTAL					
101	5,00	A	3,5	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	5,10	A	43,19	5,2	A
102	5,00	A	3,5	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	5,10	A	43,19		
103	5,00	A	3,9	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	5,39	A	43,19		
104	5,00	A	3,9	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	5,39	A	43,19		
201	5,00	A	3,9	3,57	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,19	A	129,57		
202	5,00	A	3,9	3,57	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,19	A	129,57		
203	5,00	A	4,4	3,57	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,50	A	129,57		
204	5,00	A	3,9	3,57	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,19	A	129,57		
501	5,00	A	3,5	3,93	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,90	A	43,19		
502	5,00	A	3,5	3,93	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,90	A	43,19		
503	5,00	A	3,5	3,93	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,90	A	43,19		
504	5,00	A	3,5	3,93	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,90	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB1 - Orientação 1.

UHZB01	Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi	
					B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	TOTAL					
101	5,00	A	3,5	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	5,10	A	43,19	5,2	A
102	5,00	A	3,5	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	5,10	A	43,19		
103	5,00	A	3,9	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	5,39	A	43,19		
104	5,00	A	3,9	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	5,39	A	43,19		
201	5,00	A	3,9	3,57	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,19	A	129,57		
202	5,00	A	3,9	3,57	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,19	A	129,57		
203	5,00	A	3,9	3,57	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,19	A	129,57		
204	5,00	A	4,4	3,57	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,50	A	129,57		
501	5,00	A	3,5	3,93	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,90	A	43,19		
502	5,00	A	3,5	3,93	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,90	A	43,19		
503	5,00	A	3,5	3,93	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,90	A	43,19		
504	5,00	A	3,5	3,93	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,90	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB1 - Orientação 2.

UHZB02	Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
					B2	B3	B5	B6	B7	B8	TOTAL					
101	5,00	A	4,7	3,29	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,72	A	43,19	5,5	A
102	5,00	A	4,7	3,29	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,72	A	43,19		
103	5,00	A	4,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,58	A	43,19		
104	5,00	A	4,5	3,29	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,58	A	43,19		
201	5,00	A	4,4	1,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,53	A	129,57		
202	5,00	A	4,4	2,29	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,53	A	129,57		
203	5,00	A	4,2	1,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,40	A	129,57		
204	5,00	A	4,2	1,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,40	A	129,57		
501	5,00	A	4,1	2,29	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,29	A	43,19		
502	5,00	A	3,8	2,29	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,10	A	43,19		
503	5,00	A	3,8	1,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,14	A	43,19		
504	5,00	A	4,0	1,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,24	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB2 - Orientação 1.

UHZB02	Aquecimento de água		EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi
					B2	B3	B5	B6	B7	B8	TOTAL					
101	5,00	A	4,7	3,29	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,72	A	43,19	5,5	A
102	5,00	A	4,7	3,29	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,72	A	43,19		
103	5,00	A	4,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,58	A	43,19		
104	5,00	A	4,5	3,29	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,58	A	43,19		
201	5,00	A	4,4	1,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,53	A	129,57		
202	5,00	A	4,4	2,29	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,53	A	129,57		
203	5,00	A	4,2	1,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,40	A	129,57		
204	5,00	A	4,2	1,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,40	A	129,57		
501	5,00	A	4,1	2,29	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,29	A	43,19		
502	5,00	A	3,8	2,29	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,10	A	43,19		
503	5,00	A	3,8	1,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,14	A	43,19		
504	5,00	A	4,0	1,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,24	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB2 - Orientação 2.

UHZB03	Aquecimento de água	EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi	
				B2	B3	B5	B6	B7	B8	TOTAL						
101	5,00	A	4,3	3,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,45	A	43,19	5,2	A
102	5,00	A	4,3	3,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,45	A	43,19		
103	5,00	A	4,3	3,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,45	A	43,19		
104	5,00	A	4,3	3,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,45	A	43,19		
201	5,00	A	3,9	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,17	A	129,57		
202	5,00	A	3,9	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,17	A	129,57		
203	5,00	A	3,9	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,21	A	129,57		
204	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,08	A	129,57		
501	5,00	A	3,7	3,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,04	A	43,19		
502	5,00	A	3,7	3,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,04	A	43,19		
503	5,00	A	3,2	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,75	A	43,19		
504	5,00	A	3,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,83	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB3 - Orientação 1.

UHZB03	Aquecimento de água	EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi	
				B2	B3	B5	B6	B7	B8	TOTAL						
101	5,00	A	4,4	3,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,51	A	43,19	5,1	A
102	5,00	A	4,3	3,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,45	A	43,19		
103	5,00	A	4,2	3,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,38	A	43,19		
104	5,00	A	4,3	3,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,45	A	43,19		
201	5,00	A	3,9	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,21	A	129,57		
202	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,04	A	129,57		
203	5,00	A	3,9	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,21	A	129,57		
204	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,04	A	129,57		
501	5,00	A	3,6	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,97	A	43,19		
502	5,00	A	3,1	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,70	A	43,19		
503	5,00	A	3,6	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,97	A	43,19		
504	5,00	A	3,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,83	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB3 - Orientação 2.

UHZB04	Aquecimento de água	EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi		
				B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	TOTAL						
101	5,00	A	5,0	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	6,10	A	43,19	5,7	A
102	5,00	A	5,0	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	6,10	A	43,19		
103	5,00	A	4,7	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	5,87	A	43,19		
104	5,00	A	5,0	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	6,10	A	43,19		
201	5,00	A	4,7	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,67	A	129,57		
202	5,00	A	5,0	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,90	A	129,57		
203	5,00	A	4,7	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,67	A	129,57		
204	5,00	A	4,7	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,67	A	129,57		
501	5,00	A	4,5	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,57	A	43,19		
502	5,00	A	4,5	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,57	A	43,19		
503	5,00	A	4,2	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,37	A	43,19		
504	5,00	A	4,2	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,37	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB4 - Orientação 1.

UHZB04	Aquecimento de água	EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi		
				B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	TOTAL						
101	5,00	A	5,0	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	6,10	A	43,19	5,7	A
102	5,00	A	5,0	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	6,10	A	43,19		
103	5,00	A	5,0	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	6,10	A	43,19		
104	5,00	A	4,7	5,00	0,30	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	5,87	A	43,19		
201	5,00	A	5,0	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,90	A	129,57		
202	5,00	A	4,7	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,67	A	129,57		
203	5,00	A	4,7	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,67	A	129,57		
204	5,00	A	4,7	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,67	A	129,57		
501	5,00	A	4,4	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,53	A	43,19		
502	5,00	A	4,0	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,27	A	43,19		
503	5,00	A	4,4	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,53	A	43,19		
504	5,00	A	3,9	4,36	0,30	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,20	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB4 - Orientação 2.

UHZB05	Aquecimento de água	EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi	
				B2	B3	B5	B6	B7	B8	TOTAL						
101	5,00	A	4,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,24	A	43,19	5,1	A
102	5,00	A	4,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,57	A	43,19		
103	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,13	A	43,19		
104	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,13	A	43,19		
201	5,00	A	4,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,24	A	129,57		
202	5,00	A	4,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,46	A	129,57		
203	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,59	A	129,57		
204	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,92	A	129,57		
501	5,00	A	3,5	3,00	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,92	A	43,19		
502	5,00	A	3,8	3,29	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,13	A	43,19		
503	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,59	A	43,19		
504	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,92	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB5 - Orientação 1.

UHZB05	Aquecimento de água	EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi	
				B2	B3	B5	B6	B7	B8	TOTAL						
101	5,00	A	4,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,46	A	43,19	5,0	A
102	5,00	A	4,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,24	A	43,19		
103	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,13	A	43,19		
104	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,92	A	43,19		
201	5,00	A	4,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,46	A	129,57		
202	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,04	A	129,57		
203	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,92	A	129,57		
204	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,59	A	129,57		
501	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,13	A	43,19		
502	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,04	A	43,19		
503	5,00	A	3,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,81	A	43,19		
504	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,59	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB5 - Orientação 2.

UHZB05	Aquecimento de água	EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi	
				B2	B3	B5	B6	B7	B8	TOTAL						
101	5,00	A	4,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,46	A	43,19	5,0	A
102	5,00	A	4,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,24	A	43,19		
103	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,13	A	43,19		
104	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,92	A	43,19		
201	5,00	A	4,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,46	A	129,57		
202	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,04	A	129,57		
203	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,92	A	129,57		
204	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,59	A	129,57		
501	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,13	A	43,19		
502	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,04	A	43,19		
503	5,00	A	3,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,81	A	43,19		
504	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,59	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB6 - Orientação 1.

UHZB05	Aquecimento de água	EqNumEnv	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi	
				B2	B3	B5	B6	B7	B8	TOTAL						
101	5,00	A	4,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,46	A	43,19	5,0	A
102	5,00	A	4,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,24	A	43,19		
103	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,13	A	43,19		
104	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,92	A	43,19		
201	5,00	A	4,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,46	A	129,57		
202	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,04	A	129,57		
203	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,92	A	129,57		
204	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,59	A	129,57		
501	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,13	A	43,19		
502	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,04	A	43,19		
503	5,00	A	3,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,81	A	43,19		
504	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,59	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB6 - Orientação 2.

UHZB05	Aquecimento de água	EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi		
				B2	B3	B5	B6	B7	B8	TOTAL							
101	5,00	A	4,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,46	A	43,19	5,0	A
102	5,00	A	4,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,24	A	43,19		
103	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,13	A	43,19		
104	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,92	A	43,19		
201	5,00	A	4,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,46	A	129,57		
202	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,04	A	129,57		
203	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,92	A	129,57		
204	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,59	A	129,57		
501	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,13	A	43,19		
502	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,04	A	43,19		
503	5,00	A	3,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,81	A	43,19		
504	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,59	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB7 - Orientação 1.

UHZB05	Aquecimento de água	EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi		
				B2	B3	B5	B6	B7	B8	TOTAL							
101	5,00	A	4,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,46	A	43,19	5,0	A
102	5,00	A	4,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,24	A	43,19		
103	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,13	A	43,19		
104	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,92	A	43,19		
201	5,00	A	4,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,46	A	129,57		
202	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,04	A	129,57		
203	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,92	A	129,57		
204	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,59	A	129,57		
501	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,13	A	43,19		
502	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,04	A	43,19		
503	5,00	A	3,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,81	A	43,19		
504	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,59	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB7 - Orientação 2.

UHZB08	Aquecimento de água	EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi		
				B2	B3	B5	B6	B7	B8	TOTAL							
101	5,00	A	4,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,98	A	43,19	4,7	A
102	5,00	A	4,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,44	A	43,19		
103	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,83	A	43,19		
104	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,83	A	43,19		
201	5,00	A	4,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,98	A	129,57		
202	5,00	A	4,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,29	A	129,57		
203	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,08	B	129,57		
204	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,54	A	129,57		
501	5,00	A	3,5	3,00	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,54	A	43,19		
502	5,00	A	3,8	3,29	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,83	A	43,19		
503	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,08	B	43,19		
504	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,54	A	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB8 - Orientação 1.

UHZB08	Aquecimento de água	EqNumEnv	Envolvória se refrigerada artificialmente	Bonificações								Pontuação	CLASSIFICAÇÃO FINAL das Uhs	Área útil (m2)	ENCE multi		
				B2	B3	B5	B6	B7	B8	TOTAL							
101	5,00	A	4,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,29	A	43,19	4,7	A
102	5,00	A	4,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,98	A	43,19		
103	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,83	A	43,19		
104	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,54	A	43,19		
201	5,00	A	4,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	5,29	A	129,57		
202	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,70	A	129,57		
203	5,00	A	3,5	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,54	A	129,57		
204	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,08	B	129,57		
501	5,00	A	3,8	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,83	A	43,19		
502	5,00	A	3,7	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,70	A	43,19		
503	5,00	A	3,3	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,39	B	43,19		
504	5,00	A	3,0	2,64	0,30	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	4,08	B	43,19		

Planilha de cálculo da ENCE ZB8 - Orientação 2.

ANEXOS

Anexo A - Conjuntos habitacionais de interesse social nas diferentes zonas bioclimáticas brasileiras

Zona Bioclimática 01 – corresponde a 0,8% do território nacional		
		
Lages (SC) (Fonte: Correio Lageano, 2011)	Curitiba (PR) (Fonte: COHAB Curitiba, 2010)	Maringá (PR) (Fonte: Maringá, 2012)
Zona Bioclimática 02 – corresponde a 6,4% do território nacional		
		
Pelotas (RS) (Fonte: Pelotas, 2013)	Santa Maria (RS) (Fonte: Rotta, 2009)	Piracicaba (SP) (Fonte: Tarraf Construtora)
Zona Bioclimática 03 – corresponde a 6,5% do território nacional		
		
Porto Alegre (RS) (Fonte: Porto Alegre, 2013)	Belo Horizonte (MG) (Fonte: Belo Horizonte, 2011)	São Paulo (SP) (Fonte: MCIDADES)
Zona Bioclimática 04 – corresponde a 2,0% do território nacional		
		
Brasília (DF) (Fonte: Jardins do Manguelal)	Ribeirão Preto (SP) (Fonte: Ribeirão Preto, 2013)	Limeira (SP) (Fonte: Limeira)
Zona Bioclimática 05 – corresponde a 5,6% do território nacional		
		
Governador Valadares (MG) (Fonte: JM1, 2012)	Santos (SP) (Fonte: COHAB Santista, 2012)	Araçatuba (SP) Fonte: (Lomy Engenharia)

Zona Bioclimática 06 – corresponde a 12,6% do território nacional		
		
Campo Grande (MS) (Fonte: Pantanal News, 2011)	Goiânia (GO) (Fonte: Goiânia)	Catanduva (SP) (Fonte: O Regional)
Zona Bioclimática 07 – corresponde a 12,6% do território nacional		
		
Petrolina (PE) (Fonte: Petrolina)	Teresina (PI) (Fonte: MCIDADES)	Sobral (CE) (Fonte: Revista Ceará e Municípios)
Zona Bioclimática 08 – corresponde a 53,7% do território nacional		
		
Rio de Janeiro (RJ) (Fonte: MCIDADES)	Macapá (AP) (Fonte: Amapá Digital, 2011)	Vitória (ES) (Fonte: Vitória, 2012)
		
Macéio (AL) (Fonte: MCIDADES)	Salvador (BA) (Fonte: MCIDADES)	Recife (PE) (Fonte: MCIDADES)