XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Avaliação de eficiência energética segundo a INI-R de uma unidade habitacional de uma HIS ideal para Belém

Evalución de eficiencia energética según la INI-R de uma unidad habitacional de una VIS ideal para Belém

Energy efficiency evaluation according to INI-R of a housing unit of an ideal social interest housing (HIS) for Belém

Eficiência Energética / *Eficiencia Energética / Energy Efficiency*

Dutra, Ana Beatriz Nobre Alves
Graduação, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil, ana.dutra@itec.ufpa.br

Júnior, Euler Santos Arruda
Doutorado, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil, eulerarruda@ufpa.br

Barata, Márcio Santos
Doutorado, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil, marciobarata@ufpa.br

Zemero, Bruno Ramos
Doutorado, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil, brunorz@ufpa.br

Resumo

Com a elevada demanda por energia elétrica no setor residencial, especialmente pelo uso de ar condicionado, torna-se essencial adotar medidas de eficiência energética. Este estudo analisou uma unidade habitacional (UH) em Belém-PA, adequada ao clima da região, para obter a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), conforme a Instrução Normativa Inmetro para classificação de eficiência energética de edificações residenciais (INI-R). Foram avaliadas as classificações da ENCE geral, do sistema de aquecimento de água e da envoltória, utilizando o método simplificado. Os resultados mostraram que o uso de brise-sacada e ventilação cruzada são importantes para a eficiência energética em edificações da região. Ademais, com a inserção do sistema fotovoltaico, foi possível alcançar a classificação de Edifício de Energia Positiva (EPP).

Palavras-chave: Eficiência Energética. Etiquetagem de Edificações. Metamodelo, INI- R.

Resumen

Con la elevada demanda de electricidad en el sector residencial, especialmente por el uso del aire acondicionado, se ha vuelto esencial adoptar medidas de eficiencia energética. Este estudio analizó una unidad habitacional (UH) en Belém-PA, adecuada al clima de la región, con el fin de obtener la Etiqueta Nacional de Conservación de Energía (ENCE), de acuerdo con la Instrucción Normativa del Inmetro para la clasificación de eficiencia energética de edificios residenciales (INI-R). La ENCE global, el sistema de calentamiento de agua y las calificaciones de la envolvente se evaluaron utilizando el método simplificado. Los resultados mostraron que el uso de muros cortina y la ventilación cruzada son importantes para la eficiencia energética de los edificios de la región. Además, con la inserción del sistema fotovoltaico, fue posible alcanzar la clasificación de Edificio de Energía Positiva (EPP)..

Palabras clave: Eficiencia Energética. Etiquetado de Edificaciones. Metamodelo. INI-R.

Abstract

With the high demand for electricity in the residential sector, especially through the use of air conditioning, it has become essential to adopt energy efficiency measures. This study analyzed a housing unit (HU) in Belém-PA, suitable for the region's climate, in order to obtain the National Energy Conservation Label (ENCE), according to the Inmetro Normative Instruction for energy efficiency classification of residential buildings (INI-R). The overall ENCE, water heating system and envelope ratings were assessed using the simplified method. The results showed that the use of curtain walls and cross ventilation are important for energy efficiency in buildings in the region. Furthermore, with the insertion of the photovoltaic system, it was possible to achieve the classification of Positive Energy Building (EPP).

Keywords: Energy Efficiency. Building Labeling. Metamodel. INI-R.

INTRODUÇÃO

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2019), até setembro de 2022 o setor residencial representava 29,92% do consumo de energia elétrica no Brasil, com destaque para o ar condicionado como principal fator de aumento desse consumo, estimado em 3,9% ao ano até 2029. Sendo assim, há necessidade de promover a eficiência energética nas edificações para reduzir o consumo de energia elétrica. Atualmente, as avaliações de eficiência energética podem ser feitas pela INI-R. Esta busca aprimorar os critérios de etiquetagem das edificações residenciais, aproximando a avaliação do consumo real e alinhando o PBE Edifica às normas brasileiras tendo em vista a nova emenda da Norma Brasileira 15575 (Edificações habitacionais – Desempenho) em 2021. Além disso, adota o conceito de edificação de referência, utiliza energia primária como base de análise e considera também edificações com geração própria de energia. A avaliação pode ser realizada pelos métodos prescritivo, simplificado ou por simulação computacional (CBIC, 2021 e Brasil, 2022).

Na literatura, destaca-se o trabalho de Pacheco e Fossati (2020), que apresentou a conversão de uma residência, em Tijucas-SC, em um edifício de energia zero utilizando o método simplificado da INI-R para estimativa de consumo energético. Com medidas de eficiência energética e um sistema fotovoltaico dimensionado para suprir integralmente a demanda energética anual, foi possível obter uma redução considerável no consumo energético e classificação A. Ademais, o estudo de Martins (2022), avaliou como medidas de eficiência energética influenciam a demanda de energia e resfriamento, utilizando como caso de estudo uma edificação unifamiliar de baixa renda, dados climáticos de duas diferentes zonas bioclimáticas, Curitiba (Zona Bioclimática 1) e Natal (Zona Bioclimática 8) e usando a INI-R como base para avaliação. Para Natal, as medidas que se mostraram mais eficazes foram: redução da absortância (α=0,3) de paredes e cobertura, assim como utilização de vidro duplo e venezianas. Cavalcanti e Monteiro (2023) reforçam a priorização de cores claras para fachadas de edificações na zona bioclimática 8, para melhor desempenho térmico no clima atual (2020) e futuro. Tendo em vista que o estudo de caso (Sampaio et al., 2020) propõe uma Habitação de Interesse Social (HIS) adequada ao clima de Belém-PA, este artigo visa avaliar a eficiência energética de uma UH dessa edificação. Além disso, a incorporação do uso de energia renovável mostra o potencial da integração de estratégias passivas e geração de energia renovável em HIS.

OBJETIVO

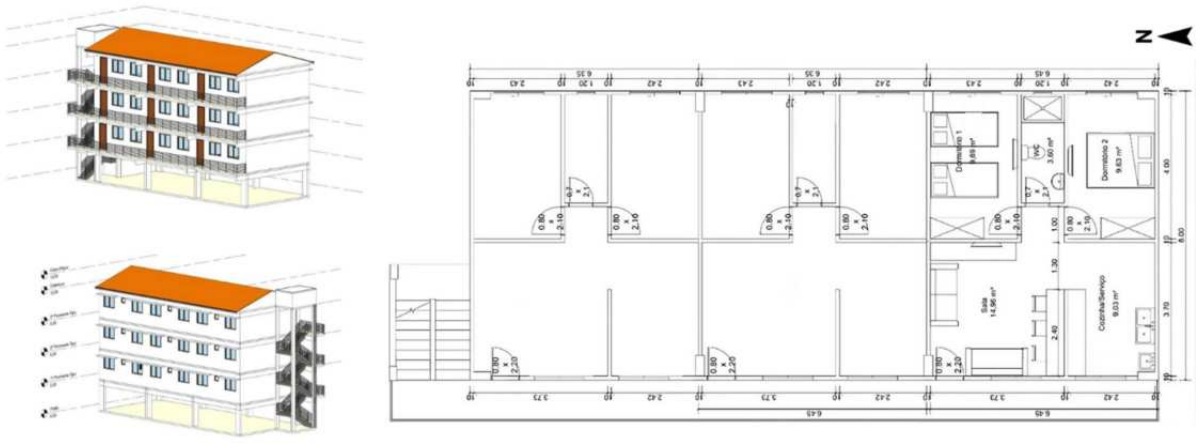
Esse trabalho tem como objetivo obter a ENCE geral de uma unidade habitacional, bem como avaliar os sistemas de envoltória e aquecimento de água, conforme a INI-R por meio do método simplificado. Além disso, busca avaliar a aplicação de medidas de eficiência energética que possam ajudar a reduzir a vulnerabilidade climática de HIS de Belém- PA.

METODOLOGIA

Estudo de caso e limites do método simplificado

A figura 1 mostra as perspectivas da edificação e a planta baixa da unidade habitacional adotada para o estudo de caso e foi selecionada do trabalho de Sampaio et al (2020), no contexto do programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), faixa 1.

Figura 1: Perspectivas da edificação; Planta baixa da unidade habitacional de estudo



Fonte: Sampaio et. al - adaptado (2020)

Localizada em Belém (Zona Bioclimática 8), a edificação faz parte de um conjunto com três estruturas idênticas. A unidade analisada situa-se no último pavimento, com pé-direito de 2,8 metros. Os ambientes de permanência prolongada (APP) incluem a sala e dois dormitórios, enquanto os de permanência transitória (APT) compreendem o banheiro e a cozinha. Além

disso, a edificação (modelo real) conta com a aplicação de algumas estratégias bioclimáticas adequadas à zona bioclimática 8 (ZB-8) como: ventilação cruzada, sombreamento das aberturas na fachada oeste, brise-sacada na fachada leste, pintura de cor clara nas fachadas e janelas com percentual de elementos transparentes igual a 23% da área de piso de cada APP e janelas com venezianas, conforme recomendação do EEDUS (2021). Na UH de estudo dessa edificação serão avaliados todos os sistemas (envoltória e aquecimento de água), bem como a UH de modo geral.

A aplicação do método simplificado possui restrições e exige o atendimento a certos parâmetros. Para edificações condicionadas artificialmente, a envoltória só pode ser elegível à classe A se atender ao requisito de espessura do isolamento da tubulação de condicionamento de ar, de acordo com a tabela 7.1 da INI-R. O tubo para isolamento térmico (marca Epex) utilizado para o estudo de caso no modelo real é de polietileno e possui 10 mm de espessura, sua condutividade térmica, para temperatura de 20°C, é de 0,032 W/(m.K), e o diâmetro da tubulação externa é de 9,52mm e, portanto, atende ao requisito. Para o sistema de aquecimento de água, apenas um chuveiro elétrico será contabilizado, logo, esse sistema receberá classificação D, pois não haverá redução de consumo de energia. O modelo utilizado**,** é da marca Lorenzetti Relax, 220V, 5500W**,** com consumo mensal máximo de 23,1 kWh. Por fim, os limites do método simplificado para os parâmetros construtivos estão listados na tabela 6.1 da INI-R e são atendidos pelos componentes construtivos do estudo de caso.

Classificação de eficiência energética da envoltória e da unidade habitacional

A classificação da envoltória considera três critérios: $PHFT_{UH}$ (Percentual de horas dentro da faixa de temperatura operativa), $Tomáx_{UH}$ e $Tomín_{UH}$ (Temperaturas operativas máxima e mínima anuais, respectivamente) e $CgTT_{UH}$ (Carga térmica total da unidade habitacional) (PBE Edifica, 2022). A eficiência energética das unidades habitacionais é determinada pela redução do consumo de energia primária (RedCEP), comparando a condição real com a de referência, conforme a Equação 8.1 da INI-R (transcrita como equação 1). Para alcançar a classe A nas zonas bioclimáticas 7 e 8, o RedCEP (para sistemas sem acumulação de aquecimento de água) deve ser ≥ 30% (BRASIL, 2022).

$$RedCEP = \{[(CEP,refD - (CEQ \cdot fcE)) - (CEP,real - (CEQ \cdot fcE))] / (CEP,refD - (CEQ \cdot fcE))\} \cdot 100 \quad \text{(Equação 1)}$$

Geração local de energia renovável

O potencial de geração de energia (PG) por fontes locais de energia renovável é calculado pela Equação D.1 da INI-R (transcrita como Equação 2), que determina o percentual de energia primária utilizada pela edificação e suprida por fontes renováveis. A unidade habitacional (UH) é classificada como NZEB (Edificação de Energia Quase Zero) se PG ≥ 50%, e como EEP (Edificação de Energia Positiva) se PG > 100% (BRASIL, 2022).

$$PG = (GEE \cdot fcE\,(CEE,real\,.\,fcE) + (CET,real\,.\,fcT)) \cdot 100 \qquad \text{(Equação 2)}$$

Para determinar a geração anual, o dimensionamento do sistema fotovoltaico utiliza a Equação 3 segundo Marinoski, Salamoni e Ruther (2004), que relaciona a potência necessária com a radiação solar. A radiação solar é calculada pelo programa Radiasol 2.1, considerando a inclinação de 30% do módulo. O modelo escolhido é da marca Sunport (código: SPP280P60), de silício policristalino, possui produção média de energia de 35,04 kWh/mês, área de 1,63m² e classificação energética A. O número de painéis é calculado pela Equação 4. E a geração anual resulta da seguinte multiplicação: Nº de placas x potência média de energia x 12. E o resultado gerado é dado em KWh/ano.

$$Pcc = \frac{\frac{E}{Gpoa}}{R} \qquad \text{(Equação 3)}$$

Onde: Pcc é a potência média necessária (kWpcc); E é o consumo médio diário durante o ano (kWh/dia); Gpoa é o ganho por radicação solar (média mensal do total diário) (kWh/m²/dia); R é o rendimento do sistema (%).

$$Atotal = \frac{Pcc}{Eff} \qquad \text{(Equação 4)}$$

Onde: Atotal é a área de painéis (m²); Pcc é a potência média necessária (kWpcc); Eff é a eficiência do painel (%).

Componentes construtivos e Equipamentos

Os materiais utilizados no modelo real estão listados na tabela 1.

Tabela 1: Materiais do modelo real

Elemento	Material - descrição	Dados
Paredes (internas e externas)	Concreto 10cm com isolante EPS 2,5cm + reboco externo 2cm (parede externa) e parede em concreto 10cm (internas), com pintura na cor Pérola	U=1,10 CT=281 α =0,396
Cobertura	Telha metálica sanduíche + câmara de ar + forro laje concreto com EPS	U=0,6 CT=191,6 α =0,3
Piso	Laje maciça 10cm	U=3,74 CT=220
Vidro	Vidro simples incolor 6mm	U=5,7 FS=0,87

Fonte: Projeteee (s.d).

As informações contidas na tabela 2 (retirados da tabela de condicionadores de ar do Inmetro (2023)) foram inseridas no site http://pbeedifica.com.br/cspf/ para encontrar o valor do Cooling *Seasonal Performance Factor* (CSPF) do ar condicionado da sala e dos dormitórios, utilizando o arquivo climático (EPW) do Instituto Nacional de Metereologia (Inmet) de Belém.

Tabela 2: Ar condicionados dos APPs

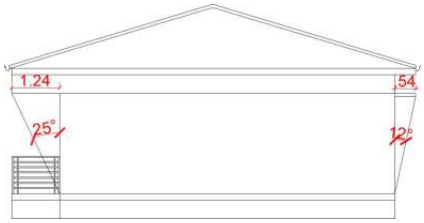
Empresa	Daikin Ar Condicionado Brasil Ltda	
APP	**Dormitórios**	**Sala**
Capacidade de Refrigeração – Btus/h	9.000	12.000
Capacidade $Ø_{Total}$ (100%) 35°C - W	2.637	3.516
Consumo P_{Total} (100%) 35°C - W	660	895
Capacidade $Ø_{PARCIAL}$ (50%) 35°C - W	1.318,50	1.758
Consumo $P_{PARCIAL}$ (50%) 35°C - W	285	384
Capacidade $Ø_{PARCIAL}$ (50%) 29°C - W	1.318,50	1.758
Consumo $P_{PARCIAL}$ (50%) 29°C - W	195	260,80

Fonte: INMETRO (2023).

Ângulos de desvio em relação ao norte verdadeiro e ângulos de sombreamento, área de superfície dos elementos transparentes e fator de ventilação

O ângulo de desvio em relação ao norte verdadeiro foi 0°**,** pois todos os APPs possuem alguma parede voltada para o norte. O Ângulo Vertical de Sombreamento da Fachada (AVS_{FAC}) é definido como o ângulo entre o nível do piso e o elemento de sombreamento, considerando sua projeção no plano horizontal (BRASIL, 2022). Conforme a figura 2, os ângulos de sombreamento das fachadas foram determinados traçando uma linha do piso do APP até o final do elemento de sombreamento, resultando em: 25° para a fachada oeste e 12° para a fachada leste.

Figura 2: Ângulos de sombreamento das fachadas oeste e leste



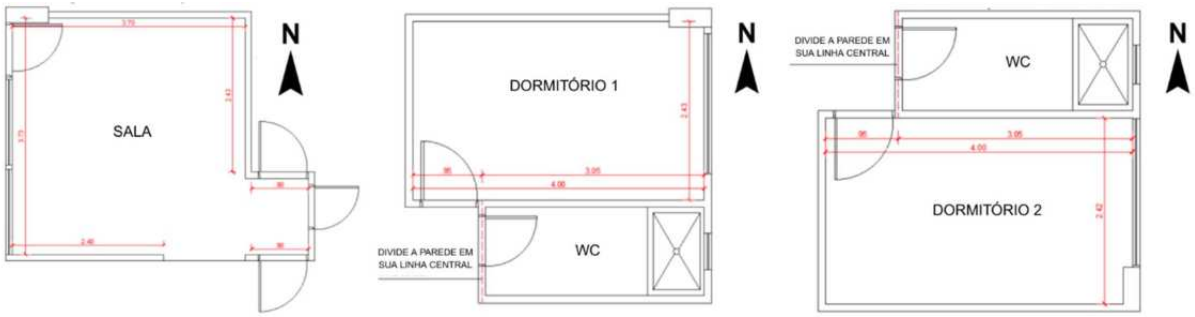
Fonte: Sampaio et. al. - adaptado (2020)

As áreas de superfície dos elementos transparentes são definidas contabilizando apenas a área envidraçada, desconsiderando os perfis da esquadria (BRASIL, 2022). Já o fator de ventilação (FV) é dado de acordo com o tipo de janela utilizado. No estudo de caso, estão sendo utilizadas janelas de correr, portanto, o FV é de 90%. Na sala há duas janelas (J01), totalizando 3,44m² de área dos elementos transparentes. E nos dormitórios há uma janela (J02) com área envidraçada de 2,22m².

Dimensão horizontal de paredes e levantamento de portas internas

As medidas de dimensão horizontal da parede externa**,** dimensão horizontal da parede interna e dimensão horizontal de paredes e portas em contato com APT são coletadas a partir da face interna das paredes do APP, sempre considerando a orientação solar (BRASIL, 2022). Quando uma parede é externa para determinada orientação solar, sua dimensão interna nessa mesma orientação equivale a 0. E quando uma parede interna possui dois tipos de contato com outros ambientes, sua espessura deve ser dividida pela perpendicular e esse valor é considerado em ambos os levantamentos. As dimensões das paredes horizontais foram verificadas conforme a Figura 3, e os resultados estão listados na Tabela 3**.**

Figura 3: Medidas de paredes horizontais dos APPs



Fonte: Sampaio et. al - adaptado (2020)

Tabela 3: Dimensão horizontal de paredes dos APPs

Parâmetros (m)	Sala	Dormitório 1	Dormitório 2
Dimensão horizontal de paredes em contato com APT	2,40	3,05	3,05
Dimensão horizontal de paredes em contato com o dormitório	0,95	4,00	4,00
Dimensão horizontal de paredes em contato com a sala	3,70	0,95	0,95
Dimensão horizontal de parede externa norte	0	0	0
Dimensão horizontal de parede interna norte	3,70	4,00	4,00
Dimensão horizontal de parede externa sul	0	0	4,00
Dimensão horizontal de parede interna sul	2,40	4,00	0
Dimensão horizontal de parede externa leste	0	2,43	2,42
Dimensão horizontal de parede interna leste	2,43	0	0
Dimensão horizontal de parede externa oeste	3,73	0	0
Dimensão horizontal de parede interna oeste	0	2,43	2,42

Fonte: Autores (2025).

O levantamento das portas internas considera apenas as que conectam dois APPs, excluindo a porta de entrada. Portanto, foram incluídas apenas as portas dos dormitórios: dormitório 1 - "Porta interna: norte" e dormitório 2 - "Porta interna: sul".

RESULTADOS

Os valores do CEEr (W/W) obtido a partir da interface para determinação do coeficiente de refrigeração para o equipamento de 9.000 Btus/h (dormitórios) e de 12.000 Btus/h (sala) foi de 8,69 e 6,23, respetivamente. O resultado demonstra que os aparelhos escolhidos apresentam

bom desempenho e, portanto, consomem menos energia elétrica. A radiação inclinada foi obtida para os 12 meses do ano, e sua média resultou em 4,7675 kWh/m²/dia. O consumo médio diário durante o ano (Gpoa) foi calculado dividindo o consumo médio estimado de equipamentos (CEQ) e o consumo de energia elétrica para refrigeração da UH no modelo real (CRuh,real) por 365 e somando-os. E o valor de 93% foi adotado para o rendimento do sistema (valor que depende do modelo de inversor de corrente utilizado). Com esses dados, foi calculada a área dos painéis conforme as características do painel fotovoltaico escolhido. Em seguida, determinou-se o número de placas necessárias, arredondado para o número inteiro mais próximo, e a geração anual de energia solar. Dessa forma, o sistema requer 5 painéis fotovoltaicos, totalizando uma geração estimada de 2.943,36 kWh/ano. O potencial de geração de energia (PG) resultou em 111,08%, portanto, a UH recebe classificação EPP.

Na tabela 4 estão listados os resultados obtidos. Nota-se que o PHFT do modelo real foi de quase 100%, o que indica que em grande parte do ano não há necessidade de condicionamento artificial. Por conta disso, a Carga Térmica de Refrigeração no modelo real é baixa (153,1 kWh/ano). Nota-se ainda, que, mesmo sem o sistema de geração de energia renovável, o RedCep da UH foi acima do mínimo estabelecido pela INI-R. A redução da emissão de CO_2 foi negativa com e sem geração de energia, o que indica que as estratégias bioclimáticas utilizadas no projeto da edificação são eficazes para diminuir a emissão de gases poluentes. Por fim, a UH atendeu os três critérios para classificação da envoltória, recebendo classificação A.

Tabela 4: Resultados do metamodelo

Variáveis de saída	Resultados - real	Resultados - referência
CgTT	153,7 kWh	5221,0 kWh
PHFT	97,8%	68,1%
CgTR	153,1 kWh	5219,0 kWh
CgTA	0,6 kWh	0,2 kWh
Tomáx	29,7 °C	33,9 °C
Tomín real	21,8 °C	23,3 °C
RedCep sem geração de energia	-	59,7%
RedCep com geração de energia	100%	-
RedCAq	0	0
Redução de emissão de CO_2 sem geração de energia	-	47,9%
Redução de emissão de CO_2 com geração de energia	100%	-
Classificação da envoltória	A	
Aquecimento de água	D	
Classificação geral	A	

Fonte: Autores (2025).

CONCLUSÕES

A respeito do desempenho térmico das envoltórias, observou-se grande impacto na adoção de materiais otimizados nas paredes e cobertura, ventilação cruzada e brise-sacada, que foram capazes de alcançar um PHFT de quase 100%. Isso significa que apenas por meios passivos é possível manter o apartamento ventilado naturalmente o ano inteiro, mesmo que a edificação esteja inserida no clima mais crítico do Brasil, conforme a NBR 15220:2023. A RedCEP mostrou que o edifício não só resultou em classificação A, como também em balanço energético e ambiental positivo, uma vez que o edifício produz mais energia do que consome e, portanto, não emite CO_2. Isso pode ser atribuído pelo baixo consumo de energia elétrica (apenas utensílios gerais sem ar condicionado). As emissões de carbono geradas pelo balanço de energia elétrica e térmica (energia primária) foram negativas, por conta da adoção das estratégias de projeto otimizado e pelo sistema fotovoltaico instalado na cobertura. Em relação à precisão do metamodelo, identificou-se a necessidade de treinamento a partir de arquétipos que valorizem a ventilação cruzada e o brise-sacada. A respeito do uso do metamodelo e aplicação da INI-R, o método simplificado se mostrou relativamente fácil de ser utilizado e a nova planilha está com *interface* mais simples para análise de dados.

REFERÊNCIAS

Brasil. **Ministério de Minas e Energia. Portaria nº 309, de 27 de junho de 2022**. Instrução Normativa de Eficiência Energética para Edificações Residenciais (INI-R). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 28 jun. 2022. Disponível em: https://pbeedifica.com.br/sites/default/files/INI/INI-R_Portaria%20309_2022.pdf. Acesso em: 10 jan 2025.

Cavalcanti, Fernando.; Monteiro, Leonardo. **Desempenho térmico associado ao envelhecimento de fachadas em edificações multifamiliares nas zonas bioclimáticas 5 a 8.** XII Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. São Paulo. 2023. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/4180/3314. Acesso em: 1 mai. 2025.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Melhorias na regulamentação de eficiência energética de edificações residenciais.** 2021. Disponível em: https://cbic.org.br/artigo-melhorias-na-regulamentacao-de-eficiencia-energetica-de-edificacoes-residenciais/. Acesso em: 15 jan. 2025.

EEDUS - Eficiência Energética para o Desenvolvimento Urbano Sustentável. **Análise de custo/benefício de parâmetros de eficiência energética em Habitações de Interesse Social Produto 5 – Tarefa VII - Análise de custo/benefício de parâmetros de EE em HIS.** 2021. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/documents/PRODUTO5_v2.pdf. Acesso em: 1 mai. 2025

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Plano decenal de expansão de energia 2029.** 2019. Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-423/topico-481/02%20Demandada%20de%20Energia.pdf. Acesso em: 17 Jan. 2025.

Inmetro - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE**. Tipo de equipamento: Condicionadores de ar. Versão 22/12/2023. Disponível em https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-

conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica/condicionadores-de-ar. Acesso em: 10 fev. 2025.

Marinoski, Deivis; Salamoni, Isabel e Rüther, Ricardo. **Pré-Dimensionamento de Sistema Solar Fotovoltaico: Estudo de Caso do Edifício Sede do CREA-SC**. X Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. São Paulo. Julho de 2004. Disponível em: https://lepten.ufsc.br/publicacoes/solar/eventos/2004/Entac04/marinoski_salamoni.pdf. Acesso em: 10 fev. 2025

Martin, Fernanda. **Avaliação da eficiência energética de uma residência unifamiliar em diferentes zonas climáticas do brasil por meio de um método simplificado.** Monografia de Trabalho de Conclusão do Curso em Engenharia Civil – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 72. 2022.

Pacheco, Fernando; Fossati, Michele. **Avaliação de edifícios de energia zero pela nova proposta de etiquetagem residencial.** XVIII Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, Porto Alegre. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.46421/entac.v18i1.778. Acesso em: 1 mai. 2025.

Projeteee. **Componentes construtivos.** [s.d]. Disponível em: http://www.mme.gov.br/projeteee/componentes-construtivos/. Acesso em: 18 Jan. 2025.

Sampaio, Athos; Duarte, João, Zemero, Bruno. **A metodologia BIM como auxílio em projetos sustentáveis de habitação de interesse social. 2020. - Universidade Federal do Pará**, 2021.