XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8610

Eficiência energética em edifício público para climas futuros: efetivo ou normativo?

Energy efficiency in public buildings for future climates: effective or merely normative?

Victor Moura Bussolotti
UFES | Vitória | Brasil | victor.bussolotti@ufes.br
Adriano Felipe Oliveira Lopes
UFES | Vitória | Brasil | adriano.f.lopes@edu.ufes.br
Giovanna dos Santos Garcia
UFES | Vitória | Brasil | giovanna.garcia@edu.ufes.br
Kathleen Gude Anastacio
UFES | Vitória | Brasil | kathleen.arquiteta@gmail.com
Edna Aparecida Nico Rodrigues
UFES | Vitória | Brasil | edna.rodrigues@ufes.br

Resumo

Devido às mudanças climáticas, a eficiência energética de uma construção ao longo de sua vida se relaciona com as alterações previstas no comportamento climático do local onde se insere. Uma das formas de se avaliar a eficiência de novas edificações é por simulações computacionais. O INI-C apresenta instruções para realização de experimentos visando obtenção de classificação energética adequada. Ao se utilizar arquivo representativo de cenário climático futuro, pode-se avaliar a eficiência da edificação diante das mudanças climáticas. O artigo objetivou avaliar a efetividade das estratégias de condicionamento passivo em cenários futuros com foco na classificação energética "A" para edificação pública, tendo como objeto de estudo o GEDLAB da instituição IDAF. A metodologia foi desenvolvida em quatro etapas: Geração dos arquivos climáticos; Construção dos Modelos; Simulação; e Geração e Análise dos Resultados. Os resultados indicam a possibilidade de obtenção de classificação "A" para a edificação simulada, mesmo em cenários de mudanças extremas.

Palavras-chave: Eficiência. INI-C. Simulação. Classificação Energética. Mudança Climática.

Abstract

Due to climate change, the energy efficiency of a building throughout its lifespan is related to the predicted changes in the climatic behavior of the location where it is situated. One way to evaluate the efficiency of new buildings is through computer simulations. INI-C provides instructions for conducting experiments aimed at obtaining an appropriate energy rating. By using a representative file of a future climate scenario, the building's efficiency in the face of climate change can be evaluated. This article aimed to evaluate the effectiveness of passive conditioning strategies in future scenarios focusing on achieving an "A" energy rating for public buildings, using IDAF's GEDLAB as the subject of study. The methodology was developed in four stages: Generation of climate files; Model construction; Simulation; and Generation and analysis of results. The results indicate the possibility of obtaining an "A" energy rating for the simulated building, even in scenarios of extreme climate change.

Keywords: Efficiency. INI-C. Simulation. Energy Rating. Climate Change.

BUSSOLOTTI, V. M.; LOPES, A. F. O.; GARCIA, G. S.; ANASTACIO, K. G.; RODRIGUES, E. A. N. Eficiência energética em edifício público para climas futuros: efetivo ou normativo?. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8610

INTRODUÇÃO

O setor da construção civil permanece como um dos eixos centrais nas discussões sobre redução de impactos ambientais, sendo responsável por aproximadamente 36% do consumo energético global [1]. No Brasil, as edificações comerciais e públicas exercem um papel de destaque nesse cenário, respondendo por cerca de metade do consumo nacional [2]. Entretanto, a análise puramente energética tem se mostrado insuficiente diante da instabilidade climática atual. A complexidade do ambiente construído exige que o foco de projeto se desloque dos índices teóricos de consumo para a estabilidade térmica, garantindo que as edificações sejam capazes de proporcionar condições de conforto térmico aceitáveis aos usuários mesmo diante do agravamento das temperaturas externas [3] [4].

Nesse contexto, a previsão do desempenho térmico por meio de simulações computacionais dinâmicas torna-se uma ferramenta de projeto indispensável. A utilização de arquivos climáticos no formato EPW (*EnergyPlus Weather*) possibilita a representação detalhada das variáveis meteorológicas locais, permitindo uma análise precisa da interação entre a envoltória e o microclima. A integração desse processo com o fluxo BIM (*Building Information Modeling*) potencializa a precisão do modelo ao assegurar que as especificações técnicas e as propriedades térmicas dos componentes construtivos sejam processadas de forma integrada. O uso do protocolo gbXML (*Green Building Extensible Markup Language*), nesse sentido, atua como um facilitador para a comunicação de dados entre o modelo arquitetônico e o sistema de simulação, elevando a confiabilidade dos resultados [5]. Complementarmente à Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) [6], que fornece diretrizes para o desempenho energético normativo, a prioridade deste estudo reside na avaliação qualitativa do ambiente, priorizando indicadores de bem-estar humano que garantam o comportamento térmico adequado da edificação a longo prazo.

A relevância dessa abordagem é ampliada quando se consideram as projeções climáticas para as próximas décadas [7]. Estudos recentes sugerem que estratégias passivas de resfriamento, plenamente eficazes no clima atual, podem apresentar reduções críticas de desempenho em horizontes de médio e longo prazo, como os anos de 2050 e 2080 [8]. Sob essa ótica, a inclusão de cenários climáticos futuros nas simulações térmicas permite antecipar a vulnerabilidade da edificação ao longo de sua vida útil. Essa análise é fundamental para validar as decisões de projeto ainda em fase preliminar, assegurando que as soluções arquitetônicas adotadas mantenham sua capacidade de desempenho térmico e minimizem a dependência de sistemas ativos de climatização frente às mudanças do clima.

A partir desse contexto, o presente artigo teve como objetivo avaliar a efetividade das estratégias de condicionamento passivo em cenários futuros com foco na classificação energética “A” para edificação pública. Por meio de simulação utilizando arquivos climáticos representativos do clima futuro, busca-se verificar a resiliência da edificação nos climas previstos para os anos de 2050 e de 2080.

A INSTRUÇÃO NORMATIVA INI-C E O MÉTODO DE SIMULAÇÃO (PRESENTE E FUTURO)

A INI-C foi criada em 2021, com o objetivo de estabelecer os requisitos técnicos e os procedimentos para a avaliação da eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas no Brasil [10] [6].

A instrução normativa pode ser realizada de duas maneiras: geral ou parcial, baseada no conjunto da envoltória com diferentes sistemas de um edifício, desde condicionamento de ar até aquecimento de água. A partir da análise desses sistemas, a classificação é feita pela comparação entre a "condição real" e as "condições de referência" da construção em estudo, variando da classe "E" a "A", resultante da redução percentual do consumo estimado relativo a tal condição referencial, classificada como "D" [5] [10] [6].

A integração de simulações termoenergéticas com ferramentas BIM também é relevante tema de pesquisa, que destacam falhas na mobilidade de dados entre os *softwares* [5]. No mesmo viés, pode-se utilizar arquivo de intercâmbio de dados gbXML para integrar modelo BIM a simulações energéticas, mantendo informações de geometria e propriedades semânticas dos elementos construtivos.

Além disso, defende-se a importância de simulações termoenergéticas com cenários climáticos futuros, segundo previsões para as mudanças climáticas, em contraste com cenários presentes e passados.

Pesquisas compararam o impacto das mudanças climáticas no conforto, desempenho térmico e consumo energético de edificações residenciais e comerciais em cenários de emissão conforme o 5° e 6° relatórios do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) [3] [4]. Ambas avaliaram que, em climas futuros, estratégias passivas de climatização têm desempenho térmico reduzido quando comparado ao clima atual. Os estudos utilizaram métodos similares para obtenção de dados climáticos futuros, a partir de diferentes ferramentas: *CCWorldWeatherGen* e *Future Weather Generator*.

Outras pesquisas recentes também fizeram uso da metodologia de simulações atuais comparadas com simulações futuras, na escala do edifício construído e na escala urbana, como na análise dos efeitos do aumento do nível do mar e das mudanças climáticas em cidades costeiras [11] e no estudo da eficiência do telhado capixaba nos cenários de 2020, 2050 e 2080 [8].

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos empregados no experimento foram divididos em quatro etapas sequenciais: 1 - Geração dos arquivos climáticos; 2 - Construção dos Modelos; 3 - Simulação; e 4 - Geração e Análise dos Resultados.

Essa problemática fundamenta a análise da nova sede do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF), em Cariacica/ES. Situada na Zona Bioclimática 4A e caracterizada como levemente quente e úmida [9], a edificação

institucional abriga funções administrativas e laboratoriais que exigem níveis adequados de conforto para os seus usuários, obtidos por meio do menor consumo energético possível, caracterizando uma edificação eficiente.

As estratégias bioclimáticas empregadas no projeto, que buscam integrar ventilação natural e materiais de baixa transmitância, precisam ser testadas não apenas para o clima presente, mas sob a perspectiva das mudanças climáticas previstas para a Região Metropolitana da Grande Vitória, garantindo a longevidade do desempenho térmico proposto e que a eficiência energética da edificação será mantida ao longo de sua vida útil.

GERAÇÃO DOS ARQUIVOS CLIMÁTICOS

Para alimentação dos sistemas de simulação, foi utilizado arquivo climático da cidade de Vitória (arquivo mais próximo à cidade de Cariacica, onde se encontra o local do projeto) no formato TMY (*Typical Metorogical Year*), a partir da extensão EPW (*EnergyPlus Weather Data*) desenvolvido no Instituto Nacional de Meteorologia [12], para as simulações características do clima atual do local de estudo. O arquivo contém medições horárias realizadas em diferentes momentos ao longo das últimas décadas, de modo que todas as 8.760 horas contidas no decorrer de um ano são representadas.

Para a geração dos arquivos climáticos futuros, utilizou-se a ferramenta *Future Weather Generator* [13], capaz de elaborar arquivos para os diferentes cenários de SSP previstos no 6° Relatório do IPCC [7] para os recortes temporais de 2050 e 2080. A utilização desta ferramenta justificava-se pelo fato de apresentar os cenários alinhados com o modelo do novo relatório, enquanto outras ferramentas consideradas para o experimento limitavam-se aos cenários condizentes com o 5° Relatório [14]. Optou-se por utilizar os cenários extremos do SSP1-2.6 e SSP5-8.5 nas simulações do experimento, que correspondem ao melhor e ao pior cenário dentro do relatório, respectivamente.

CONSTRUÇÃO DOS MODELOS

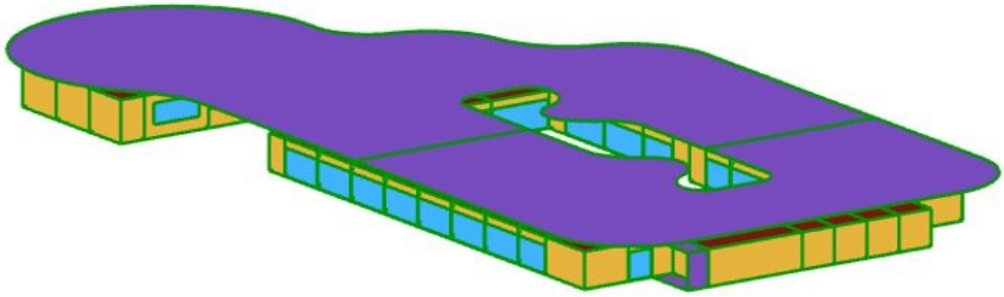
Para a realização de simulações segundo os procedimentos indicados no INI-C, foram desenvolvidos dois sistemas referentes ao Modelo Real e ao Modelo de Referência do edifício de laboratórios (GEDLAB) do IDAF, principal construção da nova sede do instituto. A Figura 1 ilustra os modelos que foram desenvolvidos.

Para a construção geométrica da forma, adotou-se o *software Rhinoceros* em sua versão 8.0 e o *plugin Grasshopper* na versão 1.0.00008 (inicialmente a forma foi modelada em *software* BIM, antes de ser importada no *Rhinoceros*). Para a exportação e geração dos modelos energéticos foi utilizado o *Ladybug* (versão 1.8.0), onde construiu-se um sistema cuja interface com o *EnergyPlus* (versão 23.2.0) permitiu a realização de simulações das cargas térmicas e fluxos de calor da edificação.

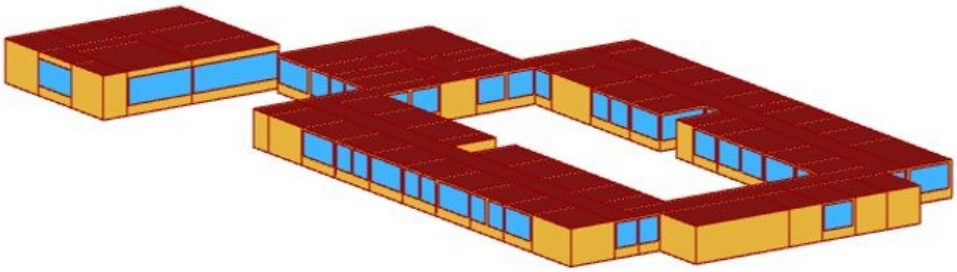
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8610

Figura 1: Representação da geometria construída para as simulações do Modelo Real (a) e do Modelo de Referência (b).

a



b



Fonte: os autores.

Foram definidas as zonas térmicas dos modelos, seus padrões de uso e ocupação, as cargas, os sistemas de vedação e o condicionamento artificial. Complementarmente, foram considerados os elementos de sombreamento que influenciavam diretamente no desempenho térmico da edificação.

As diferenças entre os dois modelos estão presentes nos seus componentes construtivos, caracterizados para representação precisa e realista do comportamento térmico da envoltória. Os parâmetros do Modelo de Referência basearam-se na INI-C a partir de valores padronizados, já os do Modelo Real utilizaram o projeto arquitetônico como referência. Não houve diferença na geometria, na orientação solar e na volumetria.

Os valores de transmitância térmica das paredes externas e da cobertura utilizados foram, respectivamente, 0,23 e 1,25. Já os valores de absortância foram de 0,40 tanto para as paredes externas quanto para a cobertura.

Os espaços de permanência prolongada foram considerados climatizados e configurados para serem utilizados conforme método *Ideal Air Loads* do *EnergyPlus*. Com isso, conseguiu-se avaliar de forma independente a eficiência de sistemas mecânicos.

SIMULAÇÃO

As simulações desenvolvidas no *EnergyPlus* por meio do *plugin Ladybug* calcularam horariamente a carga de resfriamento considerando os equipamentos internos à zona, sua iluminação, a ocupação, a entrada de sol pelos vidros, a condução pela envoltória e a infiltração de ar externo. Dessa forma, obteve-se a carga térmica total anual (CgTT) ao se somar todas as cargas horárias quantificadas.

O processo de simulação foi repetido quatro vezes no total, para os anos de 2050 e 2080 com os cenários de SSP1-2.6 e SSP5-8.5, onde os arquivos em formato EPW obtidos na ferramenta de geração de arquivos climáticos futuros foram substituídos no sistema construído no *Ladybug* para cada um dos cenários mencionados.

GERAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Teve-se, inicialmente, a obtenção do percentual de redução da carga térmica total (RedCgTT) a partir da comparação da CgTT de cada edificação. Já o coeficiente de redução da classificação da carga térmica total indo da classificação "D'" para a classificação "A" ($CRCCgTT_{D-A}$), que varia de acordo com a razão entre a área da envoltória e o volume da edificação, a classificação climática do local de inserção da construção e a sua tipologia, foi obtido em sequência.

Calculou-se, finalmente, o fator "i" a partir do $CRCCgTT_{D-A}$ e o comparou com o RedCgTT para que se pudesse determinar a classe da eficiência energética da envoltória proposta no Modelo Real em relação ao Modelo de Referência segundo os parâmetros do INI-C.

Os resultados obtidos foram tabelados, comparados e discutiu-se a eficiência das estratégias projetuais adotadas.

RESULTADOS

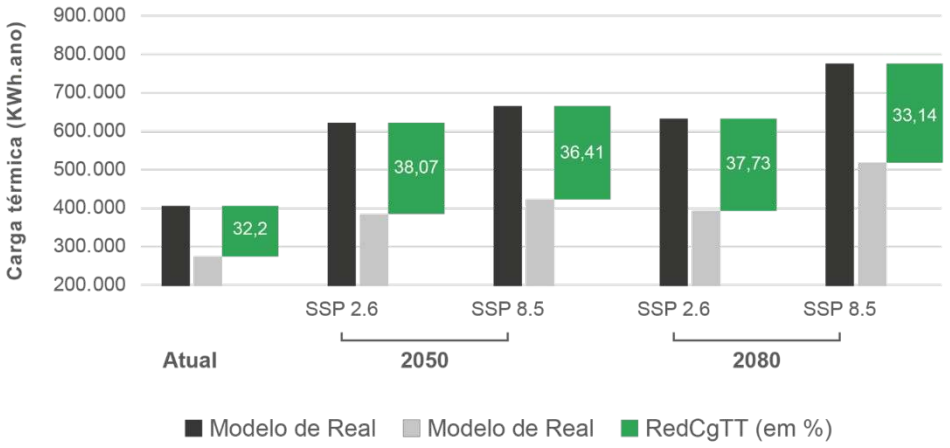
Esta seção apresenta os resultados das simulações realizadas para o GEDLAB nos diferentes cenários climáticos, a partir dos quais foram calculados os percentuais de redução da carga térmica para identificação do nível de eficiência energética da envoltória pela INI-C. Em todos os cenários avaliados, observou-se a manutenção da classe de eficiência energética da envoltória, resultado que foi analisado criticamente à luz das variações observadas entre as diferentes trajetórias de emissão e os horizontes temporais simulados.

INDICADORES DE CONSUMO OBTIDOS

Para o edifício simulado, cujo fator de forma supera 0,4, o coeficiente $CRCCgTT_{D-A}$ identificado foi de 0,26, resultando em um valor de fator *i* equivalente a 8,6% e, portanto, limiar mínimo de percentual de redução de carga térmica de 26% para o alcance da classe "A". Esse parâmetro é invariante entre os cenários simulados, pois decorre exclusivamente das características geométricas da edificação, sem interferência do arquivo climático adotado. Com base nesse referencial, os valores de carga térmica total anual obtidos para o modelo real e para o modelo de referência classe "D" em cada cenário, bem como a RedCgTT calculada são apresentados na Figura 2.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8610

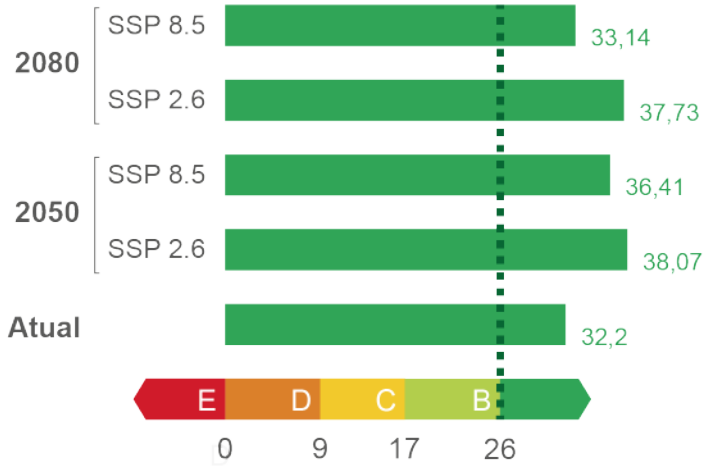
Figura 2: Comparação entre os valores de CgTT calculados para ambos os modelos e indicação de seus respectivos resultados de RedCgTT.



OBS.:
Clima atual (BRA_ES_Vitoria.868300_INMET.epw);
SSP 2.6 – 2050 (BRA_ES_Vitoria_Ensemble_ssp126_2050.epw);
SSP 2.6 – 2080 (BRA_ES_Vitoria_Ensemble_ssp126_2080.epw);
SSP 8.5 – 2050 (BRA_ES_Vitoria_Ensemble_ssp585_2050.epw);
SSP 8.5 – 2080 (BRA_ES_Vitoria_Ensemble_ssp585_2080.epw).
Fonte: os autores.

Os resultados indicam que o GEDLAB alcançou a classe “A” de eficiência energética da envoltória em todos os cenários climáticos avaliados. Em termos absolutos, a carga térmica no modelo real cresceu de forma consistente com a intensidade do aquecimento projetado, passando de 386.858,3 KWh/ano a 520.563,8 Kwh/ano, conforme ilustrado na .

Figura 3: Redução percentual da carga térmica total (RedCgTT) e classificação de eficiência energética da envoltória.



Fonte: os autores.

O modelo de referência acompanhou essa tendência, com valores entre 624.627,7 KWh/ano a 778.572,2 KWh/ano. A RedCgTT variou de 33,14%, no cenário de maior aquecimento projetado (SSP8.5/2080), a 38,07% no cenário de menor aquecimento (SSP2.6/2050).

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A manutenção da classe “A” de eficiência energética da envoltória em todos os cenários simulados constitui o resultado central deste trabalho. Esse desempenho decorre das estratégias incorporadas ao GEDLAB, como vedações com baixa transmitância térmica, dispositivos de sombreamento dimensionados para evitar a incidência de radiação direta nos horários críticos e configuração volumétrica que favorece a circulação de ar entre lajes, as quais se mostraram eficazes não apenas para o clima atual, como diante de projeções de aquecimento que se estendem até o final do século XXI. Mesmo no cenário mais severo, ou seja, SSP5-8.5/2080, a RedCgTT de 33,14% supera o limiar mínimo de 26% por margem de 7,14 pontos percentuais.

Embora a classificação se mantenha estável, a análise comparativa revela uma tendência de degradação progressiva do desempenho relativo da envoltória à medida que o aquecimento projetado se intensifica. A diferença de RedCgTT entre as trajetórias SSP2.6 e SSP8.5 amplia-se de 1,66 ponto percentual em 2050 para 4,59 pontos percentuais em 2080, enquanto, dentro de cada trajetória, a queda entre 2050 e 2080 é de apenas 0,33 ponto percentual no SSP2.6 e de 3,27 pontos percentuais no SSP8.5. Esse comportamento decorre do crescimento diferenciado das cargas térmicas entre os modelos real e de referência: no SSP5-8.5/2080, a CgTT real cresce 34,6% em relação ao SSP1-2.6/2050, contra 24,6% da CgTT de referência, refletindo o fato de que temperaturas externas mais elevadas ampliam os ganhos de calor pela envoltória de forma mais intensa do que o previsto pelo modelo normativo.

Essa assimetria aponta para uma limitação relevante da RedCgTT como métrica de avaliação prospectiva, pois ao ser calculada sempre em comparação ao modelo de referência submetido ao mesmo arquivo climático, ela não captura o crescimento absoluto da demanda energética decorrente do aquecimento. Observou-se nesse contexto, um valor de CgTT referente ao modelo real para o cenário SSP5-8.5/2080 34,6% superior ao do cenário de menor aquecimento simulado, o que tem implicações diretas para o dimensionamento dos sistemas de condicionamento de ar, custos operacionais e o planejamento energético da edificação ao longo de sua vida útil.

CONCLUSÕES

O objetivo proposto para esta pesquisa foi alcançado ao se conseguir obter indicativo de classificação energética “A” segundo método proposto pelo INI-C. A metodologia utilizada demonstrou-se adequada e os resultados apresentaram a importância de se prever o comportamento das edificações diante dos cenários climáticos futuros. Destaca-se que, por se tratar de edificação institucional, pública, não se pode desprezar o compromisso profissional de se conceber arquiteturas com o melhor desempenho possível visando o benefício da coletividade.

A replicação da metodologia aqui desenvolvida pode ser realizada em outros contextos climáticos e com características tipológicas de edificações para diferentes cenários em distintos recortes temporais. Recomenda-se, quando se optar pela realização de apenas uma simulação, a utilização do SSP5-8.5 como cenário climático, por se tratar

do cenário mais rigoroso, como também a análise do impacto financeiro do sobredimensionamento do sistema HVAC em 2080.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores agradecem também à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), ao Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF) e ao Governo do Estado do Espírito Santo pelo apoio e suporte oferecidos.

DECLARAÇÃO

Os autores declaram que não utilizaram IA generativa nem tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

[1] ZARCO-SOTO, I. J. et al. Global energy consumption in the residential and commercial sectors: a review of recent trends and future projections. **Energy and Buildings**, v. 310, p. 114125, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114125.

[2] EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço Energético Nacional 2025: Ano base 2024.** Rio de Janeiro: EPE, 2025. https://www.epe.gov.br

[3] MACHADO, J. de M. et al. Impacts of climate change on the thermal and energy performance of Brazilian residential buildings. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 13, p. e022025, 2022. DOI: https://doi.org/10.20396/parc.v13i00.8665832

[4] HERLING, A. B.; NEVES, L. O. Impacto das mudanças climáticas no desempenho térmico de edifícios de escritório em diferentes bioclimas brasileiros. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 15, p. e024001, 2024. DOI: https://doi.org/10.20396/parc.v15i00.8674258

[5] MUTA, L. F. et al. Integração BIM-BEM: Interoperabilidade e gbXML na eficiência energética em edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2024. https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/5891

[6] BRASIL. Ministério da Economia. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). **Portaria n° 309, de 21 de setembro de 2022. Aprova os Requisitos de Avaliação da Conformidade para a Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C).** Brasília, DF: INMETRO, 2022. https://www.in.gov.br

[7] CALVIN, K. et al. IPCC, 2023: **Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. Geneva: IPCC, 2023. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/

[8] SASSO-FERRÃO, A. L.; NICO-RODRIGUES, E. A. Terraço Capixaba: Cobertura resiliente para climas quente-úmidos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE

CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2157

[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-1: Desempenho térmico de edificações Parte 1: Definições, símbolos e unidades**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

[10] SOUZA, R. V. G.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. A nova Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C). **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 22, n. 4, p. 251-268, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/s1678-86212022000400636

[11] BUSSOLOTTI, V. M. (2025). **Mudanças climáticas e o aumento do nível do mar: Proposta de metodologia para adaptação das cidades costeiras**. Tese, UFES.

[12] LAWRIE, Linda K, Drury B Crawley. 2022. **Development of Global Typical Meteorological Years (TMYx).** https://climate.onebuilding.org

[13] RODRIGUES E, FERNANDES MS, CARVALHO D, Future weather generator for building performance research: An open-source morphing tool and an application. **Building and Environment**, 2023; 233:110104. doi:10.1016/j.buildenv.2023.110104.

[14] IPCC, 2014: **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.