

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

CAMILA SILVA DE MENEZES

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: um estudo em residências do período áureo  
da borracha na cidade de Manaus**

Manaus

2019



CAMILA SILVA DE MENEZES

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: um estudo em residências do período áureo da borracha na cidade de Manaus**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia.

Orientador: Prof. Dr. Neliton Marques da Silva

Manaus

2019



### Ficha Catalográfica

M543e Menezes, Camila Silva de  
Eficiência Energética : um estudo em residências do período áureo da  
borracha na cidade de Manaus / Camila Silva de Menezes. 2019  
142 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Neliton Marques da Silva  
Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade  
na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Selo Procel. 2. Residências. 3. Manaus. 4. Período Áureo da Borracha. I.  
Silva, Neliton Marques da II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



CAMILA SILVA DE MENEZES

## **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: um estudo nas residências do período áureo da borracha em Manaus**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia.

Aprovada em: \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Neliton Marques da Silva  
*Orientador*  
*Universidade Federal do Amazonas*

---

Prof. Dr.  
*Examinador*  
*Universidade Federal do Amazonas*

---

Prof. Dr.  
*Examinador*  
*Universidade Federal do Amazonas*

---

Prof. Dr.  
*Examinador*  
*Universidade Federal do Amazonas*



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me ajudado ao longo de toda essa caminhada e por ter me feito concluí-la no Seu tempo e à Sua maneira;

Ao meu esposo Juan e minha filha Maria Ester (que nasceu no meio deste caminho) pelo incentivo, auxílio e apoio incondicional em todos os momentos;

À minha família, pela rede de apoio que me proporcionam, além de todo o incentivo e confiança em mim;

De maneira especial ao meu orientador Professor Neliton Marques, pela compreensão, ideias, incentivo e atenção durante a construção desse trabalho;

Quero agradecer ainda ao Centro de Tecnologia Professor Harlan Marcelice (CTHM/IFAM), na pessoa do professor Sandro Lino pelo empréstimo dos termômetros utilizados no trabalho;

À minha colega arquiteta Fabrícia pela companhia e auxílio no levantamento dos dados em campo e na elaboração das plantas baixas;

Gostaria de agradecer ao PPG-CASA pela compreensão e ajuda em virtude de minhas necessidades particulares que surgiram durante o curso;

À todos os professores do programa, pelos conhecimentos transmitidos de forma impecável, generosa e profissional;

E por fim à UFAM, por mais essa etapa acadêmica proporcionada.

**MUITO OBRIGADA**



## RESUMO

A construção civil tem papel relevante quando se trata de meio ambiente, uma vez que a mesma gera muitos impactos, seja pelos recursos que demanda, seja pelos resíduos que gera, e isso tanto na etapa de construção quanto ao longo da vida útil. Uma das formas de tornar uma construção mais sustentável é levar em conta aspectos de eficiência energética, com algumas empresas certificadoras já abordando esse aspecto, sendo que a mais difundida no Brasil é o Selo Procel, desenvolvido pelo INMETRO em parceria com a Eletrobrás. A eficiência energética no setor residencial é importante, uma vez que este setor representa 50% do consumo de eletricidade no país, e quanto mais se conseguir utilizar o clima natural em favor do conforto térmico, menos energia elétrica demandará, diminuindo a pressão sobre os recursos naturais. Na cidade de Manaus, pode-se observar que as casas que aparentemente levam em conta os aspectos climáticos são aquelas construídas durante o período áureo da borracha, uma vez que possuíam esquadrias amplas, pés direitos altos, paredes grossas, entre outros aspectos construtivos que são necessários para que as construções proporcionem um mínimo de conforto térmico nessa região. No entanto, um estudo realizado por Loureiro et al (2002), afirma que em Manaus mesmo que se faça uma residência a mais eficiente energeticamente, ainda será necessário um consumo de energia de 87,4% para proporcionar um conforto térmico, devido seus aspectos climáticos e geográficos. A pesquisa em questão, portanto, tem por objetivo encontrar o nível de eficiência energética através da metodologia de certificação de eficiência energética do Selo Procel, em residências construídas pela elite entre os anos de 1890 e 1920 e avaliar a aplicabilidade deste método nessas residências, para isso utilizou-se o método científico, a pesquisa exploratória, descritiva e objetiva. Foram 09 as casas que serviram como objetos de estudo, estando as mesmas localizadas na Avenida Joaquim Nabuco, e tendo sido construídas durante o período áureo da borracha. Nessas residências foi aplicada a metodologia de certificação do Selo Procel, que avalia o desempenho térmico da envoltória, a eficiência dos sistemas de aquecimento de água e bonificações que levam em conta aspectos de ventilação e iluminação natural e artificial, uso racional de água, entre outros. Além disso, procedeu-se a medições de temperatura interna de 06 dessas residências. A partir dos resultados obtidos, observou-se que 55,56% das residências atingiram níveis ótimos de desempenho energético, chegando uma residência a atingir a máxima pontuação, ainda que em todas as residências, as temperaturas internas aferidas tenham sido superiores às registradas externamente. Dessa forma, entre outras conclusões que podem ser feitas a partir dos resultados obtidos, foi que as residências construídas no auge da borracha foram pensadas para proporcionar o máximo de conforto utilizando a ventilação natural, e que apesar das residências estudadas terem sido construídas há mais de um século, elas atenderam a aspectos de eficiência energética que foram formalizados muitos anos depois.

Palavras-chave: Selo Procel. Residências. Manaus. Período Áureo da Borracha



## ABSTRACTS

Civil construction plays a relevant role when it comes to the environment, as it generates many impacts, either by the resources it requires or by the waste it generates, and this both at the construction stage and throughout its useful life. One of the ways to make a building more sustainable is to take into account energy efficiency aspects, with some certifying companies already addressing this aspect, and the most widespread in Brazil is the Procel Seal, developed by INMETRO in partnership with Eletrobrás. Energy efficiency in the residential sector is important, as this sector accounts for 50% of the country's electricity consumption, and the more one can use the natural climate for thermal comfort, the less electricity it will demand, reducing the pressure on resources natural. In the city of Manaus, it can be observed that the houses that apparently take into account the climatic aspects are those built during the golden age of rubber, since they had wide frames, high ceilings, thick walls, among other constructive aspects that are necessary for the buildings to provide a minimum of thermal comfort in this region. However, a study by Loureiro *et al* (2002) states that in Manaus, even if the most energy efficient residence is made, an energy consumption of 87.4% will still be necessary to provide thermal comfort, due to its aspects. climatic and geographical conditions. The research in question therefore aims to find the level of energy efficiency through the Procel Seal energy efficiency certification methodology in elite-built residences between the years 1890 and 1920 and to evaluate the applicability of this method in these residences, to this used the scientific method, exploratory, descriptive and objective research. There were 9 houses that served as objects of study, being located on Avenue Joaquim Nabuco, and were built during the golden age of rubber. In these residences, the Procel Seal certification methodology was applied, which evaluates the thermal performance of the envelope, the efficiency of water heating systems and bonuses that take into account aspects of ventilation and natural and artificial lighting, rational use of water, among others. In addition, internal temperature measurements were taken from 06 of these homes. From the results obtained, it was observed that 55,56% of the households reached the optimum levels of energy performance, reaching a residence reaching the maximum score. However, in all households, the internal temperatures measured were higher than those recorded externally. Thus, among other conclusions that can be made from the results obtained, was that homes built at the height of rubber were designed to provide maximum comfort using natural ventilation, and although the homes studied were built over a century ago, they met energy efficiency aspects that were formalized many years later.

Key words: Procel Seal. Residence. Manaus. Golden Age of Rubber.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DAS RESIDÊNCIAS ESTUDADAS .....	35
FIGURA 2 - FAIXAS E PRECISÕES DO EQUIPAMENTO PARA A TEMPERATURA E A UMIDADE .....	49
FIGURA 3 – INTERFACE DO PROGRAMA DE CONFIGURAÇÃO DO DATALOGGER .....	50
FIGURA 4 – TERMÔMETROS NUMERADOS .....	50
FIGURA 5 – RESIDÊNCIA 01: ASPECTO DA FACHADA (A), PISO EM MADEIRA (B), FORRO EM MADEIRA (C), TIJOLOS UTILIZADOS NAS VEDAÇÕES (D), PORTA E JANELA INTERNAS (E)...	53
FIGURA 6 – RESIDÊNCIA 02: ASPECTO DA FACHADA (A), O FORRO DE MADEIRA COM SAÍDAS PARA VENTILAÇÃO (B), PISO EM MADEIRA (C), ESQUADRIAS DO QUARTO (D), ESQUADRIAS DO CORREDOR (E), TIJOLOS UTILIZADOS NAS PAREDES (F).....	56
FIGURA 7 – RESIDÊNCIA 03: ASPECTO DA FACHADA (A), CORREDOR INTERNO (B), FORRO COM SAÍDAS PARA VENTILAÇÃO (C), CORREDOR EXTERNO (D).....	59
FIGURA 8 – RESIDÊNCIA 04: ASPECTO DA FACHADA (A), JANELAS DO CORREDOR INTERNO (B), JANELA DA FACHADA (C), JANELA DO QUARTO 02 (D).....	62
FIGURA 9 – RESIDÊNCIA 05: ASPECTO DA FACHADA (A), CORREDOR EXTERNO (B), CORREDOR INTERNO COM ESQUADRIAS (C, D E E), COBERTURA EM TELHA DE BARRO MARSELHA (F)	65
FIGURA 10 – RESIDÊNCIA 06: ASPECTO DA FACHADA (A), PISO EM MADEIRA (B), JANELA DO HALL (C), ESQUADRIAS DO QUARTO 01 (D).....	68
FIGURA 11 – RESIDÊNCIA 07: ASPECTO DA FACHADA (A), CORREDOR EXTERNO (B), ESQUADRIAS INTERNAS (C E D), PISO DE MADEIRA (E) E FORRO DE MADEIRA (F) .....	71
FIGURA 12 – RESIDÊNCIA 08: ASPECTO DA FACHADA (A), PISO DE MADEIRA (B), TIJOLOS DAS PAREDES DIVISÓRIAS (C), ESQUADRIAS DO CORREDOR INTERNO (D), JANELA DA SALA (E) E FORRO DE MADEIRA (F) .....	74
FIGURA 13 – RESIDÊNCIA 09: ASPECTO DA FACHADA (A), ESQUADRIAS (B), CORREDOR INTERNO (C), PISO EM MADEIRA (D) .....	77



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – COORDENADAS GEOGRÁFICAS DAS RESIDÊNCIAS ESTUDADAS .....	35
TABELA 2 - CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA DE ACORDO COM A PONTUAÇÃO OBTIDA	37
TABELA 3 - PRÉ-REQUISITOS DE ABSORTÂNCIA SOLAR, TRANSMITÂNCIA TÉRMICA E CAPACIDADE TÉRMICA (NBR 15574-4, NBR 15575-5 E NBR 15220-3).....	38
TABELA 4 - VALOR DAS CONSTANTES DA EQUAÇÃO 7.4 .....	40
TABELA 5 - EQUIVALENTE NUMÉRICO DA ENVOLTÓRIA DO AMBIENTE PARA ZB8 .....	44
TABELA 6 - CONSTANTES PARA A EQUAÇÃO 7.5 .....	45
TABELA 7 - EQUIVALENTE NUMÉRICO DA ENVOLTÓRIA DO AMBIENTE REFRIGERADO .....	45
TABELA 8 – PONTUAÇÕES OBTIDAS PELA RESIDÊNCIA 01 .....	54
TABELA 9 – PONTUAÇÕES OBTIDAS PELA RESIDÊNCIA 02 .....	58
TABELA 10 – PONTUAÇÕES OBTIDAS PELA RESIDÊNCIA 03 .....	60
TABELA 11 – PONTUAÇÕES OBTIDAS PELA RESIDÊNCIA 04 .....	63
TABELA 12 – PONTUAÇÕES OBTIDAS PELA RESIDÊNCIA 05 .....	66
TABELA 13 – PONTUAÇÕES OBTIDAS PELA RESIDÊNCIA 06 .....	69
TABELA 14 – PONTUAÇÕES OBTIDAS PELA RESIDÊNCIA 07 .....	72
TABELA 15 – PONTUAÇÕES OBTIDAS PELA RESIDÊNCIA 08 .....	76
TABELA 16 – PONTUAÇÕES OBTIDAS PELA RESIDÊNCIA 09 .....	79
TABELA 17 – CLASSIFICAÇÃO FINAL DAS RESIDÊNCIAS EM ORDEM DECRESCENTE .....	79
TABELA 18 – TEMPERATURAS MÉDIAS E DESEMPENHO ENERGÉTICO DAS SEIS RESIDÊNCIAS AVALIADAS .....	89



## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - TEMPERATURAS REGISTRADAS NO PERÍODO DE COLETA DE DADOS (16 E 17 DE ABRIL DE 2019) NA CIDADE DE MANAUS, AM.....	81
GRÁFICO 2 - TEMPERATURAS REGISTRADAS NO PERÍODO DE COLETA DE DADOS (22 E 23 DE ABRIL DE 2019) NA CIDADE DE MANAUS, AM.....	81
GRÁFICO 3 – TEMPERATURAS EXTERNA E INTERNA REGISTRADAS NOS DIAS 16 E 17 DE ABRIL DE 2019 NA RESIDÊNCIA 01.....	82
GRÁFICO 4 - TEMPERATURAS EXTERNA E INTERNA REGISTRADAS NOS DIAS 16 E 17 DE ABRIL DE 2019 NA RESIDÊNCIA 02.....	83
GRÁFICO 5 - TEMPERATURAS EXTERNA E INTERNA REGISTRADAS NOS DIAS 16 E 17 DE ABRIL DE 2019 NA RESIDÊNCIA 04.....	84
GRÁFICO 6 - TEMPERATURAS EXTERNA E INTERNA REGISTRADAS NOS DIAS 22 E 23 DE ABRIL DE 2019 NA RESIDÊNCIA 07.....	85
GRÁFICO 7 - TEMPERATURAS EXTERNA E INTERNA REGISTRADAS NOS DIAS 22 E 23 DE ABRIL DE 2019 NA RESIDÊNCIA 08.....	86
GRÁFICO 8 - TEMPERATURAS EXTERNA E INTERNA REGISTRADAS NOS DIAS 22 E 23 DE ABRIL DE 2019 NA RESIDÊNCIA 09.....	87
GRÁFICO 9 – TEMPERATURAS MÉDIAS REGISTRADAS EM SEIS RESIDÊNCIAS INTERNA E EXTERNAMENTE .....	88



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>GREEN BUILDING.....</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA .....</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>ESTILO ECLÉTICO DE ARQUITETURA.....</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>TRANSFORMAÇÕES EM MANAUS NO PERÍODO ÁUREO DA BORRACHA .....</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>34</b>
<b>7.1</b>	<b>Características da pesquisa .....</b>	<b>34</b>
<b>7.2</b>	<b>Avaliação da eficiência energética das residências.....</b>	<b>36</b>
<b>7.2.1</b>	<b>Desempenho térmico da envoltória.....</b>	<b>37</b>
<b>7.2.1.1</b>	<b>Pré-requisito .....</b>	<b>37</b>
<b>7.2.1.2</b>	<b>Método Prescritivo .....</b>	<b>39</b>
<b>7.2.1.3</b>	<b>Bonificações.....</b>	<b>45</b>
<b>7.3</b>	<b>Medida de temperatura .....</b>	<b>48</b>
<b>7.4</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>52</b>
<b>8.1</b>	<b>Eficiência energética das residências .....</b>	<b>52</b>
<b>8.2</b>	<b>Temperaturas registradas nas residências .....</b>	<b>80</b>
<b>8.3</b>	<b>Comparação entre as temperaturas registradas nas residências.....</b>	<b>87</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>90</b>
<b>10</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>93</b>
	<b>ANEXOS ..</b>	<b>.....96-143</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização traz consigo impactos significativos ao meio ambiente, e estes nem sempre podem ser mitigáveis, como excesso de resíduos, poluição do ar, sonora, visual, entre outras. Em Manaus, no período conhecido como período áureo da borracha<sup>1</sup> esse processo ficou evidente, pois havia o interesse em priorizar a monumentalidades das obras e grandes ornamentos da cidade com o intuito de atrair trabalhadores e investidores, além de fazer atender as aspirações da burguesia que queria cada vez mais se aproximar das tradições aristocráticas modificando a cidade de forma rápida e totalmente fora dos padrões vigentes até então (MESQUITA, 2005).

No apogeu da borracha, Manaus passa a ser embelezada e modernizada para dar a impressão de progresso e para que a elite pudesse demonstrar o seu *status* diante da prosperidade. As ações políticas e os tipos de projetos implantados e concebidos na época eram todos intencionalmente pensados para alcançar esses objetivos (MESQUITA, 2005).

A Amazônia nesse período era mais ligada ao exterior do que ao próprio país. A capital amazonense, graças à economia da borracha e ao Plano de Embelezamento, teve um surto de desenvolvimento, com vultosas construções e obras de infraestrutura, sendo a maioria financiada com capital estrangeiro, e em grande parte pelos ingleses. Praticamente tudo nessa época é importado, inclusive a arquitetura e os costumes. (DIAS, 1999).

Com isso, durante esse período grandes fortunas pessoais foram construídas. Inúmeros palacetes e sobrados começaram a surgir para atender à elite local. Foram construídos, por exemplo, o porto flutuante, prédio da alfândega, mercado público, Palácio da Justiça, Teatro Amazonas, penitenciária e etc. (DIAS, 1999).

No entanto, nesta época ainda não se tinha a consciência a respeito da limitação dos recursos e dos perigos da degradação do meio ambiente de forma clara e difundida. Foi, por exemplo, apenas em 1972, na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente em Estocolmo, que a questão ambiental foi inicialmente colocada na pauta política em dimensão internacional (SACHS, 2002).

Assim, a construção civil tem um papel estratégico nesse universo de preocupação e consciência ambiental, justamente por impactar de forma significativa o meio, seja pela quantidade de resíduos que gera, seja pela quantidade de recursos que demanda, como por

---

<sup>1</sup> Período compreendido entre o fim do século XIX e início do século XX (mais ou menos entre 1890e 1920), onde o principal produto de exportação brasileiro era o látex, utilizado na fabricação da borracha.



exemplo: argila, areia, brita, seixo, calcário, água, combustíveis, madeira e etc.; além de influenciar no microclima local. E isso tudo tanto na etapa da construção como durante todo o ciclo de vida da edificação. Sendo importante a adoção de critérios para alcançar a sustentabilidade e a diminuição dos impactos negativos (BRASIL, sd.; JOHNSON, 2005).

Para verificar o quão sustentável é uma construção, é pertinente entender os aspectos desta através das principais dimensões da sustentabilidade - social, econômica e ambiental - que são os pilares em que este conceito se apoia (NASCIMENTO, 2012). Considerando essas dimensões, as construções podem valorizar ou desvalorizar um bairro, beneficiar a imagem do governante, gerar incômodos para o trânsito, causar ruídos inconvenientes para os vizinhos, trazer qualidade de vida, oferecer vagas de trabalho, movimentar a economia, proporcionar um espaço de convivência entre as pessoas, causar desconforto térmico para os frequentadores do espaço, entre outros impactos.

Um estudo realizado pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável em parceria com o Ministério do Meio Ambiente e com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) - que entre outros objetivos, procurou organizar um diagnóstico do estado atual da construção civil, com informações sobre eficiência energética, uso racional e gestão de água e, seleção e destinação de materiais no ambiente - mostrou que há uma carência de conhecimento e de esclarecimento para a população, necessidade de incentivos financeiros, demanda de legislações, atualização de currículos de engenharia e arquitetura para melhorar a forma de projetar e construir (CBCS, 2014).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, as tendências atualmente relacionadas à construção sustentável vão em duas direções: a primeira com a construção e inovação tecnológica e a segunda com os empresários apostando em empreendimentos “verdes”, que são classificados como tal por certificadoras que testificam a sustentabilidade na construção civil (BRASIL, sd).

Com relação à segunda direção, existem inúmeras empresas de certificação espalhadas pelo mundo inteiro, no entanto, as que mais crescem no mercado brasileiro são o Leed (Leadership in Energy and Environmental Design), o Aqua (Alta Qualidade Ambiental), o Procel e o Selo Azul da Caixa Econômica Federal. Apesar de ser uma importante ferramenta para melhorar o desempenho ambiental das construções, as certificações muitas vezes acabam apenas funcionando como um *checklist* para atender a padrões internacionais de eficiência, não levando em conta as especificidades locais, onde muitos requisitos não podem ser



atendidos ou outros importantes deixam de ser abordados (ZANGALLI JR, 2013; MACHADO, 2013).

Como afirma Zangalli Jr. (2013), as certificações são adquiridas quase sempre com o intuito do *marketing* para atrair investimentos e obter um diferencial para melhor competir, onde não há preocupação com o ambiental nem o social, mas sim no simbolismo criado pelos ideais consumistas. Além disso, essas certificadoras não apresentam um padrão entre elas, não há ainda um diálogo conceitual, cada uma exige o que cabe nas suas especificações.

No entanto, apesar das normas e o processo de etiquetagem por si só não garantirem edificações mais eficientes, eles podem sim ser uma ferramenta estratégica para produzir um ambiente mais sustentável, ainda que imperfeito. Certamente a forma de pensar e projetar dos arquitetos no Brasil, futuramente, será influenciado por esses fatores (LAMBERTS *et al*, 2014).

Os métodos de classificação utilizados pelas certificadoras abordam diversos aspectos e etapas do empreendimento que podem contribuir para torná-lo mais sustentável. Um destes aspectos é justamente o da eficiência energética, que é a busca em se utilizar da melhor maneira possível a energia, diminuindo desperdícios (SUSTENTARE, 2009; POVEDA, 2007)

Lamberts *et al* (2014), citando Vitruvius, (1982), diz que a arquitetura deveria utilizar de maneira equilibrada os aspectos estruturais (o que mantém a estrutura íntegra), funcionais (funcionalidade arquitetônica) e formais (como sinônimo do belo), de forma a propiciar conforto térmico, visual e acústico através de baixo consumo de energia, adaptando a arquitetura ao clima, como são feitos através de Projetos Bioclimáticos.

Essas preocupações se justificam uma vez que a emissão cada vez mais crescente de gases de efeito estufa tem causado mudanças climáticas deletérias e irreversíveis. A situação ainda se agrava mais com o fato do petróleo não ser um recurso renovável e com as constantes guerras nos maiores países exportadores do ouro negro. Assim, é necessária que a comunidade internacional promova políticas enérgicas para a redução de energias fósseis (SACHS, 2007).

Todavia, apesar de todos os esforços, segundo dados fornecidos pela Eletrobrás, em 2014 os combustíveis fósseis ainda representavam 65,9% da geração de energia elétrica mundial, valor ainda bastante elevado. No Brasil a participação dos combustíveis fósseis na geração de energia é menor, não ultrapassando 15%, pois há a predominância da fonte hidráulica (EPE, 2017).



A China, em 2014, ocupava o primeiro lugar no *ranking* dos maiores países consumidores de energia, já o Brasil ocupava a sétima posição, e ficava em décimo primeiro em relação às emissões de GEE (gases de efeito estufa) no uso de combustível fóssil. A região Norte, em 2016 ocupava o último lugar em consumo no país, com 7,4% de participação, sendo o estado do Amazonas responsável por apenas 1,16% do total nacional (EPE, 2017).

A iluminação artificial correspondeu a 14% do consumo energético nacional em residências no ano de 2014. Na região Norte, 40% do consumo de energia das residências é proveniente do uso de ar condicionado, valor elevado quando comparado à região Sudeste, por exemplo, que apresenta apenas 11%, esses valores, no entanto, podem ser explicados pelas diferenças climáticas dessas regiões. O uso de ar condicionado, por sua vez, tende a ficar cada vez maior com as mudanças climáticas globais, com o desenvolvimento social crescente, diminuição dos preços dos aparelhos e com as edificações não adequadas ao clima, agravando a situação (LAMBERTS *et al*, 2014).

No setor industrial maior parte do consumo de energia é proveniente da utilização das máquinas, tendo o arquiteto atuação limitada no sentido de economizar energia, diferentemente das residências, comércios e setores públicos.

Dessa forma, é muito importante que haja a redução do perfil da demanda energética e que se aumente a eficiência na utilização final das energias produzidas tanto no mundo quanto no Brasil. Porém, segundo Sachs (2007), a demanda por energia remete a questões como padrões de consumo, cultura, durabilidade dos produtos, manutenção do patrimônio das infraestruturas, edificações, equipamentos e veículo, entre outras questões.

Os países desenvolvidos, devido às crises e ao aumento da demanda, têm criado diretrizes e normas de eficiência energética. No Brasil, por exemplo, foi criada a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia Elétrica, que visa à alocação eficiente dos recursos energéticos e a preservação do meio ambiente, além de algumas normas regulamentadoras referentes ao desempenho térmico e iluminação natural (LAMBERTS *et al*, 2014).

Para estimular a eficiência energética das edificações, o governo brasileiro estabeleceu em 2014 o Selo Procel Edificações, com o objetivo de identificar as edificações com melhor eficiência energética, uma vez que este setor representa 50% do consumo de eletricidade do país. Este selo foi um desdobramento do Selo Procel, que é uma ferramenta simples que identifica os equipamentos e eletrodomésticos mais eficientes e que consomem menos energia (PROCEL, sd.).



Uma das ferramentas dessa metodologia classifica as residências unifamiliares quanto à eficiência energética, utilizando para isso o Regulamento Técnico da Qualidade para Edificações Residenciais (RTQ-R), desenvolvido pelo Inmetro juntamente com a Eletrobrás para conceder a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia à residência (INMETRO, 2012).

Esta etiqueta está dentro do Programa Brasileiro de Etiquetagem para Edificações (PBE Edifica), e avalia o quanto uma residência é eficiente energeticamente, considerando fatores como dimensões de portas e janelas, cores, equipamentos que economizem energia e água, materiais utilizados na construção, entre outros (INMETRO, 2012). Esses são aspectos importantes a se considerar na construção de uma casa, uma vez que quanto mais se conseguir utilizar o clima natural em favor do conforto térmico, menos energia elétrica demandará, diminuindo a pressão sobre os recursos naturais.

Na cidade de Manaus, pode-se observar que as casas que aparentemente levam em conta os aspectos climáticos são aquelas construídas durante o período áureo da borracha. Nessa época o estilo colonial vigente foi substituído pela arquitetura Eclética<sup>2</sup> importada dos países europeus, as residências possuíam esquadrias amplas, pés direitos altos, paredes grossas, entre outros aspectos construtivos que são necessários para que as construções proporcionem um mínimo de conforto térmico nessa região, aspectos esses que são raramente encontrados nas construções atuais.

Apesar das casas da elite do período áureo da borracha indicarem que possuem elementos na sua arquitetura que proporcionam a eficiência energética, não é possível afirmar sem um estudo, sendo apenas uma hipótese. Desse modo, a presente dissertação tem a seguinte questão norteadora: as casas construídas durante o período auge da borracha na cidade de Manaus eram eficientes energeticamente?

Esse questionamento é importante, uma vez que a arquitetura moderna poderia adotar algumas características do período estudado, com o intuito de melhorar o conforto térmico do interior das residências, além de diminuir o uso de aparelhos de refrigeração, reduzindo a demanda por energia e a pressão sobre os recursos naturais.

Nesse sentido, objetiva-se analisar o atendimento de requisitos de eficiência energética em residências, encontrando o nível de eficiência energética através da metodologia de certificação do Selo Procel, nas residências construídas pela elite entre os anos de 1890 e

---

<sup>2</sup> Movimento arquitetônico predominante no fim do século XIX e início do século XX que misturava diversos estilos do passado em uma única obra (FABRIS, 1993).



1920. E através disso, avaliar a aplicabilidade do Selo Procel com relação à arquitetura das residências construídas no período áureo da borracha.



## 2 GREEN BUILDING

O termo *green building* faz referência às características e qualidades da estrutura física criada, utilizando princípios e metodologias da construção sustentável, que por sua vez é a concepção e construção saudável, com base na eficiência no uso dos recursos e o design ecológico. Os edifícios verdes, como também podem ser denominados os *green buildings*, não devem ser confundidos com construções sustentáveis, uma vez que este conceito leva em consideração questões mais abrangentes, como questões sociais, culturais e econômicas (KIBERT, 2013).

Assim, os edifícios verdes apresentam medidas para aumentar a eficiência no uso da terra, da energia, da água, dos materiais e dos ecossistemas, reduzindo os impactos do empreendimento na saúde humana e no meio ambiente. Essas construções buscam sempre a melhor localização, design, construção, operação, manutenção e remoção de resíduos, englobando o ciclo de vida completo do edifício (CRYER *et al*, 2006; KIBERT, 2013).

Para Kibert (2013), o maior impulsionador dos *green buildings* é o paradigma do desenvolvimento sustentável - “desenvolvimento que atende as necessidades presentes sem comprometer a habilidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987) – pois este conceito vem mudando as estruturas físicas e o funcionamento das empresas, bem como as mentalidades.

Desde muito tempo os atributos presentes nas construções verdes já eram utilizados, incentivados principalmente pela necessidade dos usuários. Antes do surgimento da iluminação elétrica barata, havia, por exemplo, uma grande preocupação dos arquitetos ou idealizadores das construções em se ter luz e ventilação natural, o que pode ser observado nos diversos edifícios históricos.

Os edifícios verdes procuram integrar as relações sociais (ambiente confortável e seguro, presença de luz natural, etc.) com as metas ambientais (redução das emissões de gases de efeito estufa, do uso da água, etc.). Por esse motivo, os *green buildings* acabam por oferecer espaços interiores mais saudáveis e confortáveis, além de diminuir a pegada ecológica do edifício (LUCUIK *et al*, 2005).

Apesar dessas construções geralmente custarem mais para projetar e construir que as convencionais, esses custos podem ser abatidos posteriormente, pois melhoram a imagem da empresa, diminuem os riscos, aumentam as vendas no varejo, entre outras vantagens (LUCUIK *et al*, 2005).



Constatou-se, entretanto, que não havia meios para verificar o quão verde as construções eram. Assim, a partir de consenso entre pesquisadores e agências governamentais, surgiu a necessidade de se fazer a avaliação do desempenho ambiental dos edifícios através de certificações (SILVA, 2007). Estas avaliações descrevem abordagens que fornecem de forma objetiva as forças ambientais dos *green buildings*. Num primeiro momento as certificações eram direcionadas para novos edifícios, principalmente de escritórios. No entanto, elas vêm expandindo para outros tipos de construções, como hotéis, fábricas, casas, além de passar a abranger comunidades, desenhos urbanos, planejamento de infraestrutura, entre outros (KIBERT, 2013)

Já foram desenvolvidos diversos métodos para a avaliação de edifícios sustentáveis. Praticamente cada país europeu, além dos EUA, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong, possui um sistema próprio de avaliação de desempenho. Estas avaliações têm vários objetivos, desde ferramentas de apoio até avaliação pós-ocupação (SUSTENTARE, 2009).

O primeiro sistema de avaliação surgiu em 1990 no Reino Unido, o BREEAM, que serviu como base para todos os outros. Alguns dos mais conhecidos são: LEED (Estados Unidos), BEPAC (Canadá), EPIQR (Alemanha), Certification Habitat e Environnement (França), CASBEE (Japão), HK-BEAM (Hong Kong) e Green Star (Austrália) (SILVA, 2007).

Basicamente, esses sistemas de avaliação estão ordenados em duas categorias, a primeira que promove a construção sustentável através de mecanismos de mercado, podendo ser absorvidas de maneira simples pelo mercado e projetistas em geral, e normalmente estão em formas de lista de verificação – LEED, BREEAM, HK-BEAM, entre outros. E no segundo grupo estão os métodos orientados para a pesquisa, como o BEPAC e o GBG, por exemplo (SILVA, 2007), com o Brasil utilizando métodos dos dois grupos.

De modo geral quase sempre são consideradas cinco categorias de avaliação de desempenho, quais sejam: planejamento do local, desempenho energético, gestão da água, utilização de materiais e qualidade do ambiente interior. Todas baseadas ao menos nas três dimensões da sustentabilidade. Esses indicadores possuem pontuação técnica de acordo com o grau de atendimento aos requisitos, assim como ponderações que estão em sintonia com os principais problemas ambientais locais. Assim, o quão verde é o empreendimento é calculado através da soma das pontuações ponderadas (SUSTENTARE, 2009; TÉCHNE, 2008; KIBERT, 2013).



Uma desvantagem significativa desse tipo de metodologia de classificar uma construção como verde é que, cada sistema de avaliação, traz a visão de determinada instituição do que seria um *green building*, e acontece que diversas vezes, por questões financeiras ou de tempo, essas avaliações deixam muito a desejar. Kibert (2013) cita como exemplo que para prever o consumo de energia, utiliza-se modelagem em vez de dados de consumos reais, uma vez que se levaria no mínimo um ano para colher os dados necessários, gerando diferenças nos resultados.

São milhares os empreendimentos que possuem selo verde espalhados pelo mundo, por exemplo: o *campus* da Agência de Saúde Animal e Veterinária (AHVLA), perto de Weybridge no Reino Unido, certificado pelo BREEAM, possui espaços econômicos e compactos permitindo uma redução da demanda por energia, possui turbinas eólicas, sombreamento solar, utilização das águas pluviais entre outros atributos. O *Bligh Street* em Sydney na Austrália certificado pelo Green Star, é um dos edifícios mais avançados no mundo, com fachada dupla pele que possui persianas que se ajustam conforme a orientação solar, sistema de reciclagem de água, ar condicionados movidos à energia solar, entre outras técnicas (KIBERT, 2013)

No Brasil, dentre as certificações mais difundidas estão: a AQUA, o Procel e o LEED/Brasil. O selo AQUA foi criado em 2009, a partir do modelo francês HQE pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini, juntamente com o Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e o *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (MACHADO, 2013).

O Procel é uma iniciativa do governo para a promoção da racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, ou seja, visa a eficiência energética. No entanto, no Brasil a certificação mais popular e mais realizada é o LEED, de origem norte americana, ganhando inclusive, em 2008, versão brasileira (MATOS, 2014; MACHADO, 2013).

A região Sudeste é a região que mais possui edificações certificadas, tanto pelo LEED/Brasil quanto pelo AQUA. A região Norte ocupa o último lugar. De acordo com estudo feito por Matos (2014), a maioria das edificações certificadas pelo LEED/Brasil é do ramo comercial, enquanto o AQUA certifica mais residências.



### 3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Energia, de maneira bem sucinta, é o potencial inato que algo tem para realizar um trabalho ou ação, permitindo a transformação na configuração de um sistema. No entanto, este conceito não é único e nem imutável dentro da comunidade científica, existindo diversas teorias a respeito. A energia assume ainda vários tipos, como: calorífica, cinética, elétrica, eletromagnética, mecânica, potencial, química, radiante, podendo se transformar inclusive umas nas outras, uma vez que a mesma é conservada, não podendo ser criada nem destruída (BUCUSSI, 2007).

A eletricidade é uma das formas de energia que pode se converter em outras de forma eficiente e imediata. Para que essa transformação ocorra é necessário um circuito composto por fonte, condutor e carga, que vão funcionar da seguinte maneira (HADDAD, 2004):

1. As fontes, que podem ser pilhas, baterias, geradores, células fotovoltaicas, vão receber qualquer forma de energia e transformá-la na elétrica;
2. Essa energia pode então ser transportada através de condutores, que normalmente são feitos de cobre, ferro ou alumínio até a carga ou receptor;
3. A carga, ao contrário da fonte, vai receber energia elétrica e transformar em outro tipo de energia, como por exemplo em energia térmica para o ferro elétrico e aquecedores, energia mecânica para a ventilação, energia luminosa para iluminação e letreiros.

Já eficiência, segundo o dicionário Michaelis (2018), é a capacidade de executar bem um trabalho ou desempenhar adequadamente uma função. Assim, o termo eficiência energética significa utilizar bem a energia, ou seja, com menor desperdício possível, buscando reduzir as perdas que ocorrem no processo que vão desde a geração até o consumo, através de melhores hábitos de uso, melhores tecnologias e da otimização no uso das fontes de energia (ABESCO, sd.; POVEDA, 2007).

A eficiência energética é de extrema relevância na conjuntura atual, pois segundo Poveda (2007), essa ação é uma das mais importantes no combate ao aquecimento global. Além disso, é uma das principais opções frente às crises econômicas, energéticas e ambientais, permitindo economizar os escassos recursos econômicos, retardar o esgotamento dos recursos não renováveis como o petróleo, e reduzir a emissão de CO<sub>2</sub> (LLAMAS, 2009).

A maior parte dos países europeus possui apoio público para a implementação da eficiência energética, o que é crucial para que este conceito saia da teoria para a prática, além de possuírem instituições especializadas no assunto. Estas, por sua vez, promovem entre as



empresas privadas a eficiência energética, mostrando os benefícios econômicos, e coordenando as ações governamentais, criando assim apenas uma linha de ação (POVEDA, 2007).

Na Espanha em 2009, por exemplo, o principal instrumento de apoio político no assunto foi a Estratégia Espanhola de Economia e Eficiência Energética 2004-2012. A União Europeia também tem cada vez mais apoiado politicamente a eficiência energética, confirmando sua posição através de instrumentos como o Livro Verde de Eficiência Energética “Hacer más com menos”, com o Plano de Ação para a Eficiência Energética, e com as propostas relacionadas ao programa *Climate Action*. (LLAMAS, 2009).

Segundo Poveda (2007), para a América Latina e o Caribe, a incorporação de empresas privadas no setor elétrico, em certa parte tem aumentado o interesse em melhorar a eficiência na produção de energia. Além disso, com a tendência de desaparecimento dos subsídios para os consumidores, os mesmos terão uma noção melhor do preço e, naturalmente, serão incentivados a utilizar a energia de forma mais eficiente. Os dois países com experiências mais consolidadas são Brasil e México.

No Brasil há o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e o Programa de Racionalização no Uso de Derivados de Petróleo e Gás Natural (CONPET). Os dois, de iniciativas do Governo Federal, possuem representantes da iniciativa privada, entre outras iniciativas menos divulgadas (POVEDA, 2007).

No México, existe desde 1989 a *Comisión Nacional para el Ahorro de Energía* (CONAE), que é um organismo público descentralizado da Secretaria de Energia do México, há também a *Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica* (FIDE) que é uma instituição privada com o objetivo de promover a economia de energia elétrica entre os usuários (POVEDA, 2007).

Dentre as políticas para a redução do consumo e eficiência energética estão: incentivo à utilização de equipamentos energéticos eficientes; inserção no preço da energia de impostos correspondentes às externalidades, como por exemplo, emissões de gases, alteração na estética de uma paisagem, ameaça à vida selvagem; subsídios para uso de fontes de energia menos poluentes ou equipamentos mais eficientes; utilização de certificados verdes para produtores de energia ambientalmente “amigáveis”; certificados brancos para agentes econômicos que atenderem obrigações de eficiência energética (LLAMAS, 2009; BYE e BRUVOLL, 2008).



Assim, Llamas (2009) afirma que para se obter a eficiência energética é necessário não apenas lançar mão de políticas para tentar resolver as falhas de mercado, mas também a política tecnológica e a promoção da eficiência, são de suma importância, uma vez que sem a economia de energia por parte dos usuários não é possível alcançar o objetivo esperado.

Por outro lado, existe um paradoxo da eficiência energética, uma vez que os benefícios para os geradores privados e empresas de transmissão não são claros, e quando são, não há interesse dos mesmos na redução do consumo, pois significaria menos receita. Assim, o desenvolvimento da eficiência energética fica comprometido e muitas vezes acaba fracassando, pois não há significativos investimentos, sobrevivendo apenas em alguns países que tiveram solidez institucional para implementar programas (POVEDA, 2007; LLAMAS, 2009).

Além disso, quando as políticas de eficiência energética são existentes nem sempre conseguem alcançar os objetivos esperados, pois em muitos países, mesmo com a implantação dos programas, a demanda por energia não para de crescer. Llamas (2009) dá como exemplo o caso da Espanha. São diversas as justificativas para o efeito reverso, como: o baixo preço da energia que não inclui as externalidades; os custos dos investimentos maiores que o esperado, além de serem incertos e irreversíveis; falhas nas informações; lentidão no processo de difusão tecnológica, entre outras razões (LLAMAS, 2009).

No Brasil, a iniciativa mais importante é o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, mais conhecido como Procel, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, executado e desenvolvido pela Eletrobrás. Desde 1985, ano de sua instituição, o Procel tem por objetivo maior o desenvolvimento da produção racional, o uso eficiente da eletricidade e o combate ao desperdício, através da promoção de ações de eficiência energética (POVEDA, 2007; PROCEL, sd.).

Juntamente com o Procel, o Programa Brasileiro de Etiquetagem avalia a conformidade do atendimento aos requisitos de desempenho estabelecidos em normas e regulamentos técnicos através de cores e classificação dos equipamentos em uma escala de “A” a “E”.

Uma residência, por sua vez, pode ser eficiente energeticamente, segundo Lamberts *et al* (2014), desde que contenha elementos que permitam a redução no consumo de energia elétrica. Entre as alternativas para se conseguir essa eficiência estão o emprego de sistemas de controle baseados na automação residencial e a utilização da arquitetura da própria edificação. Sendo que a primeira alternativa possui um alto custo monetário devido à tecnologia



empregada, e a segunda, apesar de mais viável economicamente, é necessária a aplicação de técnicas arquitetônicas específicas.



## 4 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

No projeto arquitetônico, os confortos térmico e visual devem ser considerados de forma harmônica para tornar possível o bom desempenho energético da construção. O conforto térmico está baseado na satisfação com o ambiente térmico que envolve um indivíduo. Este conceito subjetivo é influenciado por variáveis como: temperatura do ar, temperatura radiante, umidade relativa e velocidade relativa do ar, além da atividade física e da vestimenta do indivíduo. Já o conforto visual é a existência de certas condições na qual uma pessoa pode realizar suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão, com o mínimo de esforço e de riscos de prejuízos à visão e de acidentes (LAMBERTS *et al*, 2014).

O arquiteto no Brasil, segundo Bogo (2008), deve ter quatro preocupações: combater o calor e a luminosidade excessivos provenientes da insolação; proporcionar ventilação adequada; proteção contra precipitação e; conservação dos materiais. Além disso, pode-se acrescentar a umidade e o microclima, que possuem variáveis relacionadas à vegetação, topografia, tipo de solo, presença de obstáculos naturais ou artificiais, entre outros aspectos (LAMBERTS *et al*, 2014).

Desse modo, a arquitetura que busca, a partir dos seus próprios elementos, utilizar as condições favoráveis do clima com o objetivo de satisfazer as exigências de conforto térmico do indivíduo, chama-se Projeto Bioclimático. Esse termo foi criado pelos irmãos Olgyay na década de sessenta, juntamente com um diagrama com estratégias de adaptação da arquitetura ao clima, que com o passar dos anos foi sendo corrigido, aperfeiçoado e adaptado pelos países (LAMBERTS *et al*, 2014).

O desempenho térmico das edificações - que é o comportamento térmico mínimo que se espera da construção e dos seus elementos (esquadrias, coberturas e paredes) para se obter melhores condições de conforto térmico interior e racionalização energética - é normalizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas através da Norma Brasileira 15220 – 3.

No entanto, a norma possui algumas limitações no que tange à algumas diretrizes construtivas e nas estratégias de condicionamento térmico passivo. Além de colocar numa mesma zona bioclimática locais com características geográficas bem diferentes, sem considerar aspectos como altitude, por exemplo (BOGO, 2008).

Esta norma estabelece o zoneamento bioclimático brasileiro, subdividindo o país em oito zonas, sendo Manaus localizada na ZB8 que compreende a Amazônia e grande parte do litoral brasileiro. As principais diretrizes construtivas para a região são: uso de aberturas



grandes e totalmente sombreadas, paredes e coberturas leves e refletoras e o uso de ventilação vertical e a cruzada permanente durante todo o ano (LAMBERTS *et al*, 2014).

Apesar desse estudo macro ser válido, é necessária a análise bioclimática local, a partir de dados climáticos disponíveis, o que não acontece, pois as edificações brasileiras são construídas em sua maioria de forma padronizada, incorporando muitas vezes linguagens culturais diferentes e utilizando tipologias iguais para cidades de comportamentos climáticos distintos (LAMBERTS *et al*, 2014).

Em consequência de fatores variados, a diversidade climática no território brasileiro é muito grande. Dentre eles, destaca-se a fisionomia geográfica, a extensão territorial, o relevo e a dinâmica das massas de ar. Este último fator é de suma importância porque atua diretamente tanto na temperatura quanto na pluviosidade, provocando as diferenciações climáticas para cada uma de suas regiões, o que são essenciais para o estudo e a solução de uma edificação ainda na fase de projeto, de modo a garantir uma melhor identificação do edifício com o lugar, considerando o conforto térmico dos indivíduos e a redução do consumo de energia (LOUREIRO *et al*, 2002, p. 154).

Segundo um estudo realizado por Loureiro *et al* (2002), Manaus praticamente não possui conforto térmico, com a ventilação como principal estratégia a ser adotada no desenho das edificações. Logo, as casas devem favorecer ao máximo a entrada de correntes de ar no seu interior.

A ventilação, apesar de ser indicada para proporcionar conforto térmico em 65,2% das horas do ano, deve ser utilizada através de sistemas mecânicos em 53,3%, sendo que o potencial de ventilação natural disponível não passa de 11,9% das horas do ano. O ar condicionado deve ser utilizado em 34,1% do ano. Somado à ventilação mecânica, há um consumo energético em 87,4% do ano que necessita ser racionalizado (LOUREIRO *et al*, 2002, p. 162).

Além disso, os elementos construtivos de captação dos ventos devem estar orientados a N, NE ou L, e todos 100% sombreados (LOUREIRO *et al*, 2002).

A arquitetura moderna vigente na cidade atualmente não leva em consideração aspectos climáticos regionais importantes, apenas copiando e importando o de outras realidades. Há uma excessiva utilização de vidros, baixos pés-direitos, paredes simples, esquadrias pequenas, pouca cobertura vegetal no entorno, asfalto nas ruas que, não contribuem para o conforto térmico dos usuários, mas ao contrário, pioram a situação (LOUREIRO *et al*, 2002)



## 5 ESTILO ECLÉTICO DE ARQUITETURA

No fim do século XIX e início do século XX, período também conhecido como *Belle Époque*, acreditava-se que tudo poderia se resolver através do progresso material, com as cidades como locais privilegiados para usufruto das benesses da modernidade e do conforto material da burguesia, que era a elite em ascensão nesta época. A cidade de Paris foi o principal modelo desse progresso para outras capitais e metrópoles do mundo inteiro, especialmente depois da reforma urbana implementada por Georges Eugène Hausmman, entre os anos de 1853 e 1869 (BONAMETTI, 2006).

Hausmman foi um arquiteto prefeito que juntamente com sua equipe mudaram o espaço urbano da cidade de Paris. Artérias foram estendidas, construíram-se diversas pontes, bulevares, largas avenidas pavimentadas com paralelepípedos de pedra e arborização. Nesse período entrava em moda o estilo arquitetônico conhecido como Eclétismo, que vai ser bem característico das construções nessa época (XAVIER E SANTOS, 2014).

O termo Eclétismo vem do grego *eklektikós* que se refere àquele que escolhe, ou seja, não há uma linha rígida de pensamento a ser seguida, podendo-se escolher entre as diversas opções. Esse estilo tem relação com o florescimento do Iluminismo na Europa a partir da segunda metade do século XVIII, pois os iluministas se abriram aos estudos das civilizações, permitindo o estudo universal das diversas arquiteturas. Esse estilo também vem satisfazer os desejos da burguesia que estava em ascensão e que buscava *status*, sendo cada vez mais individualista (PEDONE, 2005; FABRIS, 1993).

Os Ecléticos não aceitavam a legitimidade de um único sistema arquitetônico, pegando elementos do passado que seriam adequados ao presente. Os ecléticos assim como góticos e clássicos, tinham a crença no racionalismo, ou seja, as formas arquitetônicas deveriam ter uma justificativa racional, provindas das leis da natureza. Segundo Pedone (2005, p. 136),

A atitude de compor com elementos de diferentes sistemas arquitetônicos e a capacidade de adaptação ao lugar, às particularidades de cada contexto e de sua tradição histórica e cultural, adquiriram um novo significado: para cada momento, programa e lugar específico uma nova síntese arquitetônica, sem a intenção de delimitar uma linguagem ou definir um estilo.

[...]

O arquiteto concilia o programa com o lugar, explora as potencialidades da construção e das inovações tecnológicas, e investe na possibilidade de articular sistemas e elementos de diferentes procedências, sua combinação e síntese, para alcançar uma solução inesperada e contemporânea.



O Eclétismo, em sentido estrito, associa em um mesmo edifício estilos de diferentes origens, tentando pegar o melhor entre eles e formar um estilo mais perfeito. Em uma mesma construção era possível encontrar características dos mais diversos estilos, como o gótico, o romântico, o renascentista, o barroco e o rococó. Valorizava-se a monumentalidade das construções e a ornamentação das fachadas. Além dos projetos terem três pontos fundamentais: os recursos para embelezar, os recursos técnicos modernos e a garantia da segurança (BONAMETTI, 2006; MESQUITA, 2005).

No período colonial, o estilo das construções no Brasil, especialmente das casas, foi sem dúvida herança dos portugueses, apesar de que aos poucos as casas foram se ajustando e apresentando características próprias que as singularizavam. Por exemplo, em Portugal o fogão e a cozinha são o centro da casa, as famílias curtem o calor depois de uma refeição no inverno, já aqui no Brasil o calor tropical espantou o fogão, afastando a cozinha (LEMOS, 1993).

No entanto, quando os ecos da revolução industrial começaram a chegar no Brasil a partir da segunda metade do século XIX, chegaram juntamente as novas tendências mundiais, entre elas o Eclétismo. Esse estilo arquitetônico se espalhou pelo país e foi se estabelecendo de forma gradual nos locais, com exceção daqueles onde ocorreu um surto de riqueza, como Manaus e Belém, que tiveram verdadeiras explosões de eclétismo (LEMOS, 1993).

O movimento em direção a essa nova arquitetura se deu, sem dúvida, pelo rechaço radical dos vestígios do colonialismo que persistia ainda no país. No entanto, esse fato não pode ser imputado apenas aos imigrantes no país, mas era, principalmente, o gosto da elite da época que desejava reproduzir no Brasil os modelos prevalentes na Europa. É claro que não é pertinente pensar num simples fenômeno de imitação. O que aconteceu nesse período foi algo muito mais complexo, no entanto, este assunto não será abordado nesse estudo (BONAMETTI, 2006; FABRIS, 1993).

Nessa época os materiais de construção vinham de fora e eram manipulados por mão de obra estrangeira, para possibilitar plantas e espaços inspirados nas revistas europeias, que não tinham nada a ver com a cultura local. Essa facilidade de entrada de materiais aconteceu, principalmente devido ao frete barato ou mesmo nulo que os navios cobravam para poder voltarem lotado de borracha, açúcar, café, madeira entre outros materiais. A mudança no



planejamento das casas aconteceu por conta desses novos materiais, mas também devido aos novos conceitos de higiene que passaram a vigorar na época, como afirma Lemos (1993, p. 101-102):

A nova técnica veio de encontro aos reclamos dos recentes conceitos de salubridade doméstica. O tijolo permitiu arcos, abobadilhas, vãos maiores e, portanto, janelas de mais luzes e mais próximos umas dos outros. Ar e claridade abundantes. Venezianas patrocinando ventilação permanente. Adeus ao mofo. As novos e acessíveis chapas de cobre ou zinco puro permitiram calhas para condução de águas pluviais dos telhados agora recortados, possuindo rincões necessários aos afastamentos laterais, que permitiam a ampla comunicação com o exterior de todos os cômodos da moradia. A casa brasileira estava deixando de ser a “fábrica do medo”! no dizer de Guilherme de Almeida. Casas claras.

Construções assoalhadas com porões ventilados. Cozinhas, banheiros agora internos, áreas descobertos e alpendres com pisos ladrilhados.



## 6 TRANSFORMAÇÕES EM MANAUS NO PERÍODO ÁUREO DA BORRACHA

O processo de grandes transformações ocorridas no fim do século XIX em Manaus reflete o processo “civilizador” ocorrido na Europa no fim do século XV, período em que o Estado começa a centralizar o controle, definindo o traçado da cidade e passando a imagem de ordem e beleza. Apesar de todas as dificuldades encontradas, percebeu-se, segundo Mesquita (2005), uma predisposição natural para a atualização e modernização da capital amazonense, sendo a prosperidade econômica e o sistema republicano os principais responsáveis pela intensificação das modificações.

Se comparada a Paris, Viena e São Petersburgo a área a ser revolvida era relativamente reduzida, não apresentava focos tradicionais de ocupação, nem era atravancada como os centros urbanos europeus. Nota-se que, se comparada às reformas havidas em cidades europeias, a intervenção realizada em Manaus fora de pequeno formato. Entretanto, a proporção dessa intervenção, assim como sua velocidade, foi algo excepcional para a cidade, se mensurada pela história regional, e um exemplo destacado no cenário nacional ou americano (MESQUITA, 2005, p. 401).

Enquanto a Europa fervilhava com a industrialização e reformas urbanas, Manaus até a última década do século XIX permanece calma e bucólica. Segundo Mesquita (2005), os relatos sobre a cidade antes do período áureo da borracha é de que a mesma era uma cidade insignificante, com cerca de 3.000 habitantes, com ruas sem pavimentação e casas sem qualquer noção de beleza arquitetônica, a maioria com apenas um pavimento, de pau-a-pique e cobertas com palha.

Os bairros eram compostos por poucas ruas, em geral curtas e irregulares. A topografia da cidade era bastante acidentada, com morros e ladeiras. As casas erguiam-se sem muita regularidade sobre colinas ou espalhavam-se nos limites desenhados pela sinuosidade dos igarapés que serpenteavam pela cidade e determinavam sua extensão. Em geral, as construções eram feitas com material da região, tal como a madeira, a palha, a pedra e o barro (MESQUITA, 2005, p. 136).

Grandes fortunas pessoais foram construídas nesse período de transformação da cidade, sendo que entre os novos ricos estão seringalistas, empresários, profissionais liberais, funcionários públicos graduados e pessoas que vinham de funções administrativas na província ou no próprio estado. Essas pessoas foram influenciadas por estrangeiros - principalmente ingleses - por meio das exportações, viagens turísticas ou de negócios, trânsito pelas universidades, consumo de produções literárias, entre outras formas de contato.



Foi então, através disso que a cidade começou a se “europalizar” (DIAS, 1999; MESQUITA, 2005; DOS SANTOS JÚNIOR, 2007).

A modernidade em Manaus não só substituiu a madeira pelo ferro, o barro pela alvenaria, a palha pela telha, o igarapé pela avenida, a carroça pelos bondes elétricos, a iluminação a gás pela luz elétrica, mas também transforma a paisagem natural, destrói antigos costumes e tradições, civiliza índios transformando-os em trabalhadores urbanos, dinamiza o comércio, expande a navegação, desenvolve a imigração. É a modernidade que chega ao porto de lenha, com sua visão transformadora, arrasando com o atrasado e feio e construindo o moderno e belo (DIAS, 1999, pg. 32).

Paris foi a cidade referência para a Manaus do período áureo da borracha, foi a vitrine para a sua modernização. No entanto, apesar das perceptíveis semelhanças, muitos projetos foram adaptados para atender às demandas locais. O pouco que se tinha da arquitetura colonial, das casas velhas de palha e de barro, foi substituído por grandes palacetes e sobrados (DIAS, 1999; DOS SANTOS JÚNIOR, 2007).

A cidade de Manaus no fim do século XIX começou a ser embelezada e modernizada para ficar de acordo com as noções de progresso e para que a elite pudesse demonstrar o seu *status* e poder, tudo era intencionalmente pensado e ponderado para alcançar esses objetivos. Além disso, essas construções tinham o intuito de inibir o uso e permanência de populares na região central, formando barreiras sociais sem a presença de muros. Tiveram que ser construídas avenidas arborizadas e *boulevard*, por exemplo, para passeios ao ar livre, hábito europeu que fora copiado (MESQUITA, 2015; DOS SANTOS JÚNIOR, 2007; BONAMETTI, 2006).

Segundo Oliveira (2003, p. 128), as políticas públicas na construção do espaço urbano em Manaus proporcionavam a segregação social e a exclusão. Os melhoramentos não chegavam aos pobres, mas apenas à elite. Na década de vinte a cidade era imaginada como a “Paris dos Trópicos”, com seus prédios suntuosos, riqueza e ostentação de poucos, que eram os que realmente desfrutavam do luxo da época.

A população carente não pôde mais continuar morando no centro, pois este se tornou um lugar de negócios e o cartão postal da cidade para os estrangeiros. Além disso, essas pessoas não tinham condições de atender as exigências para as edificações que começaram a ser impostas pelo poder público. Começam a serem proibidas, por exemplo, as casas cobertas de palha, os sótãos, postigos ou água furtada (DIAS, 1999).



O 1.º artigo do título *Aformoseamento da cidade*, aprovado pelo Código de Posturas da Câmara Municipal de Manaus de 1875, proibia “edificar ou reedificar prédio, cerca ou muro dentro da cidade sem prévia licença e alinhamento dado pela Câmara Municipal”. A alínea 1.ª desse artigo determinava que a fachada dos edifícios térreos deveria medir mais que cinco metros de altura, enquanto que a dos sobrados, nove metros de altura. Exigia-se que os portais deveriam medir mais de três metros de altura e as janelas, dois metros e dez centímetros, sobre um e cinco de largura (MESQUITA, 2005, p.148)

Outros aspectos exigidos pelo poder público, por exemplo, através do Serviço Sanitário regulamentado em 1897, eram que as residências deviam ser verificadas por médicos quanto à disposição dos compartimentos, renovação de ar, penetração de luz, manutenção do asseio sanitário necessário para guardar a saúde. Além do intuito de tornar o centro moderno e salubre, parte dessa preocupação com a higiene se deu por conta de um surto de varíola que ocorreu em 1896. A saúde pública, no contexto da *Belle Époque* era a ordem do dia, tudo deveria estar nos moldes internacionais. (DIAS, 1999; DOS SANTOS JÚNIOR, 2007).

Procura-se copiar as pompas e os costumes europeus, expulsa-se o natural e adota-se o artificial e caro. Nessa época foram construídos o porto flutuante, prédio da alfândega, mercado público, Palácio da Justiça, Teatro Amazonas, penitenciária etc. A rua Joaquim Nabuco, por exemplo, foi o local preferido pela elite para construir suas residências, e que até hoje mostram a riqueza e abundância de poucos daquela época (DIAS, 1999).

Os argumentos de Eduardo Ribeiro para promover as obras constantes do Plano de Embelezamento da cidade de Manaus tinha como insistente justificativa o bem comum da população. Segundo ele, era para o povo que ele melhorava as condições da cidade, ampliava seus arredores, promovia a instalação de serviços públicos como eletricidades e *bonds*, embelezava os espaços públicos e criava opções de lazer (MESQUITA, 2005, p. 269).

No entanto, apesar de toda a idealização e tentativa de impressionar da classe dominante de que tudo era lindo e harmonioso, a cidade se encontra na verdade em outra realidade. A maior parte da população não recebeu as benesses da modernização, não tendo abastecimento de água, nem remoção de lixo ou serviço de transporte. As fachadas das casas dos pobres, o arruamento, assim como aspectos do terreno em nada se pareciam com as da região central (DIAS, 1999).



## 7 MATERIAL E MÉTODOS

### 7.1 Características da pesquisa

Para tentar responder o questionamento norteador do trabalho - se de fato as casas construídas durante o período áureo da borracha eram eficientes energeticamente - utilizou-se o método científico, descrevendo toda a metodologia para se chegar ao resultado, possibilitando posterior verificação de quem assim desejar (GIL, 2008).

Foi uma pesquisa exploratória, onde se buscou esclarecer a ideia da questão norteadora através de uma visão geral aproximada, já que não foi possível estudar todas as residências possíveis. No entanto, o estudo também se aproximou da pesquisa descritiva, pois se descreveram as características das residências estudadas, utilizando a metodologia do Selo Procel para coletar os dados e tentando encontrar uma relação entre a arquitetura e a eficiência energética do local (GIL, 2008).

Além disso, a pesquisa foi objetiva, levando em conta aspectos da realidade física, no caso a arquitetura das residências, deixando pouca possibilidade de distorção e de influência de pontos de vista e inclinações pessoais do pesquisador (GIL, 2008).

Fez-se o levantamento bibliográfico, abordando o que são os *green buildings* e quais as principais certificações utilizadas no Brasil e no mundo, quais as características da arquitetura bioclimática, o que é eficiência energética e como funciona o Selo Procel, além de uma breve explanação sobre as residências construídas no fim do século XIX e início do século XX.

Com isso, através de amostragem não probabilística, realizou-se o estudo de caso em 09 (nove) residências unifamiliares na cidade de Manaus, Amazonas (Tabela 01 e Figura 01), ou seja, aquelas que possuem apenas uma unidade habitacional autônoma (UH) - unidade imóvel, com acesso único e que possui no mínimo banheiro, dormitório, cozinha e sala (INMETRO, 2012).

**Tabela 1 – Coordenadas geográficas das residências estudadas**

Residência	Coordenadas
01	3°08'17.6"S 60°01'13.7"W
02	3°08'16.7"S 60°01'14.2"W
03	3°08'10.1"S 60°01'11.5"W
04	3°08'18.9"S 60°01'15.2"W
05	3°08'00.5"S 60°01'09.2"W
06	3°08'02.1"S 60°01'09.2"W
07	3°07'58.8"S 60°01'09.1"W
08	3°07'59.5"S 60°01'09.1"W
09	3°07'58.3"S 60°01'09.2"W

Fonte: Adaptado do Google Maps, 2019.

**Figura 1 - Localização das residências estudadas**



Fonte: Editado do Google Maps, 2019.



Como o objetivo do trabalho é estudar as casas construídas durante o período áureo da borracha, foram escolhidas para serem objeto de estudo as que sofreram menos intervenção em sua estrutura física, de modo a se chegar o mais próximo possível da realidade daquele período. As mesmas ficam na Avenida Joaquim Nabuco, que foi a rua mais utilizada pela elite da época e que obedeciam ao Plano de Embelezamento proposto pelos governantes da época, onde se prezava pela beleza, recursos técnicos modernos e a garantia da segurança das edificações, seguindo os padrões europeus de arquitetura.

Para a coleta dos dados necessários no cálculo do Selo Procel para eficiência energética, foram realizadas visitas *in loco*, registros fotográficos, georreferenciamento, medições com trena a laser, anotações das características das residências, e a elaboração de desenhos tipo croqui para facilitar a visualização dos ambientes.

## 7.2 Avaliação da eficiência energética das residências

Para a avaliação das edificações, foi utilizada a metodologia do Regulamento Técnico da Qualidade para Edificações Residenciais (RTQ-R), do Programa Brasileiro de Edificações, o PBE Edifica, desenvolvido pelo Inmetro em parceria com o Procel Edifica da Eletrobrás, que tem por objetivo verificar qual o nível de eficiência energética de uma residência, com relação à sua arquitetura. Para isso, o método utiliza uma classificação em etiquetas que vão de A à E, sendo A o limite superior, ou mais eficiente e E o limite inferior, ou menos eficiente (INMETRO, 2012).

Como pré-requisito geral para obtenção de eficiência A ou B, a UH deve possuir medição individualizada de eletricidade e água, no entanto, o não cumprimento desse item não impede o processo de avaliação para a etiquetagem e nem a realização do trabalho. São avaliados três requisitos: 1. Desempenho Térmico da Envoltória; 2. Eficiência dos Sistemas de Aquecimento de Água; 3. Eventuais Bonificações. Com esses requisitos, através da equação 7.1 chega-se a uma pontuação final ( $PT_{UH}$ ), que depois de inserida na tabela 2 possibilita encontrar o Nível de Eficiência da Residência.

$$PT_{UH} = (a \times EqNumEnv) + [(1 - a) \times EqNumAA] + Bonificações \quad \text{Equação 7.1}$$

Onde,



$PT_{UH}$ : pontuação total do nível de eficiência da unidade habitacional autônoma;

a: 0,95 para a região Norte, ou 0,65 se houver sistema de aquecimento de água projetado ou instalado;

EqNumEnv: equivalente numérico da envoltória da unidade habitacional autônoma quando ventilada naturalmente;

EqNumAA: equivalente numérico do sistema de aquecimento de água;

Bonificações: iniciativas que aumentem a eficiência da edificação.

**Tabela 2 - Classificação do nível de eficiência de acordo com a pontuação obtida**

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

Fonte: Inmetro, 2012

Quanto mais baixa a pontuação total obtida, menos eficiente energeticamente a residência é, ao contrário, quanto maior a pontuação obtida nos três requisitos, mais eficiente.

### 7.2.1 Desempenho térmico da envoltória

Segundo o RTQ-R, envoltória 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. Não estão incluídos pisos, estejam eles ou não em contato com o solo” (INMETRO, 2012, p.9). O valor final deste item foi o EqNumEnv - número representativo do desempenho térmico da envoltória para a unidade habitacional autônoma para resfriamento e refrigeração – definido a partir da metodologia do RTQ-R.

#### 7.2.1.1 Pré-requisito

Para o desempenho térmico da envoltória, foi necessária a verificação dos pré-requisitos (parâmetros a serem estudados) e a avaliação individual de cada ambiente de permanência prolongada da UH para a transmitância térmica, capacidade térmica, absorvância solar das superfícies, ventilação natural e iluminação natural, que são:

1. Transmitância Térmica – a transmitância térmica é a quantidade de calor que atravessa uma superfície de um metro quadrado numa espessura de um metro em um segundo, ou seja, quanto menor seu valor, menor a dispersão de calor. É o inverso da resistência térmica, que é calculada pelo quociente da espessura do material sobre a sua condutividade térmica, sendo este encontrado em tabela na NBR 15220-2 (INMETRO, 2012; ABNT, 2003a). Esta característica, bem como a capacidade térmica e a absorvância solar, serão das paredes externas e coberturas de ambientes de permanência prolongada (Tabela 3);

2. Capacidade Térmica – a capacidade térmica é o quanto de calor um corpo precisa receber para alterar sua temperatura em uma unidade. É calculada através do produto da condutividade térmica do material, resistência térmica da camada, espessura da camada, calor específico da camada e a densidade de massa aparente do material da camada. Esses valores são encontrados para cada material em tabela da NBR 15220-2 (INMETRO, 2012; ABNT, 2003a).

3. Absortância Solar das Superfícies – absorvância solar das superfícies é o quanto da taxa de radiação é absorvida pelo conjunto em uma superfície, é utilizada apenas para superfícies opacas. Seu valor pode ser encontrado para cada material em tabela da NBR 15220-2 (INMETRO, 2012; ABNT, 2003a).

**Tabela 3 - Pré-requisitos de absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica (NBR 15574-4, NBR 15575-5 e NBR 15220-3)**

	Parede		Cobertura	
<b>Absortância solar (adimensional)</b>	$\alpha \leq 0,6$	$\alpha > 0,6$	$\alpha \leq 0,6$	$\alpha > 0,6$
<b>Transmitância Térmica [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	$U \leq 3,70$	$U \leq 2,50$	$U \leq 2,30$	$U \leq 1,50$
<b>Capacidade Térmica [kJ/(m<sup>2</sup>K)]</b>	Sem exigência	Sem exigência	Sem exigência	Sem exigência

Fonte: ABNT 2013a; ABNT 2013b; ABNT, 2003b

Um dos conceitos necessários para o cálculo da eficiência é o de Zona Bioclimática, que é uma região homogênea com relação aos fatores do clima que afetam na interação entre o conforto humano e o ambiente construído. A zona da cidade de Manaus, segundo a NBR 15220-3, é a ZB8, que compreende a maior parte do litoral brasileiro e da região Amazônica (ABNT, 2003b).

Para a ventilação natural na zona bioclimática 8, os ambientes de permanência prolongada – aqueles ocupados continuamente por uma ou mais pessoas, como sala de estar, dormitórios, escritórios, etc., não são consideradas nessa classificação as cozinhas, banheiros, varanda, entre outros com essas características - deveriam possuir no mínimo 10% de abertura

para ventilação em relação área de piso, sendo este valor encontrado a partir da equação 7.2. Foi necessário também que ao menos 50% dos banheiros (excluindo lavabos) possuíssem ventilação natural. A UH teve ainda, para atender a este pré-requisito, possuir ventilação cruzada atendendo a proporção da equação 7.3 (INMETRO, 2012).

$$A = 100 \times \left( \frac{A_v}{AU_{amb}} \right) \quad \text{Equação 7.2}$$

Onde:

A: percentual de abertura para ventilação em relação à área útil do ambiente (%);

$A_v$ : área de abertura para ventilação ( $m^2$ );

$AU_{amb}$ : área útil do ambiente ( $m^2$ ).

$$\left( \frac{A_2}{A_1} \right) \geq 0,25 \quad \text{Equação 7.3}$$

Onde:

$A_1$ : somatório das áreas efetivas de aberturas para ventilação localizadas nas fachadas da orientação com maior área de abertura para ventilação ( $m^2$ );

$A_2$ : somatório das áreas efetivas de aberturas para ventilação localizadas nas fachadas das demais orientações ( $m^2$ ).

A soma das áreas de abertura para iluminação natural em cada ambiente de permanência prolongada deveria possuir no mínimo 12,5% da área útil do ambiente. O não atendimento dos pré-requisitos acima, com exceção à ventilação cruzada, implica em no máximo nível C nos equivalentes numéricos da envoltória do ambiente para resfriamento e refrigeração.

Já a ventilação cruzada é considerada levando e conta a UH como um todo, e não para cada ambiente em particular. Se esse pré-requisito não for atendido a envoltória atingirá no máximo nível C no equivalente numérico para resfriamento.

#### 7.2.1.2 Método Prescritivo

Depois de verificar os pré-requisitos, procedeu-se à determinação do equivalente numérico (EqNumEnv) através de equações que estão relacionadas com a zona bioclimática. Esse número representa o desempenho térmico da envoltória, que poderá ser calculado através de três formas: 1. Desempenho para Resfriamento; 2. Desempenho para Aquecimento; 3.

Desempenho para Refrigeração. Como o estudo acontece na ZB8, apenas serão considerados os de resfriamento e o de refrigeração, sendo este último de caráter informativo, necessário apenas para bonificação utilizada no cálculo da pontuação total do nível de eficiência da UH (INMETRO, 2012). Como as edificações não possuíam sistema de aquecimento de água, o método de pontuação para o mesmo não foi descrito na metodologia.

#### 7.2.1.2.1 Desempenho para resfriamento

Para a determinação do desempenho para resfriamento, foi calculado o indicador de graus-hora para resfriamento (GHR) de cada ambiente de permanência prolongada para a ZB8, através da equação 7.4, utilizando as constantes da tabela 4 (INMETRO, 2012). As dimensões dos ambientes foram determinadas através de medidor a laser de distâncias, marca Bosch, modelo GLM 20 Professional, com precisão de medição de  $\pm 3,00$  mm, já as características foram coletadas a partir de observação e registro fotográfico com câmera de celular de 13 MP.

$$\begin{aligned}
 GH_R = & (a) + (b \times somb) + (c \times \alpha_{cob}) + (d \times \alpha_{par}) + (e \times CT_{baixa}) \\
 & + (f \times P_{ambO}) + (g \times solo \times AU_{amb}) + (h \times AP_{ambL} \times U_{par} \times \alpha_{par}) \\
 & + (i \times P_{ambN}) + (j \times pil \times AU_{amb}) + (k \times AAb_O \times (1-somb)) \\
 & + (l \times F_{vent}) + (m \times AAb_S \times (1-somb)) + (n \times U_{cob} \times \alpha_{cob} \times cob \times AU_{amb}) \\
 & + (o \times cob \times AU_{amb}) + (p \times Ab_N) + (q \times AP_{ambN}) + (r \times AP_{ambS}) \\
 & + (s \times P_{ambL}) + (t \times AP_{ambN} \times U_{par} \times \alpha_{par}) + (u \times Ab_L) \\
 & + (v \times PD/AU_{amb}) + (w \times solo) + (x \times SomA_{par}) \\
 & + (y \times AP_{ambO} \times U_{par} \times \alpha_{par}) + (z \times CT_{cob}) + (aa \times CT_{alta}) \\
 & + (ab \times U_{cob}) + (ac \times AP_{ambL} \times \alpha_{par}) + (ad \times P_{ambS}) + (ae \times pil) \\
 & + (af \times AAb_L \times (1-somb)) + (ag \times AAb_N \times somb) + (ah \times PD \times AU_{amb}) \\
 & + (ai \times A_{partInt}) + (aj \times AU_{amb}) + (ak \times AAb_N \times F_{vent}) \\
 & + (al \times AAb_S \times F_{vent}) + (am \times AAb_L \times F_{vent}) + (an \times Ab_S)
 \end{aligned}$$

*Equação 7.4*

**Tabela 4 - Valor das constantes da equação 7.4**

a	4957,7051	k	267,5110	u	-1089,0840	ae	-398,7255
b	-4358,3120	l	-1923,1450	v	4861,2191	af	66,4689
c	3875,5023	m	-135,5828	w	-703,1389	ag	-40,6794
d	4833,6329	n	76,0281	x	-3,4004	ah	-78,9077
e	2649,1399	o	-21,8897	y	55,4737	ai	59,9755
f	2224,2664	p	-1503,2234	z	-0,3847	aj	152,9115
g	-19,6341	q	-31,3561	aa	338,3054	ak	98,2787
h	40,0109	r	106,7381	ab	-556,2222	al	112,5051
i	3128,2421	s	1524,3703	ac	91,9860	am	93,0504
j	-15,3035	t	41,4009	ad	340,0819	an	-586,4518

Fonte: Inmetro, 2012

Onde,



$Ab_L$ : variável binária que define a existência de abertura voltada para o Leste. Se o ambiente possuir abertura para Leste o valor deve ser 1 (um), se não possuir, o valor deve ser 0 (zero);

$Ab_N$ : variável binária que define a existência de abertura voltada para o Norte. Se o ambiente possuir abertura para Norte o valor deve ser 1 (um), se não possuir, o valor deve ser 0 (zero);

$Ab_O$ : variável binária que define a existência de abertura voltada para o Oeste. Se o ambiente possuir abertura para Oeste o valor deve ser 1 (um), se não possuir, o valor deve ser 0 (zero);

$Ab_S$ : variável binária que define a existência de abertura voltada para o Sul. Se o ambiente possuir abertura para Sul o valor deve ser 1 (um), se não possuir, o valor deve ser 0 (zero);

$AAb_L$  (m): área de abertura, desconsiderando caixilhos, na fachada voltada para o Leste;

$AAb_N$  (m): área de abertura, desconsiderando caixilhos, na fachada voltada para o Norte;

$AAb_O$  (m): área de abertura, desconsiderando caixilhos, na fachada voltada para o Oeste;

$AAb_S$  (m): área de abertura, desconsiderando caixilhos, na fachada voltada para o Sul;

$AP_{ambL}$  (m): área de parede externa do ambiente voltada para o Leste;

$AP_{ambN}$  (m): área de parede externa do ambiente voltada para o Norte;

$AP_{ambO}$  (m): área de parede externa do ambiente voltada para o Oeste;

$AP_{ambS}$  (m): área de parede externa do ambiente voltada para o Sul;

$A_{parInt}$  (m<sup>2</sup>): área das paredes internas, excluindo as aberturas e as paredes externas;

$AU_{amb}$  (m): área útil do ambiente analisado;

$\alpha_{cob}$  (adimensional): absorvância da superfície externa da cobertura. O valor deve situar-se entre 0,10 e 0,90 ou 0 (zero) quando a cobertura do ambiente não estiver voltada para o exterior;

$\alpha_{par}$  (adimensional): absorvância externa das paredes externas. O valor deve situar-se entre 0,10 e 0,90;

$C_{altura}$ : coeficiente de altura, calculado pela razão entre o pé-direito e a área útil do ambiente;

$cob$ : variável que define se o ambiente possui fechamento superior voltada para o exterior (cobertura). Se o fechamento superior do ambiente estiver voltada para o exterior o valor deve ser 1 (um), se não estiver, o valor deve ser 0 (zero). Para ambientes com parte do fechamento superior voltado para o exterior e parte coberta, a variável “cob” será:



- cob = 0 para fechamento superior de 0 a 25% voltada para o exterior,
- cob = 0,5 para fechamento superior de 25,1 a 75% voltada para o exterior;
- cob = 1 para fechamento superior de 75,1 a 100% voltada para o exterior.

$CT_{alta}$  [kJ/(mK)]: variável binária que define se os fechamentos dos ambientes possuem capacidade térmica alta, considerando a média ponderada das capacidades térmicas das paredes externas, internas e cobertura pelas respectivas áreas, excluindo as aberturas. Para este RTQ é considerada capacidade térmica alta, valores acima de 250 kJ/m K. Se o ambiente possuir fechamentos com capacidade térmica alta o valor deve ser 1 (um), se não possuir, o valor deve ser 0 (zero);

$CT_{baixa}$  [kJ/(mK)]: variável binária que define se os fechamentos dos ambientes possuem capacidade térmica baixa, considerando a média ponderada das capacidades térmicas das paredes externas, internas e cobertura pelas respectivas áreas, excluindo as aberturas. Para este RTQ é considerada capacidade térmica baixa valores abaixo de 50 kJ/m K. Se o ambiente possuir fechamentos com capacidade térmica baixa o valor deve ser 1 (um), se não possuir, o valor deve ser 0 (zero);

$CT_{cob}$  [kJ/(mK)]: capacidade térmica da cobertura. Deve ser calculada considerando-se todas as camadas entre o interior e o exterior do ambiente. Se a cobertura do ambiente não estiver voltada para o exterior o valor deve ser 1 (um);

$CT_{par}$  [kJ/(mK)]: média ponderada da capacidade térmica das paredes externas e internas do ambiente pelas respectivas áreas;

$F_{vent}$  (adimensional): fator das aberturas para ventilação: valor adimensional proporcional à abertura para ventilação em relação a abertura do vão. Os valores variam de 0 (zero) a 1 (um). Por exemplo, se a abertura para ventilação for igual à abertura do vão, o valor deve ser 1 (um); se a abertura estiver totalmente obstruída, o valor deve ser 0 (zero); se a abertura possibilitar metade da área da abertura para ventilação, deve ser 0,5.

isol: variável binária que representa a existência de isolamento nas paredes externas e coberturas. São consideradas isoladas paredes externas e coberturas que apresentem isolamento térmico e transmitância térmica menor ou igual a 1,00 W/(m K).;

$P_{ambL}$  (m): variável binária que indica a existência de parede externa do ambiente voltada para o Leste. Se o ambiente possuir parede externa voltada para o Leste o valor deve ser 1 (um), se não possuir, o valor deve ser 0 (zero);

$P_{ambN}$  (m): variável binária que indica a existência de parede externa do ambiente voltada para o Norte. Se o ambiente parede externa voltada para o Norte o valor deve ser 1 (um), se não possuir, o valor deve ser 0 (zero);

$P_{ambO}$  (m): variável binária que indica a existência de parede externa do ambiente voltada para o Oeste. Se o ambiente possuir parede externa voltada para o Oeste o valor deve ser 1 (um), se não possuir, o valor deve ser 0 (zero);

$P_{ambS}$  (m): variável binária que indica a existência de parede externa do ambiente voltada para o Sul. Se o ambiente possuir parede externa voltada para o Sul o valor deve ser 1 (um), se não possuir, o valor deve ser 0 (zero);



PD (m): pé-direito do ambiente analisado;

pil: variável binária que define o contato externo do piso do ambiente com o exterior através de pilotis. Se o ambiente estiver sobre pilotis o valor deve ser 1 (um), se não estiver, o valor deve ser 0 (zero). Para ambientes que possuem parte do piso sobre pilotis, a variável “pil” será:

pil = 0 para ambientes com 0 a 25% da área sobre pilotis,

pil = 0,5 para ambientes com 25,1 a 75% da área sobre pilotis;

pil = 1 para ambientes com 75,1 a 100% da área sobre pilotis.

solo: variável binária que define o contato do piso do ambiente com o solo (laje de terrapleno). Se o piso estiver em contato com o solo o valor deve ser 1 (um), se não estiver, o valor deve ser 0 (zero) . Para ambientes que possuem parte do piso em contato com o solo, a variável “solo” será:

solo = 0 para ambientes com 0 a 25% da área em contato com o solo,

solo = 0,5 para ambientes com 25,1 a 75% da área em contato com o solo;

solo = 1 para ambientes com 75,1 a 100% da área em contato com o solo.

SomA<sub>parext</sub>: somatório das áreas de parede externa do ambiente (APambN + APambS + APambL + APambO);

somb: variável que define a presença de dispositivos de proteção solar externos às aberturas. Os valores possíveis são: somb = 0 (zero), quando não houver dispositivos de proteção solar;

somb = 1 (um), quando houver venezianas que cubram 100% da abertura quando fechada;

U<sub>cob</sub> [W/(mK)]: transmitância térmica da cobertura. Deve ser calculada considerando-se todas as camadas entre o interior e o exterior do ambiente. Se a cobertura do ambiente não estiver voltada para o exterior o valor deve ser 0 (zero);

U<sub>par</sub> [W/(mK)]: transmitância térmica das paredes externas. Deve ser calculada considerando-se todas as camadas entre o interior e o exterior do ambiente;

U<sub>vid</sub> [W/(mK)]: transmitância térmica do vidro;

vid: variável binária que indica a existência de vidro duplo no ambiente. Se o ambiente possuir vidro duplo o valor deve ser 1 (um), se não possuir, o valor deve ser 0 (zero);

volume (m<sup>3</sup>): volume do ambiente, obtido através da multiplicação entre o pé-direito e a área útil do ambiente.

Para o cálculo e definição de valores e medidas, foram feitas as seguintes considerações:

- A medida das áreas de paredes externas do ambiente leva em conta o comprimento e o pé direito da área interna do ambiente;

- As áreas de aberturas externas levam em consideração toda a esquadria, tanto portas quanto janelas, sem fazer nenhum desconto;
- A relação entre abertura para ventilação e abertura do vão foi de 80% para todas as esquadrias, de modo a padronizá-las;
- Considerou-se ainda que todas as esquadrias possuam algum tipo de dispositivo de sombreamento, como venezianas;
- A área das paredes internas desconsidera todas as esquadrias e as paredes externas;
- As áreas para aberturas de iluminação e ventilação são as efetivas e apenas das janelas;
- Entram no cálculo da ventilação cruzada todas as esquadrias das fachadas, tanto portas como janelas, e sem descontos;
- As janelas de ambientes de permanência prolongada que são voltadas para o corredor interno que possui outras janelas, são consideradas como se fossem de fachadas;
- A orientação da fachada é feita da seguinte forma:
  - I. De 0 a 45,0° e de 315,1° a 360,0° a orientação geográfica é Norte;
  - II. De 45,1° a 135,0°, a orientação geográfica é Leste;
  - III. De 135,1° a 225,0°, a orientação geográfica é Sul;
  - IV. De 225,1° a 315,0°, a orientação geográfica é Oeste.

O valor obtido na equação 7.4 ( $GH_R$ ) foi inserido na tabela 5 para determinação do equivalente numérico para cada ambiente.

**Tabela 5 - Equivalente numérico da envoltória do ambiente para ZB8**

Eficiência	EqNumEnvAmb	Condição
A	5	$GH_R \leq 5,209$
B	4	$5,209 < GH_R \leq 8,365$
C	3	$8,365 < GH_R \leq 11,520$
D	2	$11,520 < GH_R \leq 14,676$
E	1	$GH_R > 14,676$

Fonte: Inmetro, 2012

O valor do  $EqNumEnv_{Resfr}$  da UH foi obtido através da ponderação de cada equivalente numérico de cada ambiente de permanência prolongada, obtido através da tabela 5, pelas áreas dos ambientes avaliados ( $AU_{amb}$ ). Sendo o  $EqNumEnv$  igual ao  $EqNumEnv_{Resfr}$  para a ZB8.

### 7.2.1.2.2 Desempenho para refrigeração

O nível de eficiência quando condicionada artificialmente, como dito acima, foi apenas de caráter informativo, mas que deveria ser obrigatoriamente calculado. Foi encontrado consumo relativo anual para refrigeração ( $C_R$ ) de cada dormitório (com exceção dos de serviço) através da equação 7.5, utilizando as constantes da tabela 6.

$$\begin{aligned}
 C_R = & [(a) + (b \times AU_{amb}) + (c \times CT_{baixa}) + (d \times \alpha_{par}) + (e \times PD/AU_{amb}) \\
 & + (f \times somb) + (g \times CT_{cob}) + (h \times Ab_S) + (i \times SomA_{parExt} \times CT_{par}) \\
 & + (j \times cob) + (k \times U_{cob} \times \alpha_{cob} \times cob \times AU_{amb}) + (l \times pil) + (m \times solo) \\
 & + (n \times cob \times AU_{amb}) + [o \times (U_{cob} \times \alpha_{cob}/CT_{cob}) \times AU_{amb}] + (p \times P_{ambO}) \\
 & + (q \times AAb_L \times (1-somb)) + (r \times U_{cob}) + (s \times PD) + (t \times AAb_S \times somb) \\
 & + (u \times AAb_N)/1000
 \end{aligned}
 \tag{Equação 7.5}$$

Onde o que significa cada variável explicada no item anterior.

**Tabela 6 - Constantes para a equação 7.5**

a	43374,7654	g	5,1613	M	-3068,0758	s	-3219,5098
b	-287,0178	h	-2965,0682	N	-183,9582	t	331,0300
c	-12649,4661	i	0,0866	O	-36,3306	u	220,0301
d	14820,5534	j	-1550,7079	P	1556,0344		
e	87889,6684	k	320,4379	Q	466,3193		
f	-6883,1330	l	-3447,7812	R	-3114,9823		

Fonte: Inmetro, 2012

Para encontrar o  $EqNumEnvAmb_{Refrig}$  para a zona bioclimática 8, foi utilizada a tabela 7, a partir do consumo relativo anual para refrigeração ( $C_R$ ).

**Tabela 7 - Equivalente numérico da envoltória do ambiente refrigerado**

Eficiência	$EqNumEnvAmb_{Refrig}$	Condição (kWh/m <sup>2</sup> .ano)
A	5	$C_R \leq 24,138$
B	4	$24,138 < C_R \leq 38,206$
C	3	$38,206 < C_R \leq 52,274$
D	2	$52,274 < C_R \leq 66,342$
E	1	$C_R > 66,342$

Fonte: Inmetro, 2012

Assim, o equivalente numérico da envoltória da UH para refrigeração foi também obtido pela ponderação dos equivalentes de cada ambiente pelas suas áreas úteis ( $AU_{amb}$ ).

### 7.2.1.3 Bonificações

As bonificações são iniciativas que aumentam a eficiência a UH, e podem elevar em 1,0 (um) ponto o resultado final. Além disso, elas são independentes entre si, obedecendo à equação 7.6.



$$\text{Bonificações} = b1 + b2 + b3 + b4 + b5 + b6 + b7 + b8 \quad \text{Equação 7.6}$$

Onde,

b1: bonificação referente à ventilação natural, cuja pontuação varia de zero a 0,40 pontos;

b2: bonificação referente à iluminação natural, cuja pontuação varia de zero a 0,30 pontos;

b3: bonificação referente ao uso racional de água, cuja pontuação varia de zero a 0,20 pontos;

b4: bonificação referente ao condicionamento artificial de ar, cuja pontuação varia de zero a 0,20 pontos;

b5: bonificação referente à iluminação artificial, cuja pontuação varia de zero a 0,10 pontos;

b6: bonificação referente a ventiladores de teto instalados na UH, cuja pontuação obtida é zero ou 0,10 pontos;

b7: bonificação referente a refrigeradores instalados na UH, cuja pontuação obtida é zero ou 0,10 pontos; e

b8: bonificação referente à medição individualizada, cuja pontuação obtida é zero ou 0,10 pontos.

Como o objetivo do trabalho é verificar as condições de eficiência energética nas residências do início do século passado, então não se considerou as bonificações dos itens referentes aos equipamentos elétricos, uma vez que naquela época não se possuía os mesmos, o que iria mascarar o resultado, levando uma situação atual para outra totalmente deslocada no tempo.

#### 7.2.1.3.1 Ventilação Natural

As UHs que possuem no máximo dois pavimentos devem comprovar uma porosidade mínima de 20% em ao menos duas fachadas com orientações diferentes, através da relação entre a área efetiva de abertura para ventilação e a área da fachada.

Além disso, todos os ambientes de permanência prolongada precisam atender os seguintes requisitos obrigatórios:

- a) utilização de dispositivos especiais (como venezianas móveis, peitoris ventilados, torres de vento e outros), que favoreçam o desempenho da ventilação natural mas permitam o controle da luz natural, da incidência de chuvas e dos raios solares e a manutenção da privacidade (0,16 pontos);
- b) existência de aberturas externas (janelas, rasgos, peitoris ventilados, etc.) cujo vão livre tenham o centro geométrico localizado entre 0,40 e 0,70 m medidos a partir do piso (0,06 pontos);

- c) na Zona Bioclimática 8, as aberturas intermediárias (portas, rasgos, etc.) devem apresentar permeabilidade em relação à circulação do ar, quer seja na própria folha da esquadria, quer na forma de bandeiras móveis ou rasgos verticais. A área livre desses componentes deve corresponder a, no mínimo, 30% da área da abertura intermediária quando a mesma estiver fechada e devem ser passíveis de fechamento (0,06 pontos).

#### 7.2.1.3.2 Iluminação Natural

A maior parte dos ambientes de permanência prolongada, cozinha e área de serviço/lavanderia com iluminação natural lateral deve ter profundidade máxima calculada através da equação 7.7.

$$P \leq 2,4.h_a \quad \text{Equação 7.7}$$

Onde,

P: profundidade do ambiente (m);

ha: distância medida entre o piso e a altura máxima da abertura para iluminação (m), excluindo caixilhos.

Além disso, a refletância do teto deve ser acima de 60% em cada ambiente de permanência prolongada, cozinha e área de serviço/lavanderia.

#### 7.2.1.3.3 Uso racional de água

As residências precisam combinar sistemas de água de chuva e equipamentos economizadores para obterem essa pontuação, através da seguinte equação:

$$b3 = 0,07.(BS_{AP}/BS) + 0,04.(BS_E/BS) + 0,04.(CH_E/CH) + 0,02.(T_E/T) + 0,03.(OUTROS_{AP}/OUTROS) \quad \text{Equação 7.8}$$

Onde,

b3: bonificação de uso racional de água;

BS<sub>AP</sub>: quantidade de bacias sanitárias atendidas por água pluvial;

BS: quantidade de bacias sanitárias existentes;

BS<sub>E</sub>: quantidade de bacias sanitárias com sistema de descarga com duplo acionamento;

CH<sub>E</sub>: quantidade de chuveiros com restritor de vazão;

CH: quantidade de chuveiros existentes;



$T_E$ : quantidade de torneiras com arejador de vazão constante (6 litro/minuto), regulador de vazão ou restritor de vazão;

$T$ : quantidade de torneiras existentes na UH, excluindo as torneiras das áreas de uso comum;

$OUTROS_{AP}$ : quantidade de outros pontos atendidos por água pluvial, excluindo bacias sanitárias;

$OUTROS$ : quantidade de outros pontos passíveis de serem atendidos por água pluvial (torneiras externas, que servirão para a limpeza de calçadas, lavagem de carros e rega de jardim; máquina de lavar roupa, etc), excluindo as bacias sanitárias.

#### 7.2.1.3.4 Medição individualizada

Se houver medidor individual para cada unidade habitacional autônoma, esta pontuação será contabilizada. Caso o sistema de aquecimento da água na edificação seja compartilhado por mais de uma UH, este deve possibilitar medição individualizada.

### 7.3 Medida de temperatura

Além da verificação da eficiência energética das residências com base na metodologia do RTQ-R elaborado pelo INMETRO, realizou-se ainda a medição da temperatura em 06 (seis) residências escolhidas aleatoriamente dentre as estudadas. Não foi possível fazer a medição em todas, já que uma das 09 residências não funciona mais como tal, não permitindo a comparação, uma vez que se fizeram medições simultaneamente em 03 (três) casas, pela quantidade de termômetros disponível.

O primeiro levantamento começou às 15:50h do dia 16/04/19 e foi até o mesmo horário do dia 17/04/19, com intervalo de 2h entre cada registro de temperatura. Já o segundo levantamento começou às 15:13h do dia 22/04/19 e foi até às 15:13h do dia seguinte, com o mesmo intervalo de registro.

O termômetro utilizado foi o *Temperature and Humidity Datalogger*, que é um termômetro onde é possível medir a temperatura, a umidade e também ponto de orvalho. As faixas e a precisão do equipamento são da figura 02.

Figura 2 - Faixas e precisões do equipamento para a temperatura e a umidade

### **Temperatura**

<b>Faixa</b>	<b>Resolução</b>	<b>Precisão</b>
-40°C ~ -30°C	0,1 °C	± 2,0°C
-30°C ~ 0°C		± 1,0°C
0°C ~40°C		± 0,5°C
40°C ~70°C		± 1,0°C
70°C ~ 80°C		± 2,0°C

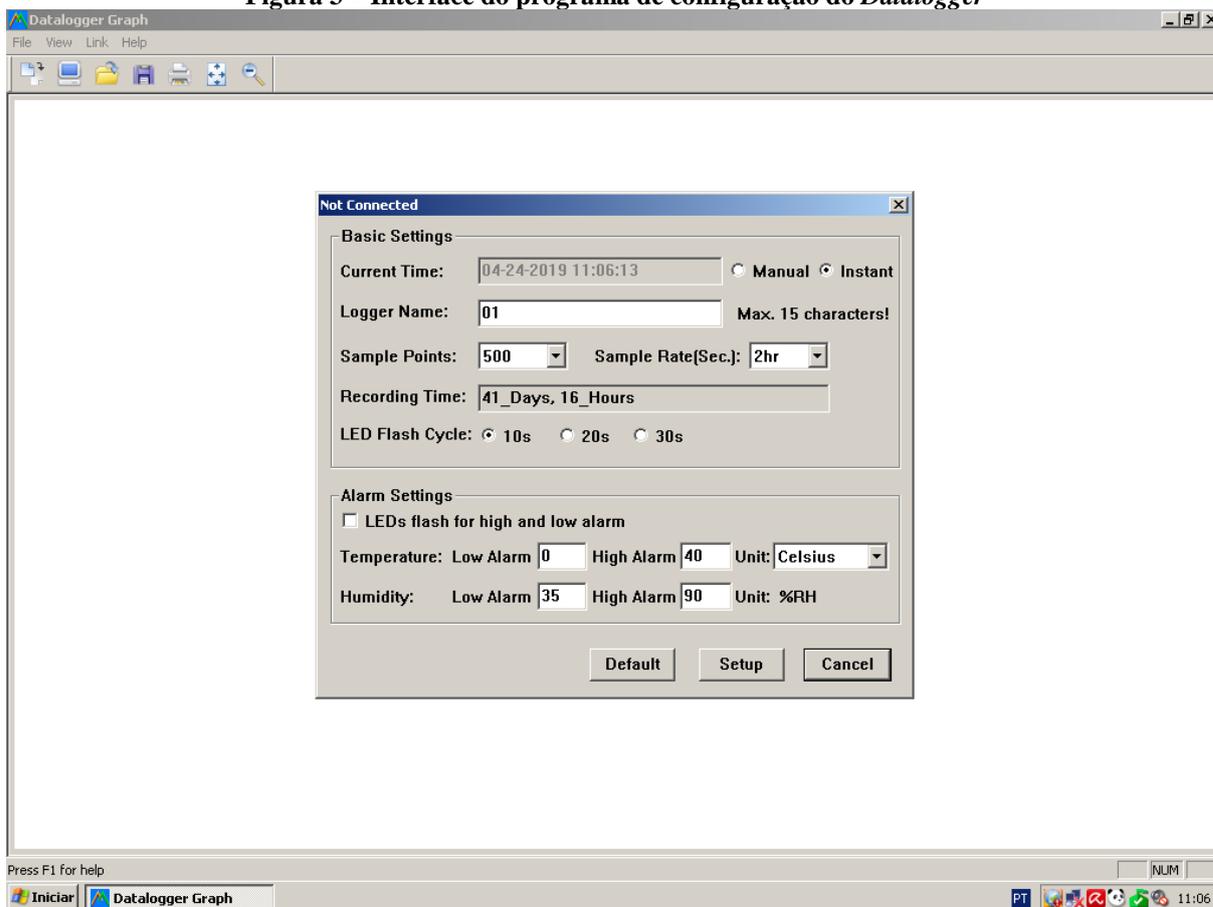
### **Umidade Relativa**

<b>Faixa</b>	<b>Resolução</b>	<b>Precisão</b>
20% ~ 80%	0,1 %	± 3,0%
<20% ou >80%		± 5,0%

Fonte: Manual da Minipa, 2019

A interface do programa no computador está apresentada na figura 03.

Figura 3 – Interface do programa de configuração do *Datalogger*



Fonte: Menezes, 2019

Os termômetros foram então numerados (Figura 04) e deixados nas residências, em um ambiente de permanência prolongada e sem a incidência de equipamento de ventilação e/ou resfriamento artificial, por um período de 24h e programados para registrarem a temperatura a cada 02 (duas) horas. Os resultados geraram um gráfico com as medidas ao longo do período estudado.

Figura 4 – Termômetros numerados



Fonte: Menezes, 2019



O primeiro levantamento ocorreu das 15h do dia 16 de abril de 2019 até às 15h do dia 17 de abril de 2019, nas residências 01, 02 e 04.

O segundo levantamento ocorreu das 15h30minh do dia 22 de abril de 2019 até 15h30minh do dia 23 de abril de 2019, nas residências 07, 08 e 09.

#### 7.4 Análise estatística

Foi necessária, para algumas análises e tratamento de dados, a utilização de fórmulas estatísticas. As utilizadas foram:

a) média aritmética, para medir a tendência central dos dados, com a seguinte equação:

$$\text{Média} = (\text{núm } 1 + \text{núm } 2 + \dots)/n \quad \text{Equação 7.9}$$

b) desvio padrão da amostra, para medir o grau de dispersão dos valores em relação ao valor médio da amostra (Equação 7.10):

$$\text{Desvpad.A} = \sqrt{((\sum(x - x')^2)/(n - 1))} \quad \text{Equação 7.10}$$

b) desvio padrão, para medir o grau de dispersão dos valores em relação ao valor médio (Equação 7.11):

$$\text{Desvpad.A} = \sqrt{((\sum(x - x')^2)/n)} \quad \text{Equação 7.11}$$

Sendo,

n: o tamanho da amostra;

x: a média da amostra e,

x': o número em questão.



## 8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram estudadas 09 (nove) residências que tiveram suas construções datadas no período áureo da borracha, e que estão localizadas no Centro de Manaus na Avenida Joaquim Nabuco. Aplicou-se em cada uma delas a metodologia do Selo Procel de Eficiência Energética para Residências para a verificação da classificação das mesmas, além de medições de temperatura em 06 (seis) delas.

### 8.1 Eficiência energética das residências

As características da cobertura e parede foram retiradas do ANEXO A, item 07 da letra b, e ANEXO B, item 42 da letra a, respectivamente. Já a absorvância está no ANEXO C.

As plantas baixas das residências juntamente com as planilhas com valores e cálculos encontram-se nos anexos, divididos da seguinte forma:

- ANEXOS D e E – Residência 01;
- ANEXOS F e G – Residência 02;
- ANEXOS H e I – Residência 03;
- ANEXOS J e K – Residência 04;
- ANEXOS L e M – Residência 05;
- ANEXOS N e O – Residência 06;
- ANEXOS P e Q – Residência 07;
- ANEXOS R e S – Residência 08;
- ANEXOS T e U – Residência 09;

#### Residência 01

A primeira residência estudada conservou vários aspectos originais (figura 05), como o piso e o forro de madeira na sala, as esquadrias, as paredes com os tijolos deitados, os quartos com as janelas para dentro da casa, pé-direito e esquadrias bem altas. A casa possui 03 quartos, sala, corredor, cozinha, área de serviço e banheiro nos fundos da casa.

**Figura 5 – Residência 01: Aspecto da fachada (A), piso em madeira (B), forro em madeira (C), tijolos utilizados nas vedações (D), porta e janela internas (E).**



Fonte: Menezes, 2019

A residência possui medição individualizada de eletricidade e água e fachada frontal a 306°, direção oeste. Os ambientes de Permanência Prolongada são:

- a. Quarto 01;
- b. Quarto 02;
- c. Quarto 03;
- d. Sala, Corredor e Cozinha.

A cobertura é voltada para o exterior, o piso estava apoiado sobre pilotis e não em contato com o solo e todos os ambientes possuem capacidade térmica alta. As características da cobertura são:

- a. Forro de madeira (1,0 cm);
- b. Câmara de ar (> 5,0 cm);
- c. Telha cerâmica;
- d.  $U [W/m^2K] = 2,02$ ;



- e.  $C_T$  [kJ/m<sup>2</sup>K] = 26;
- f. Cor: Látex PVA Fosca - Pêssego [ $\alpha$  = 39,5].

Já as características das paredes são:

- a. Argamassa interna (2,5 cm);
- b. Bloco cerâmico (12,0 x 19,0 x 19,0 cm);
- c. Argamassa externa (2,5 cm);
- d.  $U$  [W/m<sup>2</sup>K] = 2,24;
- e.  $CT$  [kJ/m<sup>2</sup>K] = 155;
- f. Pintura externa: Acrílica Fosca – Pêssego [ $\alpha$  = 35].

Todos os ambientes de permanência prolongada possuem dispositivos especiais que favoreçam o desempenho da ventilação natural, como venezianas móveis, peitoris ventilados, torres de vento, entre outros. As aberturas dos ambientes de permanência prolongada não possuem centro geométrico baixo (entre 0,40 e 0,70 m) e todos os ambientes de permanência prolongada possuem abertura intermediária com área livre  $\geq 30\%$  da área da abertura, principalmente pelo fato das aberturas serem bem grandes.

Mais da metade dos ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia atendem  $P \leq 2,4 \cdot h_a$ , uma vez que as esquadrias não altas, sendo  $P$  a profundidade do ambiente e  $h_a$  a altura máxima de iluminação da esquadria. Todos os ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia possuem refletância no teto maior que 0,6, uma vez que a pintura desses espaços possui cor clara. Além disso, a residência possui medição de água individualizada.

Os valores finais encontrados estão presentes na tabela 08:

**Tabela 8 – Pontuações obtidas pela Residência 01**

Variável	Ambiente	Quarto 01	Quarto 02	Quarto 03	Sala, Corredor e Cozinha
$GH_R$ (°C.h)		5,208	5,560	5,581	8,512
EqNumEnvAmb		A	B	B	C
$C_R$ (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		50,551	55,823	56,375	0,000
EqNumEnvAmb <sub>Refrig</sub>		C	D	D	Não se aplica
EqNumEnvAmb	Valor	3,00	3,00	3,00	3,00
	Nível	C	C	C	C
Bonificações		0,36			
EqNumEnv	Valor	3,00			
	Nível	C			
<b>Pontuação Total</b>		<b>3,21</b>			
<b>Classificação final da UH</b>		<b>C</b>			

Fonte: Menezes, 2019



A média dos valores de  $Gh_r$  é 6,25 e o desvio padrão é 1,33, sendo o ambiente formado por sala, corredor e cozinha o que obteve valor mais distante e com pior pontuação. Conforme pode ser observado na tabela 07, os quartos possuem um bom desempenho térmico quando naturalmente ventilados, isso se dá principalmente por: 1. alta capacidade térmica dos fechamentos, uma vez que as paredes são grossas e proporcionam um bom isolamento, sendo necessário muito calor para que as paredes mudem de temperatura, além de baixa transmitância térmica e absorvância solar que contribuem bastante com a eficiência, não transmitindo muito calor para o interior dos ambientes; 2. possuem pouco contato com o exterior, principalmente por está nos dois maiores lados encostados nas casas ao lado; 3. E Elevados pés-direitos, conforme está descrito no ANEXO E.

Já o ambiente composto pela sala, corredor e cozinha, teve um baixo desempenho, que ocorreu principalmente porque a maior parte das paredes está em contato com o exterior e não possui nenhuma abertura para as direções norte, leste e nordeste, que Loureiro *et al* (2002) afirma ser importante ter elementos construtivos de captação de ventos nessas direções.

Ainda que os ambientes tivessem um bom desempenho, a pontuação não poderia ser superior à C, uma vez que os ambientes não atenderam os pré-requisitos relativos às aberturas de ventilação e iluminação, já que os quartos, por exemplo, não possuem nenhuma abertura externa (ANEXO E), não atendendo as principais diretrizes construtivas para a região, como o uso de aberturas grandes e totalmente sombreadas (LAMBERTS *et al*, 2014).

A residência atendeu o pré-requisito de ventilação cruzada, pois se considerou as aberturas internas na direção norte como se fossem de fachada sombreada. Não foi possível obter a pontuação da bonificação de porosidade, uma vez que apenas a fachada oeste possui aberturas superiores a 20%. Além disso, a residência não possui um sistema de aquecimento de água, obtendo a pontuação E nesse item. Dessa forma, a classificação final da residência, após os cálculos foi o nível C, com 3,21 de pontuação – esse nível possui intervalo de pontuação total de 2,5 a 3,5.

### Residência 02

A residência 02 funciona atualmente como uma pensão (figura 06), sendo conservado o piso e o forro de madeira, bem como a escada de entrada. A casa possui 09 quartos, sala, corredor, cozinha e 02 banheiros, além de possuir no corredor 12 janelas que estão bem à frente das janelas e portas de alguns dos quartos.

Figura 6 – Residência 02: Aspecto da fachada (A), o forro de madeira com saídas para ventilação (B), piso em madeira (C), esquadrias do quarto (D), esquadrias do corredor (E), tijolos utilizados nas paredes (F).



Fonte: Menezes, 2019

A fachada frontal está a  $126^\circ$  na direção leste, sendo os seguintes ambientes de permanência prolongada:

- a. Quarto 01;
- b. Quarto 02;
- c. Quarto 03;
- d. Quarto 04;
- e. Quarto 05;
- f. Quarto 06;
- g. Quarto 07;
- h. Quarto 08;
- i. Quarto 09;
- j. Sala, Corredor e Cozinha.

A cobertura está voltada para o exterior e o piso estava apoiado sobre pilotis e não em contato com o solo. As características da cobertura são:



- a. Forro de madeira (1,0 cm);
- b. Câmara de ar ( $> 5,0$  cm);
- c. Telha cerâmica;
- d.  $U$  [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ] = 2,02;
- e.  $C_T$  [ $\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$ ] = 26;
- f. Cor: Látex PVA Fosca - Pêssego [ $\alpha = 39,5$ ].

As características das paredes são:

- a. Argamassa interna (2,5 cm);
- b. Bloco cerâmico (12,0 x 19,0 x 19,0 cm);
- c. Argamassa externa (2,5 cm);
- d.  $U$  [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ] = 2,24;
- e.  $C_T$  [ $\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$ ] = 155;
- f. Pintura externa: Acrílica Fosca – Palha [ $\alpha = 36,7$ ].

As fachadas Norte e Leste atendem o pré-requisito de porosidade por possuírem mais de 20% de suas fachadas compostas por aberturas e todos os ambientes de permanência prolongada possuem dispositivos especiais que favorecem o desempenho da ventilação natural, como venezianas móveis, peitoris ventilados, torres de vento, entre outros. As aberturas dos ambientes de permanência prolongada não possuem centro geométrico baixo (entre 0,40 e 0,70 m).

Todos os ambientes de permanência prolongada possuem abertura intermediária com área livre  $\geq 30\%$  da área da abertura, principalmente pelo fato das aberturas serem bem grandes e mais da metade dos ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia atendem  $P \leq 2,4 \cdot h_a$ , uma vez que as esquadrias não altas, sendo  $P$  a profundidade do ambiente e  $h_a$  a altura máxima de iluminação da esquadria.

Todos os ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia possuem refletância no teto maior que 0,6, uma vez que a pintura desses espaços possui cor clara, além da residência possuir medição de água individualizada.

2. Os valores finais encontrados estão na tabela 09:

**Tabela 9 – Pontuações obtidas pela Residência 02**

Variável	Quarto										Sala, Corredor e Cozinha
	01	02	03	04	05	06	07	08	09		
$Gh_R$	5,5659	5,273	4,651	5,037	7,192	7,192	5,944	6,023	5,5998	3,250	
EqNumEnvAmb	B	B	A	A	B	B	B	B	B	A	
$C_R$	34,064	34,064	33,948	33,948	67,375	67,375	38,634	40,096	39,964	0,000	
EqNumEnvAmb <sub>Refrig</sub>	B	B	B	B	E	E	C	C	C	-	
EqNumEnvAmb	Valor	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00
	Nível	B	B	C	C	C	C	C	C	C	A
Bonificações	0,48										
EqNumEnv	Valor	3,91									
	Nível	B									
<b>Pontuação Total</b>	<b>4,20</b>										
<b>Classificação final da UH</b>	<b>B</b>										

Fonte: Menezes, 2019

A média e o desvio padrão dos valores de  $Gh_r$  são 5,57 e 1,10, respectivamente, mostrando, juntamente com a tabela 09, que todos os ambientes possuem um bom desempenho térmico quando naturalmente ventilados, tendo os quartos 03 e 04 atingido nível A de eficiência, assim como a sala, corredor e cozinha, e isso se deu principalmente por: 1. alta capacidade térmica dos fechamentos, uma vez que as paredes são bem grossas e proporcionam um bom isolamento, sendo necessário muito calor para que as paredes mudem de temperatura, além de baixa transmitância térmica e absorvância solar que contribuem bastante com a eficiência, não transmitindo muito calor para o interior dos ambientes; 2. Os ambientes como um todo, possuem aberturas para os lados norte, leste e nordeste, como orientado por Loureiro *et al* (2002) para ZB8; 3. Elevados pés-direitos.

Além disso, a residência atendeu ao pré-requisito de ventilação cruzada, e o uso de aberturas grandes e totalmente sombreadas, conforme diretrizes construtivas para a região, segundo Lamberts *et al* (2014).

Dos quartos, apenas os quartos 01 e 02 atenderam aos pré-requisitos de iluminação e ventilação natural, por conta da ausência ou tamanhos insuficientes de esquadrias, fazendo com que a classificação individual de cada um deles fossem no máximo C.

A residência não possui um sistema de aquecimento de água, obtendo a pontuação E nesse item. Dessa forma, a classificação final da residência, após os cálculos foi o nível B, representando uma boa eficiência energética, uma vez que este nível possui intervalo de 3,5 a 4,5 de pontuação total.

### Residência 03

A residência 03 funciona no momento como um salão de beleza e pensão (figura 07), sendo conservado o piso e o forro de madeira. Ela possui 04 quartos, sala, corredor, cozinha e 01 banheiro.

Figura 7 – Residência 03: Aspecto da fachada (A), corredor interno (B), forro com saídas para ventilação (C), corredor externo (D).



Fonte: Menezes, 2019

A fachada frontal está a  $126^\circ$ , ou seja, na direção leste e os ambientes de permanência prolongada são:

- Quarto 01;
- Quarto 02;
- Quarto 03;
- Quarto 04;
- Sala, Corredor e Cozinha.

A cobertura voltada está para o exterior e o piso estava apoiado sobre pilotis e não em contato com o solo. As características da cobertura são:

- Forro de madeira (1,0 cm);
- Câmara de ar ( $> 5,0$  cm);
- Telha cerâmica;

- d.  $U [W/m^2K] = 2,02;$
- e.  $C_T [kJ/m^2K] = 26;$
- f. Cor: Látex PVA Fosca - Pêssego [ $\alpha = 39,5$ ].

As características das paredes são:

- a. Argamassa interna (2,5 cm);
- b. Bloco cerâmico (12,0 x 19,0 x 19,0 cm);
- c. Argamassa externa (2,5 cm);
- d.  $U [W/m^2K] = 2,24;$
- e.  $C_T [kJ/m^2K] = 155;$
- f. Pintura externa: Acrílica Fosca – Jade [ $\alpha = 52,3$ ].

Todas as fachadas atendem ao pré-requisito de porosidade por possuírem mais de 20% de suas áreas compostas por aberturas. Todos os ambientes de permanência prolongada possuem dispositivos especiais que favoreçam o desempenho da ventilação natural, como venezianas móveis, peitoris ventilados, torres de vento, entre outros. As aberturas dos ambientes de permanência prolongada não possuem centro geométrico baixo (entre 0,40 e 0,70 m).

Todos os ambientes de permanência prolongada possuem abertura intermediária com área livre  $\geq 30\%$  da área da abertura, principalmente pelo fato das aberturas serem bem grandes e mais da metade dos ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia atendem  $P \leq 2,4 \cdot h_a$ , uma vez que as esquadrias não altas, sendo P a profundidade do ambiente e  $h_a$  a altura máxima de iluminação da esquadria.

Todos os ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia possuem refletância no teto maior que 0,6, uma vez que a pintura desses espaços possui cor clara, além disso a residência possui medição de água individualizada.

Os valores finais encontrados estão presentes na tabela 10:

**Tabela 10 – Pontuações obtidas pela Residência 03**

Variável	Ambiente	Quarto				Sala, Corredor e Cozinha
		01	02	03	04	
$GH_R$		8,110	7,218	7,218	7,365	9,363
$EqNumEnvAmb$		B	B	B	B	C
$C_R$		31,490	42,140	42,140	42,644	0,000
$EqNumEnvAmb_{Refrig}$		B	C	C	C	-
$EqNumEnvAmb$	Valor	4,00	3,00	3,00	3,0	1,00
	Nível	B	C	C	C	E
Bonificações		0,36				
$EqNumEnv$	Valor	3,00				
	Nível	C				



Pontuação Total	3,21
Classificação final da UH	C

Fonte: Menezes, 2019

A média e o desvio padrão dos valores de  $G_{hr}$  são 7,85 e 0,82, respectivamente, tendo assim todos os valores muito próximos uns dos outros e, analisando juntamente com resultados da tabela 10, é possível observar que todos os quartos obtiveram um bom desempenho térmico (obtiveram eficiência nível B no EqNumEnvAmb) antes de se avaliar os pré-requisitos, principalmente pelo fato de haver pouca área em contato com o exterior e o que teve foi na direção norte. Além disso, foram poucas as aberturas para as direções N, NE ou L (LOUREIRO *et al*, 2002).

A residência atendeu ao pré-requisito de ventilação cruzada, e o uso de aberturas grandes e totalmente sombreadas, conforme diretrizes construtivas para a região, segundo Lamberts *et al* (2014), no entanto essas não foram suficientes para atender aos pré-requisitos. Apenas o quarto 01 atendeu aos pré-requisitos de iluminação e ventilação natural, fazendo com que os outros ambientes alcancem máximo nível C no EqNumEnv. A sala, corredor e cozinha obteve classificação baixa, nível C, uma vez que possuem muita área em contato com o exterior e poucas aberturas.

Além disso, a residência não possui um sistema de aquecimento de água, obtendo a pontuação E nesse item. Dessa forma, a classificação final da residência, após os cálculos foi o nível C, influenciada principalmente pela falta de aberturas para iluminação e ventilação natural.

#### Residência 04

A residência 04 ainda hoje se mantém como tal (figura 08), possuindo 03 quartos, sala, corredor, cozinha, jardim, depósito e 01 banheiro.

Figura 8 – Residência 04: Aspecto da fachada (A), janelas do corredor interno (B), janela da fachada (C), janela do quarto 02 (D).



Fonte: Menezes, 2019

A fachada frontal está  $126^\circ$ , ou seja, na direção lestes e os ambientes de permanência prolongada são os seguintes:

- Quarto 01;
- Quarto 02;
- Quarto 03;
- Sala, Corredor e Cozinha.

A cobertura está voltada para o exterior e o piso estava apoiado sobre pilotis e não em contato com o solo. As características da cobertura são:

- Forro de madeira (1,0 cm);
- Câmara de ar ( $> 5,0$  cm);
- Telha cerâmica;
- $U$  [ $W/m^2K$ ] = 2,02;

- e.  $C_T$  [kJ/m<sup>2</sup>K] = 26;
- f. Cor: Látex PVA Fosca - Pêssego [ $\alpha$  = 39,5].

As características das paredes são:

- a. Argamassa interna (2,5 cm);
- b. Bloco cerâmico (12,0 x 19,0 x 19,0 cm);
- c. Argamassa externa (2,5 cm);
- d.  $U$  [W/m<sup>2</sup>K] = 2,24;
- e.  $C_T$  [kJ/m<sup>2</sup>K] = 155;
- f. Pintura externa: Acrílica Fosca – Palha [ $\alpha$  = 36,7].

Apenas uma fachada, que foi a leste, atendeu o requisito de ter ao menos 20% de sua área composta por abertura e todos os ambientes de permanência prolongada possuem dispositivos especiais que favoreçam o desempenho da ventilação natural, como venezianas móveis, peitoris ventilados, torres de vento, entre outros. As aberturas dos ambientes de permanência prolongada não possuem centro geométrico baixo (entre 0,40 e 0,70 m).

Todos os ambientes de permanência prolongada possuem abertura intermediária com área livre  $\geq 30\%$  da área da abertura, principalmente pelo fato das aberturas serem bem grandes. Mais da metade dos ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia atendem  $P \leq 2,4 \cdot h_a$ , uma vez que as esquadrias não altas, sendo  $P$  a profundidade do ambiente e  $h_a$  a altura máxima de iluminação da esquadria.

Todos os ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia possuem refletância no teto maior que 0,6, uma vez que a pintura desses espaços possui cor clara, além disso, a residência possui medição de água individualizada.

Os valores finais encontrados estão presentes na tabela 11:

**Tabela 11 – Pontuações obtidas pela Residência 04**

Ambiente		Quarto 01	Quarto 02	Quarto 03	Sala, Corredor e Cozinha
Variável					
	$GH_R$	6,320	5,573	6,747	12,490
	EqNumEnvAmb	B	B	B	D
	$C_R$	39,421	39,541	36,453	0,000
	EqNumEnvAmb <sub>Refrig</sub>	C	C	B	-
EqNumEnvAmb	Valor	4,00	4,00	3,00	2,00
	Nível	B	B	C	D
Bonificações				0,36	
EqNumEnv	Valor	2,54			
	Nível	C			
<b>Pontuação Total</b>				<b>2,78</b>	
<b>Classificação final da UH</b>				<b>C</b>	

Fonte: Menezes, 2019



A média e o desvio padrão dos valores de  $Gh_r$  são 7,78 e 2,75, respectivamente, sendo o último influenciado principalmente pelo valor do ambiente formado por sala, corredor e cozinha. Assim, a partir desses resultados e da tabela 11, observa-se que todos os quartos tiveram um bom desempenho térmico, especialmente pela área em contato com o exterior ser pequena e não estar nas direções leste e oeste. Já a sala, corredor e cozinha tiveram baixo desempenho por ter muita área em contato com o exterior e ainda possuir pouca abertura para que se fizesse a compensação. Além disso, foram poucas as aberturas para as direções N, NE ou L (LOUREIRO *et al*, 2002).

Apesar da baixa pontuação, a residência atendeu o pré-requisito da ventilação cruzada, por permitir entrada e saída de vento através de esquadrias, como afirma Lamberts *et al* (2014) ser necessário para a ZB8, e por essas serem grandes e totalmente sombreadas. Assim, os quartos 01 e 02 atenderam a todos os pré-requisitos e por isso atingiram o nível B, diferentemente do quarto 03 e do ambiente composto por sala, corredor e cozinha que não atenderam o pré-requisito de iluminação, atingindo no máximo o nível C.

A mesma não possui um sistema de aquecimento de água, obtendo a pontuação E nesse item. Dessa forma, a classificação final da residência, após os cálculos foi o nível C, influenciada principalmente pelo baixo desempenho térmico da envoltória dos ambientes sala, corredor e cozinha.

### Residência 05

A residência 05 atualmente encontra-se fechada e funcionava como clínica odontológica (figura 09), no entanto, pela disposição dos espaços e após comparação com as outras residências estudadas conclui-se que a mesma possui 03 quartos, sala, corredor, cozinha e área de serviço.

Figura 9 – Residência 05: Aspecto da fachada (A), corredor externo (B), corredor interno com esquadrias (C, D e E), cobertura em telha de barro Marselha (F)



Fonte: Menezes, 2019

A fachada frontal está a  $126^\circ$ , ou seja, na direção leste e os ambientes de permanência prolongada são:

- a. Quarto 01;
- b. Quarto 02;
- c. Quarto 03;
- d. Sala, Corredor e Área de serviço.

Cobertura está voltada para o exterior e o piso estava apoiado sobre pilotis e não em contato com o solo. As características da cobertura são:

- a. Forro de madeira (1,0 cm);
- b. Câmara de ar ( $> 5,0$  cm);
- c. Telha cerâmica;

- d.  $U [W/m^2K] = 2,02;$
- e.  $C_T [kJ/m^2K] = 26;$
- f. Cor: Látex PVA Fosca - Pêssego [ $\alpha = 39,5$ ].

Já as características das paredes são:

- a. Argamassa interna (2,5 cm);
- b. Bloco cerâmico (12,0 x 19,0 x 19,0 cm);
- c. Argamassa externa (2,5 cm);
- d.  $U [W/m^2K] = 2,24;$
- e.  $C_T [kJ/m^2K] = 155;$
- f. Pintura externa: Acrílica Fosca – Flamingo [ $\alpha = 49,5$ ].

As fachadas leste e oeste não atenderam o requisito de bonificação de ter ao menos 20% de sua área composta por abertura e todos os ambientes de permanência prolongada possuem dispositivos especiais que favoreçam o desempenho da ventilação natural, como venezianas móveis, peitoris ventilados, torres de vento, entre outros. As aberturas dos ambientes de permanência prolongada não possuem centro geométrico baixo (entre 0,40 e 0,70 m).

Todos os ambientes de permanência prolongada possuem abertura intermediária com área livre  $\geq 30\%$  da área da abertura, principalmente pelo fato das aberturas serem bem grandes e mais da metade dos ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia atendem  $P \leq 2,4 \cdot h_a$ , uma vez que as esquadrias não altas, sendo P a profundidade do ambiente e  $h_a$  a altura máxima de iluminação da esquadria.

Os ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia possuem refletância no teto maior que 0,6, uma vez que a pintura desses espaços possui cor clara. Além disso, a residência possui medição de água individualizada.

Os valores finais encontrados estão presentes na tabela 12:

**Tabela 12 – Pontuações obtidas pela Residência 05**

Ambiente		Quarto 01	Quarto 02	Quarto 03	Sala, Corredor e Área de Serviço
Variável					
	$GH_R$	6,725	6,725	6,725	9,180
	EqNumEnvAmb	B	B	B	C
	$C_R$	41,552	41,552	41,552	0,000
	EqNumEnvAmb <sub>Refrig</sub>	C	C	C	-
EqNumEnvAmb	Valor	4,00	4,00	4,00	3,00
	Nível	B	B	B	C
Bonificações		0,36			
EqNumEnv	Valor	3,30			
	Nível	C			
<b>Pontuação Total</b>		<b>3,49</b>			



Variável \ Ambiente	Quarto 01	Quarto 02	Quarto 03	Sala, Corredor e Área de Serviço
<b>Classificação final da UH</b>	<b>C</b>			

Fonte: Menezes, 2019

A média e o desvio padrão dos valores de  $G_{hr}$  são 7,34 e 1,06, respectivamente, mostrando, juntamente com os resultados apresentados na tabela 12, que todos os quartos apresentaram bom desempenho térmico, principalmente por possuírem pouco contato com o exterior, e não estarem na direção oeste, além disso, possuem aberturas para os lados norte, leste e nordeste, como orientado por Loureiro *et al* (2002) para ZB8. Já a sala, corredor e cozinha possuem muita área para o exterior e com poucas esquadrias para atender essa área.

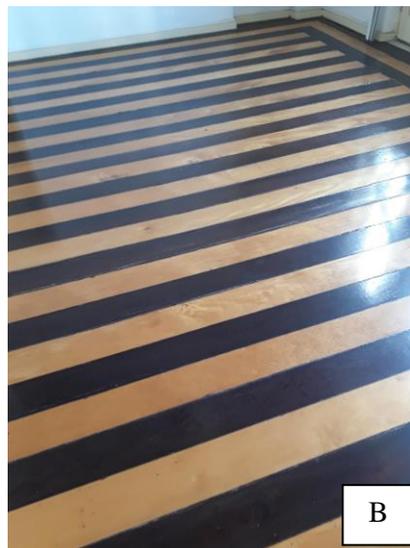
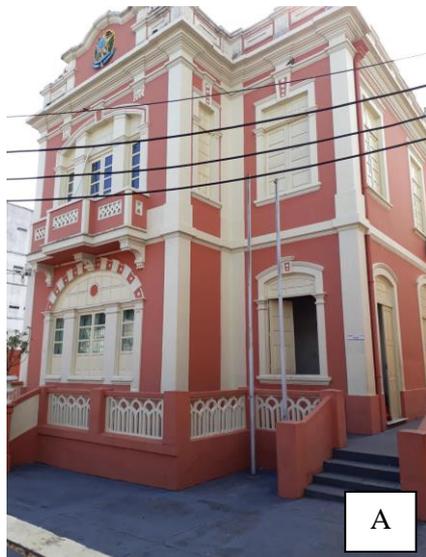
Todos os ambientes atenderam a todos os pré-requisitos, atendendo as diretrizes construtivas para a região, como uso de aberturas grandes e totalmente sombreadas e ventilação cruzada permanente durante todo o ano, no entanto, as mesmas não foram suficientes para atender a bonificação de porosidade.

A residência não possui um sistema de aquecimento de água, obtendo a pontuação E nesse item. Dessa forma, a classificação final da residência, após os cálculos foi o nível C, apresentando um desempenho térmico mediano.

### Residência 06

A residência 06 atualmente está fechada, mas funciona como uma repartição pública (figura 10), no entanto, pela disposição dos espaços e após comparação com as outras residências estudadas conclui-se que a mesma possui 05 quartos, sala, corredor, escada, cozinha e 02 banheiros.

Figura 10 – Residência 06: Aspecto da fachada (A), piso em madeira (B), janela do hall (C), esquadrias do quarto 01 (D).



Fonte: Menezes, 2019

A fachada frontal está a 36°, ou seja, na direção norte e os ambientes de permanência prolongada são:

- a. Quarto 01;
- b. Quarto 02;
- c. Quarto 03;
- d. Quarto 04;
- e. Quarto 05;
- f. Escritório;
- g. Sala de estar/jantar.

A cobertura está voltada para o exterior e o piso estava apoiado sobre pilotis e não em contato com o solo. As características da cobertura são:

- a. Forro de madeira (1,0 cm);
- b. Câmara de ar (> 5,0 cm);
- c. Telha cerâmica;
- d.  $U [W/m^2K] = 2,02$ ;
- e.  $C_T [kJ/m^2K] = 26$ ;
- f. Cor: Látex PVA Fosca - Pêssego [ $\alpha = 39,5$ ].

Já as características das paredes são:

- a. Argamassa interna (2,5 cm);
- b. Bloco cerâmico (12,0 x 19,0 x 19,0 cm);
- c. Argamassa externa (2,5 cm);
- d.  $U [W/m^2K] = 2,24$ ;
- e.  $C_T [kJ/m^2K] = 155$ ;
- f. Pintura externa: Acrílica Fosca – Flamingo [ $\alpha = 49,5$ ].

Apenas a fachada na direção leste atendeu ao pré-requisito de ter ao menos 20% de sua área composta por abertura e todos os ambientes de permanência prolongada possuem dispositivos especiais que favoreçam o desempenho da ventilação natural, como venezianas móveis, peitoris ventilados, torres de vento, entre outros. As aberturas dos ambientes de permanência prolongada não possuem centro geométrico baixo (entre 0,40 e 0,70 m).

Todos os ambientes de permanência prolongada possuem abertura intermediária com área livre  $\geq 30\%$  da área da abertura, principalmente pelo fato das aberturas serem bem grandes e mais da metade dos ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia atendem  $P \leq 2,4 \cdot h_a$ , uma vez que as esquadrias não altas, sendo P a profundidade do ambiente e  $h_a$  a altura máxima de iluminação da esquadria.

Todos os ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia possuem refletância no teto maior que 0,6, uma vez que a pintura desses espaços possui cor clara. Além disso, a residência possui medição de água individualizada.

Os valores finais encontrados estão presentes na tabela 13:

**Tabela 13 – Pontuações obtidas pela Residência 06**

Variável \ Ambiente	Quarto 01	Quarto 02	Quarto 03	Quarto 04	Quarto 05	Escritório	Sala de Estar/Jantar
$GH_R$	5,555	4,826	4,897	7,000	8,247	8,721	5,507
$EqNumEnvAmb$	B	A	A	B	B	C	B
$C_R$	26,663	32,364	37,082	34,922	45,464	0,000	0,000
$EqNumEnvAmb_{Refrig}$	B	B	B	B	C	-	-
$EqNumEnvAmb$	Valor	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Nível	C	C	C	C	C	C
Bonificações	0,36						



Ambiente		Quarto 01	Quarto 02	Quarto 03	Quarto 04	Quarto 05	Escritório	Sala de Estar/Jantar
EqNumEnv	Valor	4,17						
	Nível	B						
<b>Pontuação Total</b>		<b>4,33</b>						
<b>Classificação final da UH</b>		<b>B</b>						

Fonte: Menezes, 2019

A média e o desvio padrão dos valores de  $G_{hr}$  são 6,40 e 1,48, respectivamente, mostrando, juntamente com a tabela 13, que todos os cômodos obtiveram um bom desempenho térmico, com exceção do escritório, e assim como nas outras residências, pelo fato de terem poucas paredes em contato com o exterior, principalmente nas direções leste e oeste, e as que tem possuem esquadrias em dimensões adequadas e estas, em sua maioria para os lados norte, leste ou nordeste (LOUREIRO *et al*, 2002).

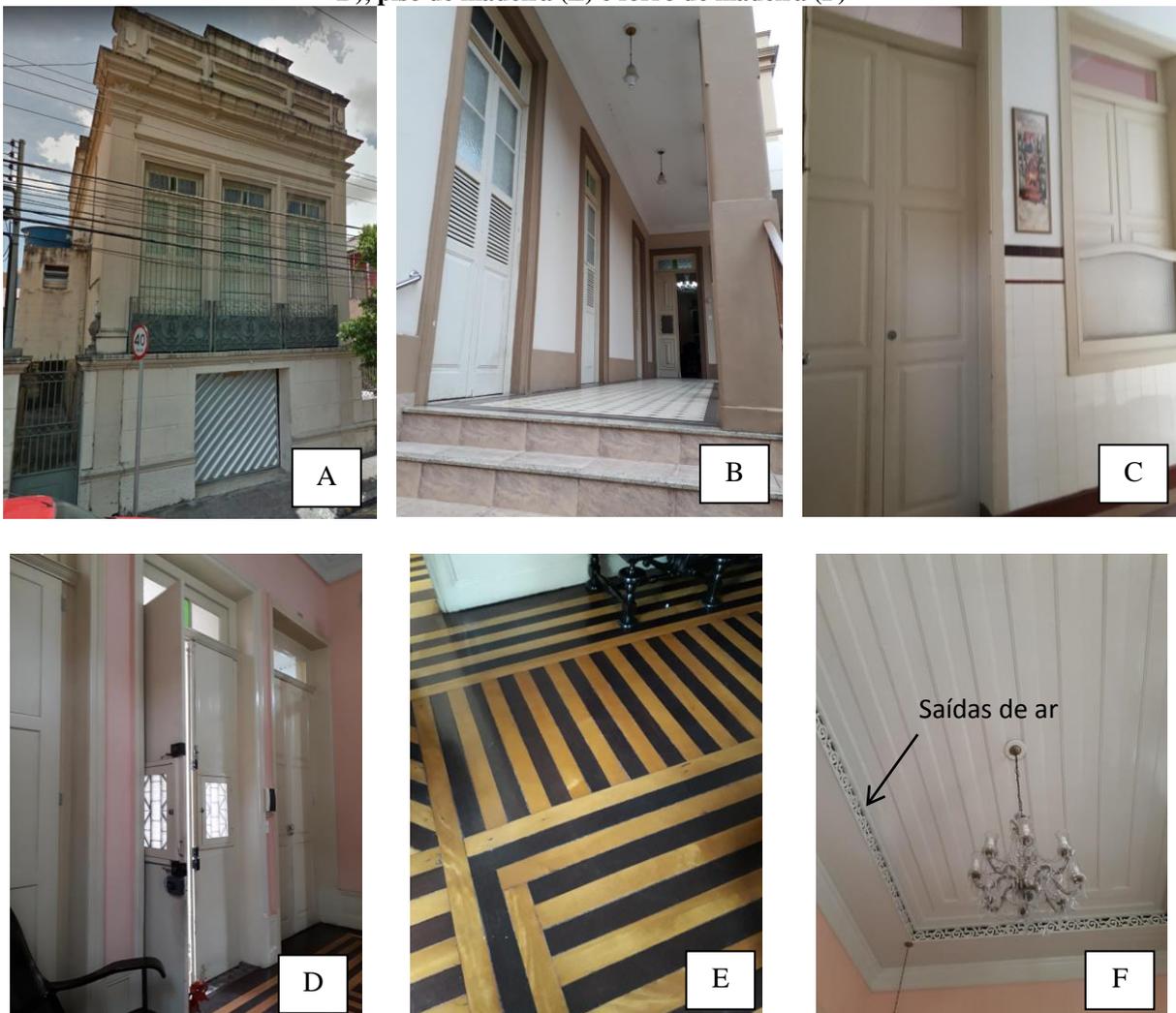
Todos os quartos atenderam aos pré-requisitos de ventilação e iluminação natural, assim como os aspectos físicos, diferentemente da sala de jantar/estar e do escritório. A ventilação cruzada também foi atendida, por permitir entrada e saída de vento através de esquadrias, e da ventilação dos banheiros, como orientado por Lamberts *et al* (2014).

A residência não possui um sistema de aquecimento de água, obtendo a pontuação E nesse item. Dessa forma, a classificação final da residência, após os cálculos foi o nível B, influenciada principalmente pelo bom desempenho térmico da envoltória dos quartos.

### Residência 07

A residência 07 continua sendo utilizada como residência (figura 11), possuindo 02 quartos, 02 escritórios, sala de estar, sala de jantar, cozinha, 03 banheiros, depósito, corredor e área de serviço.

Figura 11 – Residência 07: Aspecto da fachada (A), corredor externo (B), esquadrias internas (C e D), piso de madeira (E) e forro de madeira (F)



Fonte: Menezes, 2019

A Fachada frontal está a 126°, na direção leste, sendo os ambientes de permanência prolongada os seguintes:

- a. Quarto 01;
- b. Quarto 02;
- c. Sala de estar;
- d. Escritório 01;
- e. Escritório 02;
- f. Sala de jantar, cozinha, corredor e área de serviço.

A cobertura está voltada para o exterior e o piso apoiado sobre pilotis. As características da cobertura são:

- a. Forro de madeira (1,0 cm);
- b. Câmara de ar (> 5,0 cm);

- c. Telha cerâmica;
- d.  $U [W/m^2K] = 2,02$ ;
- e.  $C_T [kJ/m^2K] = 26$ ;
- f. Cor: Látex PVA Fosca - Pêssego [ $\alpha = 39,5$ ].

Já as características das paredes são:

- a. Argamassa interna (2,5 cm);
- b. Bloco cerâmico (12,0 x 19,0 x 19,0 cm);
- c. Argamassa externa (2,5 cm);
- d.  $U [W/m^2K] = 2,24$ ;
- e.  $C_T [kJ/m^2K] = 155$ ;
- f. Pintura externa: Acrílica Fosca – Areia [ $\alpha = 44,9$ ].

Apenas a fachada leste obteve ao menos 20% de sua área composta por abertura. Todos os ambientes de permanência prolongada possuem dispositivos especiais que favoreçam o desempenho da ventilação natural, como venezianas móveis, peitoris ventilados, torres de vento, entre outros. As aberturas dos ambientes de permanência prolongada não possuem centro geométrico baixo (entre 0,40 e 0,70 m) e todos os ambientes de permanência prolongada possuem abertura intermediária com área livre  $\geq 30\%$  da área da abertura, principalmente pelo fato das aberturas serem bem grandes.

Mais da metade dos ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia atendem  $P \leq 2,4 \cdot h_a$ , uma vez que as esquadrias não altas, sendo P a profundidade do ambiente e  $h_a$  a altura máxima de iluminação da esquadria. Os ambientes estudados possuem refletância no teto maior que 0,6, uma vez que a pintura desses espaços possui cor clara. Além disso, a residência possui medição de água individualizada.

Os valores finais encontrados estão presentes na tabela 14:

**Tabela 14 – Pontuações obtidas pela Residência 07**

Variável \ Ambiente		Quarto 01	Quarto 02	Escritório 01	Escritório 02	Sala de Estar	Sala de jantar, Corredor, Cozinha e Área de serviço
GH <sub>R</sub>		4,398	5,629	2,339	5,588	1,621	7,004
EqNumEnvAmb		A	B	A	B	A	B
C <sub>R</sub>		23,717	49,013	0,000	0,000	0,000	0,000
EqNumEnvAmb <sub>Refrig</sub>		A	C	-	-	-	-
EqNumEnvAmb	Valor	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00
	Nível	A	B	A	B	A	B
Bonificações		0,36					
EqNumEnv	Valor	4,51					
	Nível	B					
<b>Pontuação Total</b>		<b>4,64</b>					
<b>Classificação final da UH</b>		<b>A</b>					

Fonte: Menezes, 2019



A média e o desvio padrão dos valores de  $G_{hr}$  são 4,43 e 1,90, respectivamente, a partir desses resultados os apresentados na tabela 14, observou-se que esta residência foi a que alcançou melhores resultados de eficiência no equivalente numérico da envoltória, principalmente pelo fato de : 1. alta capacidade térmica dos fechamentos, uma vez que as paredes são bem grossas e proporcionam um bom isolamento, sendo necessário muito calor para que as paredes mudem de temperatura, além de baixa transmitância térmica e absorvância solar que contribuem bastante com a eficiência, não transmitindo muito calor para o interior dos ambientes; 2. possuem poucas paredes em contato com o exterior nas direções leste e oeste, e esquadrias suficientes para atender os ambientes e em sua maioria estarem nos lados norte, leste ou nordeste (LOUREIRO *et al*, 2002); 3. Elevados pés-direitos.

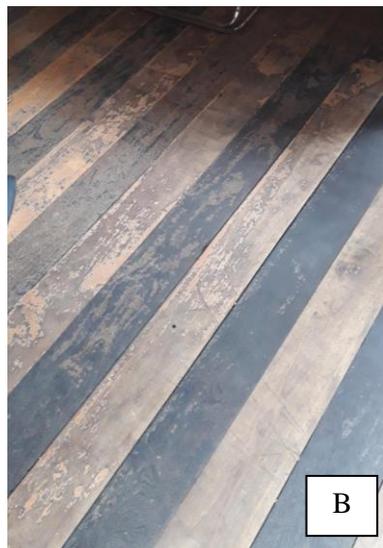
Além disso, todos os ambientes atenderam a todos os pré-requisitos necessários e que também foram evidenciados por Lamberts *et al* (2014) como necessários para a zona bioclimática 08. Apenas atingindo nível E no de aquecimento de água por não possuir este sistema.

Assim, esta residência atingiu nível A de eficiência energética, que possui intervalo de pontuação final com valores maiores ou iguais a 4,5, devido aos excelentes resultados em cada ambiente de permanência prolongada.

### Residência 08

A Residência 08 (figura 12) está atualmente funcionando como tal e possui 02 quartos, sala de estar, sala de jantar, cozinha, banheiro e área de serviço.

Figura 12 – Residência 08: Aspecto da fachada (A), piso de madeira (B), tijolos das paredes divisórias (C), esquadrias do corredor interno (D), janela da sala (E) e forro de madeira (F)



Fonte: Menezes, 2019



A fachada frontal está a  $126^\circ$  na direção leste e os ambientes de permanência prolongada dessa residência são:

- a. Quarto 01;
- b. Quarto 02;
- c. Sala de Estar;
- d. Sala de Jantar, Corredor, Cozinha e Área de serviço.

A cobertura está voltada para o exterior e o piso estava apoiado sobre pilotis. As características da cobertura são:

- a. Forro de madeira (1,0 cm);
- b. Câmara de ar ( $> 5,0$  cm);
- c. Telha cerâmica;
- d.  $U$  [ $W/m^2K$ ] = 2,02;
- e.  $C_T$  [ $kJ/m^2K$ ] = 26;
- f. Cor: Látex PVA Fosca - Pêssego [ $\alpha = 39,5$ ].

E as características das paredes são:

- a. Argamassa interna (2,5 cm);
- b. Bloco cerâmico (12,0 x 19,0 x 19,0 cm);
- c. Argamassa externa (2,5 cm);
- d.  $U$  [ $W/m^2K$ ] = 2,24;
- e.  $C_T$  [ $kJ/m^2K$ ] = 155;
- f. Pintura externa: Acrílica Fosca – Areia [ $\alpha = 44,9$ ].

Todas as fachadas, menos a da direção norte, tiveram ao menos 20% de sua área composta por abertura e todos os ambientes de permanência prolongada possuem dispositivos especiais que favoreçam o desempenho da ventilação natural, como venezianas móveis, peitoris ventilados, torres de vento, entre outros. As aberturas dos ambientes de permanência prolongada não possuem centro geométrico baixo (entre 0,40 e 0,70 m).

Todos os ambientes de permanência prolongada possuem abertura intermediária com área livre  $\geq 30\%$  da área da abertura, principalmente pelo fato das aberturas serem bem grandes; e mais da metade dos ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia atendem  $P \leq 2,4 \cdot h_a$ , uma vez que as esquadrias não altas, sendo  $P$  a profundidade do ambiente e  $h_a$  a altura máxima de iluminação da esquadria.

Os ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia possuem refletância no teto maior que 0,6, uma vez que a pintura desses espaços possui cor clara e a residência possui medição de água individualizada.

Os valores finais encontrados estão presentes na tabela 15:

**Tabela 15 – Pontuações obtidas pela Residência 08**

Ambiente		Quarto 01	Quarto 02	Sala de Estar	Sala de Jantar, Corredor, Área de Serviço e Cozinha
Variável					
GH <sub>R</sub>		6,936	8,024	7,726	11,405
EqNumEnvAmb		B	B	B	C
C <sub>R</sub>		42,793	53,299	0,000	0,000
EqNumEnvAmb <sub>Refrig</sub>		C	D	-	-
EqNumEnvAmb	Valor	4,00	4,00	4,00	3,00
	Nível	B	B	B	C
Bonificações				0,48	
EqNumEnv	Valor	3,38			
	Nível	C			
<b>Pontuação Total</b>				<b>3,69</b>	
<b>Classificação final da UH</b>				<b>B</b>	

Fonte: Menezes, 2019

A média e o desvio padrão dos valores de Gh<sub>r</sub> são 8,52 e 1,71, respectivamente, mostrando, juntamente com a tabela 15, que o ambiente composto pela sala de jantar, corredor, área de serviço e cozinha foi o único que não apresentou bom desempenho pelo fato de possuir muitas paredes em contato com o exterior, diferentemente dos outros ambientes, que tiveram contato com o exterior também, mas não na direção oeste e por possuírem esquadrias suficientes para o atendimento do ambiente, ainda que em sua maioria não estejam orientadas para as direções norte, leste ou nordeste como orienta Loureiro *et al* (2002) para a ZB8.

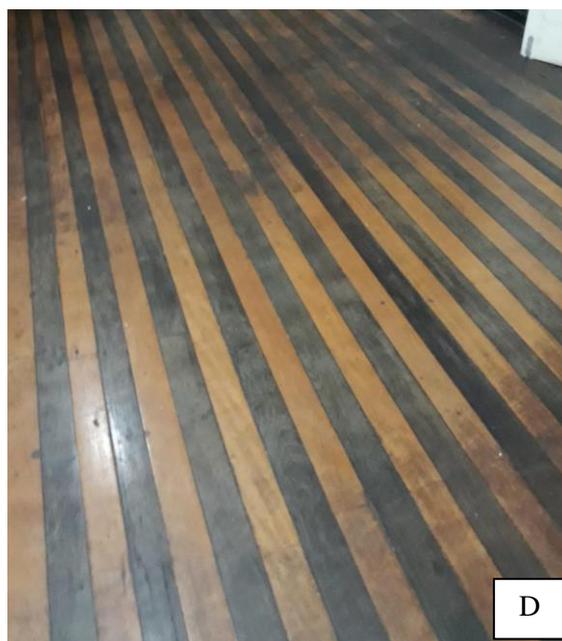
No entanto, todos os pré-requisitos foram atendidos pelos ambientes, atendendo às diretrizes de Lamberts *et al* (2014), e a pontuação não muito boa do ambiente composto por sala de jantar, corredor, cozinha e área de serviço foi compensada com as dos outros ambientes permitindo uma boa pontuação final.

Desse modo a residência 08 obteve um bom desempenho térmico atingindo nível B na classificação.

### Residência 09

A Residência 09 (figura 13) atualmente funciona como diretório acadêmico dos estudantes, no entanto, após comparação com as outras casas, conclui-se que a mesma possui 03 quartos, 03 salas, cozinha, 02 banheiros e corredor.

Figura 13 – Residência 09: Aspecto da fachada (A), esquadrias (B), corredor interno (C), piso em madeira (D)



Fonte: Menezes, 2019

A Fachada frontal está a  $36^\circ$  na direção norte e os ambientes de permanência prolongada são:

- a. Quarto 01;
- b. Quarto 02;
- c. Quarto 03;
- d. Sala 01;



- e. Sala 02;
- f. Sala 03, Corredor e Cozinha.

A cobertura está voltada para o exterior e o piso estava apoiado sobre pilotis e não em contato com o solo. As características da cobertura são:

- a. Forro de madeira (1,0 cm);
- b. Câmara de ar ( $> 5,0$  cm);
- c. Telha cerâmica;
- d.  $U$  [ $W/m^2K$ ] = 2,02;
- e.  $C_T$  [ $kJ/m^2K$ ] = 26;
- f. Cor: Látex PVA Fosca - Pêssego [ $\alpha = 39,5$ ].

E as características das paredes são:

- a. Argamassa interna (2,5 cm);
- b. Bloco cerâmico (12,0 x 19,0 x 19,0 cm);
- c. Argamassa externa (2,5 cm);
- d.  $U$  [ $W/m^2K$ ] = 2,24;
- e.  $C_T$  [ $kJ/m^2K$ ] = 155;
- f. Pintura externa: Acrílica Fosca – Flamingo [ $\alpha = 49,5$ ].

A fachada leste foi a única que obteve ao menos 20% de sua área composta por abertura e todos os ambientes de permanência prolongada possuem dispositivos especiais que favoreçam o desempenho da ventilação natural, como venezianas móveis, peitoris ventilados, torres de vento, entre outros. As aberturas dos ambientes de permanência prolongada não possuem centro geométrico baixo (entre 0,40 e 0,70 m).

Todos os ambientes de permanência prolongada possuem abertura intermediária com área livre  $\geq 30\%$  da área da abertura, principalmente pelo fato das aberturas serem bem grandes e mais da metade dos ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia atendem  $P \leq 2,4 \cdot h_a$ , uma vez que as esquadrias não altas, sendo  $P$  a profundidade do ambiente e  $h_a$  a altura máxima de iluminação da esquadria.

Os ambientes de permanência prolongada, cozinha e lavanderia possuem refletância no teto maior que 0,6, uma vez que a pintura desses espaços possui cor clara. Além disso, a residência possui medição de água individualizada.

Os valores finais encontrados estão presentes na tabela 16:

**Tabela 16 – Pontuações obtidas pela Residência 09**

Variável \ Ambiente	Quarto 01	Quarto 02	Quarto 03	Sala 01	Sala 02	Sala 03, Corredor e Cozinha	
G <sub>H<sub>R</sub></sub>	5,130	4,662	9,730	5,03	3,754	10,908	
EqNumEnvAmb	A	A	C	A	A	C	
C <sub>R</sub>	36,285	32,459	50,929	0,000	0,000	0,000	
EqNumEnvAmb <sub>Refrig</sub>	B	B	C	-	-	-	
EqNumEnvAmb	Valor	5,00	5,00	3,00	5,00	3,00	3,00
	Nível	A	A	C	A	C	C
Bonificações				0,36			
EqNumEnv	Valor	3,54					
	Nível	B					
<b>Pontuação Total</b>				<b>3,72</b>			
<b>Classificação final da UH</b>				<b>B</b>			

Fonte: Menezes, 2019

A média e o desvio padrão dos valores de G<sub>H<sub>R</sub></sub> são 6,54 e 2,73, respectivamente, mostrando, juntamente com a tabela 16, que as salas 01 e 02 e os quartos 01 e 02 obtiveram excelente pontuação no desempenho térmico, uma vez que, assim como nas outras residências, não têm muitas paredes em contato com o exterior e possuem aberturas que atendem as dimensões necessárias e em sua maioria estarem nos lados norte, leste ou nordeste (LOUREIRO *et al*, 2002). Os outros ambientes não tiveram uma boa pontuação por terem paredes voltadas para o lado oeste e não possuem esquadrias insuficientes.

Apenas a sala 02 não atendeu a todos os pré-requisitos, fazendo com que este ambiente atingisse pontuação C para a envoltória, no entanto, os pré-requisitos para ventilação cruzada e metade dos banheiros possuem ventilação natural foram atendidos, conforme orienta Lamberts *et al* (2014) para ZB8.

Assim como as outras residências não há sistema de aquecimento de água, levando à pontuação E neste item. Desse modo, a classificação final desta unidade autônoma foi excelente atingindo nível B da classificação.

De forma resumida, as residências atingiram as seguintes pontuações e classificações (tabela 17).

**Tabela 17 – Classificação final das residências em ordem decrescente**

Item	Classificação	Pontuação
Residência 07	A	4,64
Residência 06	B	4,33
Residência 02	B	4,20
Residência 09	B	3,72
Residência 08	B	3,69
Residência 05	C	3,49
Residência 03	C	3,21
Residência 01	C	3,21
Residência 04	C	2,78

Fonte: Menezes, 2019



A partir da tabela 17 pode-se observar que 55,56% das residências atingiram níveis ótimos de desempenho térmico, chegando a residência 07 à máxima pontuação, mostrando que as residências, em grande parte são eficientes energeticamente quando ventiladas naturalmente.

De acordo com as características apresentadas, pode-se observar que as residências ainda conservam muitas características dos padrões construtivos do período áureo da borracha, como assoalhos com porões ventilados, cozinhas e banheiros internos, tijolos permitindo vãos e janelas maiores e mais próximas umas das outras, venezianas e ventilação permanente, conforme retratado por Lemos (1993).

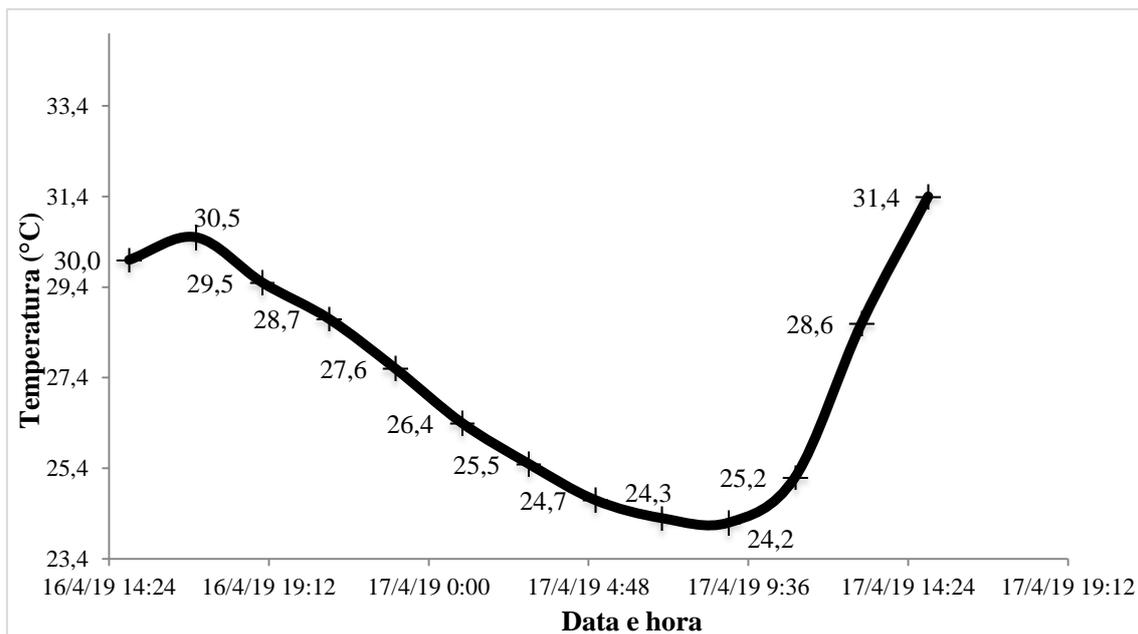
As residências que atingiram a classificação final intermediária foram aquelas em que a maior parte dos ambientes de permanência prolongada não atendeu a todos os pré-requisitos relativos à iluminação e ventilação natural.

## **8.2 Temperaturas registradas nas residências**

Os termômetros foram deixados em 06 residências (01, 02, 04, 07, 08 e 09) na sala de estar, por ser um ambiente de permanência prolongada e possuir espaços que não sofrem influência de ventilação artificial (figura 14), uma vez que os outros ambientes possuem algum tipo de climatização, distantes no máximo 60 cm de uma parede interna que não tem contato com o exterior. As medições aconteceram durante um período de 24h em intervalos de 02 em 02 horas.

Para comparar a temperatura interna e externa das casas, tomou-se os dados do INMET (2019) para as temperaturas registradas nos dias estudados. Os resultados presentes no gráfico 1 foram para os dias 16 e 17 de abril.

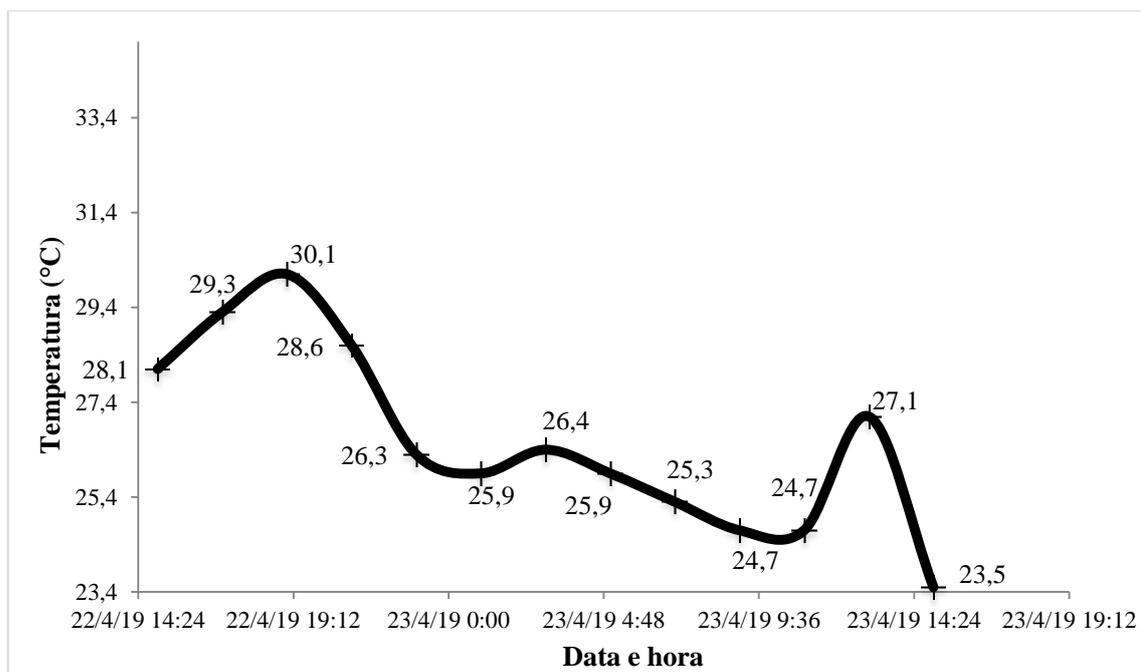
**Gráfico 1 - Temperaturas registradas no período de coleta de dados (16 e 17 de abril de 2019) na cidade de Manaus, AM**



Fonte: Adaptado do INMET, 2019

Nesses dois dias a média das temperaturas registradas foi de 27,4 °C, com desvio padrão de 2,53 °C. Para os dias 22 e 23 de abril, que foi quando aconteceu o segundo levantamento, os dados foram registrados no INMET (2019) (Gráfico 2).

**Gráfico 2 - Temperaturas registradas no período de coleta de dados (22 e 23 de abril de 2019) na cidade de Manaus, AM**



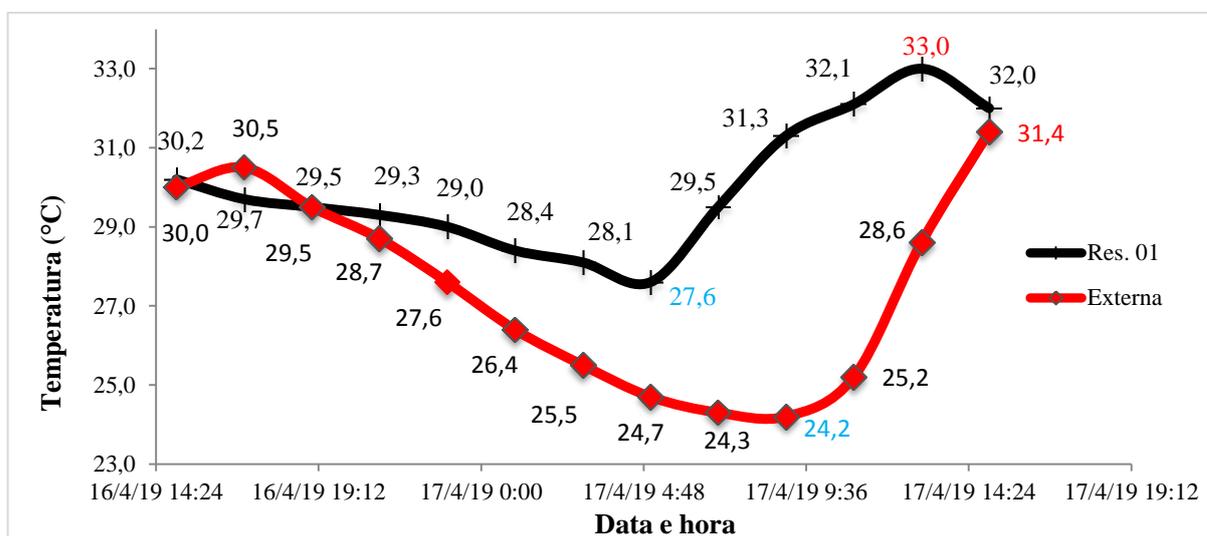
Fonte: Adaptado do INMET, 2019

Para os dias 22 e 23 de abril a média da temperatura registrada foi de 26,6 °C e desvio padrão de 1,95 °C, ou seja, a temperatura foi 0,8 °C em média menor que a do primeiro levantamento, assim como a variação também.

### Residência 01

Na residência 01, o *Datalogger* foi deixado em uma estante na sala de estar atrás de alguns objetos no dia 16/04 às 15h até às 16h do dia seguinte. Os valores registrados de temperatura foram os seguintes (gráfico 3):

**Gráfico 3 – Temperaturas externa e interna registradas nos dias 16 e 17 de abril de 2019 na Residência 01**



Fonte: Menezes, 2019

Como o termômetro registrada a temperatura desde o momento em que o equipamento é configurado, e não apenas o intervalo de tempo que se tem interesse em estudar, fez-se o gráfico 03 para apresentação dos dados de maneira sucinta, com a temperatura em vermelho a mais alta registrada e em azul a mais baixa.

Desse modo observa-se que a maior temperatura registrada durante a medição foi de 33,00 °C às 13:50h, e a menor foi e de 27,6 °C às 05:50h da manhã. A tabela 21 traz a comparação das temperaturas registradas pelo INMET com as de dentro da residência.

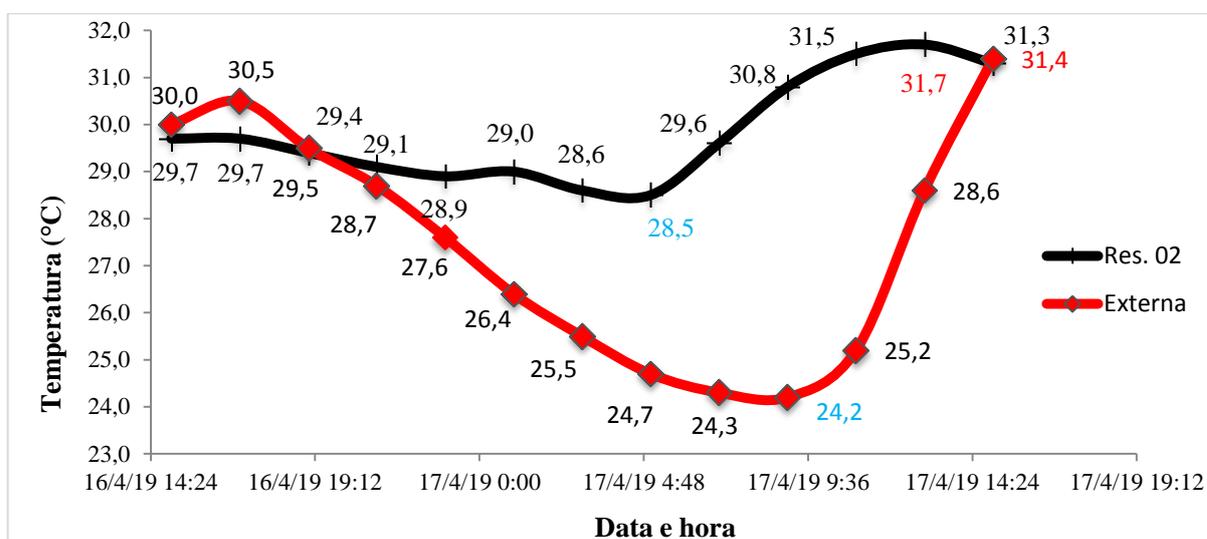
Com o gráfico 3 observa-se que, com exceção de 17:50h da tarde do dia 16/04, todas as temperaturas no interior da residência 01 foram maiores que a temperatura externa, chegando a uma diferença de 7,1 °C, sendo que a média das diferenças entre as duas

temperaturas é 2,55 °C, confirmando o baixo desempenho térmico deste ambiente de permanência prolongada que atingiu nível C com 8,512.

### Residência 02

O *Datalogger* foi deixado em cima de um aparador na sala, por detrás de alguns objetos de modo que não ficasse visível e não tivesse contato com nenhum tipo de ventilação mecânica. O levantamento aconteceu no dia 16/04 às 15h até às 16h do dia seguinte. Os valores registrados de temperatura foram os seguintes (gráfico 4):

**Gráfico 4 - Temperaturas externa e interna registradas nos dias 16 e 17 de abril de 2019 na Residência 02**



Fonte: Menezes, 2019

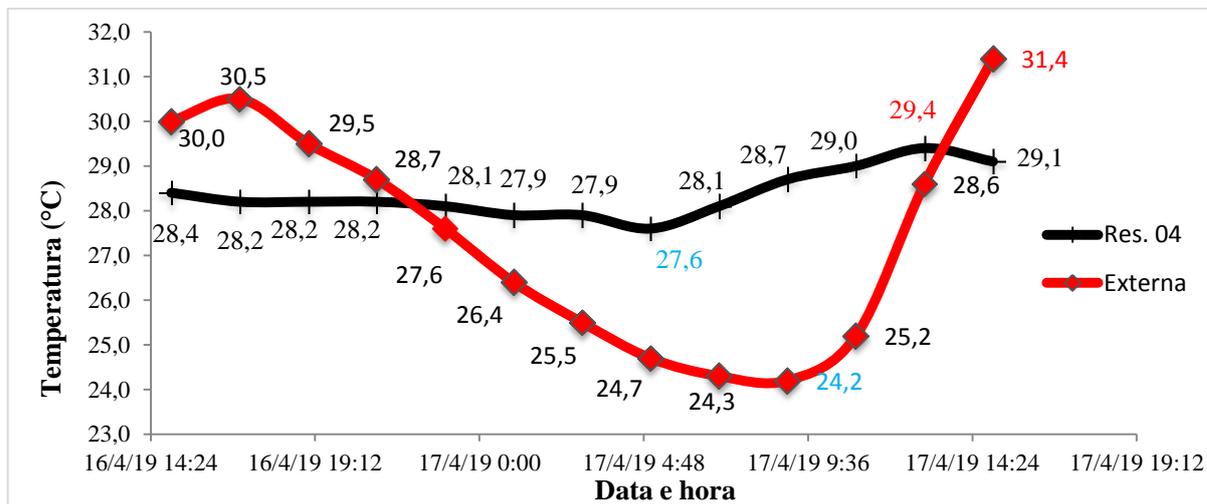
A partir da tabela 22 observa-se que a maior temperatura registrada foi de 31,7 °C às 13:48h do dia 17/04, em vermelho, e a menor foi e de 28,5 °C às 05:48h da manhã, em azul. Para melhor visualização da comparação das temperaturas registradas pelo INMET com as internas da residência, elaborou-se o gráfico 04.

Pode-se observar com o gráfico 4, que em 04 medições a temperatura de dentro da residência acabou por ser menor que a externa com a maior diferença de 0,8°C, sendo que nos outros 09 pontos a temperatura externa foi menor que a interna, tendo a maior diferença de 6,6°C. A média das diferenças foi de 2,4°C, sendo que o desempenho térmico apenas para esse ambiente foi de 3,25, nível A.

### Residência 04

Na Residência 4, o termômetro também foi deixado em um local da sala de estar não visível e sem interferência de ventilação mecânica. Os valores da temperatura estão registrados no gráfico 5.

**Gráfico 5 - Temperaturas externa e interna registradas nos dias 16 e 17 de abril de 2019 na Residência 04**



Fonte: Menezes, 2019

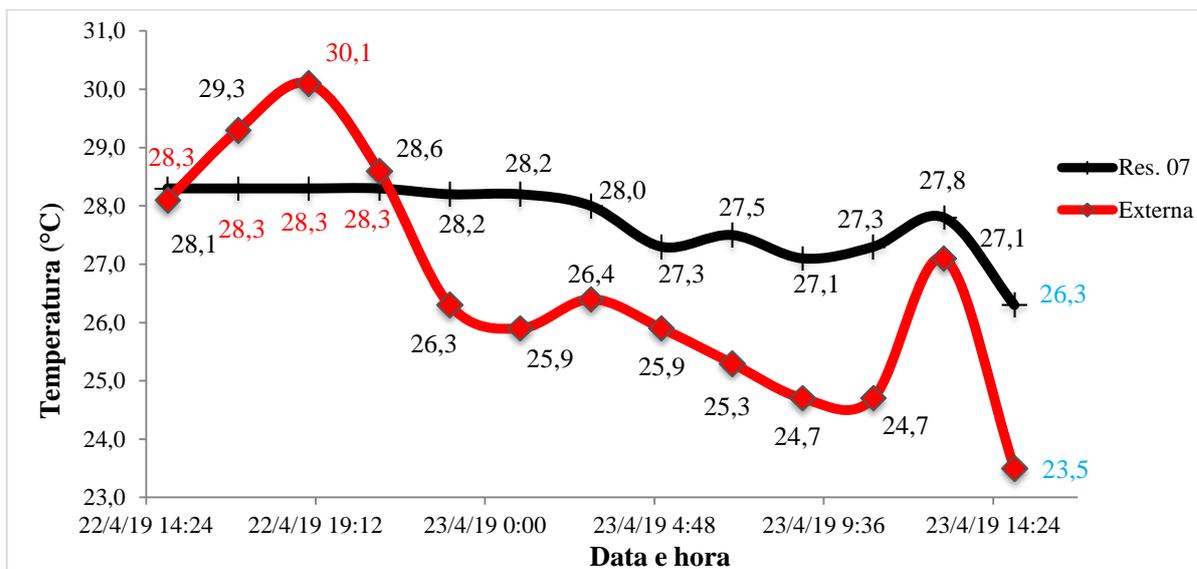
Com o gráfico 5 observa-se que a menor temperatura registrada foi às 05:49h da manhã com 27,6 °C, em azul, e a maior às 13:49h com 29,4 °C, em vermelho. A partir disso, para efeito de comparação entre as temperaturas internas e externas, fez-se o gráfico 05.

Observou-se que a maior parte das temperaturas registradas externamente foram maiores que as internas, sendo o maior valor de 4,5 °C às 09:49h, com exceção as do fim do dia, onde os valores internos ficaram menores que os externos, com a maior diferença chegando à 2,3 °C às 15:49h. Em média, a diferença entre as temperaturas é de 0,94 °C, no entanto, esse valor é muito influenciado pelos valores extremos, pois se for considerado apenas os valores positivos da tabela essa média sobe para 2,53 °C. O desempenho térmico desse ambiente de permanência prolongada foi de 12,49, nível D.

### Residência 07

O termômetro foi deixado por vinte e quatro horas na residência 07, iniciando às 15:13h do dia 22/04 até essa mesma hora do dia seguinte. Ficando na sala de estar, que é um ambiente de permanência prolongada, em cima de um aparador, de maneira a não estar visível e sem interferência de ventilação mecânica. Os valores da temperatura estão registrados no gráfico 6.

**Gráfico 6 - Temperaturas externa e interna registradas nos dias 22 e 23 de abril de 2019 na Residência 07**



Fonte: Menezes, 2019

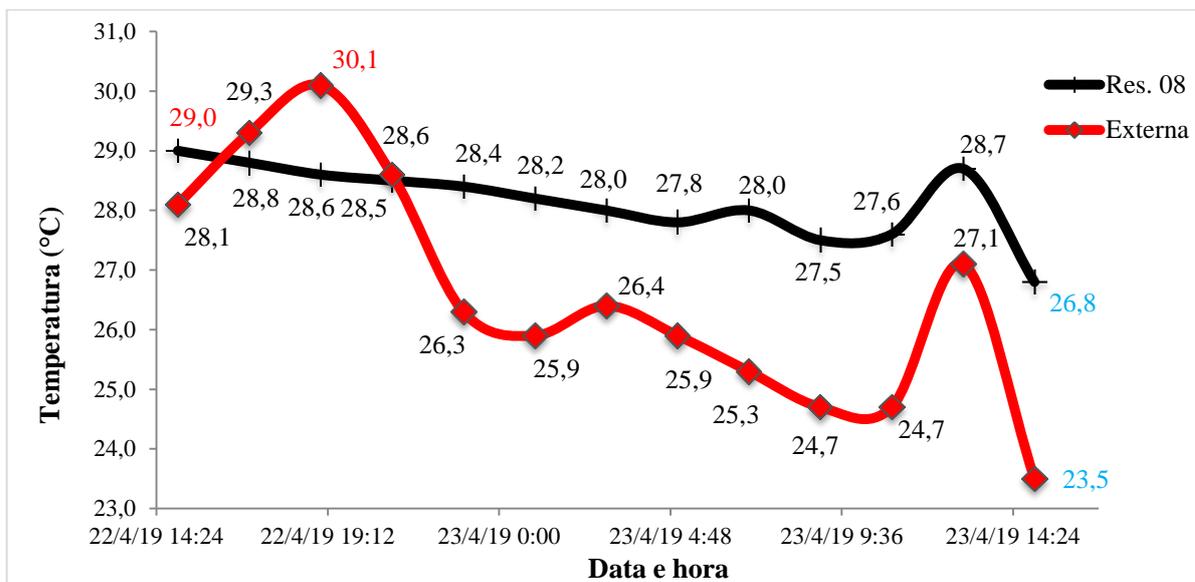
Com o gráfico 6, observa-se que a menor temperatura registrada foi às 15:13h da tarde do dia 23/04 com 26,3 °C, em azul, e a maior também às 15:13h mas do dia 22/04 com 28,3 °C, em vermelho. A partir disso, para efeito de comparação entre as temperaturas internas e externas, fez-se o gráfico 06 com os dados coletados do INMET.

Em apenas 03 pontos a temperatura interna ficou menor que a externa, sendo a maior diferença de 1,8 °C às 19:13h do dia 22/04, e a maior diferença de 2,8°C para as temperaturas externas maiores que as internas, ainda que neste ponto tenha sido registrada a menor temperatura em ambos os casos, como pode ser observado na tabela 27. Em média, a diferença entre as temperaturas é de 1,15 °C. O desempenho térmico desse ambiente de permanência prologada foi excelente atingindo 1,1621, nível A da classificação.

### Residência 08

O termômetro *Datalogger* foi deixado por vinte e quatro horas na residência 08, das 15:13h do dia 22/04 até essa mesma hora do dia 23/04. Ficando na sala de estar, que é um ambiente de permanência prolongada, de maneira a não estar visível e sem interferência de ventilação mecânica. Os valores da temperatura estão registrados no gráfico 7.

**Gráfico 7 - Temperaturas externa e interna registradas nos dias 22 e 23 de abril de 2019 na Residência 08**



Fonte: Menezes, 2019

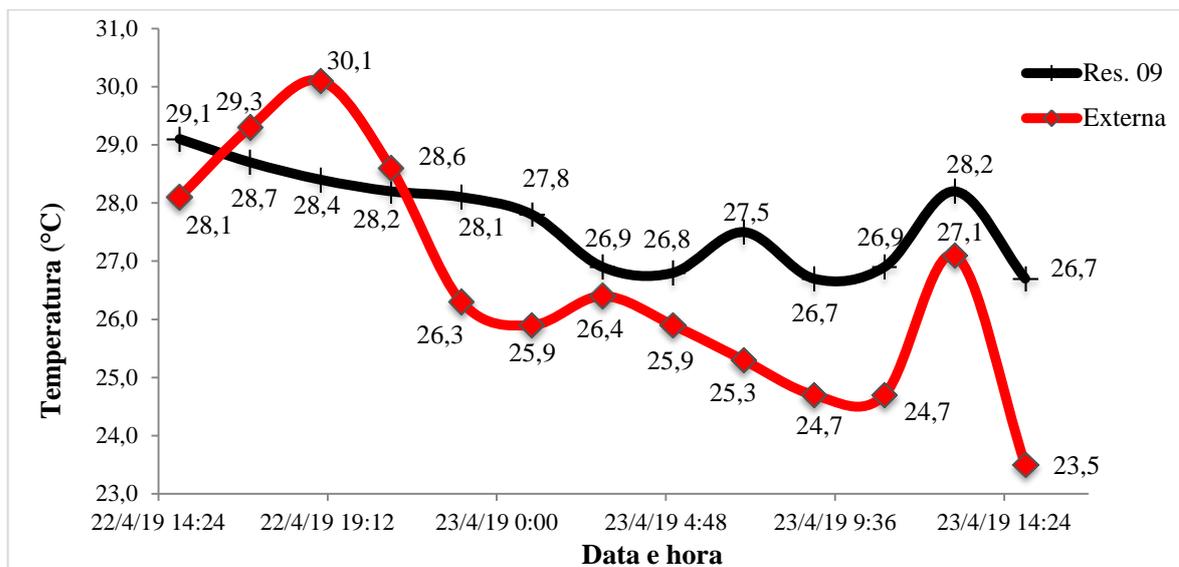
Com o gráfico 7, observa-se que a menor temperatura registrada foi às 09:11h do dia 23/04 com 26,3 °C, em azul, e a maior às 15:11h do dia 22/04 com 29,0 °C, em vermelho. A partir disso, para efeito de comparação entre as temperaturas internas e externas, fez-se o gráfico 7 com os dados coletados do INMET.

Como nas outras residências, na maior parte do tempo a temperatura interna ficou maior que a externa, sendo a maior diferença de 3,3 °C às 15:11h do dia 23/04, e de 1,5°C para as temperaturas externas maiores que as internas às 19:11h do dia 22/04. Em média, a diferença entre as duas temperaturas é de 1,54 °C. O desempenho térmico desse ambiente de permanência prologada foi 7,726, nível B da classificação.

### Residência 09

O termômetro foi deixado por vinte e quatro horas na residência 09, com início às 15:13h do dia 22/04. Ficando na sala 02, sem estar visível e sem interferência de ventilação mecânica. Os valores da temperatura estão registrados no gráfico 8.

**Gráfico 8 - Temperaturas externa e interna registradas nos dias 22 e 23 de abril de 2019 na Residência 09**



Fonte: Menezes, 2019

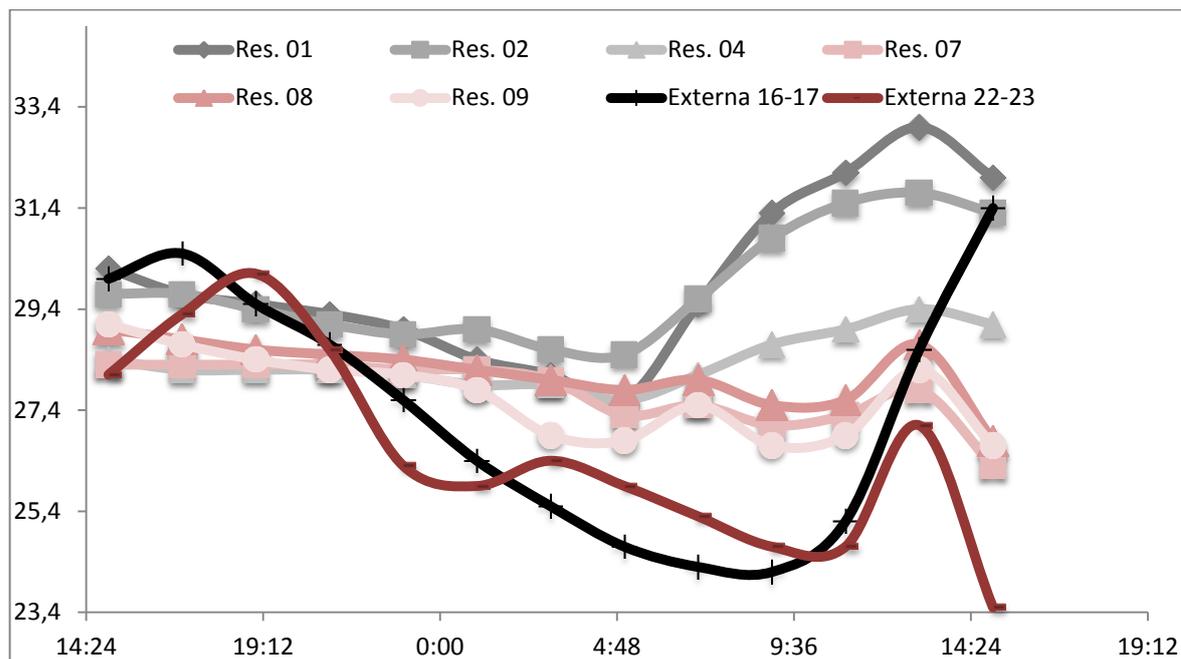
Observa-se no gráfico 8 que a menor temperatura registrada foi de 26,7 °C tanto às 09:13h quanto às 15:13 do dia 23/04, em azul, já a maior foi às 15:13h do dia 22/04 com 29,1 °C, em vermelho. A partir disso, para efeito de comparação entre as temperaturas internas e externas, fez-se o gráfico 14 com os dados coletados do INMET.

Na maior parte do tempo, como pode ser observada no gráfico 8, a temperatura interna ficou maior que a externa, sendo a maior diferença de 3,2 °C às 15:13h do dia 23/04, e de 1,7°C para as temperaturas externas maiores que as internas às 19:13h do dia 22/04. Em média, a diferença entre as temperaturas é de 1,08 °C. Sendo o desempenho térmico desse ambiente de permanência prologada excelente, de 3,754 nível A da classificação.

### 8.3 Comparação entre as temperaturas registradas nas residências

O gráfico 9 mostra os valores para as temperaturas registradas através do termômetro *Datalogger* nas 06 (seis) residências estudadas, sendo que devido às diferenças nas horas, adotou-se a hora cheia, ou seja, sem os minutos, para melhor comparação.

**Gráfico 9 – Temperaturas médias registradas em seis residências interna e externamente**



Fonte: Menezes, 2019

As residências estudadas no primeiro levantamento estão em tons de cinza, e pode-se verificar que em todas elas as menores e maiores temperaturas ocorreram nas mesmas horas, em torno de 05:50h da manhã do dia 17/04 para a menor e às 13:50h também do dia 17/04 para as maiores, não coincidindo com os horários das mínimas e máximas registradas externamente. Já as residências que tiveram seus dados registrados no segundo levantamento, apresentaram máximas temperaturas por volta das 15:13h do dia 22/04 e mínimas em dois horários, às 09:11h e às 15:13h do dia 23/04, coincidindo o horário apenas da temperatura mínima registrada no exterior.

Deste modo, observa-se que no primeiro dia as temperaturas internas das residências foram superiores às das residências do segundo dia em quase todas as horas. Sendo a Residência 09 foi a edificação que apresentou temperaturas mais baixas, em média 27,7 °C e a Residência 01 a com temperaturas mais altas, com média de 30,0 °C.

A tabela 18 mostra os valores médios das temperaturas internas de cada residência, relacionadas ao indicador de graus-hora para resfriamento.

Tabela 18 – Temperaturas médias e desempenho energético das seis residências avaliadas

Levantamento	Residência	Temperatura Média Interna (°C)	Média das diferenças de temperaturas internas e externas (°C)	GHR	Nível
1°	Res. 01	29,98	2,55	8,512	C
	Res. 02	29,83	2,40	3,250	A
	Res. 04	28,37	2,53	12,49	D
2°	Res. 07	27,76	1,15	1,621	A
	Res. 08	28,46	1,54	7,726	B
	Res. 09	27,69	1,08	3,754	A
Desvio padrão		0,86	0,70		

Fonte: Menezes, 2019

A Residência 01 foi a que registrou maior média de temperatura, o que condiz com o seu razoável desempenho energético, uma vez que o ambiente estudado atingiu nível C, no entanto, a residência 04 que teve o pior desempenho acabou tendo a temperatura mais baixa registrada no primeiro dia. Já a temperatura mais baixa registrada foi a da residência 09, que possui um excelente desempenho térmico no ambiente estudado, obtendo nota A na classificação.

Todas as residências apresentaram temperaturas, na parte interna, superiores às registradas externamente, estando a diferença em média de 1,87 °C e desvio padrão de 0,70. No entanto, é importante ressaltar que as temperaturas externas foram obtidas a partir de estações que não levando em consideração aspectos de microclima que podem influenciar nos resultados, como vegetação, solo, edificações no entorno, entre outros.



## 9 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos pode-se chegar às seguintes conclusões:

1. A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que 55,56% das residências obtiveram boas pontuações finais, resultando em casas eficientes energeticamente;
2. O contato do ambiente com o exterior, principalmente nas direções leste e oeste, faz com que o valor de desempenho térmico diminua;
3. As residências que possuem aberturas para ventilação para as direções norte, leste e nordeste, conforme orientado por Loureiro *et al* (2002) para a zona bioclimática 08, obtiveram melhores desempenhos térmicos, como as residências: 02, 05, 06, 07 e 09;
4. Observou-se que quase todas as casas não possuem abertura nas suas laterais, pelo fato de serem construídas nas extremidades dos terrenos, e isso inviabiliza existência de aberturas laterais, comprometendo a ventilação e a iluminação dos ambientes. Por isso, em muitos quartos foram colocadas janelas para um corredor dentro da própria casa, de forma a diminuir o calor e aumentar a iluminação e a ventilação nesses ambientes;
5. Nenhuma das residências possui sistema de aquecimento de água, o que faz com que não recebam a pontuação para esse item;
6. Os aspectos físicos de capacidade, transmitância térmica e absorção, devido os tijolos serem colocados deitados, aumentando a espessura das paredes, a cobertura ser composta por telha de barro e forro de madeira, e a cor das paredes e do telhado serem cores claras, contribuíram positivamente para elevar o valor de eficiência energética dos ambientes estudados, além dos elevados pés-direitos e dimensões generosas das esquadrias;
7. Em todas as residências, as temperaturas internas foram superiores às externas, (média de 1,87 °C e desvio padrão de 0,70 °C). No entanto, os valores de temperatura externa foram obtidos através do INMET que possui estações de coleta de dados que não estão próximas ao local estudado, não levando em consideração os aspectos de microclima que influenciam na temperatura;
8. No entanto, apesar de mais da metade das residências estudadas terem obtido bons dados de eficiência energética, o resultado do item anterior corrobora com o encontrado em outros



estudos para a região, de que ainda que se atendam todos os quesitos para uma casa eficiente energeticamente ela não irá conseguir, de forma isolada, proporcionar conforto para os usuários sem a utilização de refrigeração mecânica;

9. Pelos conceitos de higiene que vigoraram à época do período áureo da borracha, as casas eram construídas para, entre outros aspectos, permitirem a máxima claridade e arejamento possível, conforme explicado por Lemos (1993). Com isso, aspectos de eficiência energética formalizados anos depois, como os evidenciados para a ZB8 por Lamberts *et al* (2014), foram atendidos, como a presença de porões para ventilação, esquadrias e pés-direitos amplos, materiais da envoltória com espessuras e composição adequados para as condições climáticas prevalentes na cidade de Manaus, ambientes com pouco contato para o exterior, principalmente nas direções leste e oeste, entre outros aspectos;

10. As casas foram construídas para serem ventiladas naturalmente, ou seja, proporcionar o máximo de conforto sem a utilização de aparelhos de refrigeração e isso pôde ser observado pela baixa pontuação na maioria dos dormitórios no consumo relativo para a refrigeração, conforme pode ser observado nas tabelas em anexo, uma vez que este item não foi objeto de análise neste trabalho;

11. Por conta das residências terem sido construídas há muito tempo e devida a ausência de documentos os moradores não possuem informações sobre o ano exato de construção das casas, ficando essa informação ausente no trabalho;

12. Pela quantidade de termômetros disponíveis, não foi possível realizar a medição das temperaturas externas de forma local, foram utilizados apenas os dados registrados no INMET;

13. Além disso, é importante que se faça a medição das temperaturas internas e externas durante um período maior de tempo, e não apenas 24h como foi o caso deste trabalho que teve prazos a serem seguidos;

14. Seria importante, também, que se fizesse um estudo comparativo, tanto de desempenho térmico, quanto de valores de temperaturas internas, entre as residências do período áureo da borracha e as casas modernas;



15. Por não ter sido feito o levantamento da quantidade de casas totais construídas nesse período, os resultados obtidos por esta pesquisa não podem ser generalizados para todas as residências, já que se utilizou uma amostra aleatória não probabilística.



## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA (ABESCO). **O que é eficiência energética?** Site institucional, sd. Disponível em: <http://www.abesco.com.br/pt/o-que-e-eficiencia-energetica-ee/>. Acesso em: 28/02/18.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **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, set. 2003a.

\_\_\_\_\_. **NBR 15220-3**. Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares. Rio de Janeiro, set. 2003b.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-4**. Edificações habitacionais - desempenho. Parte 4: sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013a.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-5**. Edificações habitacionais - desempenho. Parte 5: requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013b.

BOGO, A. J. **Limitações quanto aos Parâmetros de Desempenho Térmico e Estratégias Bioclimáticas Recomendadas pela Norma Brasileira de Desempenho Térmico de Habitações de Interesse Social**. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BONAMETTI, João Henrique. A arquitetura eclética e a modernização da paisagem urbana brasileira. **Revista Científica/FAP**, Curitiba, v. 01, jan./dez. 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Construção sustentável**. Site institucional. MMA, Brasília, sd. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 12/05/17.

BRUNDTLAND, G. **Our common future**: The world commission on environment and development. Oxford: Oxford University Press, 1987.

BUCUSSI, Alessandro A. **Introdução ao conceito de energia**. Porto Alegre, UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós Graduação em Ensino de Física. Textos de Apoio ao Professor de Física, ISSN 1807-2763; v. 17, n. 3, 2007.

BYE, T; BRUVOLL, A. Multiple Instruments to Change Energy Behavior: The Emperor's New Clothes? Discussion Papers, n. 549, Statistics Norway, Research Department, junho de 2008.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL (CBCS). **Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas**. Site institucional. São Paulo, nov. 2014. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/website/aspectos-construcao-sustentavel/show.asp?ppgCode=31E2524C-905E-4FC0-B784-118693813AC4>. Acesso em: 12/05/17.



CRYER, B.; FELDER, J.; MATTHEWS, R.; PETTIGREW, M. OKRENT, B. **Evaluating the diffusion of green building practices**. UCLA Anderson School of Management, California, 2006.

DIAS, Edinea Mascarenhas. **A Ilusão do Fausto - Manaus 1890-1920**. Manaus. Ed. Valer, 1999.

DOS SANTOS JÚNIOR. A imposição da modernidade na Manaus da borracha. **In**. Cadernos de Pesquisa do CDHIS, v. 1, n. 36/37, ano 20, p. 119-131, 2007.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017 – ano base 2016**. Ministério de Minas e Energia. Brasília, 2017.

FABRIS, Annateresa. Arquitetura eclético no Brasil: o cenário da modernização. Anais do Museu Paulista Nova Série Nº 1, ECA/ Universidade de São Paulo, 1993.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. Editora Atlas, 6ª edição. São Paulo, 2008.

HADDAD, Jamil. **Energia elétrica: conceitos, qualidade e tarifação**. Trabalho elaborado no âmbito do PROCEL INDÚSTRIA. Rio de Janeiro, dez. de 2004.

INMETRO. **Regulamento Técnico da Qualidade para Edificações Residenciais (RTQ-R)**. Portaria Nº 18, anexo, versão 2.2 de 2012.

JOHNSON, B. **Barriers to certification for LEED registered projects**. Master of Science, Department of Construction Management, Colorado State University Fort Collins, Colorado, EUA, 2005.

KIBERT, C. J. **Sustainable construction: green building design and delivery**. John Wiley & Sons, 3ª edição, New Jersey, United States of America, 2005.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Eficiência energética na arquitetura**. Editora Eletrobras/Procel, 3ª edição, 2014.

LEMOS, Carlos A. Cerqueira. Transformações do espaço habitacional ocorridos na arquitetura brasileira do século XIX. Anais do Museu Paulista Nova Série Nº 1, FAU/Universidade de São Paulo, 1993.

LLAMAS, Pedro Linares. Eficiencia energética y medio ambiente. **Rev. Economia ICE – Economía e Medio Ambiente**, n. 847, março-abril, 2009.

LOUREIRO, K.; CARLO, J.; LAMBERTS, R. Estudos de estratégias bioclimáticas para a cidade de Manaus. **In**. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu, Paraná, maio de 2002.

LUCUIK, M.; TRUSTY, W.; LARSSON, N.; CHARETTE, R. Report: **A business case for green buildings in Canada**. Morrison Hershfield, Ottawa, Canadá, 2005.

MACHADO, Joice de Jesus. **Análise da sustentabilidade de empreendimentos habitacionais vinculados a políticas públicas no período 2008-2010: aplicabilidade de**



requisitos *greenbuilding* na construção civil de Manaus. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Centro de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

MATOS, Bruna Farhat de Castro et al. Construção sustentável: panorama nacional da certificação ambiental. 2014.

MESQUITA, Otoni Moreira de. **La belle vitrine** – o mito do progresso na refundação da cidade de Manaus (1890/1900). Tese de Doutorado em História. Universidade Federal Fluminense, 2005.

MICHAELIS DICIONÁRIO BRASILEIRO DA LÍNGUA PORTUGUESA (2018). Editora Melhoramentos.

NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 51-64, jan. 2012.

OLIVEIRA, José Aldemir de. **Manaus de 1920-1967**. A cidade doce e dura em excesso. Manaus. Ed. Valer / Universidade Federal do Amazonas, 2003.

PEDONE, Jaqueline V. C. O espírito eclético na arquitetura. **Revista Arqtexto**, n. 6, 2005.

POVEDA. **Eficiência energética**: recurso no aprovechado. Artículos Técnicos. Olade, Quito, Equador, 2007.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL). **Selo Procel Edificações**. Site institucional, sd. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={8E03DCDE-FAE6-470C-90CB-922E4DD0542C}>. Acesso em: 28/02/18.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro. Ed. Garamond, 2002.

\_\_\_\_\_. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 21-38, 2007.

SILVA, V. G. **Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios**: estado atual e discussão metodológica. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. Projeto Finep 2386/04, UNICAMP, Campinas, São Paulo, 2007.

SUSTENTARE. **Implementação de um sistema de avaliação de desempenho ambiental da construção – LEED**. Research, n. 2, Lisboa, Portugal, 2009.

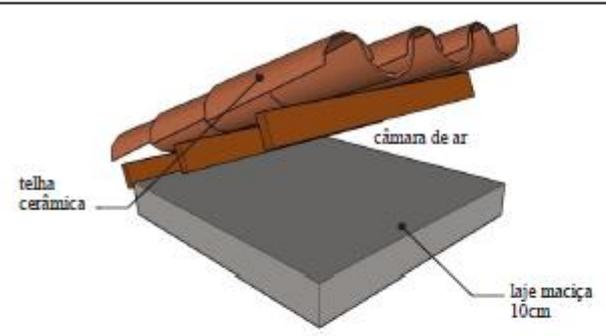
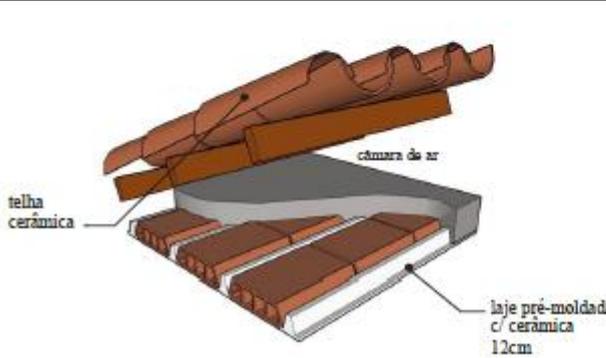
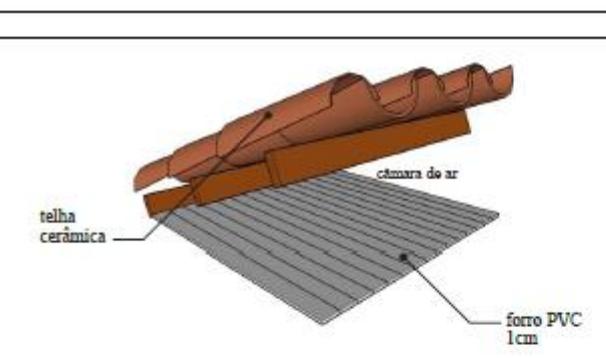
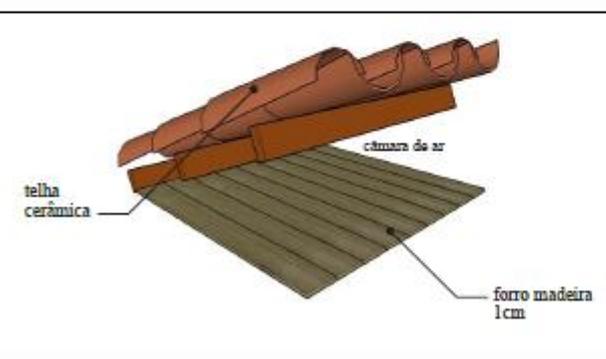
TÉCHNE. **Avaliação ambiental**. Revista PINI Edição 133, abr. 2008.

XAVIER, K. de C.; SANTOS C. A. A. Aspectos da modernização e da modernidade: obras de Toulouse-Lautrec e Mucha no contexto da belle époque. **In**. XVI Seminário de História da Arte, n. 4, 2014.

ZANGALLI JR, Paulo César. Sustentabilidade urbana e as certificações ambientais na construção civil. **Sociedade e Natureza**. Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 291-302, mai.-ago. 2013.

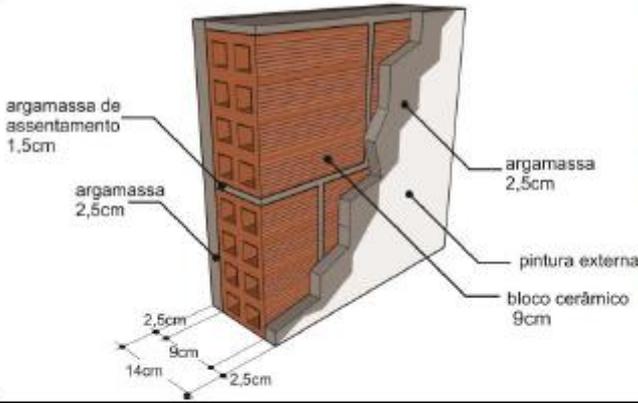
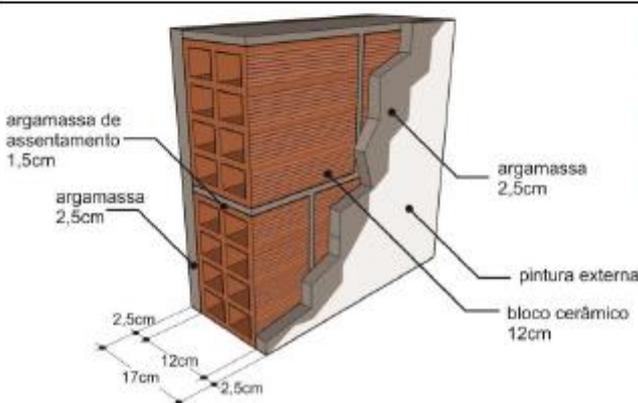
## ANEXO A – PROPRIEDADES TÉRMICAS DE COBERTURAS

ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/ 2013

 <p>Diagram description: A cross-section of a roof assembly. From top to bottom: a brown ceramic tile, a wooden batten, an air cavity labeled 'câmara de ar', and a thick grey concrete slab labeled 'laje maciça 10cm'. A label 'telha cerâmica' points to the tile.</p>	<p>Descrição: <span style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">4</span></p> <p>Laje maciça (10,0cm)            Câmara de ar (&gt; 5,0 cm)            Telha cerâmica</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">U</th> <th style="text-align: center;">C<sub>T</sub></th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">[W/(m²K)]</th> <th style="text-align: center;">[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2,05</td> <td style="text-align: center;">238</td> </tr> </tbody> </table>	U	C <sub>T</sub>	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	2,05	238
U	C <sub>T</sub>						
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]						
2,05	238						
 <p>Diagram description: A cross-section of a roof assembly. From top to bottom: a brown ceramic tile, a wooden batten, an air cavity labeled 'câmara de ar', and a precast concrete slab labeled 'laje pré-moldada c/ cerâmica 12cm'. A label 'telha cerâmica' points to the tile.</p>	<p>Descrição: <span style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span></p> <p>Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)            Câmara de ar (&gt; 5,0 cm)            Telha cerâmica</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">U</th> <th style="text-align: center;">C<sub>T</sub></th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">[W/(m²K)]</th> <th style="text-align: center;">[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1,79</td> <td style="text-align: center;">185</td> </tr> </tbody> </table>	U	C <sub>T</sub>	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	1,79	185
U	C <sub>T</sub>						
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]						
1,79	185						
 <p>Diagram description: A cross-section of a roof assembly. From top to bottom: a brown ceramic tile, a wooden batten, an air cavity labeled 'câmara de ar', and a grey PVC membrane labeled 'forro PVC 1cm'. A label 'telha cerâmica' points to the tile.</p>	<p>Descrição: <span style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">6</span></p> <p>Forro PVC (1,0cm)            Câmara de ar (&gt; 5,0 cm)            Telha cerâmica</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">U</th> <th style="text-align: center;">C<sub>T</sub></th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">[W/(m²K)]</th> <th style="text-align: center;">[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1,75</td> <td style="text-align: center;">21</td> </tr> </tbody> </table>	U	C <sub>T</sub>	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	1,75	21
U	C <sub>T</sub>						
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]						
1,75	21						
 <p>Diagram description: A cross-section of a roof assembly. From top to bottom: a brown ceramic tile, a wooden batten, an air cavity labeled 'câmara de ar', and a wood batten labeled 'forro madeira 1cm'. A label 'telha cerâmica' points to the tile.</p>	<p>Descrição: <span style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">7</span></p> <p>Forro madeira (1,0cm)            Câmara de ar (&gt; 5,0 cm)            Telha cerâmica</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">U</th> <th style="text-align: center;">C<sub>T</sub></th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">[W/(m²K)]</th> <th style="text-align: center;">[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2,02</td> <td style="text-align: center;">26</td> </tr> </tbody> </table>	U	C <sub>T</sub>	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	2,02	26
U	C <sub>T</sub>						
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]						
2,02	26						

## ANEXO B – PROPRIEDADES TÉRMICAS DE PAREDES

ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/ 2013

 <p>argamassa de assentamento 1,5cm  argamassa 2,5cm  argamassa 2,5cm  pintura externa  bloco cerâmico 9cm</p> <p>2,5cm  9cm  14cm  2,5cm</p>	<p>Descrição: <span style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">41</span></p> <p>Argamassa interna (2,5cm)  Bloco cerâmico (9,0 x 19,0 x 19,0cm)  Argamassa externa (2,5cm)  Pintura externa (<math>\alpha</math>)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">U</th> <th style="text-align: center;"><math>C_T</math></th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">[W/(m<sup>2</sup>K)]</th> <th style="text-align: center;">[kJ/m<sup>2</sup>K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2,39</td> <td style="text-align: center;">151</td> </tr> </tbody> </table>	U	$C_T$	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[kJ/m <sup>2</sup> K]	2,39	151
U	$C_T$						
[W/(m <sup>2</sup> K)]	[kJ/m <sup>2</sup> K]						
2,39	151						
 <p>argamassa de assentamento 1,5cm  argamassa 2,5cm  argamassa 2,5cm  pintura externa  bloco cerâmico 12cm</p> <p>2,5cm  12cm  17cm  2,5cm</p>	<p>Descrição: <span style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">42</span></p> <p>Argamassa interna (2,5cm)  Bloco cerâmico (12,0 x 19,0 x 19,0cm)  Argamassa externa (2,5cm)  Pintura externa (<math>\alpha</math>)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">U</th> <th style="text-align: center;"><math>C_T</math></th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">[W/(m<sup>2</sup>K)]</th> <th style="text-align: center;">[kJ/m<sup>2</sup>K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2,24</td> <td style="text-align: center;">155</td> </tr> </tbody> </table>	U	$C_T$	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[kJ/m <sup>2</sup> K]	2,24	155
U	$C_T$						
[W/(m <sup>2</sup> K)]	[kJ/m <sup>2</sup> K]						
2,24	155						

## ANEXO C – ABSORTÂNCIA SOLAR DE SUPERFÍCIES OPACAS

ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/ 2013

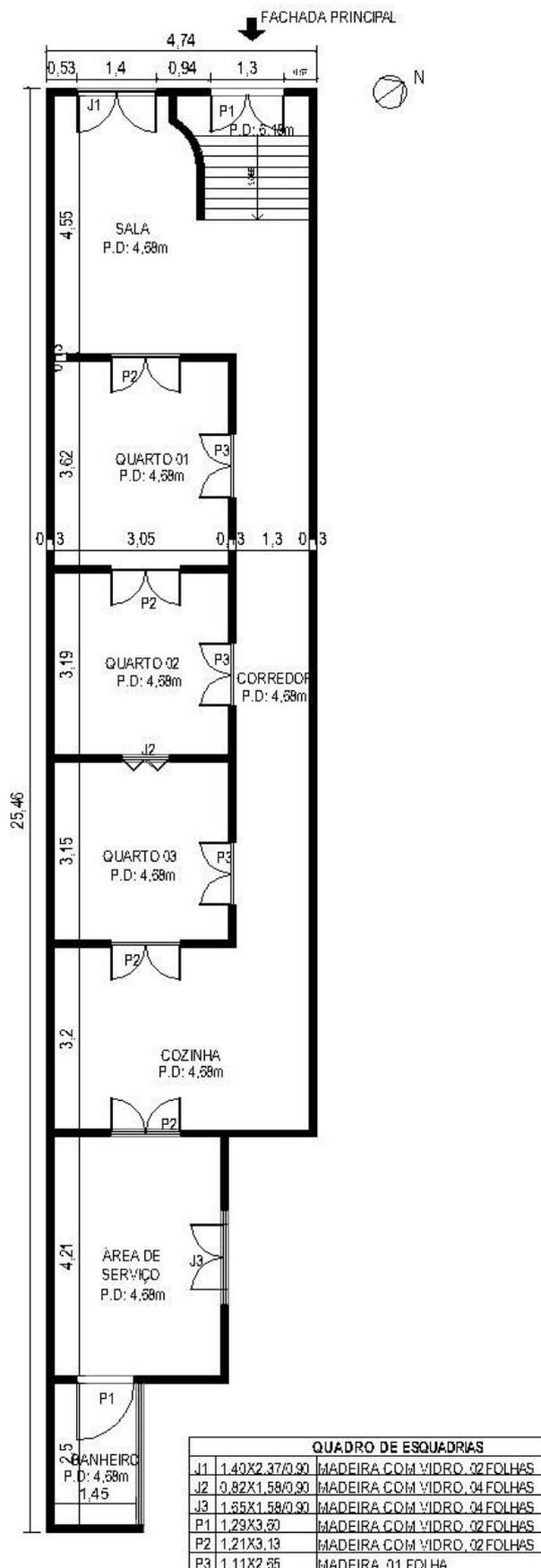
### b) Revestimentos de paredes e coberturas (tintas):

Tipo	Número	Cor	Nome	$\alpha$	Tipo	Número	Cor	Nome	$\alpha$
Acrílica Fosca	01		Amarelo Antigo	51,4	Látex PVA Fosca	40		Branco Gelo	34,0
	02		Amarelo Terra	64,3		41		Erva doce	21,9
	03		Areia	44,9		42		Flamingo	46,8
	04		Azul	73,3		43		Laranja	39,9
	05		Azul Imperial	66,9		44		Marfim	29,7
	06		Branco	15,8		45		Palha	28,5
	07		Branco Gelo	37,2		46		Pérola	25,7
	08		Camurça	57,4	47		Pêssego	39,5	
	09		Concreto	74,5	Acrílica Fosca	48		Alecrim	64,0
	10		Flamingo	49,5		49		Azul bali	48,9
	11		Jade	52,3		50		Branco Neve	10,2
	12		Marfim	33,6		51		Branco Gelo	29,7
	13		Palha	36,7		52		Camurça	55,8
	14		Pérola	33,0		53		Concreto	71,5
	15		Pêssego	42,8		54		Marfim	26,7
	16		Tabaco	78,1		55		Marrocos	54,7
	17		Terracota	64,6		56		Mel	41,8
Acrílica Sem i-brilho	18		Amarelo Antigo	49,7		57		Palha	27,2
	19		Amarelo Terra	68,6		58		Pérola	22,1
	20		Azul	79,9		59		Pêssego	35,0
	21		Branco Gelo	36,2		60		Telha	70,8
	22		Cinza	86,4		61		Vanila	23,9
	23		Cinza BR	61,1	Látex PVA Fosca	62		Amarelo Canário	25,2
	24		Crepúsculo	66,0		63		Areia	35,7
	25		Flamingo	47,3		64		Azul Profundo	76,0
	26		Marfim	33,9		65		Branco Neve	16,2
	27		Palha	39,6		66		Branco Gelo	28,1
	28		Pérola	33,9		67		Camurça	53,2
	29		Preto	97,1		68		Cerâmica	65,3
	30		Telha	69,6		69		Concreto	71,6
	31		Terracota	68,4		70		Flamingo	44,4
	32		Verde Quadra	75,5		71		Marfim	24,5
	33		Vermelho	64,2	72		Palha	26,4	
Látex PVA Fosca	34		Amarelo Canário	29,3	73		Pérola	22,9	
	35		Amarelo Terra	61,4	74		Pêssego	29,8	
	36		Areia	39,0	75		Preto	97,4	
	37		Azul angra	32,3	76		Vanila	27,7	
	38		Bianco Sereno	26,6	77		Verde Musgo	79,8	
	39		Branco	11,1	78		Vermelho Cardinal	63,3	

\* As imagens das cores aqui apresentadas podem não representar com exatidão a cor da tinta quando aplicada sobre as superfícies construtivas.

\*  $\alpha$ : 300 a 2500 nm (Espectro solar total).

### ANEXO D – PLANTA BAIXA DA RESIDÊNCIA 01



## ANEXO E – DADOS PARA CLASSIFICAÇÃO NO SELO PROCEL DA RES. 01



### Análise da Envolvória e dos Pré-Requisitos dos Ambientes RTQ - Edificações Residenciais

TERMO DE RESPONSABILIDADE (passe o mouse)

Zona Bioclimática	ZB	Identificação	ZB8
Ambiente		adimensional	Quarto 01
Situação do piso e cobertura	Area útil do APP	m²	11,04
	Cobertura	adimensional	1
	Contato com solo	adimensional	0
	Sobre Pilotis	adimensional	1
Cobertura	Ucob	W/m².K	2,02
	CTcob	kJ/m².K	26,00
	acob	adimensional	0,40
Paredes Externas	Upair	W/m².K	2,24
	CTpar	kJ/m².K	155,00
	apar	adimensional	0,35
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0
	CTalta	binário	1
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m²	0,00
	SUL	m²	16,94
	LESTE	m²	0,00
	OESTE	m²	0,00
Áreas de Aberturas Externas	NORTE	m²	0,00
	SUL	m²	0,00
	LESTE	m²	0,00
	OESTE	m²	0,00
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,80
	Somb	adimensional	1,00
Características Gerais	Area das Paredes Internas	m²	34,97
	Pé Direito	m	4,68
	C altura	adimensional	0,424
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	0
	vid	binário	0
	Uvid	W/m².K	0
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	A 5208
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m².ano	Não se aplica 0,000
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m².ano	C 50,551

	ZB8	ZB8	ZB8
Sala, Corredor e Cozinha	Quarto 03	Quarto 02	Quarto 02
	48,34	9,61	9,73
	1	1	1
	0	0	0
	1	1	1
	2,02	2,02	2,02
	26,00	26,00	26,00
	0,40	0,40	0,40
	2,24	2,24	2,24
	155,00	155,00	155,00
	0,35	0,35	0,35
	0	0	0
	1	1	1
	86,53	0,00	0,00
	36,27	14,74	14,93
	6,69	0,00	0,00
	17,92	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	7,95	0,00	0,00
	0,80	0,80	0,80
	1,00	1,00	1,00
	73,20	35,26	35,45
	4,68	4,68	4,68
	0,097	0,487	0,481
	0	0	0
	0	0	0
	0	0	0
	0	0	0
	C	B	B
	8512	5581	5560
	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000
	Não se aplica 0,000	D	D
		56,375	55,823

155	155	155
Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim
Não	Sim	Sim
Sim	Não	Não
34,72		
2,65	0	0
7,63	0,00	0,00
não	não	não
2,65	0	0
7,63	0,00	0,00
Não	Não	Não
Janela		
Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim

C	C	C
3,00	3,00	3,00
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Não se aplica	D	D
0,00	2,00	2,00

Pré-requisitos por ambiente		
Paredes externas	CT paredes externas Upar, C par e upar atendidas?	155 Sim
Cobertura	Ucob, Ccob e acob atendem?	Sim
Fatores para iluminação e ventilação natural	O ambiente é um de sim, que e a porcentagem sem contar a área deste ambiente?	Sim Não
Iluminação Natural	Área de abertura para iluminação [m²]	0
	Ai/Auamb (%)	0,00
	Atende 12,5%?	não
	Área de abertura para ventilação	0
Ventilação Natural	Av/Auamb (%)	0,00
	Atende % mínima?	Não
	Tipo de abertura	
	Abertura passível de fechamento?	Sim
	ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C?	Sim
	Atende?	Sim
Pré Requisitos da Envoltória		

Ponderação da nota pela área útil do ambiente		
Envoltória para Verão	C	C
	3,00	3,00
Envoltória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	D	C
	2,00	3,00

A PONTUAÇÃO ACIMA NÃO  
É A NOTA FINAL DA  
ENVOLTÓRIA, AINDA É  
NECESSÁRIO  
PREENCHER ALGUNS PRÉ-  
REQUISITOS NA ABA "Pré-  
requisitos da UH"

**Análise dos Pré-requisitos da Envoltória e Equivalente**  
**Numérico da Envoltória**  
**RTQ - Edificações Residenciais**

<b>Pré Requisitos da Envoltória</b>	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	<b>Ventilação Cruzada</b>	Área Aberturas orientação Norte	0
		Área Aberturas orientação Sul	0
		Área Aberturas orientação Leste	0
		Área Aberturas orientação Oeste	7,95
		A2/A1	0
	Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?		Não
	<b>Banheiros com Ventilação Natural</b>	Nº BVVC	1
		Nº Banheiros com ventilação natural	1
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

<b>Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH</b>		<b>Nota anterior aos pré-requisitos</b>	<b>Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada</b>
	Envoltória para Verão	C	C
	Envoltória para Inverno	3,00	3,00
	Envoltória se Refrigerada Artificialmente	Não se aplica	Não se aplica
		0,00	0,00
		D	D
		2,00	2,00

<b>Pontuação após avaliar todos os pré-requisitos</b>	<b>Equivalente numérico da envoltória da UH</b>	<b>Nota anterior aos pré-requisitos gerais e ao pré-requisito dos banheiros com ventilação natural</b>	<b>Nota final da envoltória da UH</b>
		C	C
		3,00	3,00

Bonificações			
<b>Bonificação Ventilação Natural</b>	<b>Porosidade</b>	ATAVN (m²)	0
		AATVS (m²)	0
		AATVL (m²)	0
		AATVO (m²)	7,95
		ATFN (m²)	119,15
		ATFS (m²)	119,15
		ATFL (m²)	22,18
		ATFNO (m²)	22,18
		Pavimento da UH	1 ou 2
		Porosidade a Atender	20,0%
		Porosidade Norte	0,0%
		Porosidade Sul	0,0%
		Porosidade Leste	0,0%
		Porosidade Oeste	35,8%
	Atende pelo menos 2 fachadas?	Não	
	Bonificação	0	
	<b>Dispositivos Especiais</b>	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?	Sim
		Quais dispositivos?	Bonificação
		0	
<b>Centro Geométrico</b>	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?	Não	
	Bonificação	0	
<b>Permeabilidade</b>	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre ≥ 30% da área da abertura?	Sim	
	Bonificação	0,06	
<b>Bonificação Iluminação Natural</b>	<b>Profundidade</b>	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem $P \leq 2,4 \cdot h_v$ ?	Sim
		Bonificação	0,2
	<b>Refletância Teto</b>	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?	Sim
		Bonificação	0,1

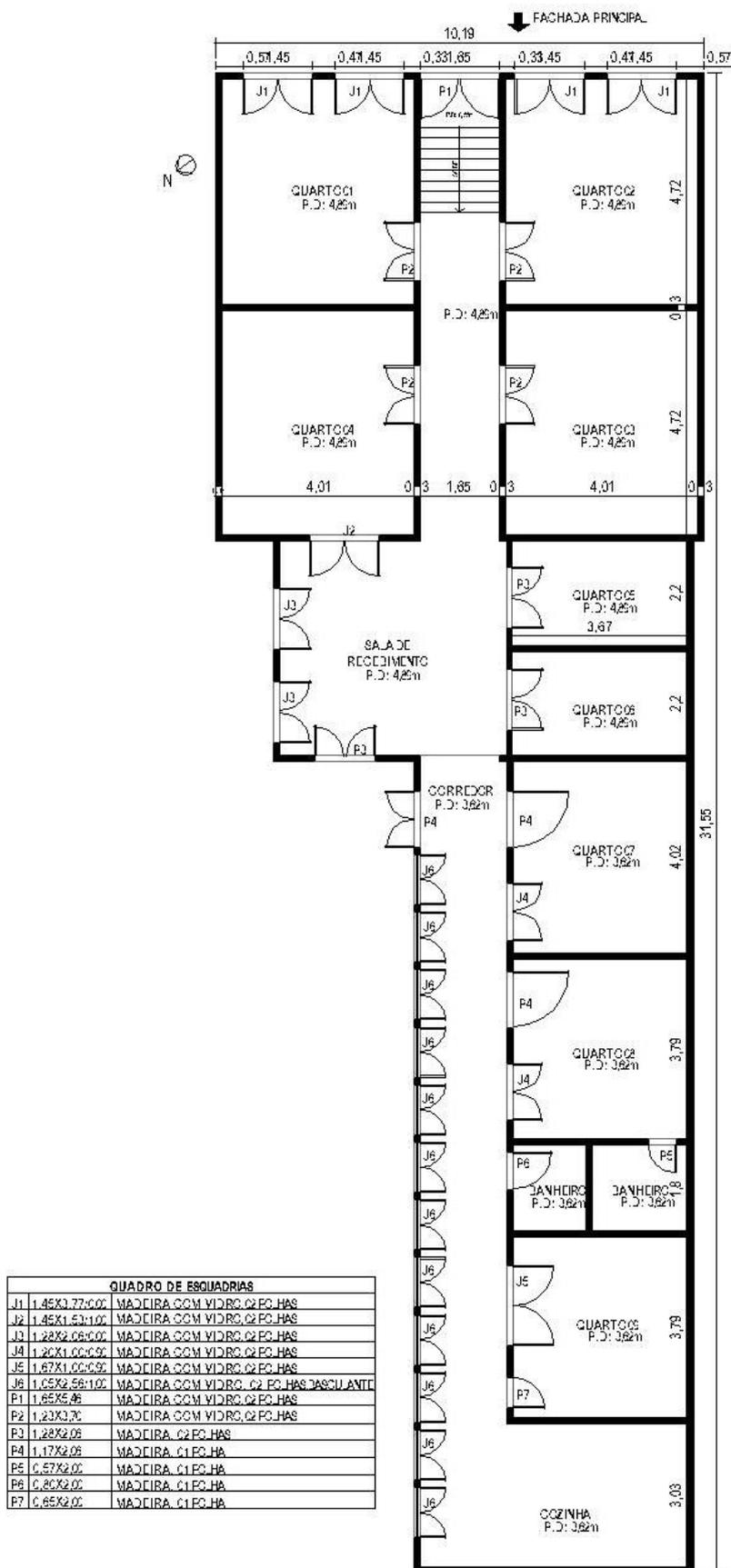


**Análise da classificação final da UH**  
**RTQ - Edificações Residenciais**

<b>Pontuação Total</b>	Identificação	
	Envoltória para Verão	C 3,00
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	E 0,00
	Equivalente numérico da envoltória	C 3,00
	Envoltória se refrigerada artificialmente	D 2,00
	Bonificações	0,36
	Região	Norte
	Coefficiente a	0,95

<b>Classificação final da UH</b>	<b>C</b>
<b>Pontuação Total</b>	<b>3,21</b>

### ANEXO F – PLANTA BAIXA DA RES. 02







**Análise dos Pré-requisitos da Envoltória e Equivalente**  
**Númérico da Envoltória**  
**RTQ - Edificações Residenciais**

<b>Pré Requisitos da Envoltória</b>	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	<b>Ventilação Cruzada</b>	Área Aberturas orientação Norte	55,44
		Área Aberturas orientação Sul	
		Área Aberturas orientação Leste	30,89
		Área Aberturas orientação Oeste	2,64
		A2/A1	0,60479798
	Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?		Sim
	<b>Banheiros com Ventilação Natural</b>	Nº BWC	2
		Nº Banheiros com ventilação natural	0
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Não	

<b>Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH</b>		<b>Nota anterior aos pré-requisitos</b>	<b>Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada</b>
	<b>Envoltória para Verão</b>	B	B
		3,91	3,91
	<b>Envoltória para Inverno</b>	Não se aplica	Não se aplica
0,00		0,00	
<b>Envoltória se Refrigerada Artificialmente</b>	C	C	
	2,88	2,88	

<b>Pontuação após avaliar todos os pré-requisitos</b>	<b>Equivalente numérico da envoltória da UH</b>	<b>Nota anterior aos pré-requisitos gerais e ao pré-requisito dos banheiros com ventilação natural</b>	<b>Nota final da envoltória da UH</b>
		B	B
		3,91	3,91

<b>Bonificações</b>				
<b>Bonificação Ventilação Natural</b>	<b>Porosidade</b>	ATAVN (m²)	55,44	
		AATVS (m²)	0	
		AATVL (m²)	30,89	
		AATVO (m²)	2,64	
		ATFN (m²)	154,28	
		ATFS (m²)	154,28	
		ATFL (m²)	48,83	
		ATFNO (m²)	49,83	
		Pavimento da UH	1 ou 2	
		Porosidade a Atender	20,0%	
		Porosidade Norte	35,9%	
		Porosidade Sul	0,0%	
		Porosidade Leste	63,3%	
		Porosidade Oeste	5,3%	
	Atende pelo menos 2 fachadas?		Sim	
	Bonificação		0,12	
	<b>Dispositivos Especiais</b>	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?		Sim
		Quais dispositivos?		
Bonificação		0		
<b>Centro Geométrico</b>	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?		Não	
	Bonificação		0	
<b>Permeabilidade</b>	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre ≥ 30% da área da abertura?		Sim	
	Bonificação		0,06	
<b>Bonificação Iluminação Natural</b>	<b>Profundidade</b>	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem $P \leq 2,4 \cdot h_p$ ?	Sim	
		Bonificação	0,2	
	<b>Refletância Teto</b>	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?		Sim
		Bonificação		0,1

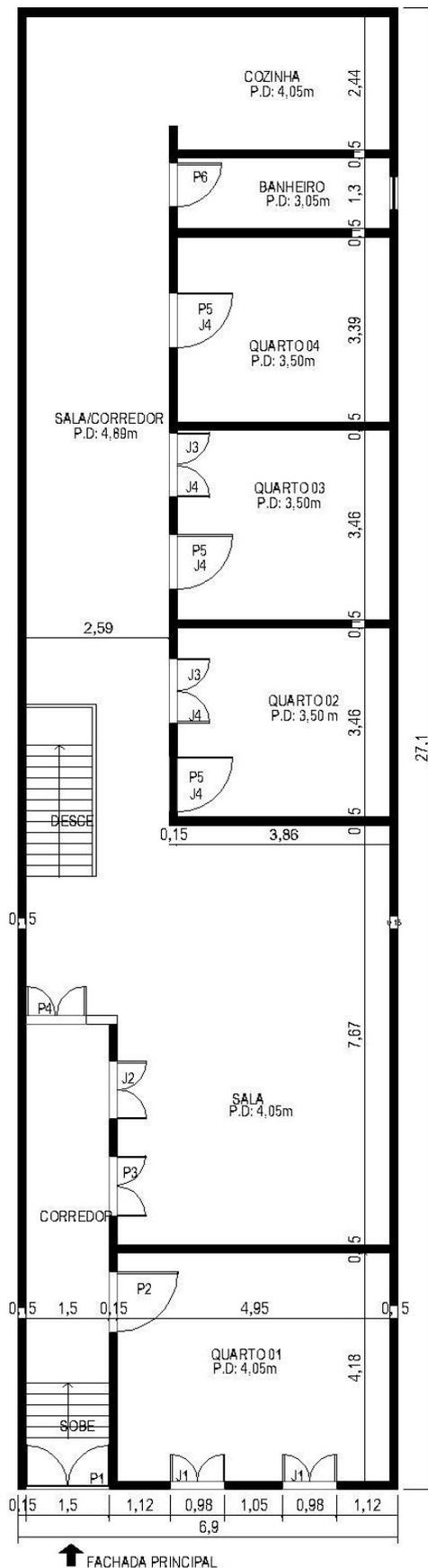


**Análise da classificação final da UH**  
**RTQ - Edificações Residenciais**

<b>Pontuação Total</b>	Identificação	
	Envolória para Verão	<b>B</b> 3,91
	Envolória para Inverno	<b>Não se aplica</b> 0,00
	Aquecimento de Água	<b>E</b> 0,00
	Equivalente numérico da envoltória	<b>B</b> 3,91
	Envolória se refrigerada artificialmente	<b>C</b> 2,88
	Bonificações	0,48
	Região	Norte
	Coeficiente a	0,95

<b>Classificação final da UH</b>	<b>B</b>
<b>Pontuação Total</b>	<b>4,20</b>

### ANEXO H – PLANTA BAIXA DA RESIDÊNCIA 03



QUADRO DE ESQUADRIAS		
J1	0,98X2,96/0,00	MADEIRA COM VIDRO, 02 FOLHAS
J2	1,05X2,00/1,00	MADEIRA COM VIDRO, 02 FOLHAS
J3	1,18X1,96/1,00	MADEIRA COM VIDRO, 02 FOLHAS
J4	1,18X0,80/3,96	MADEIRA COM VIDRO, 01 FOLHA
P1	1,50X2,30	FERRO VAZADO, 02 FOLHAS
P2	1,10X2,96	VIDRO, 01 FOLHA
P3	1,10X2,96	MADEIRA, 02 FOLHAS
P4	1,08X3,50	MADEIRA, 02 FOLHAS
P5	1,00X2,96	MADEIRA, 01 FOLHA
P6	0,80X2,96	MADEIRA, 01 FOLHA

## ANEXO I - DADOS PARA CLASSIFICAÇÃO NO SELO PROCEL DA RES. 03



### Análise da Envoltória e dos Pré-Requisitos dos Ambientes RTQ - Edificações Residenciais

Zona Bioclimática	ZB	Identificação	DETALHE IMPORTANTE: após os cálculos não modificar a zona bioclimática da célula E10	ZB8
Ambiente		Área útil do APP	adimensional	QUARTO 01
Situação do piso e cobertura		Cobertura	m <sup>2</sup>	20,69
		Contato com solo	adimensional	1
		Sobre Pilotis	adimensional	0
		Ucob	W/m <sup>2</sup> .K	2,02
Cobertura		CTcob	kJ/m <sup>2</sup> .K	26,00
		acob	adimensional	0,40
		Upap	W/m <sup>2</sup> .K	2,24
Paredes Externas		CTpar	kJ/m <sup>2</sup> .K	155,00
		gpar	adimensional	0,523
Característica construtiva		CTbaixa	binário	0
		CTalta	binário	1
Áreas de Paredes Externas do Ambiente		NORTE	m <sup>2</sup>	16,93
		SUL	m <sup>2</sup>	13,67
		LESTE	m <sup>2</sup>	14,25
		OESTE	m <sup>2</sup>	
		NORTE	m <sup>2</sup>	
Áreas de Aberturas Externas		SUL	m <sup>2</sup>	3,26
		LESTE	m <sup>2</sup>	5,80
		OESTE	m <sup>2</sup>	0,00
Características das Aberturas		Fvent	adimensional	0,80
		Somb	adimensional	1,00
Características Gerais		Área das Paredes PE Direto	m <sup>2</sup>	20,05
		C altura	m	4,05
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2		isol	adimensional	0,196
		vid	binário	
		Uvid	binário	
Indicador de Graus-hora para Resfriamento		GHR	°C.h	B 810
Consumo Relativo para Aquecimento		CA	kWh/m <sup>2</sup> .ano	Não se aplica 0,000
Consumo Relativo para Refrigeração		CR	kWh/m <sup>2</sup> .ano	B 31,490

SALA, CORREDOR E COZINHA	ZB8	QUARTO 04	ZB8	QUARTO 03	ZB8	QUARTO 02
91,76	13,09	1	13,36	1	13,36	1
0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1
2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02
26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00
0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24
155,00	155,00	155,00	155,00	155,00	155,00	155,00
0,523	0,523	0,523	0,523	0,523	0,523	0,523
0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1
54,12	11,87	14,01	14,01	14,01	14,01	14,01
91,00						
2,90						
26,73						
4,70						
5,36						
3,78						
0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
55,39	35,93	33,86	33,86	33,86	33,86	33,86
4,05	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
0,044	0,267	0,262	0,262	0,262	0,262	0,262
C	B	B	B	B	B	B
9563	7365	7218	7218	7218	7218	7218
Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000
Não se aplica 0,000	C	C	C	C	C	C
	42,644	42,140	42,140	42,140	42,140	42,140

< LIMPAR  
 < COPIAR >  
 APAGAR >



155	155	155	155
Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim
Não	Sim	Sim	Sim
Sim	Não	Não	Não
60,17			
5,44	0	1,48	1,48
9,04	0,00	11,08	11,08
não	não	não	não
5,44	0	1,48	1,48
9,04	0,00	11,08	11,08
Não	Não	Sim	Sim
Janelas		Janelas	Janelas
Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim

C	C	C	C
3,00	3,00	3,00	3,00
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Não se aplica	C	C	C
0,00	3,00	3,00	3,00

Pré-requisitos por ambiente	155
Paredes externas	Sim
Cobertura	Sim
Fatores para iluminação e ventilação natural	Sim
Iluminação Natural	Não
Ventilação Natural	Sim

CT paredes externas  
Upar, CTdar e opar  
Ucob, Ctcob e ocob atendem?  
O ambiente é um dormitório?  
Há corredor no Ambiente?  
Se sim, qual é a AUamb sem contar a área desta.  
Área de abertura para iluminação [m²]  
AU/Auamb (%)  
Atende 12,5%?  
Área de abertura para ventilação.  
AV/Auamb (%)  
Atende % mínima?  
Tipo de abertura  
Janelas  
Abertura passível de fechamento?  
ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C?  
Atende?

Ponderação da nota pela área útil do ambiente	B
Envoltória para Verão	4,00
Envoltória para Inverno	Não se aplica
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	Não se aplica
	B
	4,00

A PONTUAÇÃO ACIMA NÃO É A NOTA FINAL DA ENVOLTÓRIA. AINDA É NECESSÁRIO PREENCHER ALGUNS PRÉ-REQUISITOS NA ABA 'Pré-requisitos da UH'.

**Análise dos Pré-requisitos da Envoltória e Equivalente Numérico da Envoltória**  
**RTQ - Edificações Residenciais**

<b>Pré Requisitos da Envoltória</b>	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	<b>Ventilação Cruzada</b>	Área Aberturas orientação Norte	4,7
		Área Aberturas orientação Sul	8,62
		Área Aberturas orientação Leste	9,58
		Área Aberturas orientação Oeste	0
		A2/A1	1,39039666
		Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?	Sim
	<b>Banheiros com Ventilação Natural</b>	Nº BWC	1
		Nº Banheiros com ventilação natural	1
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

<b>Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH</b>	<b>Envoltória para Verão</b>	Nota anterior aos pré-requisitos	Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada	
		C	C	
			3,00	3,00
	<b>Envoltória para Inverno</b>	Não se aplica		Não se aplica
0,00		0,00		
<b>Envoltória se Refrigerada Artificialmente</b>	C		C	
	3,00		3,00	

<b>Pontuação após avaliar todos os pré-requisitos</b>	<b>Equivalente numérico da envoltória da UH</b>	Nota anterior aos pré-requisitos gerais e ao pré-requisito dos banheiros com ventilação natural	Nota final da envoltória da UH
		C	C
		3,00	3,00

Bonificações				
<b>Bonificação Ventilação Natural</b>	<b>Porosidade</b>	ATAVN (m²)	4,7	
		AATVS (m²)	8,62	
		AATVL (m²)	9,58	
		AATVO (m²)	0	
		ATFN (m²)	109,76	
		ATFS (m²)	109,76	
		ATFL (m²)	27,95	
		ATFNO (m²)	27,95	
		Pavimento da UH	1 ou 2	
		Porosidade a Atender	20,0%	
		Porosidade Norte	4,3%	
		Porosidade Sul	7,9%	
		Porosidade Leste	34,3%	
		Porosidade Oeste	0,0%	
	Atende pelo menos 2 fachadas?	Não		
	Bonificação	0		
	<b>Dispositivos Especiais</b>	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?		Sim
		Quais dispositivos?		Bonificação
	<b>Centro Geométrico</b>	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?		Não
		Bonificação		0
<b>Permeabilidade</b>	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre ≥ 30% da área da abertura?		Sim	
	Bonificação		0,06	
<b>Bonificação Iluminação Natural</b>	<b>Profundidade</b>	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem $P \leq 2,4 \cdot h_p$ ?	Sim	
		Bonificação	0,2	
	<b>Refletância Teto</b>	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?		Sim
		Bonificação		0,1

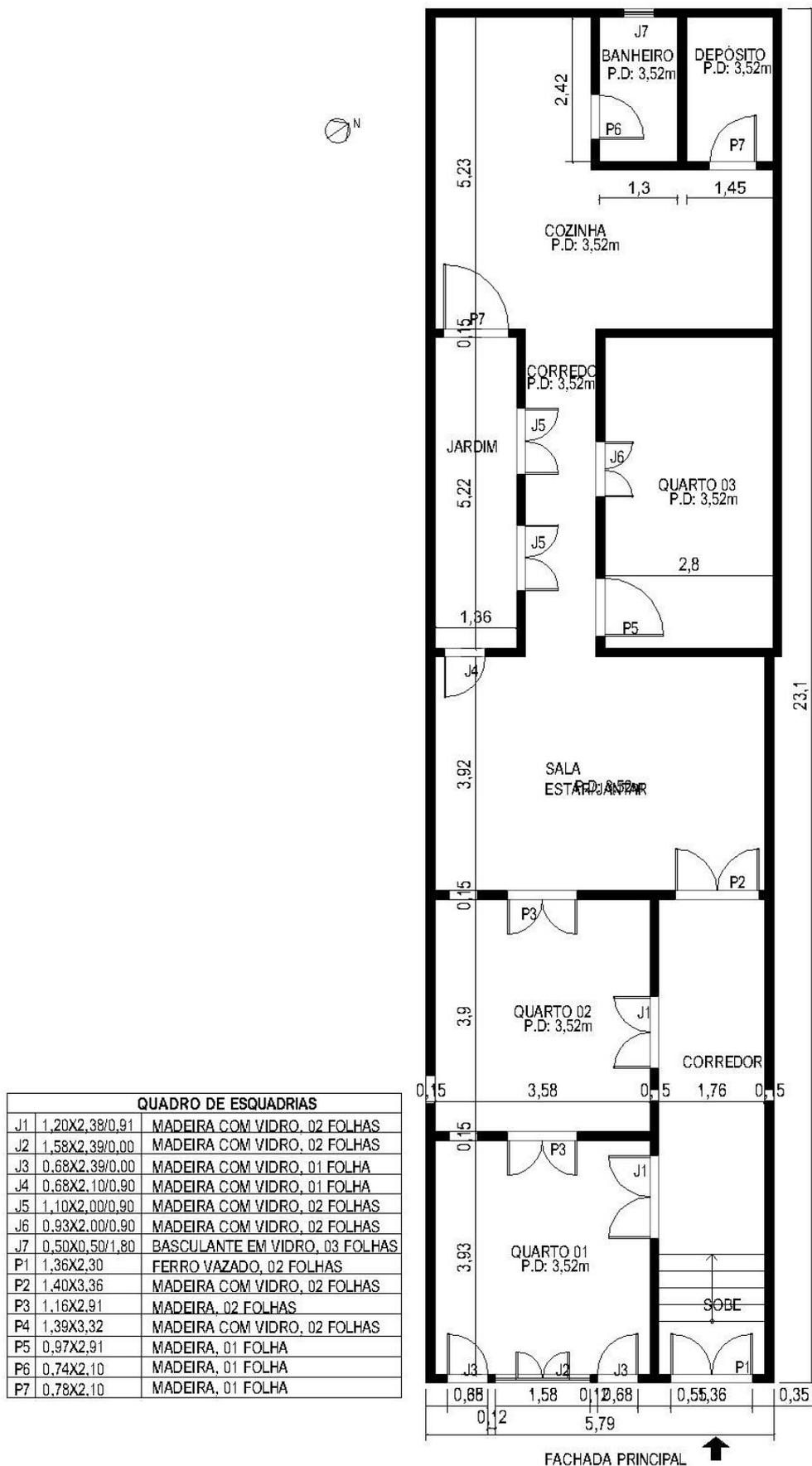


**Análise da classificação final da UH**  
**RTQ - Edificações Residenciais**

<b>Pontuação Total</b>	Identificação	
	Envoltória para Verão	C 3,00
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	E 0,00
	Equivalente numérico da envoltória	C 3,00
	Envoltória se refrigerada artificialmente	C 3,00
	Bonificações	0,36
	Região	Norte
	Coefficiente a	0,95

<b>Classificação final da UH</b>	<b>C</b>
<b>Pontuação Total</b>	<b>3,21</b>

### ANEXO J – PLANTA BAIXA DA RESIDÊNCIA 04



ANEXO K - - DADOS PARA CLASSIFICAÇÃO NO SELO PROCEL DA RES. 04



Análise da Envoltória e dos Pré-Requisitos dos Ambientes  
RTQ - Edificações Residenciais

TERMO DE RESPONSABILIDADE (passe o mouse)		ZB	ZB8
Zona Bioclimática			QUARTO 01
Ambiente	Identificação	adimensional	
Situação do piso e cobertura	Área útil do APP	m <sup>2</sup>	14,07
	Cobertura	adimensional	1
	Contato com solo	adimensional	0
	Sobre Pilotis	adimensional	1
Cobertura	Ucob	W/m <sup>2</sup> .K	2,02
	CTcob	kJ/m <sup>2</sup> .K	26,00
	acob	adimensional	0,40
Paredes Externas	Upar	W/m <sup>2</sup> .K	2,24
	CTpar	kJ/m <sup>2</sup> .K	155,00
	gpar	adimensional	0,367
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0
	CTalta	binário	1
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m <sup>2</sup>	10,97
	SUL	m <sup>2</sup>	13,83
	LESTE	m <sup>2</sup>	5,56
	OESTE	m <sup>2</sup>	
	NORTE	m <sup>2</sup>	2,86
Áreas de Aberturas Externas	SUL	m <sup>2</sup>	7,04
	LESTE	m <sup>2</sup>	
	OESTE	m <sup>2</sup>	
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,80
	Somb	adimensional	1,00
Características Gerais	Área das Paredes	m <sup>2</sup>	9,22
	Pé Direito	m	3,52
	C-altura	adimensional	0,250
Características de Isolamento Térmico para ZB-1 e ZB2	isol	binário	
	vid	binário	
	Uvid	W/m <sup>2</sup> .K	
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	e.C.h	B 6320
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m <sup>2</sup> .ano	Não se aplica 0,000
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m <sup>2</sup> .ano	C 39,421

< LIMPAR		ZB8	ZB8	ZB8
< COPIAR >		SALA, CORREDOR, COZINHA	QUARTO 03	QUARTO 02
APAGAR >		49,61	14,62	13,96
		1	1	1
		0	0	0
		1	1	1
		2,02	2,02	2,02
		26,00	26,00	26,00
		0,40	0,40	0,40
		2,24	2,24	2,24
		155,00	155,00	155,00
		0,367	0,367	0,367
		0	0	0
		1	1	1
		23,16	18,37	10,87
		47,24	13,69	13,73
		5,18		
		13,01		
		4,40	4,68	2,86
		6,34		
		1,43		
		0,80	0,80	0,80
		1,00	1,00	1,00
		64,22	19,71	18,44
		3,52	3,52	3,52
		0,071	0,241	0,252
		D 12490	B 6747	B 5573
		Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000
		Não se aplica 0,000	B 36,453	C 39,541

155	155	155
Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim
Não	Sim	Sim
Não	Não	Não
5,98	1,49	2,29
12,05	10,19	16,40
não	não	sim
5,98	1,49	2,29
12,05	10,19	16,40
Sim	Sim	Sim
Janelas	Janelas	Janelas
Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim

D	C	B
2,00	3,00	4,00
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Não se aplica	C	C
0,00	3,00	3,00

Pré-requisitos por ambiente		155
Paredes externas	CT paredes externas Upar, CTpar e ocar Ucob, C'cob e ocob atendem?	Sim
Cobertura	O ambiente é um dormitório? Há corredor no Ambiente? Se sim, qual é a AUamb sem contar a área deste	Sim Sim Não
Fatores para iluminação e ventilação natural	Área de abertura para iluminação [m²] Av/Auamb (%) Atende 12,5%?	7,92 56,29 sim
Iluminação Natural	Área de abertura para ventilação Av/Auamb (%) Atende % mínima?	7,92 56,29 Sim
Ventilação Natural	Tipo de abertura Abertura passível de fechamento? ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C? Atende?	Janelas    Sim Sim

Ponderação da nota pela área útil do ambiente		B
Envolvória para Verão	C 2,54	4,00
Envolvória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica
Envolvória se Refrigerada Artificialmente	0,00 C 3,00	Não se aplica C 3,00

A PONTUAÇÃO ACIMA NÃO É A NOTA FINAL DA ENVOLTÓRIA, AINDA É NECESSÁRIO PREENCHER ALGUNS PRÉ-REQUISITOS NA ABA "Pré-requisitos da UH"

**Análise dos Pré-requisitos da Envoltória e Equivalente  
 Numérico da Envoltória  
 RTQ - Edificações Residenciais**

<b>Pré Requisitos da Envoltória</b>	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	<b>Ventilação Cruzada</b>	Área Aberturas orientação Norte	5,72
		Área Aberturas orientação Sul	9,08
		Área Aberturas orientação Leste	13,38
		Área Aberturas orientação Oeste	1,43
		A2/A1	1,213004484
	Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?		Sim
	<b>Banheiros com Ventilação Natural</b>	Nº BWC	1
		Nº Banheiros com ventilação natural	1
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

<b>Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH</b>		<b>Nota anterior aos pré-requisitos</b>	<b>Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada</b>
	<b>Envoltória para Verão</b>	C	C
		2,54	2,54
	<b>Envoltória para Inverno</b>	Não se aplica	Não se aplica
	0,00	0,00	
<b>Envoltória se Refrigerada Artificialmente</b>	C	C	
	3,00	3,00	

<b>Pontuação após avaliar todos os pré-requisitos</b>	<b>Equivalente numérico da envoltória da UH</b>	<b>Nota anterior aos pré-requisitos gerais e ao pré-requisito dos banheiros com ventilação natural</b>	<b>Nota final da envoltória da UH</b>
		C	C
		2,54	2,54

<b>Bonificações</b>			
<b>Bonificação Ventilação Natural</b>	<b>Porosidade</b>	ATAVN (m²)	6,08
		AATVS (m²)	9,08
		AATVL (m²)	13,38
		AATVO (m²)	1,68
		ATFN (m²)	81,31
		ATFS (m²)	81,31
		ATFL (m²)	20,38
		ATFNO (m²)	20,38
		Pavimento da UH	1 ou 2
		Porosidade a Atender	20,0%
		Porosidade Norte	7,5%
		Porosidade Sul	11,2%
		Porosidade Leste	65,7%
		Porosidade Oeste	8,2%
	Atende pelo menos 2 fachadas?	Não	
	Bonificação	0	
	<b>Dispositivos Especiais</b>	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?	Sim
		Quais dispositivos?	
Bonificação		0	
<b>Centro Geométrico</b>	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?	Não	
	Bonificação	0	
<b>Permeabilidade</b>	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre $\geq 30\%$ da área da abertura?	Sim	
	Bonificação	0,06	
<b>Bonificação Iluminação Natural</b>	<b>Profundidade</b>	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem $P \leq 2,4 \cdot h_n$ ?	Sim
		Bonificação	0,2
	<b>Refletância Teto</b>	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?	Sim
		Bonificação	0,1

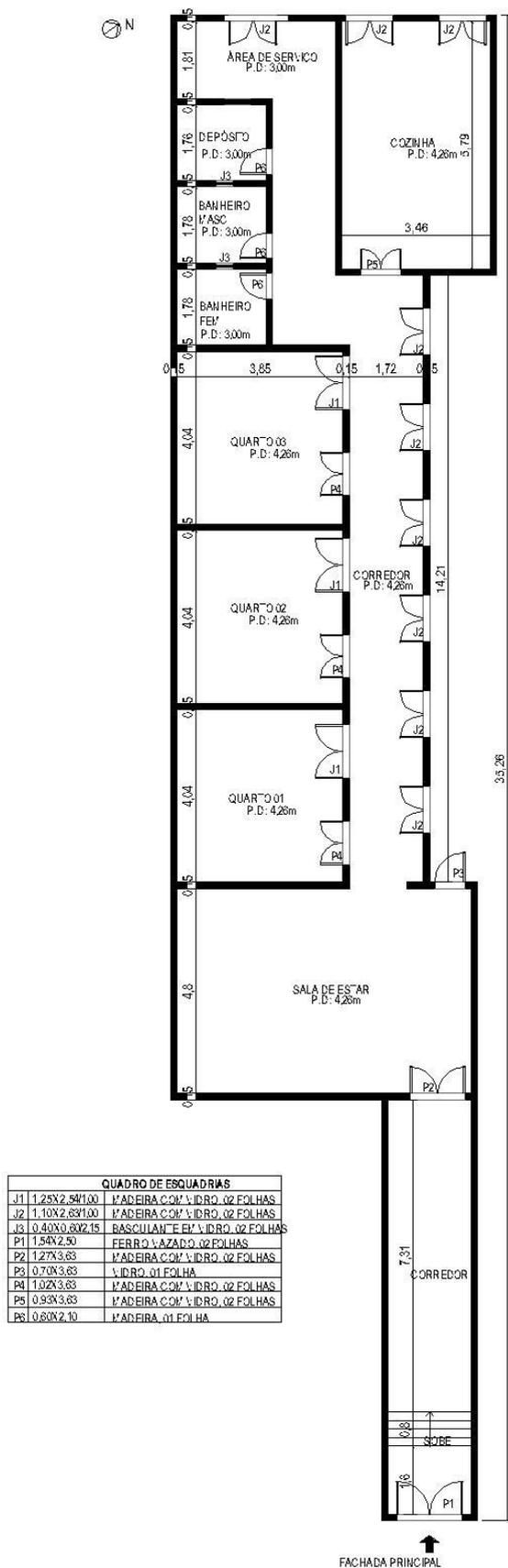


**Análise da classificação final da UH  
RTQ - Edificações Residenciais**

<b>Pontuação Total</b>	Identificação	
	Envolória para Verão	C 2,54
	Envolória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	E 0,00
	Equivalente numérico da envoltória	C 2,54
	Envolória se refrigerada artificialmente	C 3,00
	Bonificações	0,36
	Região	Norte
	Coefficiente a	0,95

<b>Classificação final da UH</b>	<b>C</b>
<b>Pontuação Total</b>	<b>2,78</b>

## ANEXO L – PLANTA BAIXA DA RESIDÊNCIA 05



## ANEXO M - DADOS PARA CLASSIFICAÇÃO NO SELO PROCEL DA RES. 05



### Análise da Envolvória e dos Pré-Requisitos dos Ambientes RTQ - Edificações Residenciais

Zona Bioclimática	ZB	ZB8	ZB8	ZB8
Ambiente	Identificação	adimensional	QUARTO 01	QUARTO 02
			QUARTO 03	SALA DE ESTAR, CORREDOR E ÁREA DE SERVIÇO
Situação do piso e cobertura	Área útil do APP	m <sup>2</sup>	15,55	15,55
	Cobertura	adimensional	1	1
	Contato com solo	adimensional	0	0
	Sobre Pilotis	adimensional	1	1
Cobertura	Ucob	W/m <sup>2</sup> .K	2,02	2,02
	C'Tcob	K/m <sup>2</sup> .K	26,00	26,00
	acob	adimensional	0,40	0,40
	Upapar	W/m <sup>2</sup> .K	2,24	2,24
Paredes Externas	C'Tpar	K/m <sup>2</sup> .K	155,00	155,00
	gpar	adimensional	0,495	0,495
	C'Tbaixa	binário	0	0
	C'Talta	binário	1	1
Característica construtiva	NORTE	m <sup>2</sup>	10,33	10,33
	SUL	m <sup>2</sup>	17,21	17,21
	LESTE	m <sup>2</sup>		
	OESTE	m <sup>2</sup>		
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m <sup>2</sup>	6,88	6,88
	SUL	m <sup>2</sup>		
	LESTE	m <sup>2</sup>		
	OESTE	m <sup>2</sup>		
Áreas de Aberturas Externas	SUL	m <sup>2</sup>		
	LESTE	m <sup>2</sup>		
	OESTE	m <sup>2</sup>		
	Fvent	adimensional	0,80	0,80
Características das Aberturas	Somb	adimensional	1,00	1,00
	Área das Paredes	m <sup>2</sup>	32,80	32,80
	Pé Direito	m	4,26	4,26
	C altura	adimensional	0,274	0,274
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário		
	vid	binário		
	Uvid	W/m <sup>2</sup> .K		
	GHR	e.C.h	B	B
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	CA	kWh/m <sup>2</sup> .ano	6725	6725
	CR	kWh/m <sup>2</sup> .ano	Não se aplica	Não se aplica
			0,000	0,000
			C	C
Consumo Relativo para Aquecimento			41,552	41,552
Consumo Relativo para Refrigeração				

< LIMPAR  
 < COPIAR >  
 APAGAR >

**DETALHE IMPORTANTE:**  
 após os cálculos não modificar a zona bioclimática da célula E10

155	155	155
Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Não
Não	Não	Não
2,54	2,54	18,22
16,93	16,93	24,95
sim	sim	sim
2,54	2,54	18,22
16,93	16,93	24,95
Sim	Sim	Sim
Janelas	Janelas	Janelas
Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim

B	B	C
4,00	4,00	3,00
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
C	C	C
3,00	3,00	0,00

Pré-requisitos por ambiente		155
Paredes externas	CT paredes externas Upar, CTpar e opar	Sim
Cobertura	Ucob, Ctcob e ocob atendem?	Sim
Fatores para iluminação e ventilação natural	O ambiente é um dormitório? Há corredor no Ambiente? Se sim, qual é a AUamb sem contar a área deste	Sim Não
Iluminação Natural	Área de abertura para iluminação [m²]	2,54
	Ai/Auamb (%)	16,93
	Atende 12,5%?	sim
	Área de abertura para ventilação	2,54
Ventilação Natural	Ai/Auamb (%)	16,93
	Atende % mínima?	Sim
	Tipo de abertura	Janelas
	Abertura passível de fechamento?	
	ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C?	Sim
	Atende?	Sim

Ponderação da nota pela área útil do ambiente		B
Envoltória para Verão	3,30	4,00
Envoltória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	0,00	Não se aplica
	C	C
	3,00	3,00

A PONTUAÇÃO ACIMA NÃO É A NOTA FINAL DA ENVOLTÓRIA. AINDA É NECESSÁRIO PREENCHER ALGUNS PRÉ-REQUISITOS NA ABA "Pré-requisitos da UH"

**Análise dos Pré-requisitos da Envoltória e Equivalente**  
**Número da Envoltória**  
**RTQ - Edificações Residenciais**

Pré Requisitos da Envoltória	Medição individual de água?			
	Medição individual de energia?			
	Ventilação Cruzada	Área Aberturas orientação Norte		37,98
		Área Aberturas orientação Sul		0
		Área Aberturas orientação Leste		4,61
		Área Aberturas orientação Oeste		5,43
		A2/A1		0,264349658
	Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?			Sim
	Banheiros com Ventilação Natural	Nº BWC		2
		Nº Banheiros com ventilação natural		0
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?			Não	

Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH		Nota anterior aos pré-requisitos	Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada
	Envoltória para Verão	C	C
	Envoltória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica
	Envoltória se Refrigerada Artificialmente	3,00	3,00

Pontuação após avaliar todos os pré-requisitos	Equivalente numérico da envoltória da UH	Nota anterior aos pré-requisitos gerais e ao pré-requisito dos banheiros com ventilação natural	Nota final da envoltória da UH
		C	C
		3,30	3,30

Bonificações			
Bonificação Ventilação Natural	Porosidade	ATAVN (m²)	95,27
		AATVS (m²)	77,51
		AATVL (m²)	24,53
		AATVO (m²)	11,21
		ATFN (m²)	108,2
		ATFS (m²)	108,2
		ATFL (m²)	30,42
		ATFNO (m²)	30,42
		Pavimento da UH	1 ou 2
		Porosidade a Atender	20,0%
		Porosidade Norte	88,0%
		Porosidade Sul	71,6%
		Porosidade Leste	80,6%
		Porosidade Oeste	36,9%
	Atende pelo menos 2 fachadas?	Sim	
	Bonificação	0,12	
	Dispositivos Especiais	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?	Sim
Quais dispositivos?		0	
Centro Geométrico	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?	Não	
	Bonificação	0	
Permeabilidade	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre ≥ 30% da área da abertura?	Sim	
	Bonificação	0,06	
Bonificação Iluminação Natural	Profundidade	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem $P \leq 2,4 \cdot h_n$ ?	Sim
		Bonificação	0,2
	Refletância Teto	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?	Sim
Bonificação		0,1	

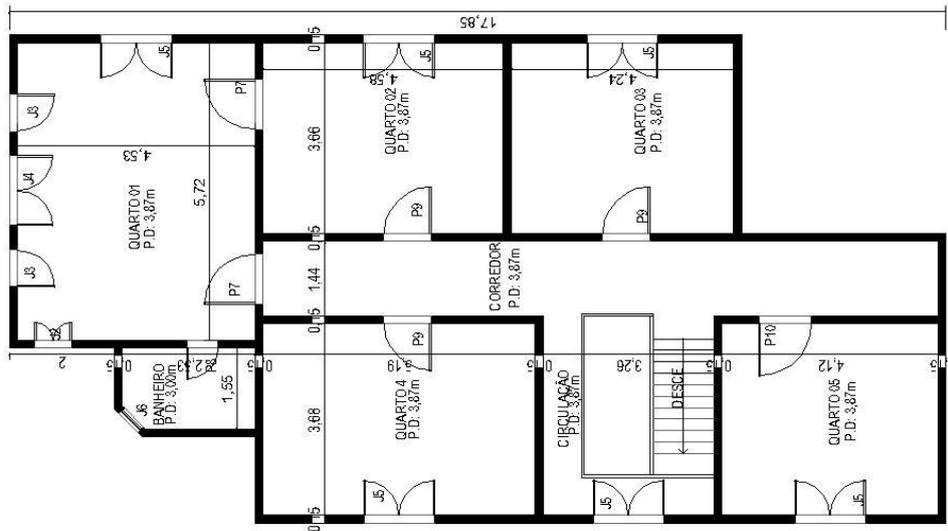


**Análise da classificação final da UH  
RTQ - Edificações Residenciais**

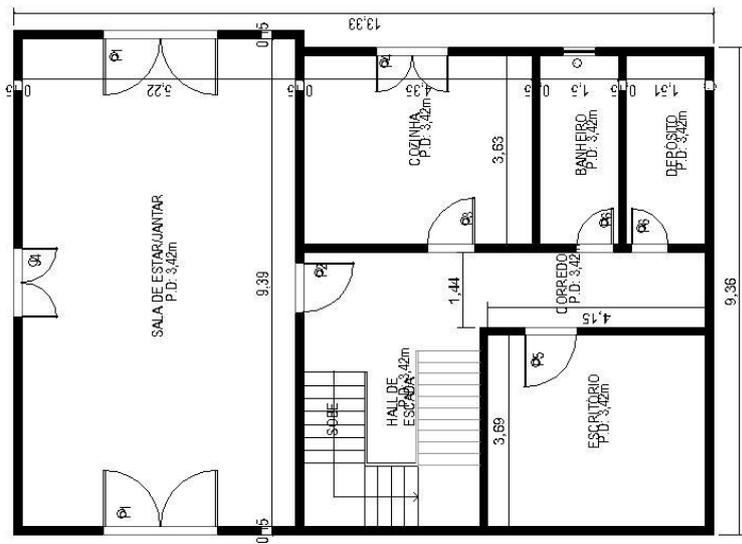
<b>Pontuação Total</b>	Identificação	
	Envoltória para Verão	C 3,30
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	E 0,00
	Equivalente numérico da envoltória	C 3,30
	Envoltória se refrigerada artificialmente	C 3,00
	Bonificações	0,36
	Região	Norte
	Coefficiente a	0,95

<b>Classificação final da UH</b>	<b>C</b>
<b>Pontuação Total</b>	<b>3,49</b>

### ANEXO N – PLANTA BAIXA DA RESIDÊNCIA 06



PROJ. CIVIL: PAZ, SUIZUKER



PROJ. CIVIL: PAZ, SUIZUKER

↑  
1:50 - 5,36 x 4,03 m

QUADRO DE ESQUADRIAS	
J1	10,80x10,80x1,00 - BASCULANTE EM VIDRO, 02 FOLHAS
J2	10,70x2,40x1,00 - MADEIRA COM VIDRO, 02 FOLHAS
J3	10,72x3,87x1,00 - MADEIRA COM VIDRO, 01 FOLHA
J4	11,30x3,87x1,00 - MADEIRA COM VIDRO, 02 FOLHAS
J5	11,35x2,47x1,00 - MADEIRA COM VIDRO, 02 FOLHAS
J6	10,50x0,50x2,10 - BASCULANTE EM VIDRO, 02 FOLHAS
P1	12,17x3,42 - MADEIRA COM VIDRO, 02 FOLHAS
P2	10,80x2,10 - MADEIRA, 01 FOLHA
P3	10,80x2,10 - MADEIRA, 01 FOLHA
P4	11,38x3,42 - MADEIRA COM VIDRO, 02 FOLHAS
P5	11,00x3,42 - MADEIRA, 01 FOLHA
P6	10,70x2,10 - MADEIRA, 01 FOLHA
P7	10,87x3,56 - MADEIRA, 01 FOLHA
P8	10,80x2,10 - MADEIRA, 01 FOLHA
P9	10,80x3,56 - MADEIRA, 01 FOLHA
P10	10,80x3,56 - MADEIRA, 01 FOLHA



	155	155	155	155	155	155
	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	12,62
	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	84,13
	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	12,62
	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	84,13
	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Janelas	Janelas	Janelas	Janelas	Janelas	Janelas
	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

	B	B	A	A	B	C
	4,00	4,00	5,00	5,00	4,00	3,00
	Não se aplica					
	Não se aplica					
	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00

	155
Paredes externas	Sim
Cobertura	Sim
Fatores para iluminação e ventilação natural	Não
Iluminação natural	4,15
Ventilação natural	8,47
	Não
	8,47
	Não
	8,47
	Não
	Janelas
	Sim
	Sim

	B	B	C
	4,17	3,00	3,00
	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
	0,00	Não se aplica	Não se aplica
	3,84	0,00	0,00

A PONTUAÇÃO ACIMA NÃO É A NOTA FINAL DA ENVOLTÓRIA, ANDA É NECESSÁRIO PREENCHER ALGUNS PRÉ-REQUISITOS NA ABA "Pré-requisitos da UH"

**Análise dos Pré-requisitos da Envoltória e Equivalente**  
**Numérico da Envoltória**  
**RTQ - Edificações Residenciais**

<b>Pré Requisitos da Envoltória</b>	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	<b>Ventilação Cruzada</b>	Área Aberturas orientação Norte	15,76
		Área Aberturas orientação Sul	17,41
		Área Aberturas orientação Leste	15,96
		Área Aberturas orientação Oeste	1,821941413
		A2/A1	1,821941413
	Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?		Sim
	<b>Banheiros com Ventilação Natural</b>	Nº BWC	2
		Nº Banheiros com ventilação natural	2
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH		Nota anterior aos pré-requisitos	Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada
		Envoltória para Verão	B 4,17
Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00	Não se aplica 0,00	
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	B 3,84	B 3,84	

Pontuação após avaliar todos os pré-requisitos	Equivalente numérico da envoltória da UH	Nota anterior aos pré-requisitos gerais e ao pré-requisito dos banheiros com ventilação natural	Nota final da envoltória da UH
		B 4,17	B 4,17

Bonificações			
<b>Bonificação Ventilação Natural</b>	<b>Porosidade</b>	ATAVN (m²)	19,59
		AATVS (m²)	22,51
		AATVL (m²)	15,96
		AATVO (m²)	0
		ATFN (m²)	115,29
		ATFS (m²)	115,29
		ATFL (m²)	70,64
		ATFNO (m²)	70,64
		Pavimento da UH	1 ou 2
		Porosidade a Atender	20,0%
		Porosidade Norte	17,0%
		Porosidade Sul	19,5%
		Porosidade Leste	22,6%
		Porosidade Oeste	0,0%
	Atende pelo menos 2 fachadas?	Não	
	Bonificação	0	
	<b>Dispositivos Especiais</b>	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?	Sim
		Quais dispositivos?	
	Bonificação	0	
	<b>Centro Geométrico</b>	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?	Não
Bonificação		0	
<b>Permeabilidade</b>	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre ≥ 30% da área da abertura?	Sim	
	Bonificação	0,06	
<b>Bonificação Iluminação Natural</b>	<b>Profundidade</b>	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem $P \leq 2,4 \cdot h_z$ ?	Sim
		Bonificação	0,2
	<b>Refletância Teto</b>	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?	Sim
		Bonificação	0,1



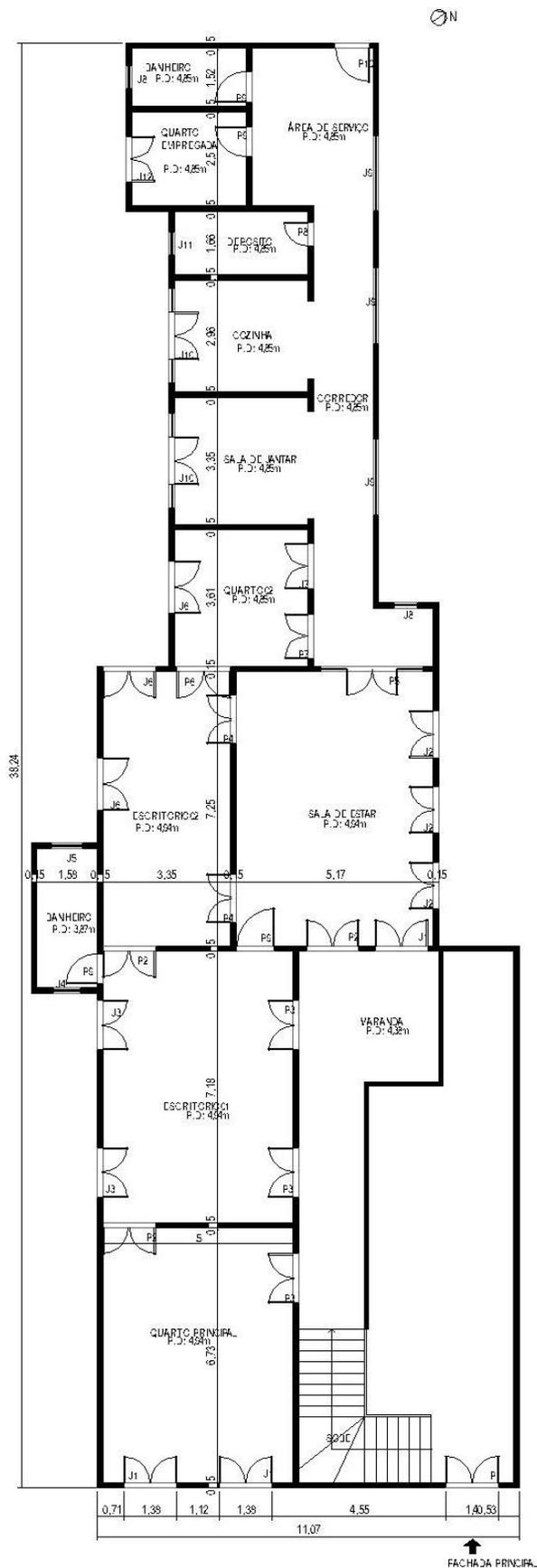
**Análise da classificação final da UH  
RTQ - Edificações Residenciais**

<b>Pontuação Total</b>	Identificação	
	Envoltória para Verão	B 4,17
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	E 0,00
	Equivalente numérico da envoltória	B 4,17
	Envoltória se refrigerada artificialmente	B 3,84
	Bonificações	0,36
	Região	Norte
	Coefficiente a	0,95

<b>Classificação final da UH</b>	<b>B</b>
<b>Pontuação Total</b>	<b>4,33</b>



## ANEXO P – PLANTA BAIXA DA RESIDÊNCIA 07



QUADRO DE ESQUADRAS	
J1	1.38x3.46/02 MADEIRA COM VIDRO/02EQ.HAS
J2	1.24x3.46/02 MADEIRA COM VIDRO/02EQ.HAS
J3	1.38x3.56/02 MADEIRA COM VIDRO/02EQ.HAS
J4	0.70x3.56/185 BACUL ANTI FUVIDRO/02EQ.HAS
J5	0.82x3.56/185 BACUL ANTI FUVIDRO/02EQ.HAS
J6	1.37x2.56/102 MADEIRA COM VIDRO/02EQ.HAS
J7	1.22x2.56/102 MADEIRA COM VIDRO/02EQ.HAS
J8	0.60x3.56/185 BACUL ANTI FUVIDRO/02EQ.HAS
J9	2.00x1.96/102 BACUL ANTI FUVIDRO/02EQ.HAS
J10	2.50x2.18/122 MADEIRA COM VIDRO/02EQ.HAS
J11	0.50x3.56/102 BACUL ANTI FUVIDRO/02EQ.HAS
J12	1.22x1.56/102 MADEIRA COM VIDRO/02EQ.HAS
E1	1.40x3.46 FERRO VAZADO/02EQ.HAS
E2	1.38x3.46 MADEIRA COM VIDRO/02EQ.HAS
E3	1.30x3.46 MADEIRA/02EQ.HAS
E4	1.28x3.46 MADEIRA COM VIDRO/02EQ.HAS
E5	2.88x3.46 MADEIRA COM VIDRO/04EQ.HAS
E6	1.40x3.46 MADEIRA/02EQ.HAS
E7	1.18x3.46 MADEIRA/02EQ.HAS
E8	0.83x2.16 MADEIRA/01EQ.HAS
E9	0.80x2.16 MADEIRA/01EQ.HAS
E10	0.50x2.16 MADEIRA COM VIDRO/01EQ.HAS



155	155	155	155	155
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Não	Sim	Não	Não	Não
Não	Não	Não	Não	Não
16,02	2,84	13,88	5,68	12,46
27,51	22,47	37,03	23,39	34,71
sim	sim	sim	sim	sim
16,06	2,84	13,88	5,68	12,46
27,58	22,47	37,03	23,39	34,71
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Janelas	Janelas	Janelas	Janelas	Janelas
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

B	B	A	B	A
4,00	4,00	5,00	4,00	5,00
Não se aplica				
Não se aplica				
Não se aplica	C	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
0,00	3,00	0,00	0,00	0,00

Pré-requisitos por ambiente		155
Paredes externas	CT paredes externas Upar, CTpar e ocar Ucob, Ctcoob e ocoob atendem?	Sim
Cobertura	O ambiente é um dormitório? Há corredor no Ambiente? Se sim, qual é a AUamb sem contar a área deste	Sim Sim Não
Iluminação Natural	Área de abertura para iluminação (m²) A1/Auamb (%) Atende 12,5%?	7,5 50,00 sim
Pré Requisitos da Envoltória	Área de abertura para ventilação A1/Auamb (%) Atende % mínima?	7,5 50,00 Sim
	Tipo de abertura	Janelas
	Abertura passível de fechamento? ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C? Atende?	Sim
		Sim

Pontuação após avaliar os pré-requisitos por ambiente	Ponderação da nota pela área útil do ambiente	
	Envoltória para Verão	A 5,00
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Envoltória se Refrigerada Artificialmente	C 3,00

\*,A PONTUAÇÃO ACIMA NÃO É A NOTA FINAL DA ENVOLTÓRIA, AINDA É NECESSÁRIO PREENCHER ALGUNS PRÉ-REQUISITOS NA ABA "Pré-requisitos da UH".

**Análise dos Pré-requisitos da Envoltória e Equivalente**  
**Numérico da Envoltória**  
**RTQ - Edificações Residenciais**

<b>Pré Requisitos da Envoltória</b>	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	<b>Ventilação Cruzada</b>	Área Aberturas orientação Norte	34,68
		Área Aberturas orientação Sul	24,74
		Área Aberturas orientação Leste	18,76
		Área Aberturas orientação Oeste	5,8
		A2/A1	1,421568627
	Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?		Sim
	<b>Banheiros com Ventilação Natural</b>	Nº BWC	2
		Nº Banheiros com ventilação natural	2
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

<b>Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH</b>		<b>Nota anterior aos pré-requisitos</b>	<b>Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada</b>
	<b>Envoltória para Verão</b>	A 4,51	A 4,51
	<b>Envoltória para Inverno</b>	Não se aplica 0,00	Não se aplica 0,00
	<b>Envoltória se Refrigerada Artificialmente</b>	C 3,00	C 3,00

<b>Pontuação após avaliar todos os pré-requisitos</b>	<b>Equivalente numérico da envoltória da UH</b>	<b>Nota anterior aos pré-requisitos gerais e ao pré-requisito dos banheiros com ventilação natural</b>	<b>Nota final da envoltória da UH</b>
		A 4,51	A 4,51

Bonificações			
<b>Bonificação Ventilação Natural</b>	<b>Porosidade</b>	ATAVN (m²)	34,68
		AATVS (m²)	24,74
		AATVL (m²)	18,76
		AATVO (m²)	5,8
		ATFN (m²)	188,91
		ATFS (m²)	188,91
		ATFL (m²)	52,12
		ATFNO (m²)	52,12
		Pavimento da UH	1 ou 2
		Porosidade a Atender	20,0%
		Porosidade Norte	18,4%
		Porosidade Sul	13,1%
		Porosidade Leste	36,0%
		Porosidade Oeste	11,1%
		Atende pelo menos 2 fachadas?	Não
	Bonificação	0	
	<b>Dispositivos Especiais</b>	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?	Sim
		Quais dispositivos?	Bonificação 0
<b>Centro Geométrico</b>	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?	Não	
	Bonificação	0	
<b>Permeabilidade</b>	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre ≥ 30% da área da abertura?	Sim	
	Bonificação	0,06	
<b>Bonificação Iluminação Natural</b>	<b>Profundidade</b>	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem $P \leq 2,4 \cdot h_v$ ?	Sim
		Bonificação	0,2
	<b>Refletância Teto</b>	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?	Sim
		Bonificação	0,1
	<b>Uso Racional de Água</b>	Bonificação de uso racional de água	



**Análise da classificação final da UH  
RTQ - Edificações Residenciais**

Pontuação Total	Identificação	
	Envolória para Verão	A 4,51
	Envolória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	E 0,00
	Equivalente numérico da envoltória	A 4,51
	Envolória se refrigerada artificialmente	C 3,00
	Bonificações	0,36
	Região	Norte
	Coefficiente a	0,95

<b>Classificação final da UH</b>	<b>A</b>
<b>Pontuação Total</b>	<b>4,64</b>

### ANEXO R – PLANTA BAIXA DA RESIDÊNCIA 08



QUADRO DE ESQUADRIAS		
J1	1,34X2,90/1,00	MADEIRA COM VIDRO, 02 FOLHAS
J2	1,39X2,90/1,00	MADEIRA COM VIDRO, 02 FOLHAS
J3	1,47X2,90/1,00	MADEIRA COM VIDRO, 02 FOLHAS
J4	1,15X2,06/1,00	MADEIRA, 01 FOLHA
J5	1,25X2,06/1,00	MADEIRA, 02 FOLHAS
J6	2,50X0,80/3,86	MADEIRA, FIXA, 02 FOLHAS
P1	1,40X2,35	FERRO VAZADO, 02 FOLHAS
P2	1,39X3,79	MADEIRA, 02 FOLHAS
P3	1,18X3,79	MADEIRA, 02 FOLHAS
P4	0,95X3,79	MADEIRA, 02 FOLHAS
P5	0,70X3,79	MADEIRA, 01 FOLHA
P6	0,80X2,10	MADEIRA, 01 FOLHA

↑ FACHADA PRINCIPAL

ANEXO S - DADOS PARA CLASSIFICAÇÃO NO SELO PROCEL DA RES. 08



Análise da Envolvência e dos Pré-Requisitos dos Ambientes  
RTQ - Edificações Residenciais

TERMO DE RESPONSABILIDADE (passe o mouse)		ZB	ZB8
Zona Bioclimática		Identificação	SALA DE ESTAR
Ambiente		Área útil do APP Cobertura	14,82
Situação do piso e cobertura		Contato com solo Sobre Pilotis	1
Cobertura		Ucob	0
		CTcob	2,02
		αcob	26,00
Paredes Externas		Upar	0,40
		CTpar	2,24
		gpar	155,00
Característica construtiva		CTbaixa	0,449
		CTalta	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente		NORTE	1
		SUL	19,00
		LESTE	13,73
		OESTE	11,82
Áreas de Aberturas Externas		NORTE	5,27
		SUL	7,78
		LESTE	0,80
		OESTE	1,00
Características das Aberturas		Fvent	15,13
		Somb	5,00
Características Gerais		Área das Paredes Pé Direito	0,337
		C altura	
Características de Isolamento Térmico para ZB1 e ZB2		isol	
		vid	
		binário	
		Uvid	
Indicador de Graus-hora para Resfriamento		GHR	B
Consumo Relativo para Aquecimento		CA	7726
Consumo Relativo para Refrigeração		CR	Não se aplica 0,000
			Não se aplica 0,000

< LIMPAR >		ZB8	ZB8	ZB8
< COPIAR >		QUARTO 02	SALA DE JANTAR, CORREDOR, ÁREA DE SERVIÇO E COZINHA	QUARTO 01
APAGAR >		10,94	42,06	14,82
		1	1	1
		0	0	0
		1	1	1
		2,02	2,02	2,02
		26,00	26,00	26,00
		0,40	0,40	0,40
		2,24	2,24	2,24
		155,00	155,00	155,00
		0,449	0,449	0,449
		0	0	0
		1	1	1
		19,20	28,00	19,00
		12,73	20,64	14,97
			4,34	
			13,65	
		6,47	20,64	
			4,26	
			6,05	
		0,80	0,80	0,80
		1,00	1,00	1,00
		28,50	122,36	30,26
		5,00	5,00	5,00
		0,457	0,119	0,337
		B	C	B
		8024	11405	6936
		Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000
		D		C
		53,299	0,000	42,793

155	155	155
Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim
Sim	Não	Sim
Não	Não	Não
1,6	20,01	3,22
14,63	47,57	21,73
sim	sim	sim
1,6	20,01	3,22
14,63	47,57	21,73
Sim	Sim	Sim
Janelas	Janelas	Janelas
Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim

B	C	B
4,00	3,00	4,00
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
D	Não se aplica	C
2,00	0,00	3,00

Pré-requisitos por ambiente		155
Paredes externas	CT paredes externas Upar, CTpar e abar Ucob, Ct cob e acob atendem?	Sim
Cobertura	O ambiente é um dormitório? Há corredor no Ambiente? Se sim, qual é a AUamb sem contar a área deste	Sim Não Não
Fatores para iluminação e ventilação natural	Área de abertura para iluminação [m²] A1/Auamb (%) Atende 12,5%?	6,22 41,97 sim
Iluminação Natural	Área de abertura para ventilação A1/Auamb (%) Atende % mínima?	6,22 41,97 Sim
Ventilação Natural	Tipo de abertura Abertura passível de fechamento? ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C? Atende?	Janelas   Sim Sim
Pré Requisitos da Envolvória		

Ponderação da nota pela área útil do ambiente		B
Envolvória para Verão	3,38	4,00
Envolvória para Inverno	0,00	Não se aplica
Envolvória se Refrigerada Artificialmente	C	Não se aplica
	2,58	0,00

A PONTUAÇÃO ACIMA NÃO É A NOTA FINAL DA ENVOLTÓRIA. AINDA É NECESSÁRIO PREENCHER ALGUNS PRÉ-REQUISITOS NA ABA "Pré-requisitos da UH"

**Análise dos Pré-requisitos da Envoltória e Equivalente**  
**Numérico da Envoltória**  
**RTQ - Edificações Residenciais**

<b>Pré Requisitos da Envoltória</b>	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	<b>Ventilação Cruzada</b>	Área Aberturas orientação Norte	
		Área Aberturas orientação Sul	32,38
		Área Aberturas orientação Leste	12,04
		Área Aberturas orientação Oeste	6,05
		A2/A1	0,558678196
	Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?		Sim
	<b>Banheiros com Ventilação Natural</b>	Nº BWC	1
		Nº Banheiros com ventilação natural	1
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

<b>Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH</b>		<b>Nota anterior aos pré-requisitos</b>	<b>Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada</b>
	<b>Envoltória para Verão</b>	C	C
		3,38	3,38
	<b>Envoltória para Inverno</b>	Não se aplica	Não se aplica
0,00		0,00	
<b>Envoltória se Refrigerada Artificialmente</b>	C	C	
	2,58	2,58	

<b>Pontuação após avaliar todos os pré-requisitos</b>	<b>Equivalente numérico da envoltória da UH</b>	<b>Nota anterior aos pré-requisitos gerais e ao pré-requisito dos banheiros com ventilação natural</b>	<b>Nota final da envoltória da UH</b>
		C	C
		3,38	3,38

Bonificações			
<b>Bonificação Ventilação Natural</b>	<b>Porosidade</b>	ATAVN (m²)	0
		AATVS (m²)	32,38
		AATVL (m²)	12,04
		AATVO (m²)	6,2
		ATFN (m²)	112,95
		ATFS (m²)	112,95
		ATFL (m²)	30,45
		ATFNO (m²)	30,45
		Pavimento da UH	1 ou 2
		Porosidade a Atender	20,0%
		Porosidade Norte	0,0%
		Porosidade Sul	28,7%
		Porosidade Leste	39,5%
		Porosidade Oeste	20,4%
	Atende pelo menos 2 fachadas?	Sim	
	Bonificação	0,12	
	<b>Dispositivos Especiais</b>	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?	Sim
		Quais dispositivos?	
Bonificação	0		
<b>Centro Geométrico</b>	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?	Não	
	Bonificação	0	
<b>Permeabilidade</b>	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre ≥ 30% da área da abertura?	Sim	
	Bonificação	0,06	
<b>Bonificação Iluminação Natural</b>	<b>Profundidade</b>	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem $P \leq 2,4 \cdot h_v$ ?	Sim
		Bonificação	0,2
	<b>Refletância Teto</b>	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?	Sim
		Bonificação	0,1

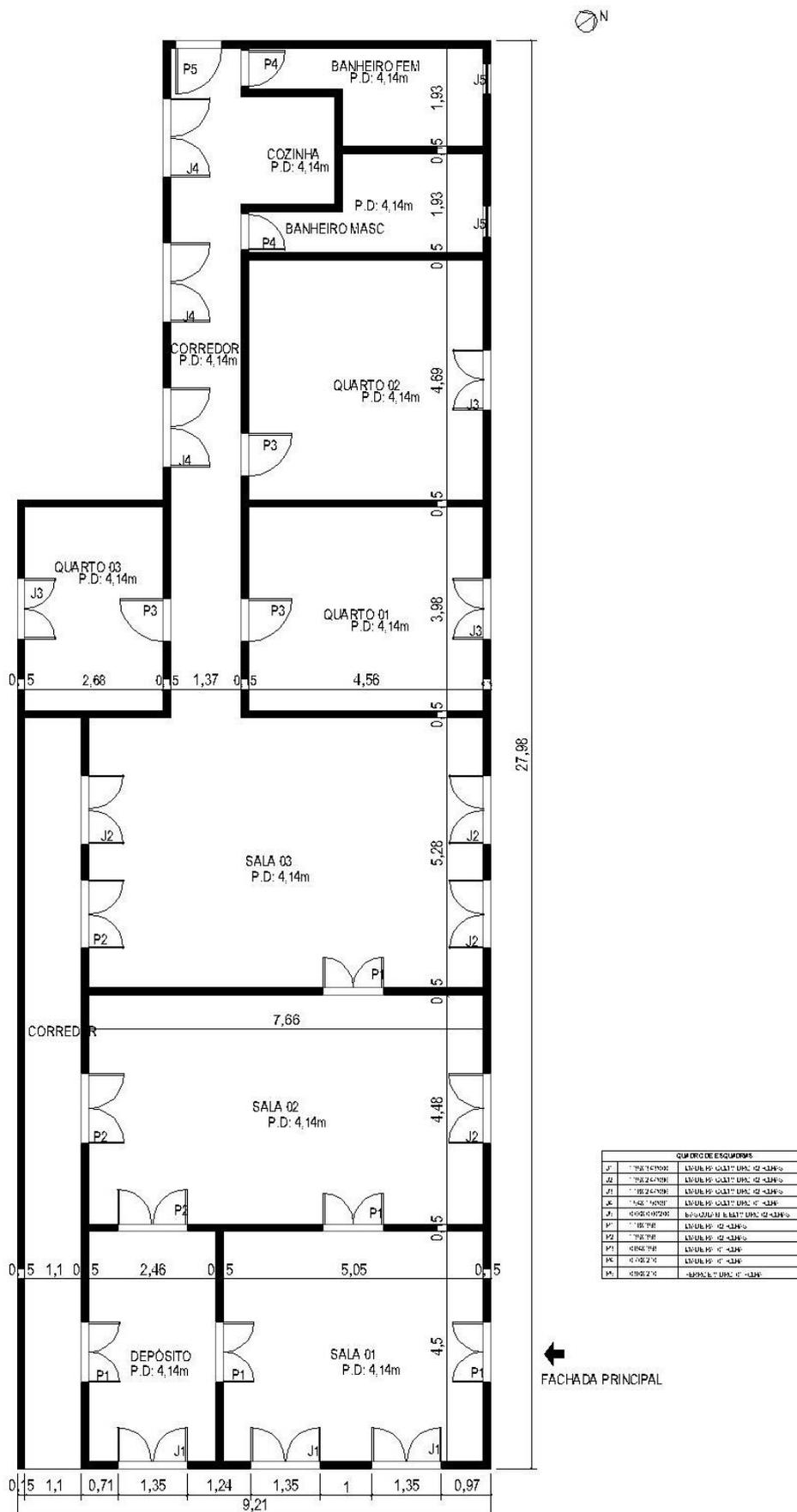


**Análise da classificação final da UH  
RTQ - Edificações Residenciais**

<b>Pontuação Total</b>	Identificação	
	Envoltória para Verão	C 3,38
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	E 0,00
	Equivalente numérico da envoltória	C 3,38
	Envoltória se refrigerada artificialmente	C 2,58
	Bonificações	0,48
	Região	Norte
	Coefficiente a	0,95

<b>Classificação final da UH</b>	<b>B</b>
<b>Pontuação Total</b>	<b>3,69</b>

### ANEXO T – PLANTA BAIXA DA RESIDÊNCIA 09



ANEXO U - DADOS PARA CLASSIFICAÇÃO NO SELO PROCEL DA RES. 09



Análise da Envoltória e dos Pré-Requisitos dos Ambientes  
RTQ - Edificações Residenciais

TERMO DE RESPONSABILIDADE (passe o mouse)

Zona Bioclimática	ZB	Identificação	ZB8
Ambiente		adimensional	SALA 01
Situação do piso e cobertura		Área útil do APP	22,73
Cobertura		Cobertura	1
		Contato com solo Sobre Pilotis	0
Paredes Externas		Ucob	2,02
		CTcob	26,00
Característica construtiva		Upair	0,40
		CTpar	2,24
Áreas de Paredes Externas do Ambiente		gpar	155,00
		CTbaixa	0,495
Áreas de Aberturas Externas		CTalta	0
		NORTE	1
Características das Aberturas		SUL	14,41
		LESTE	11,65
Características Gerais		OESTE	4,22
		NORTE	9,26
Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2		LESTE	0,80
		OESTE	1,00
Indicador de Graus-hora para Restrição		Somb	31,10
		Pé Direito	4,14
Consumo Relativo para Aquecimento		C altura	0,182
		isol	5203
Consumo Relativo para Refrigeração		vid	0,000
		Uvid	0,000

ZB8	QUARTO 03	QUARTO 02	QUARTO 01	ZB8	SALA 03, CORREDOR E COZINHA	ZB8	QUARTO 01	ZB8	QUARTO 02	ZB8	QUARTO 03
	10,67	21,39	18,15	62,24	34,32	1	1	1	1	1	1
	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02
	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00
	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24
	155,00	155,00	155,00	155,00	155,00	155,00	155,00	155,00	155,00	155,00	155,00
	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	16,51	16,51	13,57	43,37	15,22	16,51	13,57	43,37	15,22	16,51	13,57
	4,55	4,55	3,78	6,66	3,33	4,55	3,78	6,66	3,33	4,55	3,78
	11,10	11,10	2,91	15,09	3,33	11,10	2,91	15,09	3,33	11,10	2,91
	2,33	2,33	1,89	1,89	1,89	2,33	1,89	1,89	1,89	2,33	1,89
	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	20,01	54,16	51,22	134,46	50,15	20,01	51,22	134,46	50,15	20,01	51,22
	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14
	0,388	0,194	0,228	0,067	0,121	0,388	0,228	0,067	0,121	0,388	0,228
	C	A	A	C	A	C	A	C	A	C	A
	9730	4662	5130	10906	3754	9730	5130	10906	3754	9730	5130
	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica				
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	C	B	B	B	C	C	B	B	C	C	B
	50,929	32,459	36,285	0,000	0,000	50,929	36,285	0,000	0,000	50,929	36,285

155	155	155	155	155
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Não	Não	Não	Não	Não
2,33	2,33	2,33	2,33	2,66
21,84	15,53	15,53	21,74	7,75
sim	sim	sim	sim	não
2,33	2,33	2,33	13,53	2,66
21,84	15,53	15,53	21,74	7,75
Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Janelas	Janelas	Janelas	Janelas	Janelas
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

C	A	A	C	C
3,00	5,00	5,00	3,00	3,00
Não se aplica				
Não se aplica				
C	B	B	B	B
3,00	4,00	4,00	0,00	0,00

Pré-requisitos por ambiente		155
Paredes externas	CT paredes externas Upar, CTpar e garar	Sim
Cobertura	Ucob, Ct cob e o cob atendem?	Sim
Fatores para iluminação e ventilação natural	O ambiente é um dormitório? Há corredor no Ambiente? Se sim, qual é o Aluamb sem contar a área deste	Não Não
Iluminação Natural	Área de abertura para iluminação [m²]	7,41
	Al/Auamb (%)	32,60
	Atende 12,5%?	sim
	Área de abertura para ventilação	7,41
Ventilação Natural	Av/Auamb (%)	32,60
	Atende % mínima?	Sim
	Tipo de abertura	Janelas
	Abertura passível de fechamento? ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C?	Sim
	Atende?	Sim

Ponderação da nota pela área útil do ambiente		A
Envoltria para Verão	B	5,00
Envoltria para Inverno	Não se aplica	0,00
Envoltria se Refrigerada Artificialmente	B	0,00
	3,79	0,00

A PONTUAÇÃO ACIMA NÃO  
É A NOTA FINAL DA  
ENVOLTORIA, AINDA É  
NECESSÁRIO PREENCHER  
ALGUNS PRÉ-REQUISITOS  
NA ABA "Pré-requisitos da  
UH"

**Análise dos Pré-requisitos da Envoltória e Equivalente**  
**Número da Envoltória**  
**RTQ - Edificações Residenciais**

Pré Requisitos da Envoltória	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	Ventilação Cruzada	Área Aberturas orientação Norte	19,45
		Área Aberturas orientação Sul	22,25
		Área Aberturas orientação Leste	9,26
		Área Aberturas orientação Oeste	1,89
		A2/A1	1,375280899
	Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?		Sim
	Banheiros com Ventilação Natural	Nº BWC	2
		Nº Banheiros com ventilação natural	2
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH		Nota anterior aos pré-requisitos	Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada
	Envoltória para Verão	B 3,54	B 3,54
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00	Não se aplica 0,00
	Envoltória se Refrigerada Artificialmente	B 3,79	B 3,79

Pontuação após avaliar todos os pré-requisitos	Equivalente numérico da envoltória da UH	Nota anterior aos pré-requisitos gerais e ao pré-requisito dos banheiros com ventilação natural	Nota final da envoltória da UH
		B 3,54	B 3,54

Bonificações			
Bonificação Ventilação Natural	Porosidade	ATAVN (m²)	19,45
		AATVS (m²)	22,25
		AATVL (m²)	9,26
		AATVO (m²)	1,89
		ATFN (m²)	115,84
		ATFS (m²)	115,84
		ATFL (m²)	38,13
		ATFNO (m²)	38,13
		Pavimento da UH	1 ou 2
		Porosidade a Atender	20,0%
		Porosidade Norte	16,8%
		Porosidade Sul	19,2%
		Porosidade Leste	24,3%
		Porosidade Oeste	5,0%
		Atende pelo menos 2 fachadas?	Não
		Bonificação	0
		Dispositivos Especiais	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?
Quais dispositivos?	Bonificação 0		
Centro Geométrico	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?	Não	
	Bonificação	0	
Permeabilidade	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre ≥ 30% da área da abertura?	Sim	
	Bonificação	0,06	
Bonificação Iluminação Natural	Profundidade	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem $P \leq 2,4 \cdot h_p$ ?	Sim
		Bonificação	0,2
	Refletância Teto	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?	Sim
		Bonificação	0,1



**Análise da classificação final da UH**  
**RTQ - Edificações Residenciais**

<b>Pontuação Total</b>	Identificação	
	Envoltória para Verão	B 3,54
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	E 0,00
	Equivalente numérico da envoltória	B 3,54
	Envoltória se refrigerada artificialmente	B 3,79
	Bonificações	0,36
	Região	Norte
	Coefficiente a	0,95

<b>Classificação final da UH</b>	<b>B</b>
<b>Pontuação Total</b>	<b>3,72</b>