

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**

RODRIGO MANOEL AGUIAR FERREIRA

**ANÁLISE DA ENVOLTÓRIA DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL
CONSTRUÍDO EM SISTEMA NÃO-CONVENCIONAL NO
CONTEXTO BRASILEIRO**

CURITIBA

2012

RODRIGO MANOEL AGUIAR FERREIRA

**ANÁLISE DA ENVOLTÓRIA DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL
CONSTRUÍDO EM SISTEMA NÃO-CONVENCIONAL NO
CONTEXTO BRASILEIRO**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Construções Sustentáveis, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo L. Krüger.

CURITIBA

2012

RESUMO

FERREIRA, Rodrigo. **Análise da envoltória de um edifício residencial construído em sistema não-convencional no contexto brasileiro**. 74f. Projeto de Pesquisa – Especialização em Construções Sustentáveis, UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

O nível de eficiência energética das edificações residenciais tem merecido destaque em estudos no Brasil e no mundo. A maioria das habitações brasileiras são residências unifamiliares e apresentam grande potencial de consumo energético. Somado aos setores comercial e público, tem-se que, para 2010, o setor de edificações foi responsável por aproximadamente 47% do consumo de energia elétrica do país, ultrapassando o setor industrial, cujo consumo foi de 44%. Contudo, impulsionado principalmente pela crise ocorrida em 2001, surgiu a necessidade de desenvolvimento de projetos sustentáveis e de tecnologias energeticamente eficientes para o segmento residencial. Concepções arquitetônicas com soluções passivas para a envoltória e elaboração de projetos que incluam estudos sobre o comportamento energético das edificações residenciais podem contribuir com a eficiência energética sem comprometer a qualidade de vida de seus usuários. O *Wood Frame*, tecnologia recém-implantada na cultura brasileira para sistemas construtivos de edificações, trabalha com a composição de perfis de madeira, formando painéis de pisos, paredes e telhado que combinados e/ou revestidos com outros materiais que aumentam o desempenho térmico-acústico da edificação. A certificação do desempenho energético de edifícios vem se tornando um aspecto importante para sua operação onde foi criado o Regulamento Técnico da Qualidade para Edifícios Residenciais – RTQ – R que especifica os requisitos técnicos, bem como os métodos para a classificação de edifícios residenciais através da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE de “A” (mais eficiente) até “E” quanto ao nível de eficiência energética. Este trabalho de monografia tem a finalidade de apresentar uma análise da eficiência da envoltória, baseado no regulamento técnico da qualidade para residências do Inmetro, realizado numa edificação construída em sistema não convencional no contexto brasileiro.

Palavras chave: Consumo, Eficiência Energética, Residencial

ABSTRACT

FERREIRA, Rodrigo. Analysis of the envelope of a residential building built with an unconventional system in the Brazilian context. 74p. Research Project – Specialization in Sustainable Buildings, UTFPR – Federal Technological University of Paraná.

The level of energy efficiency of residential buildings has been highlighted in studies in Brazil and worldwide. Most homes are single family residences and Brazil have great potential for energy consumption. In addition to the commercial and public sectors, we have that, for 2010, the construction sector accounted for approximately 47% of electricity consumption in the country, surpassing the industry, whose consumption was 44%. However, mainly driven by the crisis of 2001, came the need to develop sustainable designs and energy-efficient technologies in the residential segment. Architectural designs with passive solutions for envelopment and development projects that include studies on the energy behavior of residential buildings can contribute to energy efficiency without compromising the quality of life of its users. Wood Frame, newly implemented technology in Brazilian culture for building systems of buildings, works with the composition profiles of wood forming panels of floors, walls and roof combined and / or coated with other materials increase the thermal performance of building-acoustic . certification of the energy performance of buildings is becoming an important aspect of its operation which was created Quality Technical Regulation for Residential Buildings - RTQ - R that specifies the technical requirements, as well as methods for the classification of residential buildings through Label National Energy Conservation - ENCE of "A" (most efficient) to "E" on the level of energy efficiency. This thesis work aims to present an analysis of the efficiency of the envelope, based on the technical regulation of quality homes for Inmetro held in a building built in unconventional system in the Brazilian context.

Keywords: Consumption, Energy Efficiency, Residential

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ENCE – EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS	18
FIGURA 2 – PARTES DA EDIFICAÇÃO QUE COMPÕEM A ENVOLTÓRIA	19
FIGURA 3 – ESQUEMA DE MONTAGEM – WOOD FRAME	21
FIGURA 4 – ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO	22
FIGURA 5 – CARTA BIOCLIMÁTICA ADAPTADA E SUAS ESTRATEGIAS	23
FIGURA 6 – PERSPECTIVA DA EDIFICAÇÃO	24
FIGURA 7 – PLANTA BAIXA PAVIMENTO INFERIOR	25
FIGURA 8 – PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR	25
FIGURA 9 – LAJE RADIER	26
FIGURA 10 – DETALHE DAS CAMADAS COMPONENTES DAS PAREDES EXTERNAS	27
FIGURA 11 – DETALHE REBOCO MINERAL – ISOLANTE TERMICO E ACÚSTICO	27
FIGURA 12 – ESTRUTURA COBERTURA	28
FIGURA 13 – DETALHES DOS COMPONENTES DA COBERTURA	28
FIGURA 14 – AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA – D1	33
FIGURA 15 – AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA – D2	34
FIGURA 16 – AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA – D3	34
FIGURA 17 – AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA – SALA ESTAR/ COZINHA	35
FIGURA 18 – PLANILHA DE CÁLCULO DO DESEMPENHO DA ENVOLTÓRIA	38
FIGURA 19 – CARACTERÍSTICAS DA PAREDE DE ALVENARIA	42
FIGURA 20 – CARACTERÍSTICAS DA COBERTURA COM TELHA DE CERÂMICA E LAJE	42

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	15
GRÁFICO 2 – COMPOSIÇÃO SETORIAL DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	17

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA ENVOLTÓRIA

30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO SETORIAL DO CONSUMO DE ELETRICIDADE	15
TABELA 2 – PRESCRIÇÕES CONSTRUTIVAS PARA CIDADE DE CURITIBA	29
TABELA 3 – EQUIVALENTE NUMÉRICO A SER OBTIDO DE ACORDO COM A ZB	31
TABELA 4 – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA TÉRMICA TOTAL DAS PAREDES EXTERNAS	31
TABELA 5 – DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE TÉRMICA TOTAL DAS PAREDES EXTERNAS	32
TABELA 6 – VALORES UTILIZADOS PARA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA TÉRMICA COBERTURA	32
TABELA 7 – DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE TÉRMICA TOTAL DA COBERTURA	32
TABELA 8 – PERCENTUAL DE ABERTURA PARA VENTILAÇÃO	35
TABELA 9 – PERCENTUAL DE ABERTURA PARA ILUMINAÇÃO	36
TABELA 10 – PRÉ-REQUISITOS RTQ-R – ENVOLTÓRIA – ZB1	36
TABELA 11 – VARIÁVEIS PARA CALCULO GHR E CA	37
TABELA 12 – RELAÇÃO ENTRE NÍVEL DE EFICIÊNCIA E EQUIVALENTE NUMÉRICO.	40
TABELA 13 – INDICADORES DE EFICIÊNCIA DA ENVOLTÓRIA	40
TABELA 14 – RESULTADO E NÍVEL DE EFICIÊNCIA – RESFRIAMENTO E AQUECIMENTO	41
TABELA 15 – RESULTADO E NÍVEL DE EFICIÊNCIA – ZB1	41
TABELA 16 – TRANSMITÂNCIA, CAPACIDADE TÉRMICA E ABSORTÂNCIA – ALVENARIA	43
TABELA 17 – INDICADORES DE EFICIÊNCIA DA ENVOLTÓRIA – ALVENARIA	43
TABELA 18 – RESULTADO EQUIVALENTE DOS INDICADORES – ALVENARIA	44
TABELA 19 – RESULTADO EQUIVALENTE NUMÉRICO E NÍVEL DE EFICIÊNCIA – ALVENARIA	44
TABELA 20 - INDICADORES DE EFICIÊNCIA DA ENVOLTÓRIA	45
TABELA 21 – RESULTADO EQUIVALENTE DOS INDICADORES	46
TABELA 22 – RESULTADO EQUIVALENTE NUMÉRICO	46
TABELA 23 – RESULTADO EQUIVALENTE NUMÉRICO	47
TABELA 24 – RESULTADO NIVEL EFICIÊNCIA	47

LISTA DE ABREVIATURAS

ZB – ZONA BIOCLIMÁTICA

ZB1 – ZONA BIOCLIMÁTICA 1

ZB2 – ZONA BIOCLIMÁTICA 2

ZB3 – ZONA BIOCLIMÁTICA 3

ZB4 – ZONA BIOCLIMÁTICA 4

ZB5 – ZONA BIOCLIMÁTICA 5

ZB6 – ZONA BIOCLIMÁTICA 6

ZB7 – ZONA BIOCLIMÁTICA 7

ZB8 – ZONA BIOCLIMÁTICA 8

LISTA DE SIGLAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

BEN – BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL

ENCE – ETIQUETA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA

INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL

PIB – PRODUTO INTERNO BRUTO

PBE – PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM

PNEF – PLANO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

RTQ – R – REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE PARA O NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	TEMA.....	12
1.2	PROBLEMÁTICA	12
1.3	OBJETIVOS	13
1.3.1	OBJETIVO GERAL	13
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.4	JUSTIFICATIVA	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1	PANORAMA SOBRE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL	14
2.2	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES.....	16
2.3	ENVOLTÓRIA	19
2.4	SISTEMA CONSTRUTIVO NÃO CONVENCIONAL	20
2.5	ZONAS BIOCLIMÁTICAS	22
3	METODOLOGIA.....	23
3.1	AMBIENTE ANALISADO	24
3.2	SISTEMA CONSTRUTIVO E MATERIAIS APLICADOS.....	26
3.3	PROCEDIMENTO DE ANÁLISE.....	28
4	APLICAÇÃO DO RTQ.....	29
4.1	ENVOLTÓRIA	29
4.2	RESISTÊNCIA, TRANSMITÂNCIA E CAPACIDADE TÉRMICA.....	31
4.3	PROCEDIMENTOS PARA DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA	33
4.4	RESULTADO E AVALIAÇÃO DA SIMULAÇÃO	40
4.5	SIMULAÇÃO ALVENARIA	42
4.6	SIMULAÇÃO EM ZONAS BIOCLIMÁTICAS	44
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
	REFERÊNCIAS.....	51
	APÊNDICES.....	55
	ANEXOS.....	66
	ANEXO 1 – PLANILHA CÁLCULO RTQ-R.....	67
	ANEXO 2 – ANEXO DA PORTARIA INMETRO N°018/2012	68

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

Atualmente o mundo está passando por problemas ambientais, que levantam questionamentos quanto à falta e escassez dos recursos naturais, e elevam a necessidade da utilização racional de energia buscando eliminar os desperdícios, com máximo desempenho e o menor consumo possível, além da exploração de fontes alternativas. No ano de 1970, devido à crise do petróleo, iniciou-se o desenvolvimento de diversas iniciativas que viabilizaram a eficiência energética nos edifícios e com o passar dos anos e aumento da conscientização ambiental, surgiram também os projetos ecológicos que buscavam através de conceitos arquitetônicos a redução no consumo dos recursos naturais.

As últimas décadas vêm apresentando uma crescente no número de habitações brasileiras e conseqüentemente o aumento no uso de energia por estas edificações, que pode estar relacionado a melhora sócio-econômica e disponibilidade de crédito. Castro e Montini (2010) afirmam que o aumento do consumo de energia é referente ao aumento do número de consumidores aliado ao crescimento das vendas de aparelhos eletrodomésticos. Segundo Lamberts et al. (2007) a associação do crescimento econômico brasileiro a um controle do crescimento do consumo de energia elétrica necessita de medidas de racionalização, face o consumo de energia nas edificações ter relação direta com o crescimento do PIB. Também afirmam que uma das formas para diminuir o consumo de energia elétrica, sem frear o crescimento econômico e sem afetar o meio ambiente, se baseia na proposta de eficiência energética, seja dos processos construtivos ou da operação destas edificações.

1.2 PROBLEMÁTICA

Segundo o Balanço Energético Brasileiro de 2011, ano base 2010, verifica-se que nos últimos anos o segmento residencial apresentou maior crescimento no consumo de energia, variando de 4 a 6% ao ano (Brasil, 2011a). Visando este crescimento e o desenvolvimento da eficiência energética no país, em 2001, foi sancionada a Lei nº. 10.295, que dispõe sobre a política nacional de conservação e

uso racional de energia, pois conforme Lamberts et al. (1997) uma alternativa mais adequada a esse quadro de aumento de consumo de energia elétrica nas residências é via aumento da eficiência no consumo desta energia.

Estes mesmos autores destacam que é mais viável economizar energia do que produzi-la, pois se reduz a necessidade de gastos com o setor público, evitando a necessidade de investimentos neste segmento e inconvenientes causados por impactos ambientais, onde são repassados aos fabricantes de equipamentos e aos consumidores os investimentos necessários para o aumento da eficiência energética.

Segundo Rocha (2005), o consumo racional da energia apresenta-se como uma alternativa de baixo custo e prazo reduzido de implantação, e em alguns casos é exigida apenas a mudança de hábito e dos procedimentos de uso. Entretanto, além da utilização de equipamentos de maior eficiência energética, a elaboração de projetos que incluam estudos sobre o comportamento energético do edifício contribui com a eficiência energética.

Para Powell, Tilotta e Martinson (2008), um edifício residencial deve ser confortável, seguro, resistente a desastres, durável, eficiente e, sobretudo, sustentável. A temática da sustentabilidade na construção de edifícios residenciais é de extrema importância, já que este segmento causa um grande impacto ambiental ao longo de toda a sua cadeia produtiva (Karpinski, 2007).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar o nível de eficiência energética da envoltória de um edifício residencial construído em sistema não convencional no contexto brasileiro, por meio de parâmetros do Regulamento Técnico da Qualidade - RTQ para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais do INMETRO.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar a classificação do nível de eficiência energética da envoltória do edifício estudado;

- ✓ Apresentar um sistema construtivo que possa fundamentar a outros estudos para projeções de consumo energético nas edificações;
- ✓ Estudar a metodologia e o funcionamento do RTQ-R do Inmetro.

1.4 JUSTIFICATIVA

Entre os segmentos residencial, comercial e público, destaca-se a relevância em termos energéticos do setor residencial por consumir o equivalente à soma dos setores comercial e público em todas as fontes de energia. Segundo Almeida (2001) este consumo é devido principalmente ao uso de equipamentos para refrigeração, aquecimento e iluminação, que, em sua maioria, apresentam variação por região, a qual reflete principalmente as variações climáticas que influenciam no uso de equipamentos como chuveiro elétrico ou ar condicionado.

Geller (2003) afirma que os crescentes usos energéticos residenciais são uma das principais causas do grande crescimento no consumo total de energia no Brasil no período de 1975 a 2000. Existem diversos estudos que apontam o grande potencial de economia de energia por parte do setor residencial, ressaltando a importância de medidas que acarretem em eficiência energética por parte das edificações residenciais.

Diante dos argumentos apresentados é necessário o uso racional de energia, com o aumento da eficiência energética nas edificações residenciais e desenvolvimento de ferramentas que auxiliem o uso de fontes renováveis visando à sustentabilidade.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PANORAMA SOBRE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

No último Balanço Energético Nacional (BEN), ano base 2010, publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), conforme a Tabela 1 demonstra que o segmento residencial representa 23,8% do consumo final de energia elétrica no Brasil, ficando atrás apenas do segmento industrial que consome 44,2% do montante.

SETORES	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	%
											SECTORS
CONSUMO FINAL (10 ³ tep)	26.626	27.884	29.430	30.955	32.267	33.536	35.443	36.830	36.365	39.187	FINAL CONSUMPTION (10 ³ toe)
SETOR ENERGÉTICO	3,6	3,6	3,5	3,7	3,6	3,7	4,2	4,3	4,4	4,7	ENERGY SECTOR
RESIDENCIAL	23,8	22,4	22,3	21,8	22,2	22,0	22,1	22,3	24,1	23,8	RESIDENTIAL
COMERCIAL	14,4	14,0	14,1	13,9	14,3	14,2	14,2	14,6	15,2	15,0	COMMERCIAL
PÚBLICO	8,8	8,7	8,7	8,4	8,7	8,5	8,2	8,1	8,7	8,1	PUBLIC
AGROPECUÁRIO	4,0	4,0	4,2	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	3,9	3,9	AGRICULTURE AND LIVESTOCK
TRANSPORTES	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	TRANSPORTATION
INDUSTRIAL	45,0	47,1	47,0	47,8	46,7	47,0	46,7	46,1	43,3	44,2	INDUSTRIAL
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	TOTAL

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO SETORIAL DO CONSUMO DE ELETRICIDADE
Fonte: BRASIL, 2011a

O segmento residencial apresentou um crescimento no uso de energia nos últimos períodos, que pode estar relacionado à melhora sócio-econômica da população, ao aumento de consumidores que obtiveram acesso a este tipo de benefício e à disponibilidade de crédito, que possibilitou o crescimento imobiliário. A evolução do consumo de energia do setor relacionada ao aumento do número de domicílios urbanos e de domicílios ligados à rede de energia elétrica para o período de 1982 a 2009 pode ser observada no Gráfico 1.

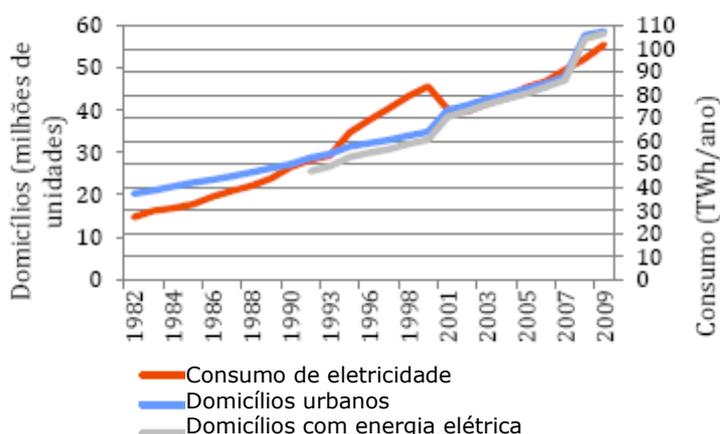


GRÁFICO 1 – EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.
Fonte: Morishita, 2011

O aumento do consumo energético no seguimento residencial contribuiu para a crise energética de 2001, ano no qual foi realizado um período de racionamento nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, sendo o setor residencial o que promoveu

economias mais significativas (Brasil, 2006). Devido a esta crise, intensificaram-se as considerações na busca do uso racional da energia, das quais vale ressaltar a criação da Lei 10.295/ 2001, que dispõe sobre a conservação e o uso racional de energia nas edificações.

Medidas anteriores também já buscavam a eficiência energética, uma delas o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), criado em 1984, coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), que visa a articulação entre governo e fabricantes de equipamentos para estabelecer metas para o aumento da eficiência energética, com o objetivo de informar o consumidor sobre os produtos com maior eficiência da categoria (Brasil, 2006).

2.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

Na busca recente pelo desenvolvimento humano e social, o homem vem utilizando desenfreadamente os recursos naturais disponíveis e, segundo Marques et al. (2001), este uso irracional obriga ao homem a buscar alternativas sendo a busca pela eficiência energética uma possibilidade que se torna cada vez mais constante. O Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) define a eficiência energética como sendo:

“As ações de diversas naturezas que culminam na redução da energia necessária para tender as demandas da sociedade por serviços de energia sob a forma de luz, calor/ frio, acionamento, transportes e uso em processo. Objetiva em síntese, atender as necessidades da economia com menor uso de energia primária e, portanto, menor impacto a natureza” (Brasil, 2011b)

A eficiência energética está relacionada direta ou indiretamente a todos os setores ligados à energia elétrica, onde tudo que necessita de eletricidade, lâmpadas, eletrodomésticos, automóveis e até as edificações deveriam obter uma eficiência satisfatória. As edificações residenciais apresentam boas oportunidades de economia e redução de energia, tendo em vista sua participação no consumo final de eletricidade no Brasil, em torno de 24% (Brasil, 2011a), conforme mostrado no Gráfico 2, ficando apenas atrás do segmento industrial.

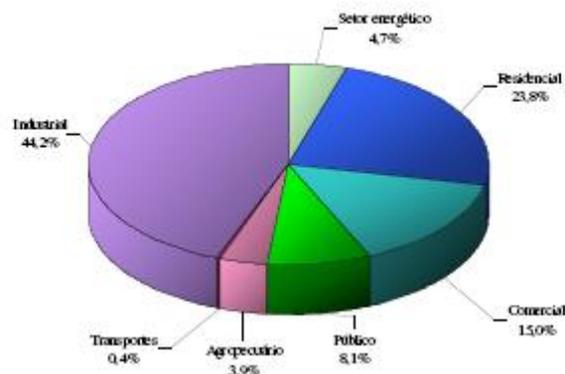


GRÁFICO 2 – COMPOSIÇÃO SETORIAL DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA
Fonte: Mori, 2012

Programas e ações que incentivam a eficiência energética possuem um papel relevante nas políticas de diminuição dos impactos ambientais, causados pela produção e consumo de energia, pois para Menkes (2009) não há indícios de que haja diminuição da demanda energética, pelo menos no curto prazo.

Devido ao crescente 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 está se expandindo em muitos países. No Brasil, o Regulamento Técnico da Qualidade para Edifícios Residenciais (RTQ-R) é regulamentado pela Portaria INMETRO nº 18, de 2012 e especifica os requisitos técnicos, bem como os métodos para a classificação de edifícios residenciais quanto à eficiência energética.

A classificação proposta pelo regulamento segue o padrão utilizado atualmente para a classificação de produtos. É avaliada através do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e classificada pela Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) de “A”, sendo a mais eficiente, até “E”, a menos eficiente conforme demonstra a Figura 1.

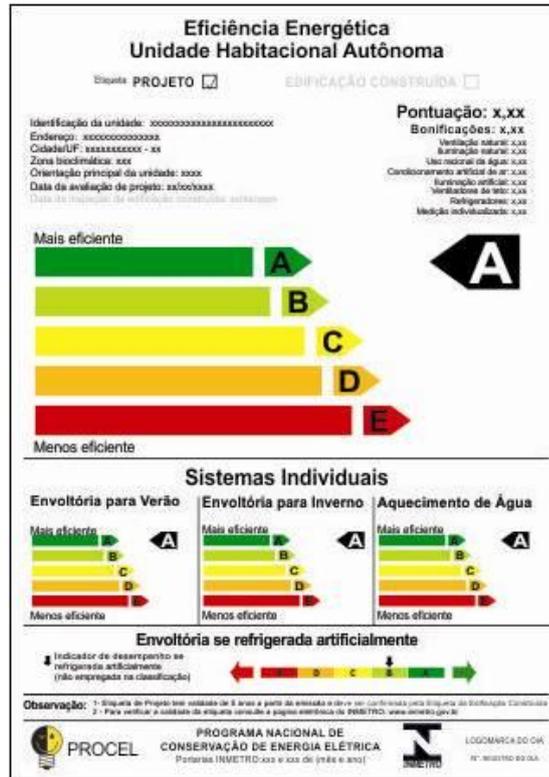


FIGURA 1 – ENCE – EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS
Fonte: LabEEE, 2012.

A estrutura do regulamento é dividida em três grupos para avaliação:

- ✓ Unidades habitacionais autônomas – Edificações unifamiliares e unidades autônomas de edificações multifamiliares;
- ✓ Edificações multifamiliares – Edifícios de apartamentos e condomínios horizontais;
- ✓ Áreas de uso comum de condomínios residenciais.

A avaliação das unidades habitacionais autônomas compreende a avaliação da envoltória e do sistema de aquecimento de água, sendo estes dois itens de avaliação obrigatória e os sete itens abaixo de bonificação:

- ✓ Ventilação e iluminação natural;
- ✓ Uso racional da água;
- ✓ Condicionamento artificial de ar;
- ✓ Iluminação artificial;
- ✓ Ventiladores de teto;

- ✓ Refrigeradores;
- ✓ Medição individualizada.

Os itens de bonificação são de avaliação opcional, e em sua fase de projeto tratam-se de requisitos de difícil avaliação, o que não significa que não sejam representativos no consumo de energia.

A aplicação do RTQ-R não garante a eficiência energética de um edifício, pois maiores níveis de eficiência podem ser alcançados a partir de estratégias definidas em projeto e iniciativa de membros ligados à execução da edificação, sendo eles: arquitetos, engenheiros e empreendedores. Os usuários da edificação também são determinantes para alcançar altos níveis de eficiência através de seus hábitos e consumo de energia, diminuindo assim o desperdício (INMETRO, 2012).

2.3 ENVOLTÓRIA

Nos memoriais descritivos dos projetos analisados por Gutierrez e Labaki (2005), observam-se indicações do uso de soluções passivas na concepção das envoltórias das edificações. Embora a retomada da discussão do condicionamento passivo tenha se iniciado no hemisfério norte devido pós a crise do petróleo, no Brasil, essa tendência inicia-se, principalmente após a crise da infraestrutura do setor elétrico ocorrida em 2001.

A envoltória segundo o RTQ-R é o conjunto de planos que separam o ambiente interno do ambiente externo, tais como fachadas, empenas, cobertura, aberturas, assim como quaisquer elementos que os compõem, excluindo pisos, estejam eles ou não em contato com o solo conforme demonstra a Figura 2.

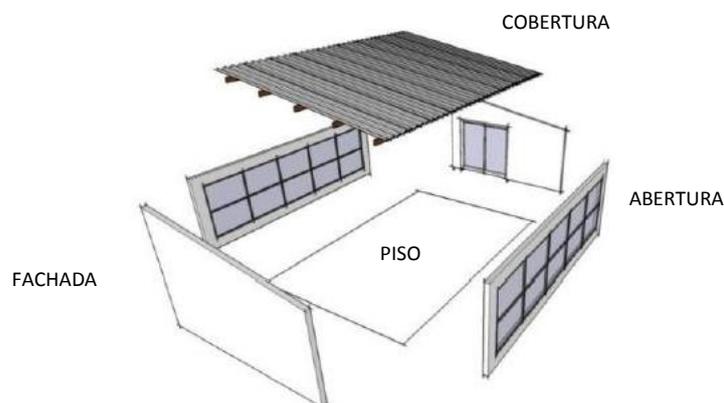


FIGURA 2 – PARTES DA EDIFICAÇÃO QUE COMPÕEM A ENVOLTÓRIA
Fonte: Adaptado LabEEE, 2010.

Para Carlo (2009), as características da envoltória que podem influenciar nos ganhos de calor são as cores de fechamentos horizontais e verticais. Também as propriedades térmicas de materiais e componentes como vidros, paredes e coberturas têm relação direta com esta influência. A exposição ao ambiente externo, a ausência de sombreamento ou o contato de grandes superfícies do edifício com o exterior, também são relevantes e deverão ser observados.

Nogueira e Nogueira (2003) complementam que, quando se faz um projeto para construção de uma edificação deve-se atentar para o tipo de material empregado na envoltória. Para Lamberts et al. (2007) o emprego de padrões arquitetônicos adequados, a especificação de produtos e materiais energeticamente eficientes e a adequação de critérios de projetos racionais permitem reduções significativas no consumo de energia. Observam ainda que baseado nestas soluções eficientes quando combinadas com o uso de equipamentos eficientes podem gerar diferentes níveis de eficiência com perfeitas condições de conforto ambiental para os futuros usuários que venham a utilizá-la.

2.4 SISTEMA CONSTRUTIVO NÃO CONVENCIONAL

No Brasil, sistemas construtivos habitacionais que fogem do convencional, do modelo tradicional de construção em alvenaria (tijolo e cimento) ou popularmente chamado “casa de material”, começam a ganhar espaço. Um deles é o sistema *wood frame* que possui suas vertentes nas culturas norte-americana e canadense. É um sistema industrializado, de prazos reduzidos de execução e, principalmente, com a divisão das etapas da obra, onde cada sistema ou subsistema é executado por equipes especializadas em momentos definidos da obra (Stamato et al., 2010).

Segundo Molina e Junior (2010) o sistema *wood frame* utilizado em edificações residenciais consiste num sistema construtivo industrializado, durável, estruturado em perfis de madeira reflorestada tratada, formando painéis de pisos, paredes e telhado que são combinados, conforme demonstra a Figura 3, e/ou revestidos com outros materiais com a finalidade de aumentar os confortos térmico e acústico, além de proteger a edificação das intempéries e também contra o fogo.

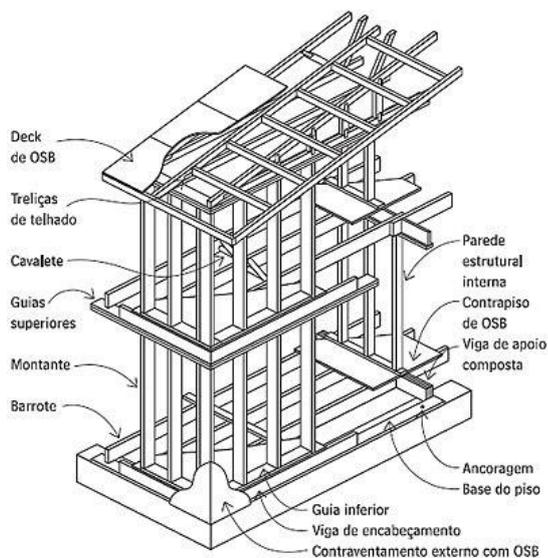


FIGURA 3 – ESQUEMA DE MONTAGEM – WOOD FRAME
Fonte: Stamato, 2010.

Nas pesquisas de Navarro e Ino (1998), nota-se que em relação à cadeia produtiva na fabricação de painéis de vedação e confirma-se que a aplicação de sistemas de vedação que utilizam madeira de reflorestamento como componentes básicos mostra-se bastante promissora, tendo em vista o baixo consumo de energia na sua produção, de ter um importante papel como medida estratégica na redução da concentração de CO₂ na atmosfera e também por se tratar de um recurso renovável, garantindo sua sustentabilidade.

A utilização da madeira na construção civil não é recente, como atestam obras seculares, que até hoje perduram, e têm sua manutenção assegurada pelo valor histórico, mas que apontam claramente para o fato de que a solução é tecnicamente viável, conveniente sob o ponto de vista ambiental, econômica, e adequada ao uso que lhe é destinado. Porém, o que predominava no Brasil vinha da influência da arquitetura luso-brasileira que valorizava a pedra e o tijolo, deixando a madeira em segundo plano para sustentar telhados ou estruturar o arcabouço das casas de pau-a-pique. Até a chegada dos imigrantes europeus no início do século passado a construção de madeira era considerada de classe pobre, urbana e rural com reputação de baixa durabilidade (Laroca, 2007).

A madeira é uma das possibilidades de materiais que pode substituir parte de materiais convencionais não renováveis, pois oferece várias vantagens técnicas e de sustentabilidade, como resistência mecânica alta, bom isolamento térmico e

acústico, seqüestra carbono em sua composição, é um material renovável e requer pouca energia em sua produção. Segundo Stinghen (2002):

“A madeira é um dos materiais mais valiosos para a construção em geral e para a carpintaria. Pelo fato de se poder cortar e dar-lhe forma facilmente, a madeira tem sido uma matéria-prima muito popular desde milhares de anos. Provavelmente nenhum outro modo de construção sofreu uma evolução tão contínua, passando da construção puramente artesanal a modos de execução determinados pelas novas técnicas”

Apesar das relações vantajosas de custo benefícios em longo prazo, o uso da madeira na construção civil ainda é pequeno se comparado aos materiais convencionais. Isso se justifica pelo fato do preconceito com o material por consumidores que o julgam como sendo de qualidade inferior às casas de alvenaria. Segundo Junior e August (1997), as construções de madeira oferecem uma solução muito conveniente, pela facilidade de corte, leveza e disponibilidade do material.

2.5 ZONAS BIOCLIMÁTICAS

Com uma vasta extensão territorial, o Brasil possui uma diversidade de climas que evidencia a necessidade da identificação de suas principais Zonas Bioclimáticas (ZB) e da formulação de diretrizes para o apoio no desenvolvimento de projetos arquitetônicos. Roriz et al. (1999) apresenta o primeiro zoneamento do território brasileiro, e posteriormente alterado e detalhado na NBR 15220/2005 – Parte 3 no âmbito da ABNT conforme a ilustra a figura abaixo.

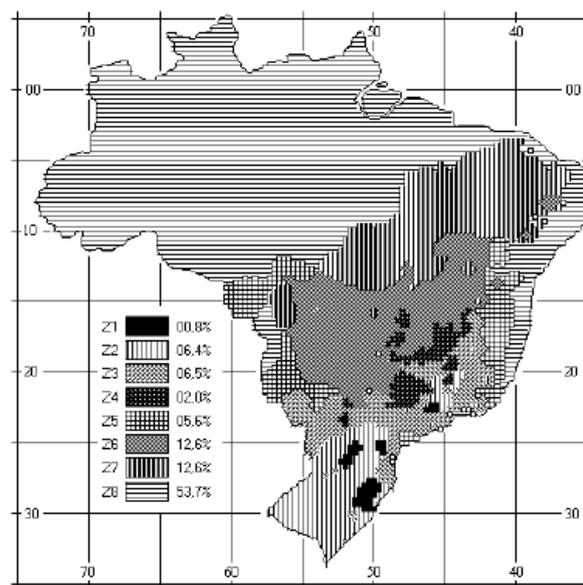


FIGURA 4 – ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO
Fonte: NBR 15220 - 3 ABNT, 2005.

Cada divisão possui um conjunto de recomendações técnicas e construtivas de adequação climática de edificações. Foram realizadas e divididas através da adaptação da Carta Bioclimática sugerida por Givoni (1992). Sobre esta carta, foram registrados e classificados os climas de cada ponto do território brasileiro conforme a Figura 5.

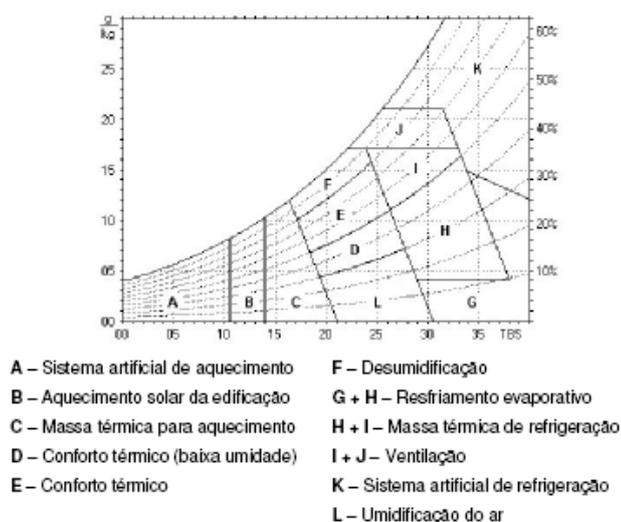


FIGURA 5 – CARTA BIOCLIMÁTICA ADAPTADA E SUAS ESTRATEGIAS
Fonte: Roriz, Ghisi e Lamberts, 1999.

Propôs-se, então, a divisão do território brasileiro em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima, do mais frio (ZB1) para o mais quente (ZB8) e, para cada uma destas zonas, formulou-se um conjunto de recomendações técnico-construtivas que aperfeiçoam o desempenho térmico das edificações, através de sua melhor adequação climática.

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido a partir da avaliação do projeto de uma edificação executada em sistema construtivo não convencional, descrita a seguir, para a qual se aplicou o método prescritivo do RTQ-R, para edificações naturalmente ventilada verificando seu nível de eficiência energética para a envoltória.

A metodologia para avaliação da envoltória é centrada no desempenho térmico da edificação aplicado através de equações, tabelas e parâmetros limites, fornecendo uma pontuação que indica o nível de eficiência parcial de cada ambiente de permanência prolongada e total da envoltória de acordo com a ZB em que a edificação está localizada. Este método de classificação de eficiência da envoltória se baseia em indicadores de consumo para o período de inverno e verão obtido através de equações específicas para cada indicador.

A avaliação a ser realizada por este trabalho não contempla o item relativo ao aquecimento de água e as bonificações devido à ausência de disponibilidade de dados assim não se obtendo uma classificação geral. Portanto neste trabalho será analisado o item referente à envoltória de uma unidade habitacional autônoma.

3.1 AMBIENTE ANALISADO

A descrição do objeto de estudo é a análise do projeto de uma edificação já existente, construída em área urbana na cidade de Curitiba (-25,5°S,-49W, ZB1). Foi edificada pelo sistema construtivo *wood frame*, possui em torno de 700m² e é constituída por dois pavimentos. Sua fachada principal tem orientação voltada para leste, conforme ilustra a Figura 6, onde as características de ocupação da edificação são para o pavimento inferior um ambiente comercial e/ou administrativa e para o pavimento superior um ambiente habitacional.



FIGURA 6 – PERSPECTIVA DA EDIFICAÇÃO
Fonte: Memorial Descritivo – ECOSHAUS – 2010

O pavimento inferior é constituído por quatro ambientes voltados para o ambiente administrativo e/ou escritório além de um grande espaço para realização

de eventos e palestras. Também possui área de serviço e casa de máquinas conforme demonstra a Figura 7.

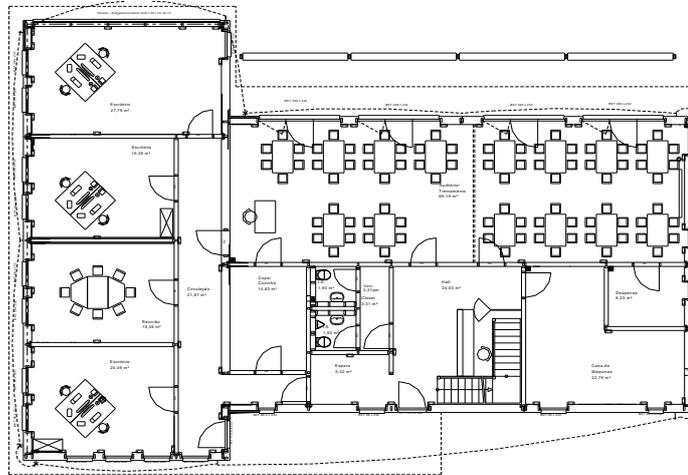


FIGURA 7 – PLANTA BAIXA PAVIMENTO INFERIOR
Fonte: Adaptado Memorial Descritivo – ECOSHAUS – 2010

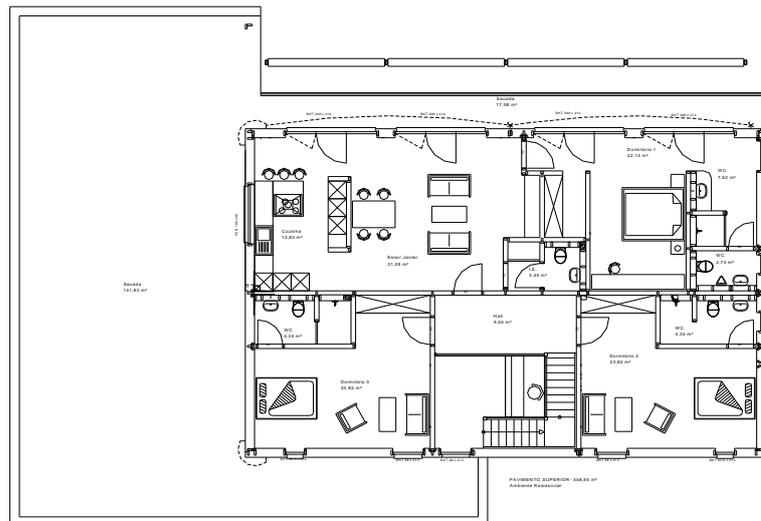


FIGURA 8 – PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR
Fonte: Adaptado Memorial Descritivo – ECOSHAUS – 2010

A Figura 8 representa o pavimento superior onde será concentrado este estudo devido o RTQ-R definir uma edificação residencial como sendo aquela que possua finalidade habitacional, que contenha espaços destinados ao repouso, alimentação, serviços domésticos e higiene, não podendo haver predominância de outras atividades. Os outros ambientes por possuírem características de ambientes comerciais ou administrativos foram desconsiderados, pois o regulamento a ser aplicado é outro e neste caso, por ser uma edificação de uso misto, que possui

ocupação diversificada e engloba mais de um uso, esses ambientes devem ser avaliados por regulamentos distintos e separadamente.

3.2 SISTEMA CONSTRUTIVO E MATERIAIS APLICADOS

O sistema construtivo adotado para concepção desta edificação é baseado na tecnologia *wood frame* que consiste na industrialização dos painéis em madeira para confecção da parede, piso e de cobertura. O comportamento estrutural do *wood frame* possui semelhança ao da alvenaria estrutural onde cada elemento recebe esforços de diferentes naturezas, sempre conjugados com outros elementos.

Foi edificada em 2010 num terreno de aproximadamente 3.396 m², plano, de solo viável, onde na fundação da edificação foram utilizadas sapatas e posteriormente, a laje radier de acordo com a geometria da residência sendo também uma solução rápida para ser executada. A figura abaixo apresenta a fundação da edificação.



FIGURA 9 – LAJE RADIER
Fonte: Memorial Descritivo – ECOSHAUS – 2010

O sistema das paredes externas ou estruturais é composto basicamente por paredes portantes que são o suporte para a primeira plataforma ou piso através de montantes verticais de madeira. A madeira utilizada foi o pinus tratado, proveniente de florestas de reflorestamento.

A Figura 10 representa todos os materiais que compõem a parede externa para este sistema construtivo sendo eles do ambiente externo para o interno: reboco

de componente mineral, isopor, placa de OSB, estrutura em madeira de pinus, material isolante de celulose, placa de OSB, câmara de ar e placa de gesso acartonado – *drywall*.

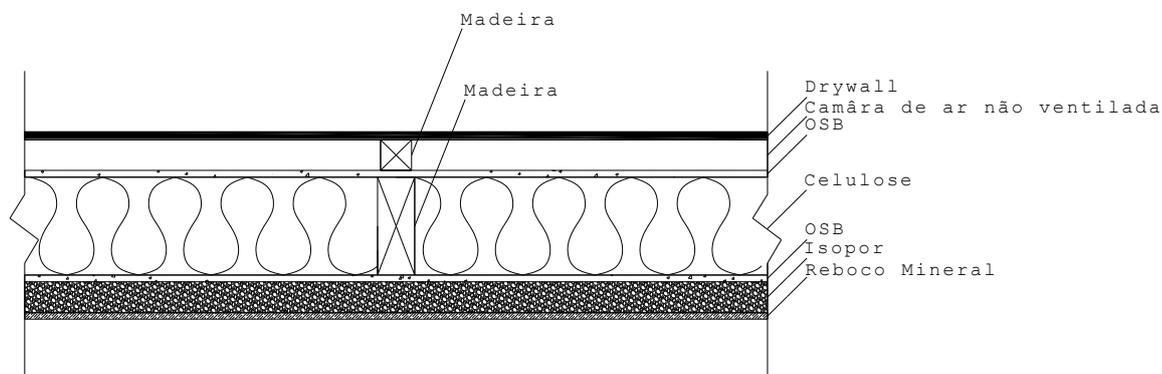


FIGURA 10 – DETALHE DAS CAMADAS COMPONENTES DAS PAREDES EXTERNAS
Fonte: Adaptado Memorial Descritivo – ECOSHAUS – 2010

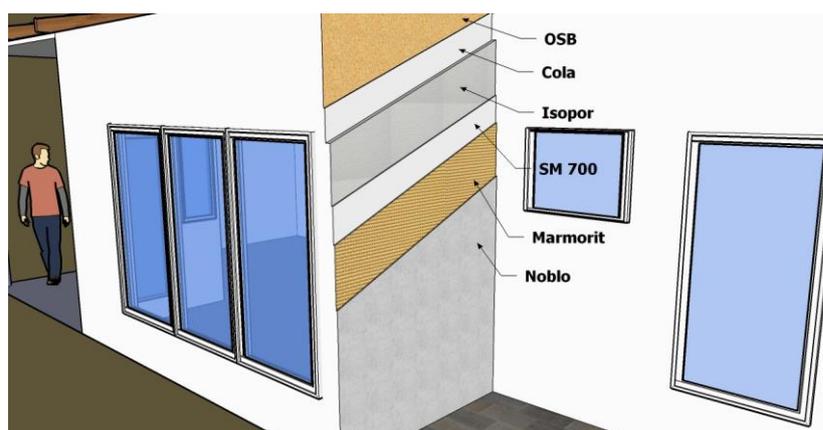


FIGURA 11 – DETALHE REBOCO MINERAL – ISOLANTE TÉRMICO E ACÚSTICO
Fonte: Memorial Descritivo – ECOSHAUS – 2010

A figura acima mostra os componentes na composição da parede externa, em especial o acabamento em relação a todos os componentes que auxiliam no isolamento térmico e acústico. Com este tipo de acabamento externo, reboco mineral, as paredes externas possuem um acabamento similar à alvenaria.

Fazendo o fechamento da envoltória da edificação, a cobertura se caracteriza como o fechamento horizontal da edificação e por sua vez foi confeccionada em estrutura em madeira de pinus, com isolante térmico e posteriormente a telha cerâmica conforme Figura 12. A cobertura, por estar exposta à radiação solar

durante o período diurno apresenta materiais adequados ao clima, além de proteção quanto ao ganho excessivo de calor.



FIGURA 12 – ESTRUTURA COBERTURA
Fonte: Memorial Descritivo – ECOSHAUS – 2010



FIGURA 13 – DETALHES DOS COMPONENTES DA COBERTURA
Fonte: Memorial Descritivo – ECOSHAUS – 2010

Na confecção da cobertura (Figura 13) foi aplicado placa dupla de gesso acartonado – *drywall* para delimitar o forro, e sob este em toda sua extensão até o limite da viga de madeira foram aplicados, como isolante, flocos de celulose.

3.3 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE

Para caracterizar as diretrizes técnico-construtivas de projetos arquitetônicos para a cidade de Curitiba a partir de suas condições climáticas, em busca de parâmetros de projeto foi utilizado o *software* ZBBR disponível em <http://www.labee.ufsc.br/downloads/software/zbbr> que apresenta uma análise do clima de acordo com as recomendações contidas na parte 3 da NBR 15.220/2005 da ABNT, a partir da análise do clima local. As recomendações e localização estão descritas na tabela abaixo:

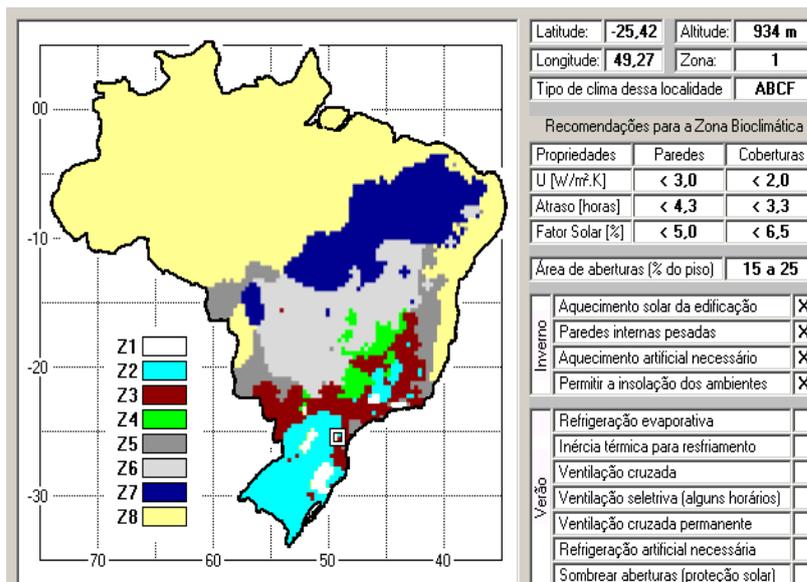


TABELA 2 – PRESCRIÇÕES CONSTRUTIVAS PARA CIDADE DE CURITIBA
Fonte: Software ZBBR

Após primeira análise, constata-se que ZB1 refere-se ao clima mais frio do país com invernos mais acentuados e onde há necessidade de maior aquecimento neste período.

A primeira avaliação na edificação foi realizada a partir do documental (projeto arquitetônico) e posteriormente foram realizadas levantamento na edificação afim de buscar dados para se efetivar o cálculo do nível da eficiência energética da envoltória. Os levantamentos específicos são apresentados no próximo capítulo.

4 APLICAÇÃO DO RTQ

4.1 ENVOLTÓRIA

O método de avaliação da envoltória compreende o estudo do desempenho térmico da envoltória, que segundo o RTQ-R é definida como sendo o conjunto de planos que separam o ambiente interno do ambiente externo, tais como fachadas, empenas, cobertura, aberturas, assim como quaisquer elementos que os compõem. Não estão incluídos pisos, estejam eles ou não em contato com o solo.

A envoltória possui relação direta com os níveis de conforto da edificação e sua aplicação de acordo com o RTQ-R neste estudo limitou-se apenas a sua avaliação do nível de eficiência energética. Segundo o regulamento a envoltória pode ser avaliada sob três parâmetros conforme demonstra o quadro abaixo:

Eficiência para Resfriamento GHR - Graus Horas de Resfriamento (°C.h)	Verão	Representa o somatório anual de graus-hora, calculado para a temperatura base de 26°C para resfriamento. O cálculo é realizado através da temperatura operativa do ambiente
Eficiência para Aquecimento CA - Consumo relativo anual para aquecimento (kWh/m ²)	Inverno	Representa o consumo necessário para aquecimento do ambiente durante o período de 21 h às 8 h, todos os dias do ano, com manutenção da temperatura em 22 °C.
Eficiência para Refrigeração CR - Consumo relativo anual para refrigeração (kWh/m ²)	Ambientes condicionados artificialmente	Representa o consumo anual de energia (em kWh) por metro quadrado necessário para refrigeração do ambiente durante o período de 21 h às 8 h, todos os dias do ano, com manutenção da temperatura em 24°C.

QUADRO 1 – PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA ENVOLTÓRIA
Fonte: Própria

A avaliação é realizada em relação à habitação ventilada naturalmente, no intuito de promover conforto e postergar a utilização de sistemas de condicionamento artificial e por este motivo neste estudo não foi avaliado o nível de eficiência da envoltória para ambientes condicionados artificialmente. O resultado deste indicador (C_R) estará em forma de apêndice neste trabalho para cada um dos ambientes analisados.

O resultado da eficiência ou do desempenho térmico da envoltória é representado por um número representativo ou equivalente numérico ($EqNumEnv$). Para obter este número é necessário obter primeiramente o equivalente numérico da envoltória de cada ambiente de permanência prolongada ($EqNumEnvAmb$). Estes são obtidos após a aplicação de equações de regressão múltipla, onde o resultado fornecerá também o desempenho térmico para resfriamento ($EqNumEnv_{Resfr}$), para aquecimento ($EqNumEnv_A$) ou para ambientes condicionados artificialmente ($EqNumEnv_{Refrig}$) de cada ambiente.

O equivalente numérico da envoltória para aquecimento deve ser obtido obrigatoriamente para as ZB de 1 a 4 e para resfriamento nas ZB de 1 a 8, conforme a Tabela 3.

EqNumEnv	ZB1	ZB2	ZB3	ZB4	ZB5	ZB6	ZB7	ZB8
EqNumEnvResfr	X	X	X	X	X	X	X	X
EqNumEnvA	X	X	X	X				

TABELA 3 – EQUIVALENTE NUMÉRICO A SER OBTIDO DE ACORDO COM A ZB
Fonte: Própria

4.2 RESISTÊNCIA, TRANSMITÂNCIA E CAPACIDADE TÉRMICA

A Tabela 4 apresenta os valores utilizados para a determinação da resistência térmica total do tipo de fechamento utilizado para as paredes externas da edificação. A resistência térmica (R_t) é obtida pela relação entre a espessura da camada (e) e a condutividade térmica do material (λ).

Os valores das resistências superficiais externa e interna, assim como a da câmara de ar não ventilada, foram obtidos das tabelas A.1 e B.1 da NBR 15.220/2005 – Parte 2, respectivamente.

Camada	Descrição	e (m)	λ (W/m.K)	R_t (m ² .K/W)
Ser	Resistência superficial externa – fluxo horizontal	-	-	0,040
Rt1	Reboco de componente mineral	0,010	0,54	0,018
Rt2	Placa tipo “termowall” de poliuretano	0,050	0,030	1,667
Rt3	Placa de OSB	0,011	0,12	0,091
Rt4	Celulose/ Manta para Isolamento	0,160	0,039	4,102
Rt5	Placa de OSB	0,011	0,12	0,091
Rt6	Câmara de ar não ventilada – alta emissividade	0,050	-	0,16
Rt7	Placa tipo gesso acartonado	0,012	0,350	0,034
Rsi	Resistência superficial interna – fluxo horizontal	-	-	0,130
Rpar	Resistência térmica total da parede externa	-	-	6,333

TABELA 4 – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA TÉRMICA TOTAL DAS PAREDES EXTERNAS
Fonte: Própria

Sendo que a transmitância térmica é o inverso da resistência térmica, propriedade dos componentes construtivos relacionada à capacidade de conduzir maior ou menor quantidade de energia por unidade de área e de diferença de temperatura. Tem-se que o valor da transmitância térmica aproximado para as paredes externas da edificação é $U_{par} = 0,157 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$.

A Tabela 5 apresenta os componentes e os valores utilizados para a determinação da capacidade térmica total da parede, dentre eles a densidade de massa aparente (ρ) e o calor específico ou capacidade térmica específica (c) de cada material.

Camada	Descrição	e (m)	ρ kg/m ³	c kJ/(kg.k)	Ct kJ/m ² K
Rt1	Reboco de componente mineral	0,010	2900	2,09	60,61
Rt2	Placa tipo "termowall" de poliuretano	0,050	40	1,67	3,340
Rt3	Placa de OSB	0,011	550	2,30	13,91
Rt4	Celulose/ Manta para Isolamento	0,160	80	2,20	28,16
Rt5	Placa de OSB	0,011	550	2,30	13,91
Rt6	Câmara de ar não ventilada	0,050	-	-	0,000
Rt7	Placa tipo gesso acartonado	0,012	1000	0,84	10,08
Ct	Capacidade Térmica da parede	-	-	-	130,01

TABELA 5 – DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE TÉRMICA TOTAL DAS PAREDES EXTERNAS
Fonte: Própria

As Tabelas 6 e 7, respectivamente, apresentam os componentes e os valores utilizados para a determinação da resistência térmica total e capacidade térmica da cobertura.

Camada	Descrição	e (m)	λ ((W/m.K))	Rt ((m ² .K/W))
Rse	Resistência superficial externa – fluxo descendente	-	-	0,040
Rt1	Telha cerâmica	0,014	1,000	0,014
Rt2	Isolante térmico tipo poliuretano	0,030	0,030	1,000
Rt3	Câmara de ar não ventilada (entre forro)	-	-	0,210
Rt4	Celulose	0,200	0,039	5,128
Rt5	Placa tipo gesso acartonado 12 mm - Duplo	0,024	0,700	0,016
Rsi	Resistência superficial interna – fluxo descendente	-	-	0,170
Rpar	Resistência térmica total da cobertura	-	-	6,577

TABELA 6 – VALORES UTILIZADOS PARA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA TÉRMICA COBERTURA
Fonte: Própria

Camada	Descrição	e (m)	ρ kg/m ³	c kJ/(kg.k)	Ct kJ/m ² K
Rt1	Telha cerâmica	0,014	2000	0,92	25,76
Rt2	Isolante térmico tipo poliuretano	0,030	30	1,67	1,503
Rt3	Câmara de ar não ventilada	-	-	-	-
Rt4	Celulose	0,200	80	2,20	35,20
Rt5	Placa tipo gesso acartonado 12 mm – Duplo	0,024	1000	0,84	20,16
Ct	Capacidade Térmica da cobertura	-	-	-	82,62

TABELA 7 – DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE TÉRMICA TOTAL DA COBERTURA
Fonte: Própria

A transmitância térmica da cobertura é $U_{cob} = 0,152 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$. Com os resultados obtidos da transmitância térmica da cobertura e paredes externas

verifica-se que estas por possuírem valores baixos oferecem uma maior dificuldade para as trocas de calor entre o ambiente interno e externo.

4.3 PROCEDIMENTOS PARA DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA

O princípio para aplicação do RTQ-R foi à identificação de todos ambientes de permanência prolongada (A_{pp}). Estes ambientes foram caracterizados por serem locais de ocupação contínua por um ou mais indivíduos, incluindo sala de estar, sala de jantar, sala íntima, dormitórios, escritório, sala de TV ou ambientes de usos similares aos citados.

Com estas características foram listados e isolados quatro ambientes na edificação objeto deste estudo que serão apresentados e destacados nas próximas figuras.

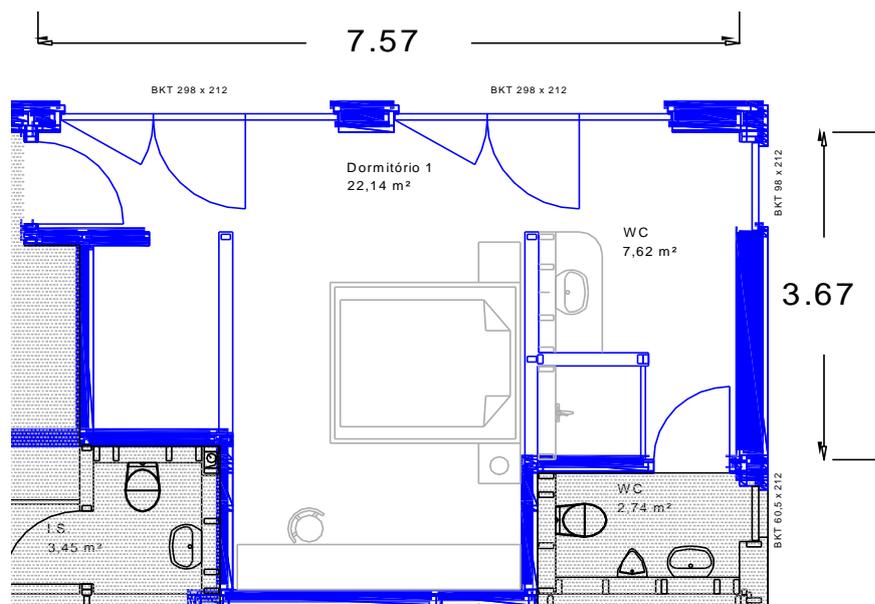


FIGURA 14 – AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA – D1
Fonte: Própria

O primeiro ambiente analisado é representado pela Figura 14 e trata-se do dormitório 1 que é composto por suíte, closet e paredes com orientações voltadas para o oeste e norte. Os ambientes seguintes, dormitório 2 e 3 representados pelas Figuras 15 e 16, respectivamente, possuem as dimensões e características iguais, apenas orientações diferentes. Em sistemas construtivos como este, é comum que os ambientes sejam semelhantes nas dimensões por se tratarem de painéis industrializados que visam à redução de custos e do prazo de execução.

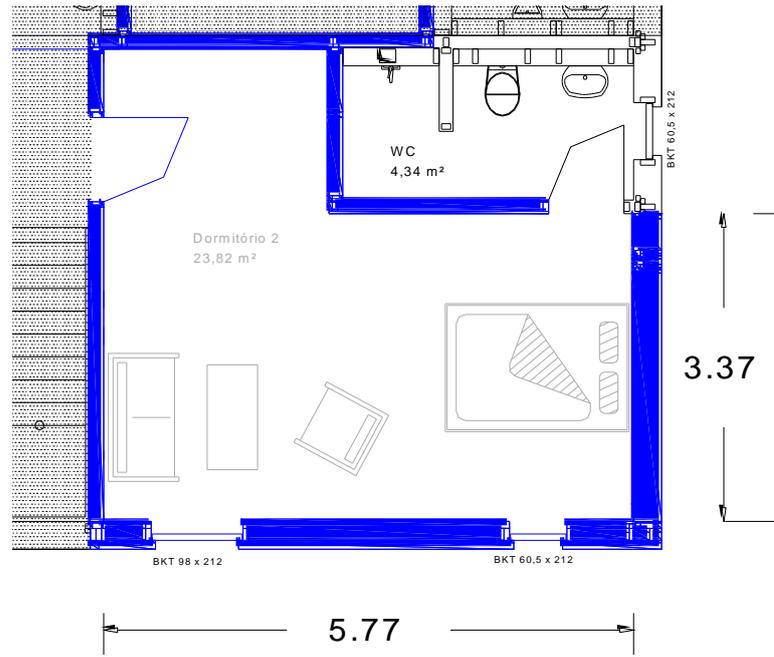


FIGURA 15 – AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA – D2
Fonte: Própria



FIGURA 16 – AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA – D3
Fonte: Própria

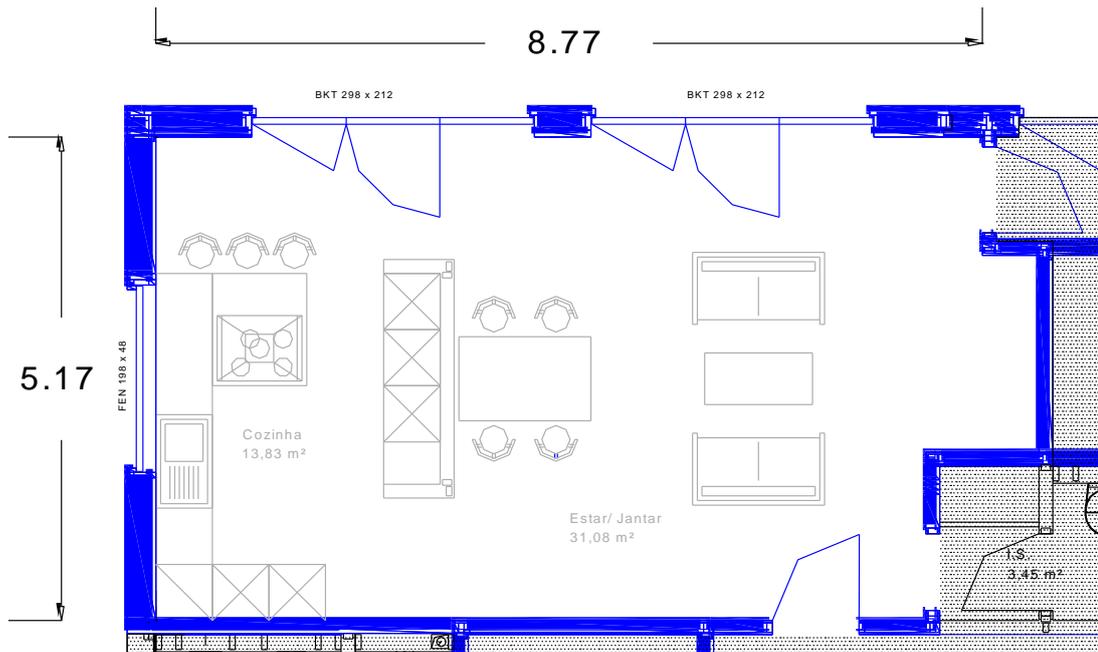


FIGURA 17 – AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA – SALA ESTAR/ COZINHA
Fonte: Própria

A Figura 17 apresenta o ambiente da sala de estar e cozinha. Embora o RTQ-R não classifique a cozinha como um ambiente de permanência prolongada, foi necessária sua inclusão neste estudo, pois se trata de um ambiente conjugado com a sala de estar.

Como pré-requisito da envoltória, é solicitado que os ambientes de permanência prolongada tenham percentual de áreas mínimas acima de 8% para as aberturas de ventilação conforme demonstra a Tabela 8. Este percentual é obtido entre a área de abertura para ventilação (A_v) e a área útil do ambiente ($A_{U_{amb}}$).

Ambiente - App	A_v (m ²)	$A_{U_{amb}}$ (m ²)	A (%)
Sala Jantar/ Estar	8,40	45,46	18,46
Dormitório 1	8,40	29,54	28,43
Dormitório 2	2,07	23,82	8,69
Dormitório 3	2,07	23,82	8,69

TABELA 8 – PERCENTUAL DE ABERTURA PARA VENTILAÇÃO
Fonte: Própria

Como pré-requisito do RTQ-R as aberturas de iluminação (A_i) natural, por desempenharem um papel muito importante na eficiência termo-lumínica do edifício na contribuição para a entrada de calor e por outro lado podem ser saídas através das quais o calor se dissipa, deverão ser superiores a 12,5% em relação à área útil do ambiente. A Tabela 9 apresenta os valores obtidos.

Ambiente – App	A_i (m²)	A_{Uamb} (m²)	A (%)
Sala Jantar/ Estar	13,58	45,46	29,87
Dormitório 1	14,71	29,54	47,01
Dormitório 2	3,36	23,82	14,10
Dormitório 3	3,36	23,82	14,10

TABELA 9 – PERCENTUAL DE ABERTURA PARA ILUMINAÇÃO
Fonte: Própria

Um detalhe importante nesta edificação é que todos os ambientes de permanência prolongada possuem vidros duplos com espaço de ar entre os dois trazendo maior capacidade de isolamento e redução nas perdas de calor entre o interior e o exterior.

Outro pré-requisito para alcance do nível máximo da envoltória imposto pelo RTQ-R para a ZB1 é necessário que a edificação possua os seguintes valores mínimos de transmitância térmica e capacidade térmica das paredes e cobertura conforme Tabela 10.

Descrição	Requisito Mínimo		Resultado
Transmitância térmica - $W/(m^2.K)$	Parede	$U \leq 2,50$	0,157
	Cobertura	$U \leq 2,30$	0,152
Capacidade térmica - kJ/m^2K	Parede	$CT \geq 130$	130,10

TABELA 10 – PRÉ-REQUISITOS RTQ-R – ENVOLTÓRIA – ZB1
Fonte: Própria

Com os valores obtidos acima a envoltória desta edificação pode ser classificada segundo a tabela C.2 da NBR 15.220/2005 – Parte 3 como “pesada”, tanto para paredes externas e cobertura. A tabela abaixo apresenta as variáveis

necessárias para o cálculo do indicador de graus-hora para resfriamento (GHR) e do consumo relativo para aquecimento (C_A) de cada ambiente de permanência prolongada da unidade habitacional através de equações de acordo com a ZB1.

Descrição Variável	Unidade	Jantar/ Cozinha	Dormitório 1	Dormitório 2	Dormitório 3
AU_{Amb}	m ²	45,46	29,54	23,82	23,82
U_{COB}	W/(m ² .K)	0,152	0,152	0,152	0,152
CT_{COB}	kJ/m ² .K	82,62	82,62	82,62	82,62
α_{COB}	adimensional	0,80	0,80	0,80	0,80
U_{PAR}	W/(m ² .K)	0,157	0,157	0,157	0,157
CT_{PAR}	kJ/m ² .K	130,01	130,01	130,01	130,01
α_{PAR}	adimensional	0,20	0,20	0,20	0,20
CT_{baixa}	binário	0	0	0	0
CT_{alta}	binário	0	0	0	0
COB	adimensional	1	1	1	1
Solo	binário	0	0	0	0
Pil	binário	0	0	0	0
AP_{ambN}	m ²	0	7,68	8,96	0
AP_{ambS}	m ²	12,80	0	0	8,96
AP_{ambL}	m ²	0	0	11,98	11,98
AP_{ambO}	m ²	7,50	7,50	0	0
AA_{bN}	m ²	0	2,07	0	0
AA_{bS}	m ²	0,95	0	0	0
AA_{bL}	m ²	0	0	3,36	3,36
AA_{bO}	m ²	12,63	12,63	0	0
F_{vent}	adimensional	0,66	0,66	0	0
Somb	adimensional	0,60	0,60	0	0
PD	m	2,66	2,66	2,66	2,66
A_{parInt}	m ²	53,30	33,11	28,94	28,94
C_{altura}	adimensional	0,06	0,09	0,11	0,11
Isol	binário	1	1	1	1
U_{VID}	W/(m ² .K)	3,36	3,36	3,36	3,36
V_{ID}	binário	1	1	1	1

TABELA 11 – VARIÁVEIS PARA CALCULO GHR E CA
Fonte: Própria

O procedimento para determinar a eficiência da envoltória pelo método prescritivo é necessário obter o desempenho térmico da envoltória da edificação que é determinado pelo seu equivalente numérico (EqNumEnv), estabelecido através das equações de regressão múltipla para unidades habitacionais autônomas, de acordo com a ZB em que a edificação está localizada.

Estas equações encontram-se resumidas na planilha de cálculo da envoltória para edificações residenciais, conforme detalhe da Figura 18 e disponível no endereço <http://cb3e.ufsc.br/etiquetagem/residencial/downloads> onde, inserindo-se os valores obtidos na Tabela 10, são obtidos os níveis de eficiência da envoltória de verão (GHR) e inverno (CA) para cada ambiente de permanência prolongada.

Zona Bioclimática	ZB		ZB1
Ambiente	Nome do Ambiente		
	Identificação		
Cobertura	AUamb	m ²	
	Ucob	W/m ² .K	
	CTcob	kJ/m ² .K	
Paredes Externas	αcob	adimensional	
	Upar	W/m ² .K	
	CTpar	kJ/m ² .K	
Característica construtiva	αpar	adimensional	
	CTbaixa	binário	
	CTalta	binário	
Situação do piso e cobertura	cob	adimensional	
	solo	binário	
	pil	binário	
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	APambN	m ²	
	APambS	m ²	
	APambL	m ²	
	APambO	m ²	
Áreas de Aberturas Externas	AAbN	m ²	
	AAbS	m ²	
	AAbL	m ²	
	AAbO	m ²	
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	
	Somb	adimensional	
Características Gerais	AparInt	m ²	
	PD	m	
	Caltura	adimensional	
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	
	vid	binário	
	Uvid	W/m ² .K	
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m ² .ano	
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	

FIGURA 18 – PLANILHA DE CÁLCULO DO DESEMPENHO DA ENVOLTÓRIA
Fonte: Adaptado cb3e, 2012

A execução deste procedimento é necessária para cada um dos ambientes de permanência prolongada, sendo esses, sala de jantar/ cozinha e todos os dormitórios. Na planilha, seleciona-se a ZB a ser avaliada. Para os campos classificados como binário, a resposta deve ser "1" (um) em caso afirmativo e "0" (zero) em caso negativo. Os demais campos devem ser preenchidos com os valores solicitados de acordo com a Tabela 10.

Na descrição ambiente são inseridas a identificação e a área útil do ambiente (AUamb). Nos campos referentes à cobertura e paredes externas, são inseridos as respectivas transmitância térmica (U), a capacidade térmica (CT) e a absorvância (α).

Em características construtivas, é informado se o ambiente possui capacidade térmica alta (acima de 250 kJ/m²K) ou baixa (inferior a 50 kJ/m²K). Para os valores de capacidade térmica dentro deste intervalo, os campos devem ser deixados em branco.

No campo referente à situação do piso e cobertura, deve ser informado se a unidade habitacional possui cobertura voltada para o exterior (cob), se possui contato com o solo (solo) e se está sobre pilotis (pil). Ou seja, para uma edificação térrea os valores para cob e solo devem ser 1 (um), para uma habitação do tipo apartamento devem ser 0 (zero).

Na descrição das áreas de paredes e aberturas externas, deve-se informar as áreas de paredes e aberturas do ambiente em contato com o exterior, de acordo com a orientação. Em relação às características das aberturas, o fator de ventilação (Fvent) indica a área efetiva (sem obstruções) de ventilação da abertura. O sombreamento indica se há sombreamento na abertura.

Nas características gerais deve ser inserida a soma da área das paredes internas (AparInt) e a altura do pé direito (PD). O coeficiente de altura (Caltura) é calculado automaticamente.

Para as ZB1 e ZB2 há a opção de informar se há algum tipo de isolamento (isol) nas paredes externas e/ou cobertura. É necessário informar a transmitância dos vidros (Uvid) e se as aberturas possuem vidro duplo (vid).

4.4 RESULTADO E AVALIAÇÃO DA SIMULAÇÃO

Como resultado, será apresentado o desempenho da envoltória para resfriamento (GHR) e aquecimento (CA), para cada ambiente de permanência prolongada e bem como o nível de eficiência da envoltória da edificação para a unidade habitacional naturalmente ventilada.

Para cada ZB há uma tabela com faixas de valores para estes indicadores, que correspondem a um equivalente numérico variando de 1 a 5. Cada equivalente numérico, por sua vez, corresponde a um nível de eficiência que varia de “A” a “E” (mais eficiente ao menos eficiente) de acordo com a Tabela 12.

Equivalente numérico	Nível de eficiência
5	A
4	B
3	C
2	D
1	E

TABELA 12 – RELAÇÃO ENTRE NÍVEL DE EFICIÊNCIA E EQUIVALENTE NUMÉRICO.
Fonte: Adaptado RTQ-R

A Tabela 13 apresenta os valores obtidos das variáveis e os níveis de eficiência da envoltória de inverno (CA) e envoltória de verão (GHR) para cada ambiente de permanência prolongada da edificação.

Descrição	Jantar/ Cozinha	Dormitório 1	Dormitório 2	Dormitório 3
GHR - (°C.h)	73	125	118	96
	A	A	A	A
CA - (kWh/m ²)	11,273	6,215	23,735	24,500
	A	A	B	B

TABELA 13 – INDICADORES DE EFICIÊNCIA DA ENVOLTÓRIA
Fonte: Própria

A variável GHR em todos os ambientes de permanência prolongada alcançou níveis “A” de eficiência para envoltória ficando bem abaixo do limite para mudança

de nível, sendo que o limite segundo o RTQ-R para o nível “B”, para a ZB1 a variável deve estar acima 143°C.h e abaixo ou igual a 287°C.h. Já a variável de C_A apresentou dois ambientes com classificação “A”, sendo eles Sala de Jantar/Cozinha e o Dormitório 1, e os dois ambientes restantes obtiveram classificação “B” já que estes ficaram acima de 16,700 kWh/m². Nota-se que os ambientes que possuem fachadas voltadas para o Leste, para o indicador de eficiência da envoltória de aquecimento, foram classificados com nível “B”.

Após o levantamento individual do equivalente numérico de cada um dos ambientes de permanência prolongada e através de ponderação (média) pela área útil avaliada se obtém o equivalente numérico e a classificação do nível de eficiência da envoltória de aquecimento (C_A) e resfriamento (G_{HR}).

Descrição	EqNumEnv	Nível Eficiência
EqNumEnv _{VRESFR}	5	A
EqNumEnv _{VA}	4,61	A

TABELA 14 – RESULTADO E NÍVEL DE EFICIÊNCIA – RESFRIAMENTO E AQUECIMENTO
Fonte: Própria

Com a obtenção dos indicadores da envoltória de resfriamento e aquecimento, foi possível levantar o EqNumEnv e o nível da eficiência através da equação e distribuição de pesos conforme determina o RTQ-R para ZB1 e demonstrado na Tabela 15.

EqNumEnv		Nível Eficiência
$0,08 \times \text{EqNumEnv}_{VRESFR} + 0,92 \times \text{EqNumEnv}_{VA}$	4,64	A

TABELA 15 – RESULTADO E NÍVEL DE EFICIÊNCIA – ZB1
Fonte: Própria

Devido à edificação estar localizada na ZB1, com clima mais frio do país, é levado em consideração um peso maior para a eficiência para o aquecimento que corresponde a 92% da necessidade da edificação para esta ZB e com o resultado apresentado pela tabela 15 tem-se que a edificação objetivo deste estudo alcançou nível de eficiência “A” para a envoltória segundo o RTQ-R.

4.5 SIMULAÇÃO ALVENARIA

Para uma análise técnica comparativa buscou-se a simulação do mesmo edifício caso em sua concepção tivesse sido optada pelo sistema construtivo convencional no contexto brasileiro, alvenaria tradicional, composta pela parede de tijolos cerâmicos de seis furos rebocados em ambas as faces conforme figura abaixo.

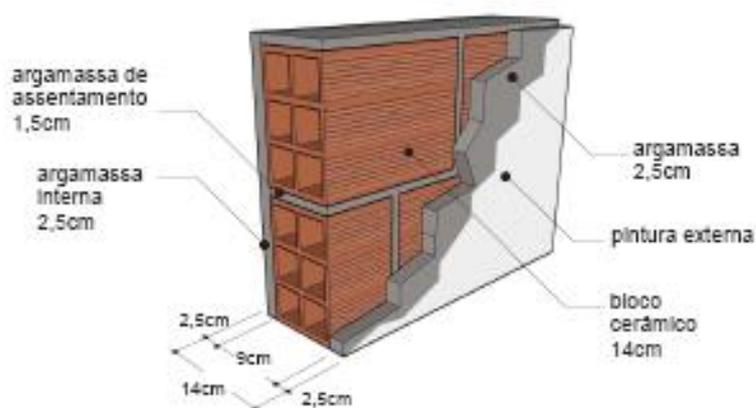


FIGURA 19 – CARACTERÍSTICAS DA PAREDE DE ALVENARIA
Fonte: LabEEE, 2010.

Na composição da envoltória também foram alterados os componentes construtivos da cobertura por métodos tradicionais no contexto brasileiro.



FIGURA 20 – CARACTERÍSTICAS DA COBERTURA COM TELHA DE CERÂMICA E LAJE
Fonte: LabEEE, 2010.

A Tabela 16 apresenta os valores para a transmitância térmica total, capacidade térmica total e absorvância das paredes e cobertura para este método construtivo. Estes valores foram extraídos da tabela D.3 da NBR 15.220/3 – 2005.

Descrição Variável	Unidade	Valor
U_{PAR}	W/(m ² .K)	2,48
CT_{PAR}	kJ/m ² K	159
α_{PAR}	adimensional	0,20
U_{COB}	W/(m ² .K)	1,92
CT_{COB}	kJ/m ² K	113
α_{COB}	adimensional	0,80

TABELA 16 – TRANSMITÂNCIA, CAPACIDADE TÉRMICA E ABSORTÂNCIA – ALVENARIA
Fonte: Anexo D.3 tabela C.2 da NBR 15.220/2005 – Parte 3

Todos os valores apresentados atendem os pré-requisitos do RTQ-R para a ZB1. Sendo U_{PAR} próximo ao limite do requisito mínimo para ZB1 (2,50 W/(m².K). As áreas de abertura para ventilação e iluminação, e bem como a orientação da edificação não foram alteradas. Os valores apresentados de transmitância térmica para a cobertura e paredes externas, respectivamente, são classificadas como leve isolada e leve de acordo com a tabela C.2 da NBR 15.220/2005 – Parte 3 e consideradas ideais de acordo com as prescrições construtivas descritas na tabela 2 desta mesma norma para a ZB1.

Após a inserção destes dados na planilha de cálculo do desempenho da envoltória foram obtidos os seguintes valores e níveis de eficiência (Tabela 17) para as variáveis de GHR e CA .

Descrição	Jantar/ Cozinha	Dormitório 1	Dormitório 2	Dormitório 3
GHR - (°C.h)	209 B	197 B	161 B	142 A
CA - (kWh/m ²)	10,078 A	3,530 A	20,727 B	21,287 B

TABELA 17 – INDICADORES DE EFICIÊNCIA DA ENVOLTÓRIA – ALVENARIA
Fonte: Própria

Nesta simulação apenas um ambiente de permanência prolongada obteve nível máximo para a variável GHR , ficando abaixo de 143°C.h onde o restante apresentou níveis “B” de eficiência. A variável de CA apresentou dois ambientes com classificação “A”, sendo eles Sala de Jantar/ Estar e o Dormitório 1, e dois ambientes restantes com classificação “B” já que este ficaram acima de 16,700

kWh/m². Com a ponderação dos valores obtidos para todos os ambientes em relação sua área útil são apresentados na Tabela 18 os níveis de eficiência e os equivalentes numéricos de cada indicador para esta simulação.

Descrição	EqNumEnv	Nível Eficiência
EqNumEnv _{RESFR}	4	B
EqNumEnv _A	4,61	A

TABELA 18 – RESULTADO EQUIVALENTE DOS INDICADORES – ALVENARIA
Fonte: Própria

Após a obtenção dos indicadores de resfriamento e aquecimento foi possível levantar o EqNumEnv através da equação e o nível da eficiência energética da envoltória conforme demonstra a Tabela 19.

EqNumEnv		Nível Eficiência
$0,08 \times \text{EqNumEnv}_{\text{RESFR}} + 0,92 \times \text{EqNumEnv}_{\text{A}}$	4,56	A

TABELA 19 – RESULTADO EQUIVALENTE NUMÉRICO E NÍVEL DE EFICIÊNCIA – ALVENARIA
Fonte: Própria

Após análise dos resultados apresentados pela Tabela 19 tem-se que a edificação objetivo deste estudo, caso fosse optada a construção em alvenaria, também obteria o nível de eficiência “A” para a envoltória segundo metodologia do RTQ-R.

4.6 SIMULAÇÃO EM ZONAS BIOCLIMÁTICAS

Diante da diversidade climática existente no Brasil e da importância da adequação da edificação ao clima em busca de uma maior eficiência energética, foram simulados, para o mesmo modelo apresentado inicialmente neste trabalho, através da planilha de cálculo do desempenho da envoltória, o nível de eficiência da envoltória com as mesmas características construtivas e orientação, baseando se em suas abrangências de acordo com cada uma das Zonas Bioclimáticas restantes, definidas pela NBR 15220-3/2005.

Nestas simulações foram considerados os requisitos mínimos do RTQ-R de acordo com o método prescritivo para cada ZB.

ZB	Descrição	Jantar/ Cozinha	Dormitório 1	Dormitório 2	Dormitório 3
2	GHR - (°C.h)	3732 B	5236 C	7769 D	6788 D
	CA - (kWh/m²)	8,507 A	8,191 A	12,694 A	13,552 A
3	GHR - (°C.h)	2031 C	2183 C	3238 D	2835 D
	CA - (kWh/m²)	7,226 B	6,235 B	8,223 B	9,772 B
4	GHR - (°C.h)	1380 B	1674 C	2366 D	2072 C
	CA - (kWh/m²)	4,552 A	3,677 A	5,122 A	6,100 B
5	GHR - (°C.h)	9999 C	10406 C	13210 D	11648 D
	GHR - (°C.h)	7203 C	10194 D	14098 E	10332 D
7	GHR - (°C.h)	23390 C	23936 C	28420 D	26120 D
	GHR - (°C.h)	9999 C	10406 C	13210 D	11648 D
8	GHR - (°C.h)	9999 C	10406 C	13210 D	11648 D

TABELA 20 - INDICADORES DE EFICIÊNCIA DA ENVOLTÓRIA
Fonte: Própria

A tabela acima apresenta as variáveis e os níveis de eficiência da envoltória para aquecimento (CA) e resfriamento (GHR) obtido para cada ambiente de permanência prolongada da edificação de acordo com sua respectiva ZB. Estes dois indicadores são obrigatórios pelo RTQ-R para as ZB1, ZB2, ZB3 e ZB4 e para as ZB5, ZB6, ZB7 e ZB8 não é necessário a obtenção do indicador CA. Neste caso o EqNumEnv levará em consideração o mesmo índice do EqNumEnv_{RESFR} não sendo necessário a aplicação de pesos para cada uma destas ultimas ZB.

Na análise da Tabela 20, as ZB2, ZB4 e ZB6 foram as que apresentaram maior variação dos níveis de eficiência para cada ambiente de permanência prolongada quanto a envoltória para resfriamento (GHR). Na ZB2 o GHR variou segundo o desempenho do RTQ-R de "B a D", ficando bem distante da condição igual ou menor que 2.310 C°.h para alcançar o nível máximo neste indicador. A ZB4

que também conseguiu alcançar um nível "B" para o indicador de GHR e variou entre "B e D" e a ZB6 que obteve o pior performance de todas as ZB nas análise dos ambientes obtendo um nível "E".

Nesta avaliação também verifica-se que os ambientes de permanência prolongada que estão voltados para a fachada principal da edificação obtiveram os piores desempenho de resfriamento (GHR). Em todas as simulações realizadas os melhores níveis de eficiência do desempenho para refrigeração, para todas ZB, de cada ambiente de permanência prolongada foram as que possuem a maior parte das áreas de fachada e aberturas orientadas para sul e oeste, ou seja, com menor ganho de calor.

Após este levantamento individualmente para cada um dos ambientes de permanência prolongada e, através de ponderação (média) pela área útil avaliada se obtêm a classificação do nível de eficiência da envoltória de inverno (CA) e verão (GHR) para as ZB1, ZB2, ZB3 e ZB4 conforme Tabela 21.

ZB	Descrição	EqNumEnv	Nível Eficiência
2	EqNumEnv _{RESFR}	3,17	C
	EqNumEnv _A	5	A
3	EqNumEnv _{RESFR}	2,61	C
	EqNumEnv _A	4	B
4	EqNumEnv _{RESFR}	3,17	C
	EqNumEnv _A	4,80	A

TABELA 21 – RESULTADO EQUIVALENTE DOS INDICADORES
Fonte: Própria

Nas ZB1 a ZB4 são calculados os equivalentes numéricos para aquecimento e resfriamento, e o equivalente numérico da unidade habitacional é obtido através de distribuição de pesos de acordo com a ZB que a edificação esta localizada. As Tabelas 22 e 23 apresentam o resultado do equivalente numérico e o nível de eficiência da envoltória da edificação de acordo com a ZB.

ZB	EqNumEnv	
2	$0,44 \times \text{EqNumEnv}_{\text{RESFR}} + 0,56 \times \text{EqNumEnv}_{\text{A}}$	4,19
3	$0,64 \times \text{EqNumEnv}_{\text{RESFR}} + 0,36 \times \text{EqNumEnv}_{\text{A}}$	3,11
4	$0,68 \times \text{EqNumEnv}_{\text{RESFR}} + 0,32 \times \text{EqNumEnv}_{\text{A}}$	3,69

TABELA 22 – RESULTADO EQUIVALENTE NUMÉRICO
Fonte: Própria

Devido RTQ-R não exigir a obtenção do indicador C_A para as ZB5, ZB6, ZB7 e ZB8 onde o EqNumEnv será equivalente ao mesmo índice do EqNumEnv_{RESFR} não sendo necessário a aplicação de pesos para cada ZB conforme a tabela abaixo.

ZB	Descrição	EqNumEnv
5	GHR – Resfriamento	2,80
6	GHR – Resfriamento	2,17
7	GHR – Resfriamento	2,61
8	GHR – Resfriamento	3,19

TABELA 23 – RESULTADO EQUIVALENTE NUMÉRICO
Fonte: Própria

Após a obtenção de todos os equivalentes numéricos da envoltória para cada ZB é apresentado na Tabela 24 todos os níveis de eficiência energética da envoltória para cada uma das ZB.

ZB	Nível Eficiência
1	A
2	B
3	C
4	B
5	C
6	D
7	C
8	C

TABELA 24 – RESULTADO NÍVEL EFICIÊNCIA
Fonte: Própria

A ZB1 foi a que apresentou melhor desempenho de eficiência da envoltória e as ZB2 e ZB4 também alcançaram níveis satisfatórios, Com a análise desta tabela percebe-se que esta edificação obteve estratégias de projeto para sua concepção de acordo com ambiente e clima da ZB em que foi executada onde conseguiu alcançar um ótimo desempenho na eficiência para envoltória.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são expostas as principais conclusões referentes às análises dos resultados obtidos, bem como as limitações do trabalho.

Cabe salientar que nenhuma regulamentação por si garante uma edificação de qualidade. Níveis de eficiência podem ser alcançados através de estratégias de projeto e por iniciativas e cooperação dos diversos atores ligados à construção da edificação, sendo eles arquitetos, engenheiros e empreendedores e igualmente, tão importantes, os usuários têm participação decisiva no uso de edifícios eficientes através dos seus hábitos e rotinas. Portanto, todos os envolvidos na concepção e operação das edificações podem contribuir para criar e manter edificações energeticamente eficientes.

Em relação à envoltória, devido à dificuldade de se estabelecer uma influência direta do seu desempenho no consumo de energia elétrica e à disponibilidade de dados bem como às limitações do trabalho, optou-se por realizar uma análise simplificada da eficiência da envoltória da edificação apresentada utilizando o RTQ-R.

Para o RTQ-R, em caso de obtenção da pontuação total da edificação, incluindo aquecimento da água e bonificações, e no âmbito de se buscar nível de classificação máximo é imprescindível que a envoltória da edificação possua níveis de “A a C” pois no cálculo de pontuação total esta corresponde ao peso de 65%.

Houve dificuldade em se determinar os valores de absorvância, condutividade e calor específico de alguns materiais devido à indisponibilidade deste tipo de dado junto aos fabricantes, à inexistência de amostras de materiais para avaliação, à indefinição de alguns componentes, já que se tratam de materiais em sua maioria importados, tornando à inexistência de características detalhadas destes elementos e à ausência de um banco de dados compatível.

Como resultados, foram apresentados o desempenho da envoltória para resfriamento (G_{HR}) e aquecimento (C_A) de todas as ZB, para cada ambiente de permanência prolongada, além da comparação do sistema construtivo tradicional e

sistema construtivo novo na cultura brasileira. Em relação a eficiência para aquecimento o sistema construtivo convencional e o sistema *Wood Frame* obtiveram igual classificação para o RTQ- R alcançando nível "A". Para a eficiência de resfriamento o sistema *wood frame* apresentou melhores resultados alcançando nível "A" de eficiência em todos os ambientes de permanência prolongada e com um acumulado de 412 C°.h contra 709 C°.h do sistema em alvenaria que obteve nível "B" no regulamento.

Sistema Construtivo	Descrição	Jantar/ Cozinha	Dormitório 1	Dormitório 2	Dormitório 3
Wood Frame	GHR - (°C.h)	73	125	118	96
		A	A	A	A
	CA - (kWh/m²)	11,273	6,215	23,735	24,500
		A	A	B	B
Alvenaria	GHR - (°C.h)	209	197	161	142
		B	B	B	A
	CA - (kWh/m²)	10,078	3,530	20,727	21,287
		A	A	B	B

Para os ambientes que obtiveram menores desempenho de eficiência para resfriamento (GHR) soluções passivas na concepção das envoltórias das edificações como sombreamento e maiores aberturas para facilitar a passagem de ar podem melhorar este desempenho. Outra alteração significativa para alcançar melhor desempenho seria a redução da absorvância da cobertura de 0,80 para abaixo ou igual de 0,40 e em especial para as ZB3 a ZB6 aumentar a transmitância térmica das paredes as tornando mais leves.

Também poderiam ser analisado para melhor rendimento o uso de "paredes mistas" com transmitâncias térmicas, absorvância diferentes de acordo com a orientação da edificação, buscando um melhor rendimento.

Contudo verificou-se a importância da envoltória quanto à eficiência energética, pois se bem elaborada, beneficia a redução do consumo energético para aquecimento e refrigeração, além de fornecer iluminação e ventilação natural ao ambiente reduzindo assim custos no consumo energético com estas utilidades.

Em especial ao uso da madeira na construção civil conclui-se, através da simulação técnica comparativa, que a edificação em madeira é uma opção técnica, econômica, energética e ecologicamente viável e de qualidade igual a da alvenaria. É importante frisar que a madeira é o único material de construção renovável, que demanda baixo consumo energético para produção, e seqüestra carbono da atmosfera durante o crescimento da árvore.

No estudo de revisão de literatura foi possível observar que o desenvolvimento de um método eficiente de certificação energética bem como a definição de seus indicadores é uma tarefa que se mostra de alta complexidade.

Este trabalho também se mostra útil ao estudar um tipo de edificação cuja quantidade de informações acerca de desempenho térmico e a relação do mesmo com o clima mostra-se bastante reduzida, abrindo, assim, uma nova frente de estudo sobre um tema pouco explorado.

Como não foram desenvolvidas modificações no projeto ou alterações nos componentes da envoltória para a simulação em outras ZB, estas alcançaram desempenho inferior a ZB1. Portanto como requisito básico, na concepção do projeto deverá possibilitar o atendimento das prescrições em especial observar as diretrizes estabelecidas pela NBR15220 - Desempenho térmico de edificações, parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Considerando a Zona Bioclimática estabelecida e suas recomendações quanto a: diretrizes construtivas; aberturas para ventilação e sombreamento; tipos de vedações externas; e estratégias de condicionamento térmico passivo para verão e inverno.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.A., SCHAEFFER, R., LA ROVERE, E.L., (2001). "The potential for electricity conservation and peak load reduction in the residential sector of Brazil". Energy 26 (4), 413-429.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-1: desempenho térmico de edificações - Parte 1 Definições, símbolos e Unidades. Rio de Janeiro. ABNT, 2005a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3: desempenho térmico de edificações – parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro. ABNT, 2005c.

BRASIL. Balanço Energético Nacional 2011: Ano base 2010 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2011a.

BRASIL. Consumo final e conservação de energia elétrica (1970-2005). Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2006.

BRASIL. Lei n. 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 18 out. 2001. Seção I-E.

BRASIL. Plano Nacional de Eficiência Energética: Premissas e Diretrizes Básicas. Rio de Janeiro: PNEf, 2011b.

BRASIL. Portaria n.º 18, de 16 de janeiro de 2012. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. INMETRO, 2012. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br>>. Acesso em: Junho de 2012.

CARLO, Joyce Correna. Desenvolvimento de metodologia de avaliação da eficiência energética do envoltório de edificações não-residenciais. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

CASTRO, J. B. B.; MONTINI, A. A. Previsão do consumo residencial de energia elétrica no Brasil: Aplicação do modelo ARX. In: XII SEMEAD, 2010, São Paulo. Anais. São Paulo, 2010.

GELLER, H. Revolução energética: Políticas para um futuro sustentável. Rio de Janeiro: Relume Dumará: USAid. 2003.

GIVONI, B. Comfort climate analysis and building design guidelines. Energy and Buildings, v.18, n.1, p. 11-23, 1992.

GUTIERREZ, G. C. R., LABAKI, L. C. Considerações sobre o brise-soleil na arquitetura moderna brasileira. Maceió: ENCAC-ELECAC. 2005. pp 874-881

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe.asp>. Acesso em: Agosto 2012.

JUNIOR, Domel; AUGUST, W. Basic Engineering Calculations for Contractors. EUA: McGraw-Hil Inc., 1997

KARPINSKI, L. A. Proposta de Gestão de Resíduos da Construção Civil para o Município de Passo Fundo-RS. Passo Fundo, RS, 2007. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade de Passo Fundo.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. Regulamento técnico para eficiência energética de edificações residenciais. Disponível em: <http://www.labeeee.ufsc.br>. Acesso em: julho 2012.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. Catálogo de propriedades térmicas de paredes e coberturas. Disponível em: <http://www.labeeee.ufsc.br>. Acesso em: julho 2012.

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

LAMBERTS, Roberto; CARLO, Joyce. Uma discussão sobre a regulamentação da eficiência energética em edificações. In CONGRESSO DE AR CONDICIONADO, REFRIGERAÇÃO. Aquecimento e Ventilação do Mercossul, Anais... Curitiba: MERCOFRIO, 2004.

LAMBERTS, Roberto. GHISI, Enedir; ABREU, Ana Ligia Papst de; CARLO, Joyce C.; BATISTA Juliana Oliveira; MARINOSKI, Deivis Luis. Desempenho Térmico de Edificações: ECV 5161 – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007, 182 p.

LAROCCA, Cristiane. Desenvolvimento de protótipo de habitação social em madeira de reflorestamento e avaliação do desempenho termo-acústico. Tese. Engenharia Florestal, Curitiba, 2007.

MARQUES, Milton; HADDAD, Jamil; MARTINS, Andre R. S. Conservação de Energia: eficiência energética de instalações e equipamentos. Itajubá, MG: Editora da EFEI, 2001.

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO. Ecos Haus. Centro de Inovações Tecnológica. Curitiba, 2010. 16p.

MENKES, Mônica. Instrumentos econômicos aplicados em programas de eficiência energética. Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/iv_en/mesa3/1.pdf>. acesso em: Julho 2012

MOLINA, Julio C.; JUNIOR, Carlito C. Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 31, n. 2, p. 143-156, jul./dez. 2010

MORI, Fabiano. Análise da Eficiência Energética da Envoltória de um Projeto Padrão de uma Agência Bancária em diferentes Zonas Bioclimáticas Brasileiras [dissertação] / Fabiano Kiyoshi Mori; orientador, Prof. Dr. Eduardo Leite Krüger - Curitiba, PR, 2012.

MORISHITA, CLAUDIA. Impacto do regulamento para eficiência energética em edificações no consumo de energia elétrica do setor residencial brasileiro [dissertação] / Claudia Morishita ; orientador, Enedir Ghisi. - Florianópolis, SC, 2011. 232 p.

NAVARRO, A. M.; INO, A. Sistema de Vedação Pré-fabricado em Madeira de Pinus –“Painel Sanduíche”. In: Encontro Brasileiro em Madeiras e Estruturas de Madeira, 1998, Florianópolis. Anais do VI EBRAMEM, 1998.

NOGUEIRA, M.C.J.A & NOGUEIRA, J.S. Educação, meio ambiente e conforto térmico: Caminhos que se cruzam. Revista Eletrônica em Educação Ambiental. Rio Grande, RS, ISSN: 1517-1256. p.104-108, v.10, 2003.

POWELL, K. L.; TILOTTA, D. C.; MARTINSON, K. L. Assessment of research and technology transfer needs for wood-frame housing. Madison: USDA, 2008.

PÉREZ-LOMBARD, L.; ORTIZ, J.; GONZÁLEZ, R.; MAESTRE, I. R. A review of benchmarking, rating and labelling concepts within the framework of building energy certification schemes. Energy and Buildings, v.41, p.272-278. 2009.

ROCHA, Leonardo R. R. Guia Técnico PROCEL – Gestão Energética. Rio de Janeiro, RJ: Eletrobrás, 2005.

RORIZ, M.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. Uma proposta de norma técnica brasileira sobre desempenho térmico de habitações populares. In: 5º Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 1999, Fortaleza. Anais... Fortaleza, 1999. Artigo n. 288. 8 p.

SACCO, Marcelo F.; STAMATO, Guilherme Corrêa. Light wood frame - construções com estrutura leve de madeira. 2010. Disponível em: <http://www.stamade.com.br/artigos/publ01_revista_techne140.pdf>. acesso em: Julho 2012.

STINGHEN, Andréa Berriel Mercadante. A Habitação de Madeira como Opção para o Século XXI: Projeto Modular em Madeira de Reflorestamento. 2002. 183 pg.

Dissertação – UFRGS (PROPAR, Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura) conveniada a PUC-PR, Curitiba, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - CHECK LIST DE PRÉ-REQUISITOS – ZB1

Envoltória			
Pré-requisitos da envoltória			Item 3.1.1
Transmitância térmica $U=W/(m^2K)$	Parede	$U \leq 2,50$	Nível C EqNum= 3 EqNumEnvAmbResf EqNumEnvAmbA EqNumEnvAmbRefrig
	Cobertura	$U \leq 2,30$	
Capacidade térmica $Ct= kJ/(m^2K)$	Parede	$CT \geq 130$	
Ambientes de permanência prolongada Percentual de abertura para ventilação em relação à área de piso (A)	$A \geq 8\%$		Nível C EqNum= 3 EqNumEnvAmbResf
50% dos banheiros possuem ventilação natural?			Nível B EqNum = 4 EqNumEnv
Ambientes de permanência prolongada Somadas das áreas de aberturas para iluminação natural		$\geq 12,5\%$ da área útil do ambiente	Nível C EqNum= 3 EqNumEnvAmbResf EqNumEnvAmbA EqNumEnvAmbRefrig

APÊNDICE 2 – APLICAÇÃO PLANILHA – ZB1

Zona Bioclimática	ZB		ZB1	ZB1	ZB1	ZB1
Ambiente	Nome do Ambiente		Dormitório 3	Dormitório 2	Dormitório 1	Jantar
	Identificação		Normal	Normal	Normal	Normal
Cobertura	AUamb	m ²	23,82	23,82	29,54	45,46
	Ucob	W/m ² .K	0,15	0,15	0,15	0,15
	CTcob	kJ/m ² .K	82,62	82,62	82,62	82,62
	αcob	adimensional	0,80	0,80	0,80	0,80
Paredes Externas	Upar	W/m ² .K	0,16	0,16	0,16	0,16
	CTpar	kJ/m ² .K	130,01	130,01	130,01	130,01
	αpar	adimensional	0,20	0,20	0,20	0,20
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0	0	0	0
	CTalta	binário	0	0	0	0
Situação do piso e cobertura	cob	adimensional	1	1	1	1
	sofo	binário	0	0	0	0
	pil	binário	0	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	APambN	m ²	0,00	8,96	7,68	0,00
	APambS	m ²	8,96	0,00	0,00	12,80
	APambL	m ²	11,98	11,98	0,00	0,00
	APambO	m ²	0,00	0,00	7,50	7,50
Áreas de Aberturas Externas	AAbN	m ²	0,00	0,00	2,07	0,00
	AAbS	m ²	0,00	0,00	0,00	0,95
	AAbL	m ²	3,36	3,36	0,00	0,00
	AAbO	m ²	0,00	0,00	12,63	12,63
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,00	0,00	0,66	0,66
	Somb	adimensional	0,00	0,00	0,60	0,60
Características Gerais	AparInt	m ²	28,94	28,94	33,11	53,3
	PD	m	2,66	2,66	2,66	2,66
	Caltura	adimensional	0,112	0,112	0,090	0,059
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	1	1	1	1
	vid	binário	1	1	1	1
	Uvid	W/m ² .K	3,36	3,36	3,36	3,36
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	A	A	A	A
			96	118	125	73
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m ² .ano	B	B	A	A
			24,500	23,735	6,215	11,273
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	D	D	E	D
			2,465	2,420	3,134	2,680

APÊNDICE 3 – APLICAÇÃO PLANILHA – ZB1 – ALVENARIA

Zona Bioclimática	ZB		ZB1	ZB1	ZB1	ZB1
Ambiente	Nome do Ambiente		Dormitório 3	Dormitório 2	Dormitório 1	Jantar
	Identificação		Alvenaria	Alvenaria	Alvenaria	Alvenaria
	AUamb	m ²	23,82	23,82	29,54	45,46
Cobertura	Ucob	W/m ² .K	1,92	1,92	1,92	1,92
	CTcob	kJ/m ² .K	113,00	113,00	113,00	113,00
	αcob	adimensional	0,80	0,80	0,80	0,80
Paredes Externas	Upar	W/m ² .K	2,48	2,48	2,48	2,48
	CTpar	kJ/m ² .K	159,00	159,00	159,00	159,00
	αpar	adimensional	0,20	0,20	0,20	0,20
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0	0	0	0
	CTalta	binário	0	0	0	0
Situação do piso e cobertura	cob	adimensional	1	1	1	1
	solo	binário	0	0	0	0
	pil	binário	0	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	APambN	m ²	0,00	8,96	7,68	0,00
	APambS	m ²	8,96	0,00	0,00	12,80
	APambL	m ²	11,98	11,98	0,00	0,00
	APambO	m ²	0,00	0,00	7,50	7,50
Áreas de Aberturas Externas	AAbN	m ²	0,00	0,00	2,07	0,00
	AAbS	m ²	0,00	0,00	0,00	0,95
	AAbL	m ²	3,36	3,36	0,00	0,00
	AAbO	m ²	0,00	0,00	12,63	12,63
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,00	0,00	0,66	0,66
	Somb	adimensional	0,00	0,00	0,60	0,60
Características Gerais	AparInt	m ²	28,94	28,94	33,11	53,3
	PD	m	2,66	2,66	2,66	2,66
	Caltura	adimensional	0,112	0,112	0,090	0,059
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	1	1	1	1
	vid	binário	1	1	1	1
	Uvid	W/m ² .K	3,36	3,36	3,36	3,36
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	A	B	B	B
			142	161	197	209
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m ² .ano	B	B	A	A
			21,287	20,727	3,530	10,078
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	D	D	E	D
			2,644	2,595	3,281	2,725

APÊNDICE 4 – APLICAÇÃO PLANILHA – ZB2

Zona Bioclimática	ZB		ZB2	ZB2	ZB2	ZB2
Ambiente	Nome do Ambiente		Dormitório 3	Dormitório 2	Dormitório 1	Jantar
	Identificação		Normal	Normal	Normal	Normal
	AUamb	m ²	23,82	23,82	29,54	45,46
Cobertura	Ucob	W/m ² .K	0,15	0,15	0,15	0,15
	CTcob	kJ/m ² .K	82,62	82,62	82,62	82,62
	αcob	adimensional	0,80	0,80	0,80	0,80
Paredes Externas	Upar	W/m ² .K	0,16	0,16	0,16	0,16
	CTpar	kJ/m ² .K	130,01	130,01	130,01	130,01
	αpar	adimensional	0,20	0,20	0,20	0,20
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0	0	0	0
	CTalta	binário	0	0	0	0
Situação do piso e cobertura	cob	adimensional	1	1	1	1
	solo	binário	0	0	0	0
	pil	binário	0	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	APambN	m ²	0,00	8,96	7,68	0,00
	APambS	m ²	8,96	0,00	0,00	12,80
	APambL	m ²	11,98	11,98	0,00	0,00
	APambO	m ²	0,00	0,00	7,50	7,50
Áreas de Aberturas Externas	AAbN	m ²	0,00	0,00	2,07	0,00
	AAbS	m ²	0,00	0,00	0,00	0,95
	AAbL	m ²	3,36	3,36	0,00	0,00
	AAbO	m ²	0,00	0,00	12,63	12,63
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,00	0,00	0,66	0,66
	Somb	adimensional	0,00	0,00	0,60	0,60
Características Gerais	AparInt	m ²	28,94	28,94	33,11	53,3
	PD	m	2,66	2,66	2,66	2,66
	Caltura	adimensional	0,112	0,112	0,090	0,059
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	1	1	1	1
	vid	binário	1	1	1	1
	Uvid	W/m ² .K	3,36	3,36	3,36	3,36
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	D	D	C	B
			6488	7769	5236	3732
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m ² .ano	A	A	A	A
			13,552	12,694	8,191	8,507
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	B	B	B	B
			11,255	11,132	9,691	6,126

APÊNDICE 5 – APLICAÇÃO PLANILHA – ZB3

Zona Bioclimática	ZB		ZB3	ZB3	ZB3	ZB3
Ambiente	Nome do Ambiente		Dormitório 3	Dormitório 2	Dormitório 1	Jantar
	Identificação		Normal	Normal	Normal	Normal
	AUamb	m²	23,82	23,82	29,54	45,46
Cobertura	Ucob	W/m².K	0,15	0,15	0,15	0,15
	CTcob	kJ/m².K	82,62	82,62	82,62	82,62
	αcob	adimensional	0,80	0,80	0,80	0,80
Paredes Externas	Upar	W/m².K	0,16	0,16	0,16	0,16
	CTpar	kJ/m².K	130,01	130,01	130,01	130,01
	αpar	adimensional	0,20	0,20	0,20	0,20
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0	0	0	0
	CTalta	binário	0	0	0	0
Situação do piso e cobertura	cob	adimensional	1	1	1	1
	solo	binário	0	0	0	0
	pil	binário	0	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	APambN	m²	0,00	8,96	7,68	0,00
	APambS	m²	8,96	0,00	0,00	12,80
	APambL	m²	11,98	11,98	0,00	0,00
	APambO	m²	0,00	0,00	7,50	7,50
Áreas de Aberturas Externas	AAbN	m²	0,00	0,00	2,07	0,00
	AAbS	m²	0,00	0,00	0,00	0,95
	AAbL	m²	3,36	3,36	0,00	0,00
	AAbO	m²	0,00	0,00	12,63	12,63
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,00	0,00	0,66	0,66
	Somb	adimensional	0,00	0,00	0,60	0,60
Características Gerais	AparInt	m²	28,94	28,94	33,11	53,3
	PD	m	2,66	2,66	2,66	2,66
	Caltura	adimensional	0,112	0,112	0,090	0,059
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	D	D	C	C
			2895	3238	2183	2031
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m².ano	B	B	A	B
			9,772	8,223	6,235	7,226
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m².ano	B	B	B	B
			9,123	9,964	11,334	7,010

APÊNDICE 6 – APLICAÇÃO PLANILHA – ZB4

Zona Bioclimática	ZB		ZB4	ZB4	ZB4	ZB4
Ambiente	Nome do Ambiente		Dormitório 3	Dormitório 2	Dormitório 1	Jantar
	Identificação		Normal	Normal	Normal	Normal
Cobertura	AUamb	m ²	23,82	23,82	29,54	45,46
	Ucob	W/m ² .K	0,15	0,15	0,15	0,15
	CTcob	kJ/m ² .K	82,62	82,62	82,62	82,62
Paredes Externas	αcob	adimensional	0,80	0,80	0,80	0,80
	Upar	W/m ² .K	0,16	0,16	0,16	0,16
	CTpar	kJ/m ² .K	130,01	130,01	130,01	130,01
Característica construtiva	αpar	adimensional	0,20	0,20	0,20	0,20
	CTbaixa	binário	0	0	0	0
Situação do piso e cobertura	CTalta	binário	0	0	0	0
	cob	adimensional	1	1	1	1
	solo	binário	0	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	pil	binário	0	0	0	0
	APambN	m ²	0,00	8,96	7,68	0,00
	APambS	m ²	8,96	0,00	0,00	12,80
	APambL	m ²	11,98	11,98	0,00	0,00
Áreas de Aberturas Externas	APambO	m ²	0,00	0,00	7,50	7,50
	AAbN	m ²	0,00	0,00	2,07	0,00
	AAbS	m ²	0,00	0,00	0,00	0,95
	AAbL	m ²	3,36	3,36	0,00	0,00
Características das Aberturas	AAbO	m ²	0,00	0,00	12,63	12,63
	Fvent	adimensional	0,00	0,00	0,66	0,66
Características Gerais	Somb	adimensional	0,00	0,00	0,60	0,60
	AparInt	m ²	28,94	28,94	33,11	53,3
	PD	m	2,66	2,66	2,66	2,66
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	Cultura	adimensional	0,112	0,090	0,090	0,059
	GHR	°C.h	C	D	C	B
Consumo Relativo para Aquecimento			2072	2366	1674	1380
	CA	kWh/m ² .ano	B	A	A	A
Consumo Relativo para Refrigeração			6,100	5,122	3,677	4,552
	CR	kWh/m ² .ano	A	A	B	A
			3,926	3,926	5,362	3,079

APÊNDICE 7 – APLICAÇÃO PLANILHA – ZB5

Zona Bioclimática	ZB		ZB5	ZB5	ZB5	ZB5
Ambiente	Nome do Ambiente		Dormitório 3	Dormitório 2	Dormitório 1	Jantar
	Identificação		Normal	Normal	Normal	Normal
Cobertura	AUamb	m ²	23,82	23,82	29,54	45,46
	Ucob	W/m ² .K	0,15	0,15	0,15	0,15
	CTcob	kJ/m ² .K	82,62	82,62	82,62	82,62
Paredes Externas	αcob	adimensional	0,80	0,80	0,80	0,80
	Upar	W/m ² .K	0,16	0,16	0,16	0,16
	CTpar	kJ/m ² .K	130,01	130,01	130,01	130,01
Característica construtiva	αpar	adimensional	0,20	0,20	0,20	0,20
	CTbaixa	binário	0	0	0	0
	CTalta	binário	0	0	0	0
Situação do piso e cobertura	cob	adimensional	1	1	1	1
	solo	binário	0	0	0	0
	pil	binário	0	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	APambN	m ²	0,00	8,96	7,68	0,00
	APambS	m ²	8,96	0,00	0,00	12,80
	APambL	m ²	11,98	11,98	0,00	0,00
	APambO	m ²	0,00	0,00	7,50	7,50
Áreas de Aberturas Externas	AAbN	m ²	0,00	0,00	2,07	0,00
	AAbS	m ²	0,00	0,00	0,00	0,95
	AAbL	m ²	3,36	3,36	0,00	0,00
	AAbO	m ²	0,00	0,00	12,63	12,63
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,00	0,00	0,66	0,66
	Somb	adimensional	0,00	0,00	0,60	0,60
Características Gerais	AparInt	m ²	28,94	28,94	33,11	53,3
	PD	m	2,66	2,66	2,66	2,66
	Caltura	adimensional	0,112	0,112	0,090	0,059
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	D 11648	D 13210	C 10406	C 9999
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	B 37,503	B 37,503	B 29,381	A 16,557

APÊNDICE 8 – APLICAÇÃO PLANILHA – ZB6

Zona Bioclimática	ZB		ZB6	ZB6	ZB6	ZB6
Ambiente	Nome do Ambiente		Dormitório 3	Dormitório 2	Dormitório 1	Jantar
	Identificação		Normal	Normal	Normal	Normal
Cobertura	AUamb	m ²	23,82	23,82	29,54	45,46
	Ucob	W/m ² .K	0,15	0,15	0,15	0,15
	CTcob	kJ/m ² .K	82,62	82,62	82,62	82,62
	αcob	adimensional	0,80	0,80	0,80	0,80
Paredes Externas	Upar	W/m ² .K	0,16	0,16	0,16	0,16
	CTpar	kJ/m ² .K	130,01	130,01	130,01	130,01
	αpar	adimensional	0,20	0,20	0,20	0,20
	CTbaixa	binário	0	0	0	0
Característica construtiva	CTalta	binário	0	0	0	0
	cob	adimensional	1	1	1	1
Situação do piso e cobertura	solo	binário	0	0	0	0
	pil	binário	0	0	0	0
	APambN	m ²	0,00	8,96	7,68	0,00
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	APambS	m ²	8,96	0,00	0,00	12,80
	APambL	m ²	11,98	11,98	0,00	0,00
	APambO	m ²	0,00	0,00	7,50	7,50
	AAbN	m ²	0,00	0,00	2,07	0,00
Áreas de Aberturas Externas	AAbS	m ²	0,00	0,00	0,00	0,95
	AAbL	m ²	3,36	3,36	0,00	0,00
	AAbO	m ²	0,00	0,00	12,63	12,63
	Fvent	adimensional	0,00	0,00	0,66	0,66
Características das Aberturas	Somb	adimensional	0,00	0,00	0,60	0,60
	AparInt	m ²	28,94	28,94	33,11	53,3
Características Gerais	PD	m	2,66	2,66	2,66	2,66
	Caltura	adimensional	0,112	0,112	0,090	0,059
	Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	D	E	D
			10332	14098	10194	7203
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	B	B	B	A
			17,519	17,519	11,582	4,850

APÊNDICE 9 – APLICAÇÃO PLANILHA – ZB7

Zona Bioclimática	ZB		ZB7	ZB7	ZB7	ZB7
Ambiente	Nome do Ambiente		Dormitório 3	Dormitório 2	Dormitório 1	Jantar
	Identificação		Normal	Normal	Normal	Normal
Cobertura	AUamb	m ²	23,82	23,82	29,54	45,46
	Ucob	W/m ² .K	0,15	0,15	0,15	0,15
	CTcob	kJ/m ² .K	82,62	82,62	82,62	82,62
Paredes Externas	αcob	adimensional	0,80	0,80	0,80	0,80
	Upar	W/m ² .K	0,16	0,16	0,16	0,16
	CTpar	kJ/m ² .K	130,01	130,01	130,01	130,01
Característica construtiva	αpar	adimensional	0,20	0,20	0,20	0,20
	CTbaixa	binário	0	0	0	0
	CTalta	binário	0	0	0	0
Situação do piso e cobertura	cob	adimensional	1	1	1	1
	solo	binário	0	0	0	0
	pil	binário	0	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	APambN	m ²	0,00	8,96	7,68	0,00
	APambS	m ²	8,96	0,00	0,00	12,80
	APambL	m ²	11,98	11,98	0,00	0,00
	APambO	m ²	0,00	0,00	7,50	7,50
Áreas de Aberturas Externas	AAbN	m ²	0,00	0,00	2,07	0,00
	AAbS	m ²	0,00	0,00	0,00	0,95
	AAbL	m ²	3,36	3,36	0,00	0,00
	AAbO	m ²	0,00	0,00	12,63	12,63
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,00	0,00	0,66	0,66
	Somb	adimensional	0,00	0,00	0,60	0,60
Características Gerais	AparInt	m ²	28,94	28,94	33,11	53,3
	PD	m	2,66	2,66	2,66	2,66
	Caltura	adimensional	0,112	0,112	0,090	0,059
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	D	D	C	C
			26120	28420	23936	23390
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	B	B	B	A
			50,766	51,988	41,385	28,650

APÊNDICE 10 – APLICAÇÃO PLANILHA – ZB8

Zona Bioclimática	ZB		ZB8	ZB8	ZB8	ZB8
Ambiente	Nome do Ambiente		Dormitório 3	Dormitório 2	Dormitório 1	Jantar
	Identificação		Normal	Normal	Normal	Normal
Cobertura	AUamb	m ²	23,82	23,82	29,54	45,46
	Ucob	W/m ² .K	0,15	0,15	0,15	0,15
	CTcob	kJ/m ² .K	82,62	82,62	82,62	82,62
	αcob	adimensional	0,80	0,80	0,80	0,80
Paredes Externas	Upar	W/m ² .K	0,16	0,16	0,16	0,16
	CTpar	kJ/m ² .K	130,01	130,01	130,01	130,01
	αpar	adimensional	0,20	0,20	0,20	0,20
	CTbaixa	binário	0	0	0	0
Característica construtiva	CTalta	binário	0	0	0	0
	cob	adimensional	1	1	1	1
Situação do piso e cobertura	solo	binário	0	0	0	0
	pil	binário	0	0	0	0
	APambN	m ²	0,00	8,96	7,68	0,00
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	APambS	m ²	8,96	0,00	0,00	12,80
	APambL	m ²	11,98	11,98	0,00	0,00
	APambO	m ²	0,00	0,00	7,50	7,50
	Áreas de Aberturas Externas	AAbN	m ²	0,00	0,00	2,07
Características das Aberturas	AAbS	m ²	0,00	0,00	0,00	0,95
	AAbL	m ²	3,36	3,36	0,00	0,00
	AAbO	m ²	0,00	0,00	12,63	12,63
	Fvent	adimensional	0,00	0,00	0,66	0,66
Características Gerais	Somb	adimensional	0,00	0,00	0,60	0,60
	AparInt	m ²	28,94	28,94	33,11	53,3
	PD	m	2,66	2,66	2,66	2,66
	Caltura	adimensional	0,112	0,112	0,090	0,059
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	D	D	C	C
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	B	B	B	A
			37,503	37,503	29,381	16,557

ANEXOS

ANEXO 1 – PLANILHA CÁLCULO RTQ-R

Zona Bioclimática	ZB		ZB1
Ambiente	Nome do Ambiente		
	Identificação		
	AUamb	m ²	
Cobertura	Ucob	W/m ² .K	
	CTcob	kJ/m ² .K	
	αcob	adimensional	
Paredes Externas	Upar	W/m ² .K	
	CTpar	kJ/m ² .K	
	αpar	adimensional	
Característica construtiva	CTbaixa	binário	
	CTalta	binário	
Situação do piso e cobertura	cob	adimensional	
	solo	binário	
	pil	binário	
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	APambN	m ²	
	APambS	m ²	
	APambL	m ²	
	APambO	m ²	
Áreas de Aberturas Externas	AAbN	m ²	
	AAbS	m ²	
	AAbL	m ²	
	AAbO	m ²	
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	
	Somb	adimensional	
Características Gerais	AparInt	m ²	
	PD	m	
	Caltura	adimensional	#DIV/0!
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	
	vid	binário	
	Uvid	W/m ² .K	
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	#DIV/0! #DIV/0!
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m ² .ano	#DIV/0! #DIV/0!
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	#DIV/0! #DIV/0!

ANEXO 2 – ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº018/2012

1 DEFINIÇÕES, SÍMBOLOS E UNIDADES

1.1 Abertura

Todas as áreas da envoltória do edifício, abertas ou com fechamento translúcido ou transparente (que permitam a entrada da luz e/ou ar) incluindo, por exemplo, janelas, painéis plásticos, portas de vidro (com mais da metade da área de vidro), paredes de blocos de vidro e aberturas zenitais. A área da abertura exclui os caixilhos.

1.2 Abertura para iluminação

Parcela de área do vão que permite a passagem de luz.

1.3 Abertura para ventilação

Parcela de área do vão que permite a passagem de ar.

1.4 Abertura zenital

Abertura na cobertura para iluminação natural. Refere-se exclusivamente a aberturas em superfícies com inclinação inferior a 60° em relação ao plano horizontal. Sua área deve ser calculada a partir da projeção horizontal da abertura.

1.5 Absortância (adimensional)

Quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície. A absortância é utilizada apenas para elementos opacos, com ou sem revestimento externo de vidro (exclui-se a absortância das parcelas envidraçadas das aberturas).

1.6 Ambiente

Espaço interno de uma edificação, fechado por superfícies sólidas, tais como paredes ou divisórias piso-teto, teto, piso e dispositivos operáveis tais como janelas e portas.

1.7 Ambiente condicionado artificialmente

Ambiente fechado (incluindo fechamento por cortinas de ar) atendido por sistema de condicionamento de ar.

1.8 Ambiente de permanência prolongada

Ambientes de ocupação contínua por um ou mais indivíduos, incluindo sala de estar, sala de jantar, sala íntima, dormitórios, escritório, sala de TV ou ambientes de usos similares aos citados. Não são considerados ambientes de permanência prolongada: cozinha, lavanderia ou área de serviço, banheiro, circulação, varanda aberta ou fechada com vidro, solarium, garagem, dentre outros que sejam de ocupação transitória. Os ambientes listados nesta definição não excluem outros não listados. Observação: varandas fechadas com vidro, cozinhas ou outros ambientes que não possuam separação através de parede ou divisória até o forro com ambientes de permanência prolongada são considerados extensão dos ambientes contíguos a eles.

1.9 Área da Abertura (AAb) (m²)

Área da abertura livre de obstrução por elementos fixos de sombreamento que sejam paralelos ao plano de abertura.

1.10 Áreas de uso comum

Ambientes de uso coletivo de edificações multifamiliares ou de condomínios de edificações residenciais.

1.11 Áreas comuns de uso frequente

São consideradas áreas comuns de uso frequente: circulações, halls, garagens, escadas, antecâmaras, elevadores, corredores, estacionamento de visitantes, acessos externos ou ambientes de usos similares aos citados. Os ambientes listados nesta definição não excluem outros não listados.

1.12 Áreas comuns de uso eventual

São consideradas áreas comuns de uso eventual: salões de festa, piscina, brinquedoteca, banheiros coletivos, bicicletário, quadra poliesportiva, sala de cinema, sala de estudo, sala de ginástica, playground, churrasqueira, sauna e demais espaços coletivos destinados ao lazer e descanso dos moradores. Os ambientes listados nesta definição não excluem outros não listados.

1.13 Área Útil (AU) (m²)

Área disponível para ocupação, medida entre os limites internos das paredes que delimitam o ambiente, excluindo garagens.

1.14 Caixilho

Moldura opaca onde são fixados os vidros de janelas, portas e painéis.

1.15 Capacidade térmica (CT) [kJ/(m²K)]

Quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema.

1.16 Cartas solares

Instrumentos para representação da geometria da insolação.

1.17 Cobertura

Parcela da área de fechamentos opacos superiores da edificação, com inclinação inferior a 60° em relação ao plano horizontal.

1.18 Coeficiente de descarga (CD)

Coeficiente relacionado com as resistências de fluxo de ar encontradas nas aberturas de portas e janelas. É uma função entre a diferença de temperatura do ar, a velocidade e direção do vento e, principalmente, a geometria da abertura. É um coeficiente adimensional relacionado com a taxa de fluxo de ar média que passa pelas aberturas e corresponde à diferença de pressão através delas.

1.19 Coeficiente de fluxo de ar por frestas (CQ)

Coeficiente relacionado à infiltração, que corresponde ao fluxo de ar que vem do exterior para o interior da edificação através de frestas e outras aberturas não intencionais. Equivale ao coeficiente de descarga de fluxo de ar relativo ao tamanho da abertura.

1.20 Coeficiente de Performance (COP) (W/W)

Definido para as condições de resfriamento ou aquecimento, segundo a ASHRAE 90.1. Para resfriamento: razão entre o calor removido do ambiente e a energia consumida, para um sistema completo de refrigeração ou uma porção específica deste sistema sob condições operacionais projetadas. Para aquecimento: razão entre o calor fornecido ao ambiente e a energia consumida, para um sistema completo de aquecimento por bomba de calor, incluindo o compressor e, se aplicável, o sistema auxiliar de aquecimento, sob condições operacionais projetadas.

1.21 Coeficiente de pressão superficial (CP)

Número adimensional que indica as relações entre as pressões em diferentes pontos das superfícies externas de um sólido. Cada ponto da edificação que sofre pressão do vento possui seus próprios valores de CP para cada direção de vento. Os valores de CP dependem da forma da edificação, da direção do vento e da influência de obstruções como edificações vizinhas, vegetação e características locais do terreno.

1.22 Coeficiente de rugosidade do entorno

Valor adimensional relacionado com o perfil de obstrução dos arredores da edificação. Este valor é utilizado para corrigir os dados de velocidade de vento adquiridos em uma estação meteorológica.

1.23 Coletor Solar

Dispositivo que absorve a radiação solar incidente, transferindo-a para um fluido de trabalho sob a forma de energia térmica.

1.24 Consumo relativo para aquecimento (CA) (kWh/m²)

Consumo anual de energia (em kWh) por metro quadrado necessário para aquecimento do ambiente durante o período de 21 h às 8 h, todos os dias do ano, com manutenção da temperatura em 22°C.

1.25 Consumo relativo para refrigeração (CR) (kWh/m²)

Consumo anual de energia (em kWh) por metro quadrado necessário para refrigeração do ambiente durante o período de 21 h às 8 h, todos os dias do ano, com manutenção da temperatura em 24°C.

1.26 Demanda do elevador em standby (W)

Demanda total de energia do elevador no modo standby, ou seja, em espera, disponível para serviço. A demanda em standby é determinada cinco minutos depois que a última viagem tiver terminado e inclui todos os componentes relevantes em prontidão para operação e manutenção do elevador em standby.

1.27 Demanda do elevador em viagem (W)

Demanda total de energia do elevador durante as viagens, com ciclo e carga definidos. A demanda em viagem é determinada por uma viagem de referência com uma carga nominal e cobrindo um ciclo de viagem completo. O ciclo começa com a porta da cabine aberta no primeiro pavimento. A porta fecha e o elevador viaja até o último pavimento onde as portas abrem e fecham uma vez. A cabine viaja de volta ao ponto de origem e o ciclo de medição termina quando as portas da cabine se abrem.

1.28 Demanda específica do elevador em viagem (mWh/(kg.m))

Demanda de energia do elevador em viagem com ciclo de viagem específico, dividido pela carga nominal, em quilogramas e pela distância viajada, em metros.

1.29 Dispositivo de proteção solar

Elementos externos que proporcionam sombreamento nas aberturas dos ambientes de permanência prolongada, tais como venezianas, persianas, brises e cobogós.

1.30 Edificação Multifamiliar

Edificação que possui mais de uma unidade habitacional autônoma (UH) em um mesmo lote, em relação de condomínio, podendo configurar edifício de apartamentos, sobrado ou grupamento de edificações. (Observação: casas geminadas ou “em fita”, quando situadas no mesmo lote, enquadram-se nesta classificação). Estão excluídos desta categoria hotéis, motéis, pousadas, apart-hotéis e similares.

1.31 Edificação Residencial

Edificação utilizada para fins habitacionais, que contenha espaços destinados ao repouso, alimentação, serviços domésticos e higiene, não podendo haver predominância de atividades como comércio, escolas, associações ou instituições de diversos tipos, prestação de serviços, diversão, preparação e venda de alimentos, escritórios e serviços de hospedagem, sejam eles hotéis, motéis, pousadas, apart-hotéis ou similares. No caso de edificações de uso misto, que possuem ocupação diversificada englobando mais de um uso, estes devem ser avaliados separadamente.

1.32 Edificação Unifamiliar

Edificação que possui uma única unidade habitacional autônoma (UH) no lote.

1.33 Eficiência luminosa (η) (lm/W)

Quociente entre fluxo luminoso emitido, em lumens, pela potência consumida, em Watts.

1.34 Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)

Etiqueta concedida a produtos e edificações com eficiência avaliada através do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

1.35 Envoltória (Env)

Conjunto de planos que separam o ambiente interno do ambiente externo, tais como fachadas, empenas, cobertura, aberturas, assim como quaisquer elementos que os compõem. Não estão incluídos pisos, estejam eles ou não em contato com o solo.

1.36 EqNum - Equivalente numérico

Número representativo da eficiência ou do desempenho de um sistema.

1.37 EqNumAA - Equivalente numérico do sistema de aquecimento de água

Número representativo da eficiência do sistema de aquecimento de água.

1.38 EqNumB - Equivalente numérico das bombas centrífugas

Número representativo da eficiência das bombas centrífugas.

1.39 EqNumElev - Equivalente numérico dos elevadores

Número representativo da eficiência energética dos elevadores.

1.40 EqNumEnv - Equivalente numérico da envoltória

Número representativo do desempenho térmico da envoltória da unidade habitacional autônoma. Pode ser desempenho para resfriamento (EqNumEnvResfr), para aquecimento (EqNumEnvA) ou para ambientes condicionados artificialmente (EqNumEnvRefrig).

1.41 EqNumEnvAmb - Equivalente numérico da envoltória do ambiente

Número representativo do desempenho térmico da envoltória de um ambiente de permanência prolongada. Pode ser desempenho para resfriamento (EqNumEnvAmbResfr), para aquecimento (EqNumEnvAmbA) ou para ambientes condicionados artificialmente (EqNumEnvAmbRefrig).

1.42 EqNumEq – Equivalente numérico dos equipamentos

Número representativo da eficiência dos equipamentos.

1.43 EqNumIllum - Equivalente numérico do sistema de iluminação artificial

Número representativo da eficiência do sistema de iluminação artificial.

1.44 EqNumS – Equivalente numérico da sauna

Número representativo da eficiência da sauna.

1.45 Fachada

Superfícies externas verticais ou com inclinação superior a 60° em relação à horizontal. Inclui as superfícies opacas, translúcidas, transparentes e vazadas.

1.46 Fachada Leste

Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 90° em sentido horário a partir do Norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de - 45° a + 45° em relação a essa orientação serão consideradas como fachadas Leste.

1.47 Fachada Norte

Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 0° a partir do Norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de - 45° a + 45° em relação a essa orientação serão consideradas como fachadas Norte.

1.48 Fachada Oeste

Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 270° em sentido horário a partir do Norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de - 45° a + 45° em relação a essa orientação serão consideradas como fachadas Oeste.

1.49 Fachada Sul

Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 180° em sentido horário a partir do Norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de - 45° a + 45° em relação a essa orientação serão consideradas como fachadas Sul.

1.50 Fração solar

Parcela de energia requerida para aquecimento da água que é suprida pela energia solar, em média anual.

1.51 Graus-hora de resfriamento

Somatório da diferença entre a temperatura operativa horária e a temperatura de base, quando a primeira está acima da temperatura de base.

1.52 Indicador de graus-hora para resfriamento (GHR)

Indicador de desempenho térmico da envoltória da edificação naturalmente ventilada, baseado no método dos graus-hora, que utiliza uma temperatura base, independente de temperaturas de conforto, consistindo em uma temperatura de referência para comparações. Neste RTQ, o indicador representa o somatório anual de graus-hora, calculado para a temperatura de base de 26°C para resfriamento. O cálculo é realizado através da temperatura operativa do ambiente.

1.53 Organismo de Inspeção Acreditado (OIA)

Pessoa jurídica, de direito público ou privado, que obteve o reconhecimento formal da Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro quanto à sua competência para realizar os serviços de inspeção de projeto e/ou de edificações construídas para determinar o nível de eficiência energética da edificação, tendo como base o RTQ-R.

1.54 Padrão de Ocupação (h)

Número de horas em que um determinado ambiente é ocupado, considerando a dinâmica da edificação (dias de semana e final de semana).

1.55 Padrão de Uso (h)

Número de horas em que um determinado equipamento é utilizado.

1.56 Paredes externas

Superfícies opacas que delimitam o interior do exterior da edificação. Esta definição exclui as aberturas.

1.57 Pilotis

Consiste na área aberta, sustentada por pilares, que corresponde à projeção da superfície do pavimento imediatamente acima.

1.58 Pontuação Total (PT)

Pontuação total alcançada pela edificação.

1.59 Porosidade

Relação entre as áreas efetivamente abertas para ventilação e as áreas impermeáveis à passagem do vento.

1.60 Potencial de ventilação

Critério que visa avaliar a existência de condições que potencializem o escoamento do vento através dos edifícios, favorecendo a utilização da ventilação natural como estratégia de resfriamento passivo nos ambientes de longa permanência.

1.61 Profundidade do ambiente (P) (m)

Distância entre a parede que contém a(s) abertura(s) para iluminação e a parede oposta a esta.

1.62 Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)

Programa de conservação de energia que atua através de etiquetas informativas, com o objetivo de alertar o consumidor quanto à eficiência energética dos principais produtos consumidores de energia comercializados no país.

1.63 Resistência térmica total (RT) [(m²K)/W]

Somatório do conjunto de resistências térmicas correspondentes às camadas de um elemento ou componente, incluindo as resistências superficiais, interna e externa.

1.64 Temperatura operativa (To) (oC)

Valor médio entre a temperatura do ar e a temperatura radiante média do ambiente.

1.65 Transmitância à radiação solar

Quociente da taxa de radiação solar que atravessa um elemento pela taxa de radiação solar incidente sobre este mesmo elemento.

1.66 Transmitância térmica (U) [W/(m²K)]

Transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo; neste caso, dos vidros e dos componentes opacos das paredes externas e coberturas, incluindo as resistências superficiais interna e externa, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes. A transmitância térmica deve ser calculada utilizando o método de cálculo da NBR 15220-2 ou determinada através do método da caixa quente protegida da NBR 6488.

1.67 Unidade Habitacional Autônoma (UH)

Bem imóvel destinado à moradia e dotado de acesso independente, sendo constituído por, no mínimo, banheiro, dormitório, cozinha e sala, podendo estes três últimos ser conjugados. Corresponde a uma unidade de uma edificação multifamiliar (apartamento) ou a uma edificação unifamiliar (casa).

1.68 Ventilação cruzada

Pode ser considerada em relação a uma unidade habitacional autônoma ou em relação a um determinado ambiente da mesma e depende da configuração do conjunto de aberturas localizadas nas fachadas e/ou coberturas e das aberturas que interligam os diversos ambientes internos.

Ventilação cruzada através de uma unidade habitacional autônoma: caracterizada pelo escoamento de ar entre aberturas localizadas nas fachadas orientadas a barlavento (zonas de sobrepressão onde as aberturas se caracterizam como entradas de ar) e aquelas situadas nas fachadas a sotavento (zonas de subpressão onde as aberturas se caracterizam como saídas de ar), após esse escoamento ter cruzado um ou mais ambientes que se encontrem interligados por aberturas que permitam a circulação do ar entre eles.

Ventilação cruzada através de um ambiente: caracterizada pelo escoamento de ar entre aberturas localizadas em paredes opostas ou adjacentes desse ambiente, desde que sua localização produza um escoamento de ar que cruze diagonalmente os ambientes.

1.69 Zona Bioclimática (ZB)

Região geográfica homogênea quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre ambiente construído e conforto humano de acordo com a NBR 15220-3.