

# AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO LUMINOTÉCNICO COM FOCO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: ESTUDO DE CASO DO AUDITÓRIO DO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFPB

## *EVALUATION OF LIGHTING PERFORMANCE WITH A FOCUS ON ENERGY EFFICIENCY: A CASE STUDY OF THE AUDITORIUM OF THE TECHNOLOGY CENTER OF UFPB*

Laura Rodolfo Diniz 1

Raphael Leite de Andrade Reis 2

Marçal Rosas F Lima Filho 3

**Resumo:** A iluminação em ambientes educacionais influencia diretamente o conforto visual, a eficiência energética e a qualidade do aprendizado. Contudo, muitos projetos ainda desconsideram o aproveitamento da luz natural, resultando em uso excessivo da iluminação artificial e maior consumo de energia. Este estudo avaliou o desempenho luminotécnico do auditório de multimídia do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), identificando falhas no sistema existente e propondo estratégias de otimização. A metodologia envolveu: (i) caracterização do ambiente, (ii) medições in loco de iluminância em datas de solstícios e equinócios, (iii) análise do sistema de iluminação atual, (iv) modelagem computacional no software DIALux Evo, validada a partir de mapas gerados no OriginPro, e (v) simulação de cenários alternativos. Os resultados mostraram que a iluminação existente não atende integralmente à ABNT NBR 8995-1, apresentando baixa uniformidade e pontos de subiluminação. As simulações indicaram que a substituição por luminárias LED de alto desempenho, aliada à dimerização automática conforme a disponibilidade de luz natural, pode reduzir em até 70% o consumo energético, garantindo níveis adequados de iluminância. Conclui-se que a integração entre iluminação natural e artificial, associada ao uso de tecnologias eficientes, é uma estratégia viável para melhorar o desempenho luminotécnico e reduzir o impacto ambiental em ambientes educacionais.

**Palavras-chave:** eficiência energética, conforto visual, cálculo luminotécnico.

**Abstract:** Lighting in educational environments directly influences visual comfort, energy efficiency, and learning quality. However, many projects still overlook the use of natural light, resulting in excessive reliance on artificial lighting and higher energy consumption. This study evaluated the lighting performance of the multimedia auditorium at the Technology Center of the Federal University of Paraíba (UFPB), identifying flaws in the existing system and proposing optimization strategies. The methodology involved: (i) characterization of the environment, (ii) on-site illuminance measurements on solstice and equinox dates, (iii) analysis of the current lighting system, (iv) computer modeling using DIALux Evo software, validated with maps generated in OriginPro, and (v) simulation of alternative scenarios. The results showed that the existing lighting does not fully comply with ABNT NBR 8995-1, presenting low uniformity and underlit areas. Simulations indicated that replacing the current fixtures with high-performance LED luminaires, combined with automatic dimming based on natural light availability, can reduce energy consumption by up to 70% while ensuring adequate illuminance levels. It is concluded that integrating natural and artificial lighting, along with the use of efficient technologies, is a viable strategy to improve lighting performance and reduce environmental impact in educational environments.

**Keywords:** energy efficiency, visual comfort, lighting design.

1 - Mestre em Energias Renováveis pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) E-mail: lauradiniz.arq@gmail.com; Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8808343295999346> ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3230-0238>

2 - Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1139577841043865> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8155-2530>

3 - Mestre em Engenharia Civil e Ambiental (UFPB/2008). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2852416174296757> Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4821-8458>

## Introdução

A crescente demanda por energia elétrica reforça a importância de estratégias voltadas à eficiência energética. De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (2022), os edifícios foram responsáveis por 34% da procura global de energia e 37% das emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas à energia em 2021, sendo que mais de 50% desse consumo está associado ao arrefecimento, aquecimento e iluminação dos ambientes internos. Apesar do alto gasto, a iluminação é essencial para a realização das atividades de forma eficaz e confortável.

Identificar o perfil de consumo de uma edificação é fundamental para adotar medidas que reduzam a demanda energética sem comprometer o conforto dos usuários, como o aproveitamento da iluminação natural e o controle térmico (Lamberts, Dutra e Pereira, 2014). Kozloff, Cowart *et al.* (2001) destacam que os edifícios apresentam grande potencial para ganhos de eficiência, seja pela modernização da infraestrutura ou pela substituição de equipamentos obsoletos.

A iluminação dos ambientes internos deve garantir visibilidade, segurança e conforto visual (Prackia, Urszula e Blaszcakb, 2017), além de influenciar a percepção espacial, o humor e o bem-estar dos ocupantes. Entretanto, fatores arquitetônicos e climáticos podem comprometer o desempenho luminoso, exigindo escolhas adequadas de luminárias, distribuição espacial e estratégias passivas (Santana, 2018).

Com base na problemática apresentada, neste trabalho será apresentado um estudo da eficiência energética de um ambiente, particularmente o auditório de multimídia I do Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Tal análise terá foco no sistema de iluminação existente, bem como a influência da iluminação natural, afim de questionar: O sistema atual do auditório atende critérios de eficiência luminotécnica e energética?

## Objetivos

O objetivo geral deste trabalho consiste em analisar e caracterizar o desempenho luminotécnico de um auditório, por meio de coletas e simulações, a fim de propor modificações que favoreçam o conforto visual e a eficiência energética. Para alcançar esse propósito, foram definidos objetivos específicos que orientam a pesquisa: (i) caracterizar e coletar dados métricos, fotográficos e níveis de iluminação em diferentes pontos do ambiente de estudo; (ii) analisar as condições atuais da iluminação, verificando sua adequação quanto aos requisitos de conforto visual, eficiência energética e conformidade com as normas vigentes; e (iii) simular um cenário de iluminação para o auditório, sugerindo melhorias que contribuam para a eficiência energética da edificação.

## Justificativa

A realização deste estudo justifica-se pela relevância da iluminação em ambientes educacionais, uma vez que influencia diretamente o conforto visual, a eficiência energética e a qualidade do aprendizado. Muitos auditórios apresentam falhas no sistema luminotécnico, como baixa uniformidade e subiluminação, o que compromete o atendimento às normas técnicas e aumenta o consumo de energia elétrica. Nesse sentido, a análise do desempenho luminotécnico do auditório de multimídia I do Centro de Tecnologia da UFPB torna-se essencial para identificar deficiências, propor soluções baseadas na integração da iluminação natural e artificial e no uso de tecnologias mais eficientes, contribuindo para a redução dos custos operacionais, a sustentabilidade das edificações públicas e a replicação de estratégias em ambientes educacionais semelhantes.

## Fundamentação teórica

A qualidade da iluminação em ambientes internos é um aspecto determinante para a

eficiência energética e o conforto dos usuários. A iluminação adequada garante a visibilidade das tarefas, a segurança e o bem-estar, ao mesmo tempo em que influencia fatores como percepção espacial, humor, emoções e desempenho (Prackia, Urszula e Blaszcakb, 2017). Dessa forma, o projeto luminotécnico deve considerar tanto aspectos técnicos quanto fisiológicos, evitando situações de ofuscamento e fadiga visual.

No Brasil, a ABNT NBR 8995-1:2013 estabelece requisitos mínimos para a iluminação de ambientes de trabalho, definindo parâmetros como níveis de iluminância, uniformidade, índice de reprodução de cor (IRC) e controle de ofuscamento. A norma busca assegurar condições visuais adequadas para diferentes atividades, de modo a garantir conforto e eficiência. Já o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) avalia o desempenho energético de edificações, incluindo o sistema de iluminação, e fornece critérios para classificação de eficiência. Essas normativas fornecem a base para avaliar e propor soluções que conciliem qualidade visual e racionalização do consumo de energia.

A eficiência luminotécnica também está associada ao aproveitamento da luz natural. No entanto, fatores como a profundidade dos ambientes e a variabilidade sazonal da insolação podem limitar seu uso exclusivo, exigindo o apoio de sistemas artificiais (Albuquerque e Amorim, 2012) nesse sentido, estratégias que integrem iluminação natural e artificial, com sistemas automatizados e dimerização, são capazes de ampliar a autonomia da luz diurna e reduzir desperdícios (Santana, 2018).

Diversos estudos têm ressaltado a importância dessa integração em ambientes educacionais e de uso coletivo. Oliveira e Castro (2018) identificaram que a adoção de sistemas de automação em auditórios, como sensores de presença e dimerização, pode reduzir em até 35% o consumo de energia. Liu *et al.* (2021), ao analisarem universidades chinesas, observaram que, embora os projetos priorizem a eficiência para o trabalho, muitas vezes não atendem adequadamente ao conforto e à saúde visual dos alunos, resultando em fadiga. Esses achados reforçam que a eficiência energética deve estar aliada ao conforto ambiental, sobretudo em espaços destinados à concentração e aprendizado.

Outro ponto relevante é a substituição de lâmpadas convencionais por LEDs, que apresentam maior eficiência luminosa, vida útil prolongada e melhor índice de reprodução de cor, tornando-se a tecnologia mais indicada para ambientes educacionais. Lima *et al.* (2019) demonstraram que a adoção de luminárias LED pode reduzir em até 60% o consumo energético, além de melhorar a qualidade da luz percebida pelo usuário. Esse resultado evidencia que a escolha adequada de equipamentos é decisiva para a redução de custos operacionais e impactos ambientais.

Portanto, a fundamentação teórica evidencia que o desempenho luminotécnico em ambientes internos depende de uma abordagem integrada, que considere normas técnicas, estratégias de aproveitamento da luz natural, tecnologias de alta eficiência e a relação direta entre conforto visual e eficiência energética. A literatura demonstra que soluções bem dimensionadas podem não apenas reduzir o consumo de energia, mas também favorecer a saúde, o desempenho e a experiência dos usuários, consolidando a importância de projetos luminotécnicos alinhados à sustentabilidade.

## Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso aplicado, de abordagem quantitativa e qualitativa, desenvolvido no auditório de multimídia do Centro de Tecnologia da UFPB, em João Pessoa-PB.

O procedimento metodológico foi estruturado em seis etapas, conforme o fluxograma da Figura 1:

1. Levantamento métrico e fotográfico – registro das dimensões, características construtivas, materiais de acabamento e pontos de entrada de luz natural do auditório.

2. Caracterização do ambiente e medições *in loco* – coleta de dados de iluminância com luxímetro em diferentes posições do auditório e em datas representativas dos solstícios e equinócios, em conformidade com a NBR 15215-4 (2005).
3. Simulação e validação dos dados coletados – utilização dos softwares OriginPro e DIALux Evo para validar os dados medidos em campo e modelar digitalmente o ambiente, assegurando consistência entre simulação e medições reais. Ressalta-se que os procedimentos de simulação foram realizados e validados, mas não são detalhados neste trabalho.
4. Modelagem do ambiente e simulação da iluminação – criação do modelo tridimensional do auditório no DIALux Evo, permitindo a comparação entre o desempenho da luz natural e artificial, considerando as condições de solstícios e equinócios.
5. Simulação de estratégias luminotécnicas – elaboração e teste de cenário alternativo de eficiência energética em conformidade com a NBR 8995-1.
6. Análise do consumo energético – verificação do impacto das estratégias propostas no consumo de energia elétrica, utilizando o indicador LENI (Lighting Energy Numeric Indicator), de modo a conciliar desempenho luminotécnico e eficiência energética.

Dessa forma, a metodologia adotada possibilitou integrar medições experimentais e simulações computacionais, garantindo maior confiabilidade na análise luminotécnica e energética do auditório. O encadeamento das etapas permitiu não apenas validar o desempenho do sistema existente, mas também propor estratégias otimizadas.

**Figura 1.** Etapas da análise luminotécnica do auditório do CT.



**Fonte:** Elaboração própria, 2025.

## Caracterização

O Auditório do Centro de Tecnologia, conhecido popularmente como Bolo de Noiva, é localizado na Universidade Federal da Paraíba, *Campus I*, João Pessoa-PB, particularmente no primeiro andar do bloco com uma área de aproximadamente 320 m<sup>2</sup>, comportando 200 pessoas na plateia.

Foi escolhido o auditório para aferir os aspectos quantitativos (níveis de iluminância) e os aspectos qualitativos (conforto visual) desses espaços, já que o local é destinado a sediar inúmeros eventos do respectivo centro e de outros departamentos da instituição.

O ambiente possui acabamento interno composto por paredes com pintura em tonalidade clara, piso de granilite na cor cinza claro e forro em policloreto de vinila (PVC), instalado a uma altura de 2,80 m. Conta ainda com 18 janelas de vidro translúcido, protegidas por brises externos que atuam como barreira à incidência direta da radiação solar. A descrição dos materiais de acabamento é relevante, uma vez que foram considerados na modelagem do ambiente no software DIALux, utilizando-se os respectivos coeficientes de reflexão estabelecidos pela NBR ISO 8995-1:2013.

## Coletas in loco

Para verificar as iluminâncias do auditório, foram realizadas coletas, com o luxímetro modelo Minipa 1011, conforme o método ponto-a-ponto sugerido pela Norma NBR 15.215-4:2005. Sendo medido às 8h, 10h, 14h e 16h, nos dias 21/12/2024 (solstício de verão), 21/03/2025 (equinócio) e 21/06/2025 (solstício de inverno), com o objetivo de capturar diferentes posições solares ao longo do dia e do ano.

A determinação dos pontos de medição de iluminância foram definidos conforme a NBR 15.215-4:2005, pela qual o ambiente foi dividido em áreas iguais, resultando em uma malha de pontos. O número mínimo de pontos é definido em função do índice do local (K), calculado pela equação estabelecida na norma. Para o ambiente em estudo, obteve-se o valor  $K = 6$ , o que, segundo a tabela normativa, corresponde à necessidade de pelo menos 36 pontos de medição distribuídos a uma altura de 75 cm do piso. Entretanto, para assegurar uma representação mais precisa da distribuição da iluminação natural e ampliar a confiabilidade dos resultados, foram considerados 45 pontos de aferição na modelagem.

## Avaliação do Sistema de Iluminação Existente

Conforme a NBR ISO/CIE 8995-1:2013, a iluminância média recomendada para ambiente como auditório é de 300 lux, apesar de que é necessário iluminação complementar para leitura que possa atender a 500lx, para atender a tarefa visual executada. Entretanto, conforme os gráficos analisados, grande parte do auditório apresenta valores inferiores a esses parâmetros, principalmente quando a iluminação artificial está desligada ou em horários de baixa contribuição da luz natural.

A iluminação artificial da plateia é composta por 23 luminárias do tipo calha dupla, totalizando 46 lâmpadas LED tubulares T8 de 18 W, fluxo luminoso de 1850 lm e temperatura de cor de 6500 K, do fabricante Nitrolux. Já a área do palco é iluminada por 8 lâmpadas fluorescentes *Ecohome Stick* da marca Philips, também com potência de 18 W e fluxo luminoso de 1850 lm, instaladas em luminárias de embutir do tipo redonda.

Conforme os dados coletados no site do CT, estimou-se um uso de aproximadamente 72 horas para o auditório, período no qual todas as lâmpadas permanecem acionadas durante a utilização do espaço.

## Simulações computacionais

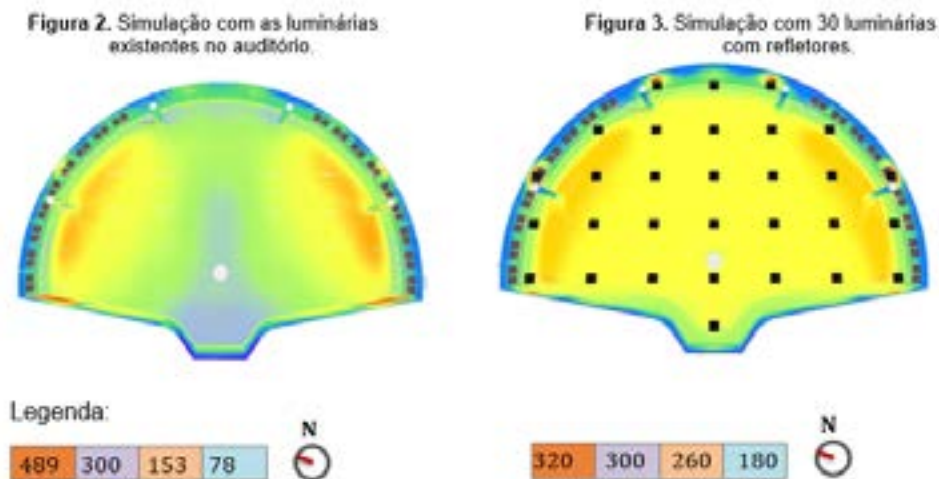
Para a avaliação do desempenho da iluminação no ambiente, foram utilizados dois softwares: o OriginPro, voltado à geração de gráficos de alta precisão e ao tratamento estatístico dos dados, e o DIALux evo 10.1, empregado na simulação luminotécnica de ambientes internos tridimensionalmente modelados. A utilização conjunta desses softwares justifica-se pela necessidade de ampliar a compreensão dos resultados obtidos e possibilitar a comparação em suas respectivas atribuições. Enquanto o DIALux permitiu a realização de simulações luminotécnicas detalhadas, considerando as características físicas do espaço, os tipos de

luminárias e os parâmetros normativos, o OriginPro possibilitou o tratamento estatístico das medições e a representação gráfica dos resultados, proporcionando uma análise mais aprofundada. Dessa forma, os dados obtidos por meio do DIALux foram validados pelas coletas de iluminância realizadas em campo e processadas no OriginPro, assegurando a confiabilidade dos resultados apresentados.

## Resultados e discussão

As medições *in loco* realizadas nos solstícios e equinócios demonstraram que os níveis de iluminância no auditório variam significativamente ao longo do ano, com pontos abaixo dos valores mínimos recomendados pela NBR 8995-1.

As simulações computacionais no DIALux Evo, validadas pelos dados de campo, confirmaram falhas no sistema de iluminação existente, com deficiência em uniformidade e em áreas críticas de trabalho visual. Os mapas de iluminância obtidos destacaram regiões de sub e superiluminação, isso é evidenciado na Figura 02, com a simulação do cenário existente no auditório. Diante disto, na Figura 03, foi simulado uma proposta de iluminação com a troca de todas a luminárias pela luminária com refletor CoreLine Recessed RC136B da Philips, com as mesmas condições técnicas da atual luminária utilizada no auditório, com a diferença do tipo de luminária com refletor incluso e o sistema de dimerização instalado.



**Fonte:** Elaboração própria, 2025.

A análise do LENI (Lighting Energy Numeric Indicator) corroborou os ganhos energéticos obtidos, evidenciando que a integração entre iluminação natural e artificial, associada a sistemas de controle inteligente, é determinante para a eficiência luminotécnica em ambientes educacionais.

A estimativa do consumo energético do auditório foi realizada a partir de equações consagradas pela NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Inicialmente, a potência total instalada é obtida pelo produto entre o número de lâmpadas e a potência individual de cada uma. Em seguida, calcula-se a energia consumida mensalmente, considerando a potência total convertida para quilowatts e o tempo de uso em horas por mês. Por fim, o custo de energia elétrica é determinado multiplicando-se a energia consumida pela tarifa do kWh vigente da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (R\$ 0,777 / kWh). Esse procedimento permite quantificar de forma objetiva o impacto do sistema de iluminação no consumo e no custo mensal do espaço analisado.

Na tabela 01, foi sintetizado o cenários simulado em comparativo com o existente, com a quantidade de lâmpadas, iluminância apresentada por cada cenário e o consumo e custo mensal levando em consideração um total de 72h de uso do auditório em que as lâmpadas encontram-se todas ligadas.

Tabela 1. Comparativo de custo nos casos.

| CENÁRIO          | Nº DE LÂMPADAS | ILUMINÂNCIA (lx) | CONSUMO (kWh) | CUSTO (R\$) |
|------------------|----------------|------------------|---------------|-------------|
| <b>Existente</b> | 64             | 294              | 82,944        | R\$54,36    |
| <b>Proposto</b>  | 30             | 320              | 77,76         | R\$60,43    |

Fonte: Elaboração própria, 2025.

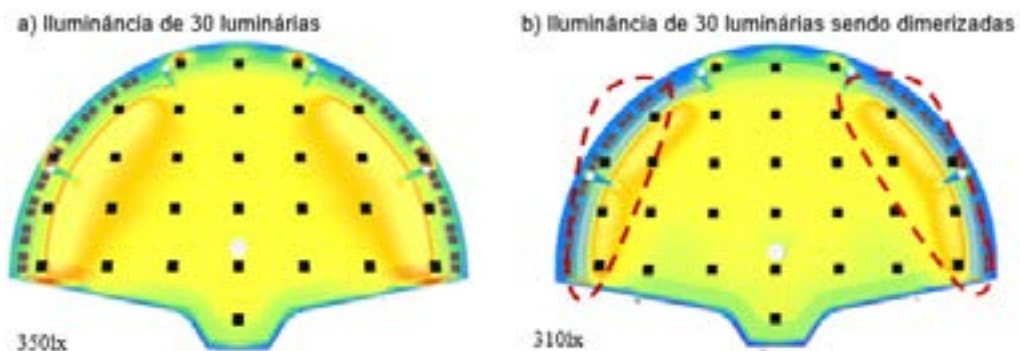
Conforme o cálculo de potência e consumo estabelecido pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, verificou-se que o consumo mensal de energia elétrica do auditório, na situação atual, corresponde a aproximadamente R\$ 54,36. Embora a simulação proposta apresente inicialmente um consumo superior, os níveis de iluminância obtidos atendem plenamente aos requisitos normativos. Além disso, a estratégia projetada estabelece parâmetros adequados para o aproveitamento da iluminação natural e a dimerização da iluminação artificial quando necessária, promovendo maior eficiência energética ao longo do uso real do espaço.

Foi realizado novas simulações do ambiente nas mesmas condições com o diferencial do sistema de circuito e dimerização para atender a problemática exposta, que surgiu ao ser considerado a iluminação natural.

Considerando o cenário proposto com 30 luminárias do mesmo tipo e definido três cenários estratégicos de avaliação, caso 01, céu configurado como parcialmente nublado, caso 02, céu claro, e caso 03, céu nublado e chuvoso, apresentam-se respectivamente, nas Figuras 04, 05 e 06, os resultados obtidos das simulações correlatas.

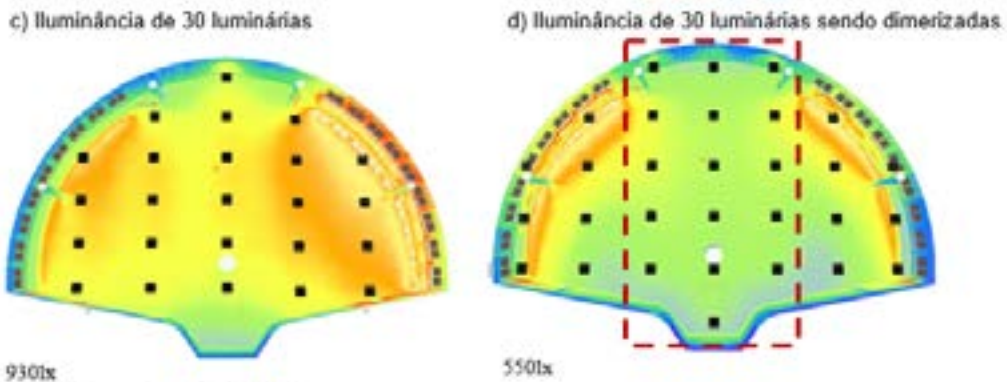
Na análise realizada, notou-se que nos casos 01 e 03 houve uma mudança positiva após a dimerização, que ocorreu nas luminárias demarcadas nas imagens, utilizando apenas 20% de sua potência, onde a iluminância se estabilizou na média de 300lx. Entretanto, na simulação do do caso 02, onde o sol encontrava-se claro e aberto, apenas as luminárias demarcadas foram dimerizadas pra utilização de 40% de sua potência, e as demais luminárias foram desativadas, considerando que as áreas laterais já estavam com bastante incidência solar.

Figura 4. Simulações de dimerização de luz artificial com natural no caso 01



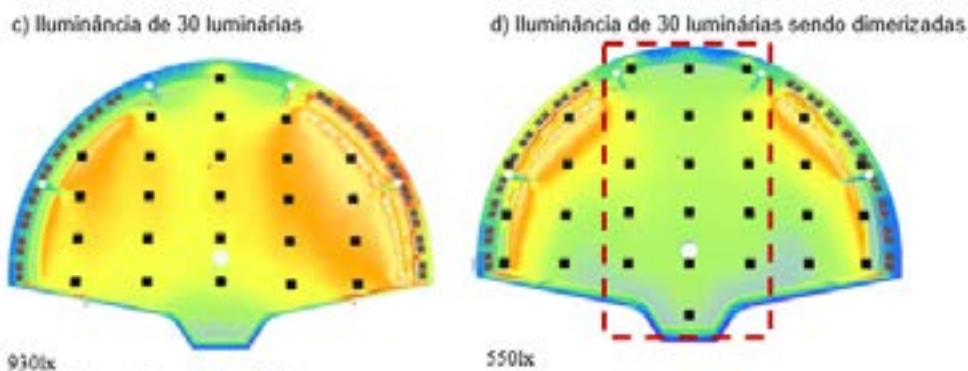
Fonte: Elaboração própria, 2025.

Figura 5: Simulações de dimerização de luz artificial com natural no caso 02



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Figura 6. Simulações de dimerização de luz artificial em conformidade com natural no caso 03.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Ainda assim, dos resultados obtidos, a iluminância média de 550lx, o que é comum devido ao excesso de iluminação natural nas áreas laterais. As luminárias centrais estão em seu consumo máximo para atender a média de 300lx. Diante disto, compreende-se que o projeto luminotécnico apresentado atende as exigências mínimas da normativa vigente, mas em dias bastante claros a dimerização não é suficiente para sanar o excesso de luz, que pode ser ajustado com estratégias arquitetônicas passivas como brises móveis, persianas automatizadas e barreiras que possam impedir a passagem direta em horários de sol mais intenso.

Com base nesses resultados, compreende-se que o projeto luminotécnico atende adequadamente aos critérios mínimos da norma vigente. No entanto, em dias com elevada radiação solar, apenas o uso da dimerização pode não ser suficiente para evitar a superexposição luminosa em áreas próximas às aberturas. Reforça-se a importância da dimerização não apenas como ferramenta de eficiência energética, mas também como elemento de controle de conforto visual em ambientes com ampla entrada de luz natural. Ainda assim, destaca-se que o desempenho ideal se alcança com uma abordagem integrada entre projeto luminotécnico e soluções de arquitetura passiva, garantindo um ambiente equilibrado e eficiente em diferentes condições sazonais e horários do dia.

Nos casos 01 e 03, o consumo mensal estimado foi de 57,02 kWh (R\$ 44,27), mantendo iluminância média de 300–310 lx em conformidade com a norma. Já no caso 02, a maior incidência solar permitiu desligar 14 luminárias e operar 16 com 40% da potência, reduzindo o consumo para 16,58 kWh (R\$ 12,88), cerca de 70% mais econômico. Apesar disso, a iluminância atingiu 550 lx, evidenciando excesso de luz natural nas áreas laterais. Assim, a dimerização mostra-se eficaz para economia e conforto visual, mas pode exigir complementação com estratégias passivas, como brises e cortinas automatizadas, conforme os dados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Comparativo de custo nos casos.

| PERÍODO | Nº DE LÂMPADAS   | POTÊNCIA ATIVA (KW) | CONSUMO (KWH) | CUSTO (R\$) |
|---------|--|---------------------|---------------|-------------|
| Caso 01 | 30 luminárias, 10 und 20% da potência (as demais a 100%) | 0,792               | 57,02         | R\$44,27    |
| Caso 02 | 30 luminárias, 16 und 40%, 14 desligadas                 | 0,2304              | 16,58         | R\$12,88    |
| Caso 03 | 30 luminárias, 10 und 20% da potência (as demais a 100%) | 0,792               | 57,02         | R\$44,27    |

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Cabe destacar que este cenário parte do princípio de que todas as horas de funcionamento das luminárias ocorrem sob as mesmas condições de iluminância natural, o que na prática pode variar de acordo com fatores como a climatologia local, o tipo de céu (claro, nublado ou parcialmente nublado) e a posição solar ao longo do dia. Dessa forma, os valores calculados servem como estimativas de referência para o desempenho energético em cenários típicos, reforçando a necessidade de estratégias flexíveis de controle de iluminação, especialmente em ambientes com grande entrada de luz natural.

## Considerações finais

O estudo realizado no auditório de multimídia do Centro de Tecnologia da UFPB evidenciou falhas significativas no sistema de iluminação existente, com níveis de iluminância insuficientes em diversos pontos, especialmente no centro do ambiente e baixa uniformidade luminosa, comprometendo o conforto visual e a eficiência energética.

As medições *in loco*, validadas por simulações computacionais no DIALux Evo, demonstraram que a integração entre luz natural e artificial é essencial para atender às exigências normativas (ABNT NBR 8995-1). As estratégias propostas, como a substituição das luminárias existentes por modelos LED de maior desempenho e a implementação de sistemas de dimerização automática, resultaram em uma redução de até 70% no consumo energético, ao mesmo tempo em que asseguraram a adequação luminotécnica do ambiente. Além da melhoria técnica, o estudo reforça a viabilidade de soluções sustentáveis e replicáveis em outros ambientes educacionais, contribuindo para a redução do impacto ambiental e para a otimização dos custos operacionais de edificações públicas.

Conclui-se que o objetivo geral da pesquisa foi plenamente alcançado, uma vez que foi possível caracterizar o desempenho luminotécnico do auditório concluindo que a iluminação natural não é plenamente aproveitada e que a iluminação artificial não é suficiente e não levou em conta o formato do auditório, divisões de circuitos e distribuição de luminárias. Ao propor modificações efetivas e validar alternativas mais eficientes com o uso de luminárias adequada e dimerização complementar pode-se confirmar a eficiência dos estudos. Como continuidade, recomenda-se a ampliação do estudo para outros ambientes de ensino e a integração de sistemas de automação mais avançados, como sensores de presença e controle inteligente, de forma a potencializar ainda mais a eficiência energética.

O estudo evidencia que a eficiência luminotécnica é uma estratégia central para a sustentabilidade em edificações públicas, unindo conforto visual e economia de energia.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15215: Iluminação natural – Parte 1: **Procedimento de cálculo**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15220: **Desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro, 2005.

ALBUQUERQUE, Milena Sampaio Cintra de; AMORIM, Cláudia Naves David. **Iluminação natural: indicações de profundidade limite de ambientes para iluminação natural no Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais – RTQR**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 37–57, abr./jun. 2012.

KOZLOFF, K. *et al.* **Energy efficiency in buildings: transforming the market**. *International Energy Studies Review*, v. 2, n. 1, p. 15–28, 2001.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 2. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2014.

LIU, Y. *et al.* **Visual comfort evaluation and performance of university learning spaces in China**. *Indoor and Built Environment*, v. 30, n. 1, p. 66–78, 2021.

LIMA, T. M. *et al.* **Eficiência energética em auditórios: análise do desempenho de sistemas de iluminação**. *Revista de Arquitetura e Engenharia*, v. 13, n. 2, p. 33–46, 2019.

OLIVEIRA, M. L.; CASTRO, R. M. **Automação predial como estratégia para eficiência energética em auditórios universitários**. *Revista de Engenharia Sustentável*, v. 7, n. 1, p. 74–89, 2018.

PRACKI, P.; BLASZCZAK, U. **Influence of lighting parameters on students' comfort in dormitory rooms**. *Building and Environment*, v. 126, p. 130–140, 2017.

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Relatório sobre eficiência energética em edifícios**. 2022. Disponível em: < <https://www.unep.org/>>. Acesso em: 10 maio de 2025.

SANTANA, J. M. **Sustentabilidade e eficiência energética no século XXI**. *Revista Ambiente e Sociedade*, v. 21, n. 2, p. 1–18, 2018.

Recebido em 3 de dezembro de 2025.

Aceito em 15 de abril de 2026.