

Eficiência energética: um estudo em residências do período áureo da borracha em Manaus-AM

Energy efficiency: a study in residences of the golden age of rubber in Manaus-AM

Camila de Menezes Ramos^{1*}, Neliton Marques da Silva¹

RESUMO

Com o trabalho buscou-se verificar o atendimento de requisitos de eficiência energética em residências construídas nos anos de 1890 e 1920 na cidade de Manaus-AM. Para isso, aplicou-se a metodologia de certificação do Selo Procel em 09 residências. Com os resultados, constatou-se que 55,56% das residências estudadas atingiram níveis de eficiência energética de excelente (A) a bom (B), influenciadas por fatores como área em contato com o exterior, direção das fachadas e presença de ventilação cruzada. Dessa forma, as residências construídas no período analisado foram projetadas para proporcionar o máximo de conforto térmico utilizando a própria construção, que apesar de terem sido construídas há mais de um século, atenderam a aspectos de eficiência energética formalizados décadas depois, podendo as construções atuais retomarem as concepções por elas utilizadas, com as devidas pertinências.

Palavras-chave: Edificação; Isolamento térmico; Manaus; Sustentabilidade.

ABSTRACT

The work sought to verify the fulfillment of energy efficiency requirements in homes built in the 1890s and 1920s in the city of Manaus-AM. For this, the certification methodology of the Procel Seal was applied in 09 residences. With the results, it was found that 55.56% of the studied residences reached energy efficiency levels from excellent (A) to good (B), influenced by factors such as area in contact with the outside, direction of the facades and presence of cross ventilation. In this way, the residences built in the analyzed period were designed to provide maximum thermal comfort using the construction itself, which despite having been built more than a century ago, met the energy efficiency aspects formalized decades later, and current constructions can resume the concepts used by them, with due relevance.

Keywords: Edification; Thermal insulation; Manaus; Sustainability.

¹ Universidade Federal do Amazonas.

*E-mail: camila.silva@ifam.edu.br

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização acontece desde os primórdios da humanidade, no entanto, o mesmo ocorreu em diferentes momentos ao redor mundo. Em Manaus-AM, por exemplo, esse processo ficou bastante evidente no Período Áureo da Borracha (1890 a 1920), onde se realizaram vultosas construções que deveriam seguir padrões europeus de arquitetura, além de atender as preocupações sanitárias vigentes (DIAS, 2019). Sendo que nesta época ainda não se considerava, pelo menos de maneira clara e difundida, os impactos que o processo construtivo poderia causar no meio ambiente.

A construção civil tem um papel estratégico na dimensão ambiental por impactar de forma significativa o ambiente, seja por conta dos recursos demandados ou ainda pelos resíduos gerados. É o que acontece, por exemplo, em alguns bairros das zonas Norte, Nordeste e Noroeste da cidade de Recife, onde o adensamento populacional e a ocupação desordenada têm atuado como agentes impulsionadores de diversos deslizamentos de terras nesses locais (ALVES DA SILVA et al, 2019).

Para estimular o crescimento do setor de edificações no país de forma sustentável, o governo brasileiro estabeleceu, através da Eletrobras, o Procel Edifica. E para conduzir essas atividades criou o Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBE Edifica). As residências eficientes energeticamente devem, entre outros aspectos, proporcionar conforto ambiental para os usuários, evitar o desperdício com sistemas acionados desnecessariamente, minimizar a manutenção dos mesmos e reduzir o consumo de energia (DOS SANTOS OLIVEIRA et al, 2016).

A cidade de Manaus tem na ventilação a principal estratégia adotada no desenho das edificações, no entanto, mesmo com uma construção atendendo a todas as estratégias previstas, nas horas mais quentes do dia o condicionamento passivo ainda é insuficiente (ABNT, 2005). Além disso, segundo estudo realizado por Almeida et al (2016), o clima da Amazônia brasileira tem aumentado nas últimas décadas, o que contribui ainda mais para o desconforto térmico no interior das residências.

Assim, este estudo objetivou analisar o atendimento de requisitos de eficiência energética em residências unifamiliares construídas entre os anos de 1890 e 1920, classificando-as segundo a metodologia de certificação do Selo Procel.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa, segundo os critérios apresentados por Gil (2019), caracteriza-se como:

1. Exploratória, onde se buscou esclarecer a ideia da questão norteadora através de uma visão geral aproximada;
2. 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 e;
3. Objetiva, referenciada na realidade física, no caso a arquitetura das residências, deixando pouca possibilidade de distorção e de influência de pontos de vista e inclinações pessoais.

Foi realizado estudo de caso em residências unifamiliares na cidade de Manaus, Amazonas, ou seja, aquelas que possuem apenas uma unidade habitacional autônoma (UH) – unidade imóvel, com acesso único e contendo, no mínimo, banheiro, dormitório, cozinha e sala (INMETRO, 2012).

Para seleção das casas construídas durante o período áureo da borracha, adotou-se como critérios aquelas que sofreram menos intervenção em sua estrutura física interna, de modo a se chegar o mais próximo possível da realidade daquele período. As mesmas deveriam ser próximas para efeito de comparação, e por isso foi escolhida a Avenida Joaquim Nabuco, que era uma das ruas residenciais mais utilizada pela elite da época. Assim, foi possível analisar 09 residências utilizando esses parâmetros.

Para a avaliação das edificações, foi utilizado o 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. Para a análise, foi escolhido o método prescritivo, que é o método de classificação obtido através de tabelas e equações disponíveis nos regulamentos, que contém toda as explicações e metodologias a serem utilizadas nos cálculos.

Foram avaliados três requisitos: 1. Desempenho Térmico da Envoltória; 2. Eficiência dos Sistemas de Aquecimento de Água e; 3. Eventuais Bonificações. Com esses requisitos, obteve-se uma pontuação final (PTUH), que possibilita encontrar o Nível de Eficiência da Residência, segundo a equação 01 descrita abaixo que se encontra no regulamento técnico do Inmetro.

$$PT = (a \times EqNumEnv) + [(1 - a) \times EqNumAA] \quad \text{Equação 01}$$

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 (esse item foi desconsiderado por conta do período estudado ainda não possuir tal tecnologia);

Bonificações: iniciativas que aumentem a eficiência da edificação, acrescentando até 1 ponto.

O método utiliza uma classificação em etiquetas que vão de A a E, sendo A o limite superior, ou mais eficiente e E o limite inferior, ou menos eficiente (quadro 01) (INMETRO, 2012).

Quadro 1 – Qualificação das categorias do Selo Procel

Nível	Qualificação	Pontuação
A	Excelente	$PT \geq 4,5$
B	Bom	$3,5 \leq PT < 4,5$
C	Regular	$2,5 \leq PT < 3,5$
D	Ruim	$1,5 \leq PT < 2,5$
E	Péssimo	$PT < 1,5$

Fonte: Inmetro (2012)

Segundo o RTQ-R, envoltória é o

“conjunto de planos que separam o ambiente interno do ambiente externo, tais como fachadas, empenas, cobertura, abertura, assim como quaisquer elementos que os compõe. Não estando incluídos pisos, estejam eles ou não em contato com o solo” (INMETRO, 2012, p.9).

Para o cálculo do desempenho térmico da envoltória, consideraram-se os pré-requisitos de transmitância, capacidade térmica, absorvância solar das superfícies, ventilação natural e iluminação natural.

Depois de verificar os pré-requisitos, procedeu-se à determinação do equivalente numérico (EqNumEnv), que é o número representativo do desempenho térmico da envoltória para a unidade habitacional autônoma para resfriamento e refrigeração. Para o desempenho de resfriamento foi calculado o indicador de graus-hora para resfriamento (GHR) de cada ambiente de permanência prolongada. Já o desempenho para refrigeração que é o nível de eficiência quando há condicionamento artificial, é apenas informativo mas deve ser obrigatoriamente calculado, é obtido através do consumo relativo anual de refrigeração (CR)

Todas as equações estão relacionadas a zona bioclimática, que segundo a norma NBR 15220 – 3 que estabeleceu o zoneamento bioclimático brasileiro, subdividindo o país em oito zonas, Manaus está localizada na ZB8, compreendendo a Amazônia e parte do litoral brasileiro (ABNT, 2005).

Foram considerados para os cálculos, aspectos físicos das residências, como área e direção das paredes externas e esquadrias, altura do pé-direito, sombreamento e existência ou não de pilotis. Todas as tabelas e equações encontram-se descritas de maneira exaustiva no RTQ-R (INMETRO, 2012).

Uma vez que o objetivo do trabalho é saber a eficiência da edificação em si, ou seja, da arquitetura, e considerando que na época não havia as tecnologias que se tem atualmente, foram desconsiderados para as bonificações os fatores relativos a equipamentos elétricos, como ventilação mecânica, refrigeração artificial e iluminação artificial. Considerando apenas os itens de ventilação e iluminação natural, uso racional de água e medição individualizada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação da metodologia de certificação e classificação do Selo Procel, demonstrou que 55,56% das residências atingiram níveis de eficiência energética de excelente (A) a bom (B) (quadro 02), mostrando que as residências, em grande parte são eficientes energeticamente quando ventiladas naturalmente.

Quadro 02 – Classificação no Selo Procel das residências estudadas

Item	Nível do EqNumEnv	Bonificações	Classificação	Pontuação Final
Residência 07	B	0,36	A	4,64
Residência 06	B	0,36	B	4,33
Residência 02	B	0,48	B	4,20
Residência 09	B	0,36	B	3,72
Residência 08	C	0,48	B	3,69
Residência 05	C	0,36	C	3,49
Residência 03	C	0,36	C	3,21
Residência 01	C	0,36	C	3,21
Residência 04	C	0,36	C	2,78

Fonte: Ramos e Silva (2022)

Os aspectos físicos de capacidade, transmitância térmica e absorção, como tijolos deitados, cobertura de telha cerâmica, forro de madeira, e as cores claras das paredes e dos telhados, contribuiriam positivamente para elevar o valor de eficiência energética das residências estudadas.

Em estudo realizado por Silva, Almeida e Ghisi (2017), a absortância solar dos materiais de cobertura é preponderante no desconforto por calor, além disso, as cores podem ajudar a diminuir o consumo energético de uma edificação, como foi observado por Tomazi, Rodrigues e Schneider (2020).

Os elevados pés-direitos (4,24 m em média) e as grandes dimensões das esquadrias encontradas em todas as residências facilitam a ventilação cruzada nos ambientes, que segundo Scherer e Masutti (2019), é uma importante estratégia para garantir economia, pois ajuda no conforto sem utilização de aparelhos condicionadores de ar (imagem 01).

Imagem 01 – Elementos das residências que proporcionam ventilação e iluminação (esquadrias e saídas de ar)



Fonte: Ramos e Silva (2022)

A residência que alcançou nível de pontuação A, atendeu a todos os pré-requisitos necessários, pontuou nas bonificações pertinentes, e teve um bom desempenho nos ambientes de permanência prolongada, que são aqueles ocupados continuamente por uma ou mais pessoas, como sala de estar e dormitórios, não são considerados nessa classificação cozinhas, banheiros e varandas. Assim, ratificou-se o que também foi observado por Dias, Pedrini e Calado (2019) que ao se cumprir todas as estratégias

bioclimáticas para ZB8 recomendadas pelo RTQ-R, é possível atingir a máxima pontuação pelo método prescritivo.

As residências que obtiveram nível B de classificação tiveram as seguintes particularidades:

1. Obtiveram um bom desempenho térmico nos ambientes de permanência prolongada, com aberturas para as direções Norte e Leste, preponderantemente, e com fachadas com pouco contato com o exterior;

2. Presença de ventilação cruzada;

2. O fato de todas as residências não pontuarem no sistema de aquecimento de água, uma vez que não o possuem, influenciou na pontuação final que poderia ter sido melhor.

Já os principais fatores que influenciaram para as residências obtiverem nível C de classificação foram:

1. O não atendimento dos pré-requisitos relativos à iluminação e ventilação natural na maior parte dos ambientes, e;

2. Os ambientes de permanência prolongada terem muita área de contato com o exterior e poucas esquadrias.

Verificou-se que menos da metade das residências avaliadas atenderam, em todos os ambientes, os pré-requisitos de iluminação e ventilação natural, no entanto, as mesmas acabaram apresentando suas pontuações superadas pelos outros ambientes. Além disso, as bonificações podem contribuir significativamente para melhorar a pontuação, como ocorreu nas residências 07 e 08, e que também foi observado no estudo realizado por Ferrador Filho, Aguiar e Kniess (2018), onde a envoltória do prédio completo estudado atingiu nível D, mas após as bonificações a classificação subiu para C.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados conclui-se que as residências em geral obtiveram bons resultados, com 55,56% atingindo pontuação A ou B, e o outro restante com pontuação regular C.

As casas no Período Áureo da Borracha, em sua maioria, eram construídas para permitirem a máxima claridade e arejamento possível. Com isso, aspectos de eficiência energética formalizados anos depois foram atendidos naquela época, como a presença de porões para ventilação, saídas de ar nos tetos, esquadrias e pés-direitos amplos, materiais

da envoltória com espessuras e composição adequadas para as condições climáticas prevalentes na cidade de Manaus.

Dessa forma, as casas construídas atualmente poderiam retomar tais concepções de projeto para melhorarem o seu desempenho térmico, ainda que, como afirma a ABNT (2005), o condicionamento passivo sempre será insuficiente para esta região.

Seria desejável ainda, a realização de estudos comparativos, tanto de desempenho térmico, quanto de valores médios de temperatura interna, entre as residências do período áureo da borracha e as residências contemporâneas.

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.

REFERÊNCIAS

ALVES DA SILVA, F. A.; SILVA BARBOSA, B. G.; COUTINHO DUARTE, C. Análise da interação entre eventos pluviométricos e ações antrópicas como agentes deflagradores de deslizamentos na Zona Norte do Recife. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 5, p. 01-11, 6 jun. 2019. DOI: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2019v5n0ID17964>

ALMEIDA, C. T. et al. Spatiotemporal rainfall and temperature trends throughout the Brazilian Legal Amazon, 1973-2013: RAINFALL AND TEMPERATURE TRENDS THROUGHOUT THE BRAZILIAN LEGAL AMAZON. **International Journal of Climatology**, 37, 2016. DOI: 10.1002/joc.4831.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares. Rio de Janeiro, 2005.

DIAS, A. R. D.; PEDRINI, A.; CALADO, B. F. Desempenho térmico da envoltória de edifícios na Zona Bioclimática 08: comparação entre os métodos de simulação e prescritivo do RTQ-R e o modelo de conforto adaptativo. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 11, p.25356-25370, nov. 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n11-201

DIAS, E. M. **A Ilusão do Fausto**: Manaus 1890-1920. 3ª edição. Manaus: Valer, 2019.

DOS SANTOS OLIVEIRA, Lacyane Krysna et al. Simulação computacional da eficiência energética para uma arquitetura sustentável. **Rev. Holos**, v. 4, p. 217-230, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2016.3981>

FERRADOR FILHO, A. L.; AGUIAR, A. O.; KNISS, C. T. Eficiência energética com base nos critérios Procel: estudo de caso em edifício público. **Rev. HOLOS**, v. 7, p. 2-25, dez. 2018. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2018.7216>

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7ª edição. São Paulo: Atlas, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Regulamento Técnico da Qualidade para Edificações Residenciais (RTQ-R)**. Portaria Nº 18, anexo, versão 2.2. Rio de Janeiro, 2012.

SCHERER, P.; MASUTTI, M. C. A eficiência da ventilação cruzada na arquitetura. *In: GUILHERME, W. D. A Produção do Conhecimento nas Ciências Sociais Aplicadas* 5. Ponta Grossa: Atena, 2019. p. 1-4.

SILVA, A. S.; ALMEIDA, L. S. S.; GHISI, E. Análise de incertezas físicas em simulação computacional de edificações residenciais. **Rev. Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 289-303, mar. 2017. DOI: 10.1590/s1678-86212017000100136.

TOMAZI, J. O.; RODRIGUES, L. J.; SCHNEIDER, P. S. Auditoria energética visando o Selo Procel de economia de energia para uma edificação pública de ensino. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 12, p. 99648-99664, dez. 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n12-453.

Recebido em: 08/07/2022

Aprovado em: 12/08/2022

Publicado em: 19/08/2022