

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO CENTRO DE ENGENHARIA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS DO CECA-UFAL SEGUNDO A INSTRUÇÃO NORMATIVA INMETRO INI-C

**Ulysses Gabriel Pereira Bomfim da Silva ¹, Thaynara Josefa Cardoso Campos ²,
Isabela Cristina da Silva Passos Tiburcio ³, Alana Kelly Xavier de Barros Branco ⁴
e Allan David da Costa Silva ⁵**

¹Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo, ulysses.silva@ceca.ufal.br

²Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, thaynara.campos@ceca.ufal.br

³Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo, isabela.tiburcio@ceca.ufal.br

⁴Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, alana.branco@ceca.ufal.br

⁵Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, allan.silva@ceca.ufal.br

Resumo

O aumento do consumo energético no setor de edificações impõe a necessidade de políticas de sustentabilidade, como a exigência de classificação "A" de eficiência energética para edifícios públicos federais (BRASIL, 2014). Neste cenário, este trabalho se concentra na análise de eficiência energética do Centro de Engenharia de Energias Renováveis (CEER), localizado no Campus CECA da UFAL, um edifício que já incorpora estratégias passivas e sistemas fotovoltaicos. O objetivo é realizar um diagnóstico energético da edificação, avaliando o desempenho da envoltória, dos sistemas de iluminação e de climatização, com a aplicação da metodologia da Instrução Normativa INMETRO INI-C (INMETRO, 2021). A metodologia do estudo inclui levantamento de dados in loco, análise das propriedades térmicas dos materiais e análise das condições bioclimáticas, visando classificar o nível de eficiência energética do CEER. Os resultados obtidos permitirão propor medidas de adequação e melhorias com viabilidade técnica e econômica, contribuindo diretamente para o uso racional de energia na universidade e servindo como estudo de caso para a gestão de eficiência em edificações públicas.

Palavras-chave: *Eficiência Energética, Programa Brasileiro de Etiquetagem, INI-C INMETRO*

Introdução

O crescente consumo de energia elétrica no Brasil tem sido um tema central nas discussões sobre sustentabilidade e políticas públicas. Segundo o gráfico de participação setorial no consumo de eletricidade do Balanço Energético Nacional (BEN, 2025), os setores de edificações (residencial, comercial e público) são responsáveis por uma parcela expressiva do consumo nacional, totalizando 52,7% da energia elétrica utilizada no país. Diante desse cenário, diversas políticas e regulamentos têm sido implementados para mitigar os impactos ambientais e econômicos desse consumo.

Neste contexto regulatório, destaca-se o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), que, através do programa Procel Edifica, tornou obrigatória, desde 2014, a obtenção da Etiqueta de Nível “A” de Eficiência Energética para todas as edificações públicas federais, tanto em novos projetos quanto em reformas (BRASIL, 2014). Essa exigência não apenas visa a redução do consumo, mas também incentiva a incorporação de práticas sustentáveis e o desenvolvimento de soluções construtivas mais eficientes no setor.

O objeto de estudo deste trabalho é o Centro de Engenharia de Energias Renováveis (CEER), atualmente em construção no CECA da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). O Bloco A, que compreende duas salas de aula, um laboratório multidisciplinar e banheiros, está finalizado, juntamente com parte do Bloco B, que abriga laboratório, mais salas de aula, salas de professores, sala de reuniões e copa. O CEER foi concebido para ser uma referência em eficiência energética e uso de fontes renováveis, incorporando estratégias bioclimáticas como amplas aberturas para ventilação e iluminação natural, uso de tijolos ecológicos e a instalação de um sistema fotovoltaico.

A realização de um Diagnóstico Energético na edificação torna-se crucial para validar a eficácia das estratégias adotadas e identificar pontos de melhoria. Diante disso, este trabalho propõe a análise de eficiência energética do CEER do CECA-UFAL, contemplando a avaliação da envoltória, dos sistemas elétricos e de climatização. A análise será conduzida conforme os critérios da Instrução Normativa INMETRO para Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) (INMETRO, 2021). Embora a aplicação da INI-C já seja consolidada, a integração dessa metodologia com um Diagnóstico Energético detalhado em instalações universitárias é um campo com escassez de estudos, conferindo originalidade à pesquisa.

A aplicação dessa metodologia, integrada a um diagnóstico energético em uma edificação universitária, representa uma contribuição relevante, visto que há escassez de estudos que associam a INI-C a ambientes acadêmicos reais. Espera-se que os resultados obtidos ofereçam subsídios para o uso racional de energia no campus, fortaleçam a formação técnica dos estudantes e estimulem a integração entre docentes e discentes em torno de práticas sustentáveis e inovadoras em eficiência energética.

Objetivos

Este artigo visa a análise e o diagnóstico da eficiência e do desempenho termo energético do CEER, Bloco A e parte do Bloco B, do CECA-UFAL, utilizando a metodologia da Instrução Normativa INMETRO INI-C para eficiência energética dos edifícios.

Objetivos Específicos

A pesquisa se propõe a:

- Realizar o diagnóstico energético in loco, levantando as características da envoltória, dos sistemas de iluminação e de climatização.

- Classificar o desempenho da envoltória e dos sistemas elétricos prediais (iluminação e climatização) do CEER segundo os critérios da INI-C.
- Determinar a classificação final de eficiência energética da edificação (Etiquetagem Procel Edifica).
- Propor medidas de melhoria e adequação, avaliando sua viabilidade técnica e econômica, para promover o uso racional de energia na universidade.

Metodologia

O estudo é caracterizado como uma investigação descritiva e exploratória, utilizando uma metodologia quantitativa, focada na avaliação da eficiência termoenergética das salas de aula do CEER (Figura 1), situado no Campus CECA-UFAL.



Fig.1: Centro de Engenharia de Energias Renováveis (CEER)

Caracterização do Objeto de Estudo

O estudo de caso concentra-se nas salas de aula do Bloco A e do Bloco B (térreo e primeiro pavimento) do CEER, Campus CECA-UFAL, em Alagoas. O edifício está situado na Zona Bioclimática 5A, segundo o recém-proposto Zoneamento Bioclimático Brasileiro publicado em 2024 por meio da NBR 15220-3, o que orienta a análise de estratégias passivas adequadas ao clima quente e úmido. Estão sendo levantados dados, incluindo a área de paredes, tipologia da cobertura (cor e material), e o percentual de áreas transparentes (janelas) em relação à área de piso. Como característica construtiva a ser destacada temos a utilização de tijolos ecológicos. Também serão avaliadas condições de ocupação e horários de funcionamento, fundamentais para o cálculo do Lighting Power Density (LPD) e das cargas térmicas internas.).

Levantamento de Dados e Inspeção In Loco

Nesta etapa será realizada a coleta primária e secundária de dados. Os dados de projeto serão obtidos com a análise de plantas arquitetônicas, cortes, fachadas e memoriais descritivos para obtenção de dimensões exatas, materiais construtivos (incluindo cores e acabamentos) e especificações dos sistemas de iluminação e climatização. Também serão realizadas inspeções in loco, visitas técnicas para verificação das condições de uso, medição das áreas e confirmação das especificações de projeto, bem como identificação

de possíveis desvios na execução. A análise bioclimática utilizará cartas solares específicas para a latitude de Rio Largo e maquetes físicas em mesa d'água, equipamento do Laboratório de Conforto Ambiental da FAU/UFAL, para observar o fluxo de ventilação natural. Serão também empregados sensores de temperatura para coleta de dados de campo.

Diagnóstico e Classificação da Eficiência Energética Segundo a INI-C

Com base nos dados coletados, será elaborado um Diagnóstico Energético da edificação, contemplando a avaliação dos sistemas da envoltória, iluminação e climatização. A classificação da eficiência energética seguirá o método simplificado da Instrução Normativa INMETRO nº 42/2021 (INI-C), que estabelece critérios específicos para edificações comerciais, de serviços e públicas (INMETRO, 2021). A INI-C avalia o edifício de forma separada por sistemas, gerando três etiquetas (Envoltória, Iluminação e Climatização) e uma Etiqueta de Eficiência Energética Global (de A a E) (Figura 2).



Fig.2: Modelo de etiqueta para edificações construídas (Manual INI-C, 2025)

A classificação de eficiência energética do sistema de iluminação é feita por meio da determinação do percentual de redução do consumo de iluminação, encontrado comparando o consumo da edificação na condição real e na condição de referência D. Já no sistema de envoltória, determina-se o percentual de redução de carga térmica total anual da edificação. Para o sistema de condicionamento de ar utiliza-se o coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração.

Resultados Esperados

O presente estudo tem como finalidade avaliar o desempenho termo energético do CEER, verificando o nível de conformidade da edificação com os critérios estabelecidos pela Instrução Normativa INMETRO INI-C. A aplicação possibilitará a classificação da envoltória, iluminação e da climatização, resultando na etiqueta global de eficiência energética (de A a E) conforme o Manual INI-C. A partir dessa análise, será possível verificar se o bloco atende aos parâmetros de eficiência definidos e identificar eventuais ajustes necessários para melhorar o desempenho energético. Os resultados esperados visam contribuir para o uso racional de energia e fortalecer a cultura de eficiência energética no ambiente acadêmico. O estudo reforça a importância de integrar a pesquisa

científica com a prática de gestão energética universitária, servindo como referência para futuras análises e projetos sustentáveis no campus.

Referências

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, 2025. NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações – Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, Rio de Janeiro.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética, 2025. **Balanco Energético Nacional** – Relatório Síntese 2025: Ano base 2024, Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro.

FELIPPE, A.R.T.M., et al., 2023. Análise da envoltória em edificação escolar de ensino superior: aplicação da metodologia INI-C, **Anais** do XVII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e XIII Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, São Paulo.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, 2025. **Manual INI-C: Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas – Definições e Procedimentos**, Brasília.