



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS LARANJEIRAS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

ALICE OLIVEIRA SANTOS

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS SISTEMAS DE
ILUMINAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SERGIPE**

Laranjeiras/SE

2026

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

ALICE OLIVEIRA SANTOS

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS SISTEMAS DE
ILUMINAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SERGIPE.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à comissão de TCC do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Sergipe, Campus de Laranjeiras, como condição necessária à obtenção do título de bacharel em arquitetura e urbanismo. Tem como orientador o Prof. Dr. Italo César Montalvão Guedes e como coorientador o Prof. Dr. Pedro Vitor Sousa Ribeiro

Laranjeiras/SE

2026

ALICE OLIVEIRA SANTOS

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS SISTEMAS DE
ILUMINAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SERGIPE**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado em 02 de fevereiro de 2026 à
seguinte banca examinadora:

Dr. Italo César Montalvão Guedes (Orientador)
Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Sergipe

Dr. Pedro Vítor Sousa Ribeiro (Coorientador)
Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Sergipe

Prof. Fernando de Medeiros Galvão
Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Sergipe

Prof. Fernando Márcio de Oliveira
Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal de Sergipe

Laranjeiras/SE

2026

AGRADECIMENTOS

A realização deste Trabalho simboliza o encerramento de uma etapa intensa, desafiadora e de transformações na minha trajetória acadêmica e pessoal.

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter me presenteado com a oportunidade de seguir no curso que sonhei desde criança, por ter me sustentado até aqui, me fortalecendo nos momentos difíceis e me guiando durante toda a jornada.

Aos meus pais Lourdes e Josivaldo, que sempre foram meu alicerce, agradeço pelo incentivo diário, por fazerem todo o possível para sempre me guiar pelo caminho da educação e por sempre acreditarem em mim, mesmo nos momentos em que descreditei de mim mesma. Essa conquista carrega um pouco de vocês.

A minha irmã Aline, que é a minha maior inspiração e sobretudo minha melhor amiga, que nunca mediu esforços pra me apoiar quando precisei e me proporcionar sempre o melhor.

Ao meu orientador, Italo Montalvão, meu sincero agradecimento não apenas pela disponibilidade, atenção e pela confiança durante o meu trabalho de conclusão de curso, mas também pelo conhecimento transmitido durante as aulas.

Ao meu coorientador, Pedro Ribeiro, que me ensinou, acreditou no meu potencial e me apoiou desde que decidi ingressar na iniciação científica, tornando-se a pessoa que mais me inspira a seguir uma carreira acadêmica.

A todas as meninas do Grilu-EE, com quem eu tive o prazer de compartilhar conhecimento e experiências. Em especial Helena e Syloane, que foram de fundamental importância nas etapas iniciais deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Aos melhores amigos que o curso me presenteou, Jussimara, Yasmin, João Paulo, João Victor, Elber e Bianca, deixo meu agradecimento pelas trocas, pelos trabalhos em grupo, pelas conversas, pelos desafios compartilhados e pelo apoio nos momentos difíceis. Caminhar ao lado de vocês tornou essa jornada mais leve e verdadeiramente significativa.

Um agradecimento especial a Éverton, Millena e Hadassa, que estiveram ao meu lado desde as primeiras aulas e trabalhos em grupo, compartilhando comigo a maior parte

dos momentos mais felizes vividos na UFS e também me acompanhando nos momentos mais difíceis.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte deste percurso e contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade.

RESUMO

Santos, Alice Oliveira. **Análise da Eficiência Energética dos Sistemas de Iluminação da Biblioteca Central da Universidade Federal de Sergipe**. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Sergipe. Laranjeiras, p. 87. 2026.

No setor público, a busca por maior eficiência energética mostra-se necessária, diante do cenário atual, no qual esse setor representa o terceiro maior consumidor de eletricidade do país. No contexto da Universidade Federal de Sergipe (UFS), observa-se que o contrato de maior valor dos gastos institucionais está associado justamente ao consumo de energia elétrica, decorrente principalmente do condicionamento ambiental, como o uso de sistemas de ar-condicionado e da iluminação artificial. Diante desse cenário, a Instrução Normativa do Inmetro para edificações comerciais, de serviços e públicas (INI-C) apresenta uma metodologia que possibilita não apenas a obtenção de uma classificação de eficiência energética, mas também a identificação de oportunidades de melhoria em edificações já existentes. É nesse contexto, que relaciona os gastos gerados pelo consumo de energia e o conforto ambiental em instituições públicas de ensino, que o presente trabalho teve como objetivo identificar o nível de eficiência energética do sistema de iluminação da Biblioteca Central do Campus de São Cristóvão (BICEN), da Universidade Federal de Sergipe, à luz dos parâmetros estabelecidos pela INI-C. Adotando, para isso, uma metodologia que consistiu na coleta de dados e no levantamento das características do sistema de iluminação e na avaliação da eficiência conforme os critérios do método simplificado do normativo. Os resultados demonstraram que a biblioteca apresenta bom desempenho no que concerne a eficiência energética, porém não possui os principais requisitos necessários para a obtenção de um status de nível máximo, mostrando-se assim passível da implementação de propostas de adequação que visam não apenas a obtenção da classificação A, como também a melhoria da qualidade luminosa dos ambientes de leitura.

Palavras Chave: Eficiência energética; Etiquetagem; iluminação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Linha do tempo da etiquetagem de edificações.....	11
Figura 2: Fachada da Biblioteca Central da Universidade Federal De Sergipe.....	13
Figura 03: Selo PROCEL.....	20
Figura 04: Capa do regulamento Técnico RTQ-C	23
Figura 05: Capa do Manual da INI-C	24
Figura 06: Resolução dos índices mínimos de eficiência energética em edificações	25
Figura 07: Localização da Biblioteca no <i>Campus</i> de São Cristóvão.....	27
Figura 08: Biblioteca do <i>Campus</i> de São Cristóvão no ano de 1983.....	28
Figura 09: Reforma e ampliação da BICEN em 2012.....	29
Figura 10: Setor de periódicos e sala de leitura em 1983 (acima); DIPROT em 1981 (esquerda abaixo); Catálogo 2016 (direita abaixo).....	30
Figura 11: Exemplos de edifícios brutalistas em São Paulo: a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP (à esquerda) e o Museu Brasileiro da Escultura – MuBE (à direita)..	31
Figura 12: Detalhes da Biblioteca: brises na fachada (acima) e estrutura em concreto aparente vista do mezanino (abaixo).....	32
Figura 13: Levantamento Cadastral na BICEN.....	33
Figura 14: Fluxo de aplicação das etapas para a classificação do sistema de iluminação..	35
Figura 15: Atividades principais da Biblioteca no Pavimento térreo (acima) e superior (abaixo), utilizadas para o método de avaliação do edifício completo.....	38
Figura 16: Escala de classificação (exemplo).....	40
figura 17: Levantamento fotográfico do pavimento térreo, mostrando as características de mobiliário (à esquerda), esquadrias (ao centro) e dispositivos de iluminação artificial (à direita).....	43
Figura 18: Levantamento fotográfico do pavimento superior mostrando salas de estudo individual (à esquerda), sala de leitura (ao centro) e a sala de documentação sergipana (à direita).....	44
Figura 19: Algumas tipologias de luminárias encontradas na biblioteca	45
Figura 20: Lâmpadas com diferentes temperaturas de cor, encontradas no acervo geral (Pavimento Térreo).....	45
Figura 21: Especificações das lâmpadas empregadas na biblioteca.....	46
Figura 22: Layout de luminárias por ambiente da biblioteca, no pavimento térreo	47
Figura 23: Layout de luminárias por ambiente da biblioteca, no pavimento superior.....	48
Figura 24: Brises em concreto na fachada da biblioteca.....	50

Figura 25: Abertura Zenital no pavimento superior, que favorece a entrada de luz natural	50
Figura 26: Resultados de consumo de energia e classificação gerados diretamente através da planilha.	54
Figura 27: Exemplos de zonas primárias para o cálculo das Zonas Primárias.....	55
Figura 28: Exemplos de situações nas quais as aberturas serão desconsideradas.....	56
Figura 29 - Zonas primárias de iluminação natural do pavimento térreo (acima) e superior (abaixo).....	57
Figura 30: Zonas primárias de iluminação natural e sobreposição das luminárias dos Pavimentos Térreo (acima) e Superior (abaixo).....	60
Figura 31 - Divisão dos circuitos de acionamento das luminárias dos Pavimentos Térreo (acima) e Superior (abaixo).....	62
Figura 32 - Quadros de disjuntores para o acionamento da iluminação no pavimento térreo (à esquerda) e superior (à direita).....	64
Figura 33: Ambientes com áreas superiores a 1000 m ²	65
Figura 34: Ambientes com áreas superiores a 250 m ²	67
Figura 35: Divisão de circuitos proposta para o acendimento individual das luminárias dentro das zonas primárias de iluminação dos Pavimentos Térreo (acima) e Superior (abaixo).....	69
Figura 36: Modelagem computacional	72
Figura 37: Mapas de isoiluminância referentes à simulação da sala de leitura no cenário atual.....	74
Figura 38: Disposição de luminárias em estrutura metálica no pavimento superior.....	75
Figura 39: Mapas de isoiluminância referentes à simulação da sala de leitura no cenário proposto.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Quantitativo de luminárias e lâmpadas por pavimento e atividade da biblioteca.....	49
Tabela 02: Resultados da Potência de Iluminação Total, agrupados por atividade.....	51
Tabela 03: Área Iluminada Total para cada atividade principal da Biblioteca.....	52
Tabela 04: Valores automaticamente especificados pela planilha.....	53
Tabela 05: Ambientes com áreas superiores a 250 m ²	66
Tabela 06: Refletância dos materiais para a simulação.....	73

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivos.....	13
1.2 Estrutura Do Trabalho.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Iluminação.....	15
2.2 Eficiência Energética.....	17
2.3 Eficiência Energética no Brasil.....	19
2.4 Etiquetagem em Edificações	21
2.5 Eficiência energética e Etiquetagem em edifícios de universidades e públicos.....	25
3 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	27
3.1 Panorama Histórico.....	27
3.2 Características Arquitetônicas.....	30
4 METODOLOGIA.....	33
4.1 Levantamento Cadastral	33
4.2 Levantamento do sistema de iluminação.....	34
4.3 Etapas da INI-C.....	35
4.3.1 Potência de Iluminação Total.....	37
4.3.2 Levantamento da Potência Limite.....	37
4.3.3 Classificação do Sistema.....	39
4.3.4 Classificação de Elegibilidade para Classe “A”.....	40
4.3.5 Planilha Eletrônica.....	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1 Dados do Levantamento Cadastral e caracterização do objeto de estudo.....	43
5.2 Dados coletados do sistema de iluminação.....	44
5.3 Etapas da INI-C.....	51
5.3.1 Potência de iluminação total PIT.....	51
5.3.2 levantamento da potência limite	52
5.3.3 consumo de energia do sistema de iluminação	53

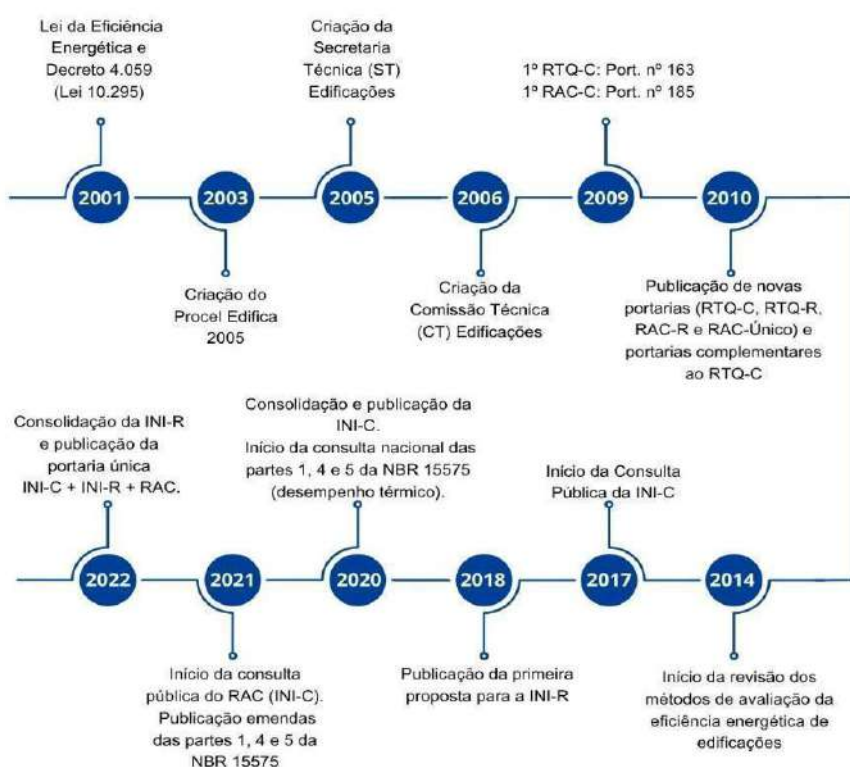
5.3.4 Critérios de elegibilidade.	54
5.3.4.1 Contribuição da luz natural.....	55
5.3.4.2 Controle local	65
5.3.4.3 Desligamento automático do sistema de iluminação.....	66
6 PROPOSTAS DE ADEQUAÇÃO.....	68
6.1 Contribuição da luz natural.....	68
6.2 Controle local.....	71
6.3 Desligamento automático do sistema de iluminação.....	71
7 SIMULAÇÃO E ADEQUAÇÃO DA ILUMINÂNCIA.....	72
7.1 Cenário atual	73
7.2 Cenário proposto	74
8 CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS	79
ANEXOS	82
APÊNDICES	84

1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por energia elétrica no Brasil, agravado por crises como a de 2001, evidenciou a necessidade de políticas públicas voltadas à conservação da energia. Esse contexto resultou na criação da Lei n.º 10.295/2001 (Brasil, 2001), que institui a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, estabelecendo diretrizes para a redução do consumo energético e a preservação do meio ambiente (Castro; Barros, 2018). Desde então, houve avanços, como surgimento de novas diretrizes e na adoção de tecnologias e práticas mais eficientes, especialmente no setor da construção civil.

A figura 1 mostra uma linha do tempo que representa o desenvolvimento das diretrizes e normativos para etiquetagem de edificações. Nela, os principais pontos são a criação do PROCEL edifica, no ano de 2003, a publicação dos primeiros regulamentos técnicos de qualidade (RTQ-C) e, por fim, o início da consulta pública da INI-C (Instrução Normativa Inmetro para Edificações de Comércio, Serviço e Públicas), em 2020.

Figura 1 - Linha do tempo da etiquetagem de edificações.



Fonte: LabEEE (2023), adaptado pela Autora (2025).

A arquitetura passou a incorporar o conceito de eficiência energética como um dos pilares do projeto. No que se refere à iluminação, esse desempenho pode ser alcançado por meio do aproveitamento da luz natural, do correto dimensionamento das aberturas, da orientação solar, da escolha adequada das luminárias e da otimização do sistema de iluminação artificial.

No setor público, a busca por soluções mais eficientes no uso dos recursos energéticos se torna ainda mais urgente, visto que ele representa o terceiro maior consumidor de eletricidade no país, ficando atrás apenas dos setores residencial e comercial, conforme aponta o Balanço Energético Nacional de 2024 da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2024). Considerando que os custos de energia elétrica estão cada vez mais altos, é urgente a necessidade de compreender formas de otimização, visando principalmente o aumento na eficiência energética das edificações.

Nesse contexto, a Instrução Normativa INI-C, elaborada pelo Inmetro a partir da revisão do RTQ-C, estabelece critérios para a classificação de eficiência energética em edificações comerciais, de serviços e públicas. A metodologia baseia-se na análise do consumo de energia primária e permite comparar o desempenho real da edificação com um modelo de referência, equivalente à classificação D, identificando oportunidades de melhoria e promovendo a qualificação energética do ambiente (INMETRO, 2022). Assim, a certificação não busca apenas atestar um nível de desempenho, mas também apontar potenciais melhorias com base nas análises realizadas.

As instituições de ensino superior, como a Universidade Federal de Sergipe (UFS), desempenham um papel relevante nesse contexto. Seus edifícios administrativos, acadêmicos e de apoio apresentam elevados níveis de consumo energético, principalmente em função do uso intenso de sistemas de condicionamento ambiental, como ar-condicionado e iluminação. O contrato de maior valor da Universidade Federal de Sergipe refere-se ao fornecimento de energia elétrica, sendo registrados gastos aproximados de R\$ 13.732.386,25 em 2018 e R\$ 11.035.970,00 em 2019 (UFS, 2020). Apesar desses valores expressivos, ainda não se observam ações efetivas voltadas à melhoria da eficiência energética dessas edificações, o que evidencia uma lacuna importante no processo de requalificação energética do patrimônio existente.

Diante disso, torna-se relevante avaliar o sistema de iluminação da biblioteca considerando diretrizes técnicas que orientem o desempenho energético, como a INI-C. A Biblioteca Central da UFS (Figura 2), localizada no campus de São Cristóvão, foi

construída na década de 1980 e apresenta algumas soluções voltadas ao conforto ambiental e a eficiência energética, como brises em todas as fachadas e painéis fotovoltaicos na cobertura. No entanto, carece de um estudo mais aprofundado sobre seu desempenho, especialmente quanto aos dispositivos de iluminação, caracterizando-se como um exemplo dos desafios enfrentados por edificações universitárias existentes, que precisam oferecer conforto ambiental e eficiência operacional.

Nesse sentido, a iluminação assume papel central tanto na qualidade do ambiente de estudo quanto no consumo de energia elétrica da edificação. Como a Biblioteca Central atende toda a comunidade universitária, funcionando nos três turnos, seu consumo energético é significativo, reforçando a importância de analisar seu desempenho e identificar oportunidades de melhoria.

Figura 2 - Fachada da Biblioteca Central da Universidade Federal De Sergipe



Fonte: UFS, 2020.

1.1 Objetivos

O objetivo geral do trabalho é identificar o nível de eficiência energética do sistema de iluminação da biblioteca central do *campus* de São Cristóvão (BICEN), da Universidade Federal de Sergipe, utilizando os parâmetros do normativo INI-C.

Os objetivos específicos consistem em:

- Levantar as características atuais do sistema de iluminação da Biblioteca Central do campus de São Cristóvão, considerando aspectos como tipo de luminárias, potência instalada e distribuição espacial.
- Avaliar o desempenho da iluminação existente em relação aos critérios da certificação ambiental, conforme a INI-C.

- Propor melhorias específicas no sistema de iluminação visando a obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) com classificação "A".

1.2 Estrutura Do Trabalho

O Capítulo 1 traz o conteúdo introdutório do trabalho, relacionado à problematização, à justificativa, e aos objetivos;

O Capítulo 2 demonstra a relevância dos conceitos de eficiência energética através de uma revisão bibliográfica de textos e normativos pertinentes ao tema abordado, bem como trabalhos correlatos, abrangendo desde a eficiência energética de forma geral até aspectos específicos aplicados a bibliotecas;

O Capítulo 3 traz a caracterização do objeto de estudo;

O Capítulo 4 apresenta as etapas metodológicas bem como às etapas referentes a INI-C;

O Capítulo 5 traz os resultados alcançados, relacionados ao levantamento das características da edificação e ao sistema de iluminação, bem como os resultados obtidos a partir da aplicação do método da INI-C;

O Capítulo 6 apresenta as propostas de adequação;

O Capítulo 7 consiste na simulação e adequação da iluminância, no qual é mostrada uma proposta de adequação para uma sala de leitura;

O Capítulo 8 apresenta as conclusões sobre o estudo realizado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo serão abordados textos, normativos e trabalhos correlatos pertinentes ao tema, relacionados aos conceitos de eficiência energética, iluminação e etiquetagem de edificações.

2.1 Iluminação

A iluminação é um elemento essencial no projeto de bibliotecas, pois, além de garantir a visibilidade dos objetos, também impacta psicologicamente tanto a equipe quanto aos usuários (Trinkley, 2001). Assim, quando considerada adequada é imprescindível para a garantia da experiência satisfatória e segura das pessoas usuárias do espaço. A forma como o ambiente é iluminado influencia no desempenho das atividades desenvolvidas pelos usuários e a sua qualidade interfere no conforto, na sensação de bem estar, na saúde e na produtividade.

O conforto visual no ambiente construído depende da iluminação, não apenas da natural mas também da artificial, que é responsável por complementar ou suprir totalmente a iluminação natural, quando esta se mostra insuficiente para a realização das tarefas cotidianas (Ramos et. al, 2006). A boa iluminação para áreas de trabalho, entretanto, não consiste apenas em fornecer uma boa visualização de tarefas, é necessário que estas sejam realizadas facilmente e com conforto, suprimindo os aspectos quantitativos e qualitativos exigidos pelo ambiente (ABNT, 2013).

Embora não seja o único elemento a definir as condições de trabalho, a iluminação desempenha um papel fundamental para permitir a realização de atividades, exercendo influência direta na cognição e na percepção visual, aspectos essenciais para o desempenho no trabalho. Quando inadequada, seja por insuficiência ou excesso, pode gerar consequências negativas, como perturbações e fadiga visual, frequentemente resultantes do ofuscamento, o que, por sua vez, interfere diretamente na produtividade (Bragatto, 2013).

Durante o dia, a capacidade de aproveitar a luz do sol nos espaços internos, através da relação equilibrada da edificação com a luz natural e seu entorno, reduz a dependência de iluminação artificial, acarretando em uma maior eficiência energética e influenciando positivamente no bem-estar dos ocupantes, criando ambientes que consomem menos energia (Vetter et. al, 2021). Por outro lado, a realização de atividades em locais ou horários onde a luz natural é insuficiente tornou-se mais eficiente com a descoberta da

eletricidade. Isso possibilitou o uso da iluminação artificial, que passou a suprir as limitações da luz natural. Assim, o controle da iluminação artificial permitiu o desenvolvimento de atividades cotidianas também durante a noite, algo que a luz natural, por sua própria natureza, não seria capaz de oferecer (Bragatto, 2013).

Segundo Freo (2013), um sistema de iluminação tem como objetivo primordial assegurar condições adequadas de visão, promovendo visibilidade, segurança e orientação de acordo com as atividades desenvolvidas em cada ambiente. Para garantir o conforto visual em bibliotecas, o nível de iluminância mantido deve ser de 200 lx para a área de estantes e 500 lx para salas de estudo e bibliotecárias definido pela ABNT NBR 8995-1 (ABNT, 2013). Além disso é importante que a área da tarefa seja iluminada o mais uniformemente possível e que os níveis de ofuscamento sejam limitados, evitando acidentes, erros e fadiga, uma vez que níveis de luminância excessivos podem prejudicar a visualização de objetos (ABNT, 2013).

Adicionalmente, a iluminação pode ser utilizada para produzir efeitos visuais nos espaços e desempenha um papel fundamental na experiência dos visitantes de uma biblioteca, influenciando condições de uso e permanência no ambiente, quando utilizada adequadamente, contribui para eliminar a sensação de confinamento em espaços fechados (Di Trapano, 2022).

Para Dewes (2019), garantir um ambiente visual confortável e apropriado às atividades educacionais de leitura e estudo requer um planejamento criterioso do sistema de iluminação. A presença de condições luminosas adequadas favorece o desempenho visual e amplia a eficácia do processo de aprendizagem. Uma boa iluminação propicia a visualização do ambiente, permitindo que as pessoas vejam, se movam com segurança e desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, precisa e segura, sem desconforto (ABNT, 2013). Todos esses aspectos podem ser controlados na utilização de um projeto eficiente, adequado e que respeita os parâmetros indicados pelas normas relacionadas à iluminação.

Nesse sentido, Ribeiro (2023), que analisou as condições de iluminação natural e artificial em ambientes de estudo, verificou que, mesmo com a existência de normas que estabelecem critérios para o adequado funcionamento desses espaços, esse aspecto ainda é frequentemente negligenciado. Nas instituições públicas, é notória a falta de atenção ao conforto luminoso, o que pode estar associado à carência de investimentos nessa área, o que acaba comprometendo o conforto dos usuários.

Sendo a carência de investimentos uma problemática, a eficiência energética se mostraria como uma boa alternativa de reduzir os custos relacionados ao gasto de eletricidade. Como ressaltam Lamberts, Dutra e Pereira (2014), a eficiência energética está diretamente ligada à capacidade de proporcionar conforto com baixo consumo de recursos. No caso específico da iluminação, isso pode ser obtido por meio do aproveitamento da luz natural, da adequada qualidade e direcionamento da iluminação artificial e da utilização de equipamentos mais eficientes, bem como do dimensionamento correto das aberturas, resultando em ambientes mais sustentáveis e saudáveis.

Assim, um projeto de iluminação eficiente não deve se limitar apenas ao atendimento das normas técnicas, mas também garantir qualidade visual, conforto e desempenho energético, equilibrando o bem-estar dos usuários com a economia de energia. Nesse contexto, a arquitetura desempenha um papel fundamental, ao adotar soluções que aliem eficiência energética e valorização da qualidade ambiental.

2.2 Eficiência Energética

A energia passou a ser considerada um pilar fundamental do desenvolvimento sobretudo a partir da primeira revolução industrial, onde o desenvolvimento da indústria e da tecnologia foi responsável por moldar a sociedade e possibilitar avanços em escala global até os dias atuais. Desde então, o consumo de energia se confunde com o desenvolvimento humano e tecnológico, estando presente nos meios de produção, transporte e diretamente responsável pela expansão das tecnologias e meios de comunicação. Sistemas responsáveis pela globalização (Moser, 2019).

As demandas globais por menor impacto ambiental, somadas às crises no fornecimento de energia, reforçam a necessidade de racionalizar o consumo e estimular o desenvolvimento de novas soluções e tecnologias (Castro; Barros, 2018). Nesse cenário, a eficiência energética se torna central, não apenas por motivos econômicos, mas também por contribuir para a qualidade dos ambientes e a redução de impactos ambientais.

O abastecimento energético mundial tem sido foco de estudo e preocupação devido às rápidas mudanças ambientais observadas nas últimas décadas e à crescente demanda por energia. Nesse contexto, a racionalização do consumo energético, aliada ao desenvolvimento de novas tecnologias e fontes renováveis, como a solar, surge como uma estratégia essencial para reduzir impactos ambientais e aumentar a eficiência dos sistemas energéticos (Moser, 2019).

Atualmente, a energia elétrica é uma parte fundamental na vida humana. Ela está ligada, direta ou indiretamente, a quase todas as atividades que realizamos no nosso dia a dia (Sobreira, 2017). O funcionamento da maior parte dos equipamentos em edificações, independente do tipo de uso, depende da energia elétrica, por todos esses aspectos ela tem se tornado motivo de preocupação nas últimas décadas (Souza et. al, 2009).

A eletricidade é utilizada de múltiplas formas, como fonte de luz, calor, força e nos sistemas de telecomunicações. Grande parte dos avanços tecnológicos conquistados ao longo do tempo está diretamente ligada a ela, uma vez que possibilita o funcionamento de recursos indispensáveis à vida moderna, como internet, telefonia, computadores, transporte e inúmeros outros equipamentos (Sobreira, 2017).

Tudo isso desencadeou a crescente dependência do uso da energia e trouxe consigo preocupações no que concerne à sua disponibilidade, ao impacto ambiental e ao uso racional dos recursos. Sendo assim, dentro desse cenário, surge o conceito de conservação de energia elétrica. Segundo Jannuzzi e Swisher (1997), conservação de energia e racionamento são coisas distintas, pois a conservação não implica na perda de qualidade de vida, segurança, conforto ou desempenho das atividades. A conservação permite apenas que a atividade seja realizada com o menor gasto possível de energia.

A eficiência energética, nesse sentido, desponta como uma das estratégias mais relevantes para conciliar desenvolvimento econômico e conservação, oferecendo soluções que permitem reduzir o consumo de recursos sem comprometer o desempenho e o conforto dos usuários. Moser (2019) define eficiência energética como uma relação entre a energia consumida em uma atividade e a energia disponibilizada para sua realização, sendo assim, o conceito de eficiência energética se dá pela redução da energia necessária para que determinada atividade seja executada com a mesma qualidade. Então, quanto menor o gasto energético para uma atividade, maior será o número de atividades que poderão ser realizadas com a mesma oferta de energia.

O estudo da eficiência energética na construção civil é o resultado da preocupação da incidência das atividades industriais no sistema ambiental urbano e rural. Característica de um país em desenvolvimento (Lerco 2015).

A aplicação da eficiência energética ocorre em diversos setores. Nas edificações, por exemplo, envolve o aproveitamento da luz natural, o uso de iluminação artificial eficiente, sistemas de climatização e ventilação natural. Na indústria, inclui a otimização

de processos produtivos. No transporte, abrange o uso de veículos elétricos e sistemas de transporte coletivo eficientes. Além disso, equipamentos domésticos, como geladeiras, lâmpadas, condicionadores de ar e aquecedores, também têm sido produzidos para reduzir o consumo de energia.

Analisando a eficiência sob a perspectiva dos equipamentos elétricos, parte-se do pressuposto de que nenhum processo de conversão é totalmente eficiente, o que torna inevitáveis as perdas ao longo do percurso. Equipamentos elétricos convertem energia elétrica em outros tipos de energia, como luminosa, mecânica ou térmica. Assim, um equipamento é considerado energeticamente eficiente quando consegue transformar a maior parte da energia consumida em trabalho útil, em comparação a outro com menor eficiência, reduzindo desperdícios em comparação a outros equipamentos de desempenho inferior (Sobreira, 2017).

Dessa forma, observa-se que a eficiência energética se configura como elemento de importância para o desenvolvimento sustentável, uma vez que sua gestão possibilita aliar qualidade de vida, conforto ambiental e uso racional dos recursos. A literatura analisada evidencia que a eficiência energética em edificações não deve ser vista apenas como uma meta de redução de consumo, mas como uma prática para garantir o equilíbrio entre desenvolvimento, bem-estar e economia.

2.3 Eficiência Energética no Brasil

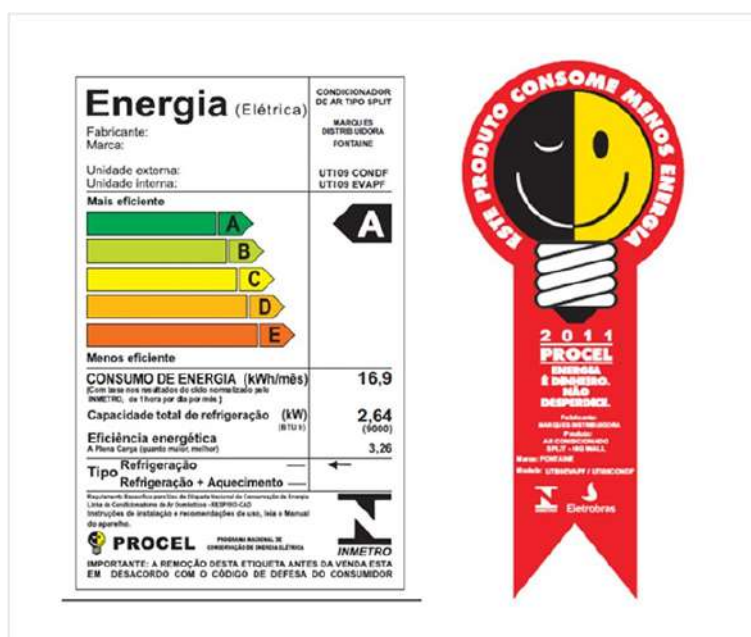
No Brasil, a preocupação com o uso racional da energia elétrica remonta à década de 1970, quando o país deu início a programas de estudos e pesquisas sobre fontes alternativas e conservação de energia. Entre os programas criados posteriormente, estão o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), que são reconhecidos em escala global (Moser 2019).

Em 30 de dezembro de 1985, visando a promoção do uso eficiente da energia elétrica e o combate ao desperdício, foi estabelecido o selo PROCEL (figura 03). Desde então, as ações do Procel contribuem para o aumento da eficiência dos bens e serviços, para o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente da energia. Dentre os principais objetivos desse selo, está reconhecer os produtos mais eficientes do mercado, combater o desperdício, garantir a qualidade e o desempenho dos produtos, e reduzir a conta de energia (MME, 2023).

Sobre o procel lamberts dutra e pereira (2014) apontam:

O PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) tem investido na conscientização das pessoas em relação ao desperdício de energia. Um dos programas do PROCEL lançou o Selo de Eficiência Energética, que pode ser usado como comparativo entre diversos equipamentos eletrodomésticos. O selo garante que o produto que o consumidor está adquirindo consome menos energia que seus similares. Existe também a Etiqueta de cores do Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO (2006) em parceria com o PROCEL, que classifica equipamentos numa escala de “A” até “E”, sendo “A” os mais eficientes e “E” os que consomem mais energia (Lamberts et. al, 2014, p. 06)

Figura 03 - Selo PROCEL



Fonte: MME, 2023

Além da legislação e dos programas, o país também passou a investir em geração de energia e em equipamentos mais eficientes. Após anos sem investimentos suficientes em infraestrutura energética, a crise de 2001 estimulou a construção de novos parques geradores e incentivou a indústria a investir em tecnologias mais eficientes, gerando empregos especializados em análise e substituição de sistemas ineficientes (Freo, 2013).

A crise energética de 2001 que ficou conhecida popularmente como “apagão” ou “crise dos apagões” tornou evidente a dependência do país das usinas hidrelétricas e a necessidade de diversificar a matriz energética e de conservar a energia. Segundo (Freo, 2013), apesar de renovável, a hidroeletricidade apresenta problemas como a necessidade de grandes investimentos, impactos ambientais acarretados pelas inundações de áreas e construções de barragens, além de passar por dificuldades devido a falta de recursos para atender a demanda nacional em períodos de crise.

Assim, em resposta a essa crise, o governo brasileiro aprovou a Lei nº 10.295, em 17 de outubro de 2001, conhecida como Lei da Eficiência Energética, que instituiu a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. legislação que tornou obrigatório que equipamentos utilizados não apenas em residências, mas também em comércios e indústrias brasileiras atendam a requisitos mínimos de eficiência energética (BRASIL, 2001). Além disso, foi criado o Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética – CGIEE, cuja principal função era a de estabelecer metas, implementar regulamentos e avaliar resultados no setor, incluindo o de edificações (Moser, 2019).

O consumo de energia elétrica no Brasil cresceu de forma contínua entre 1998 e 2007. Onde verificou-se que grande parte do consumo no país ocorre em edificações. Em 2005, o percentual representado por essa parcela era de aproximadamente (45,2%), sendo que destas por 22,2% provém do uso em residências (Souza et. al, 2009).

Em 2023, as edificações representaram quase a metade do consumo de eletricidade do País, atingindo um consumo de 290 TWh, o que representa 47% da eletricidade consumida no país. Diante da significativa participação das edificações no consumo de eletricidade, esse segmento pode ser considerado aquele com maior potencial em eficiência energética (EPE, 2024).

Portanto, a trajetória brasileira mostra que o avanço da eficiência energética é resultado da combinação de crises, políticas públicas e programas que estimulam o uso de tecnologias mais eficientes e a diversificação da matriz energética, principalmente diante do crescimento da demanda por energia e das pressões ambientais globais.

2.4 Etiquetagem em Edificações

A busca por eficiência energética em edificações tornou-se uma estratégia diante do crescimento do consumo e da necessidade de racionalização dos recursos. Um edifício é considerado energeticamente mais eficiente quando proporciona as mesmas condições ambientais de conforto ao usuário com menor consumo (Lamberts et. al, 2004)

Em esfera internacional, a norma ASHRAE Standard 90.1, criada em 1989 nos Estados Unidos, tornou-se referência para a avaliação da eficiência energética em edificações, oferecendo três abordagens metodológicas: o método prescritivo, o método de simulação e o método compensatório. Além disso, estabelece, para a iluminação interna, limites de densidade de potência por tipo de atividade e ocupação, fundamentados no Commercial Building Energy Consumption Survey (CBECS) (Moser, 2019).

No Brasil, o processo regulatório de etiquetagem de edificações teve início com a promulgação da Lei nº 10.295, em outubro de 2001, conhecida como Lei da Eficiência Energética. Essa legislação instituiu a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, com o objetivo de promover, disseminar e incentivar práticas voltadas à eficiência energética no país (Castro; Barros, 2018). Em 2003, a Eletrobrás ramifica o PROCEL e criou o PROCEL Edifica, para levar as ações de eficiência também para as edificações, buscando formas de tornar o consumo de energia mais eficiente (Moser 2019). Essa nova subsecretaria atua de forma conjunta com os Ministérios de Minas e Energia, o Ministério das Cidades, as Universidades e os Centros de Pesquisa. Da parceria entre INMETRO e a ELETROBRÁS/PROCEL Edifica foi criada a etiqueta do PBE EDIFICA e, em seguida, os requisitos mínimos de desempenho e a metodologia de avaliação de edifícios, originando o RTQ-C (Castro; Barros, 2018).

O RTQ-C, Aprovado em 2008 e tendo sua primeira versão lançada em 2009, tem o seguinte objetivo, segundo PBE EDIFICA (2013):

O presente RTQ especifica requisitos técnicos, bem como os métodos para classificação de edifícios comerciais, de serviços e públicos quanto à eficiência energética. Os edifícios submetidos a este RTQ devem atender às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) vigentes e aplicáveis [...] Com objetivo de criar condições para a etiquetagem do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos. (PBE edifica, 2013, p.13)

O documento elaborado pelo INMETRO (figura 04) reúne os requisitos técnicos necessários para a avaliação dos três sistemas que respondem pela maior parte do consumo energético em edificações comerciais e públicas: desempenho térmico da envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Cada um desses sistemas possui critérios específicos de análise, e, a partir dos resultados obtidos, os edifícios são classificados em uma escala que varia de A (mais eficiente) a E (menos eficiente). Esse documento passou por diversos reajustes ao longo dos anos de 2012 e 2013.

As edificações públicas federais correspondem a imóveis construídos ou adaptados com recursos públicos, destinados tanto às atividades administrativas quanto à prestação de serviços públicos, como escolas, hospitais e postos de saúde. A etiquetagem dos edifícios apresenta particularidades em relação às edificações comerciais, de serviços e residenciais sendo ainda a primeira a se tornar obrigatória em nível nacional, o que evidencia a importância da preparação do setor para atender aos requisitos exigidos desde o projeto até a execução das obras (PBE, 2020).

Figura 04 - Capa do regulamento Técnico RTQ-C



Fonte: PBE Edifica, 2013

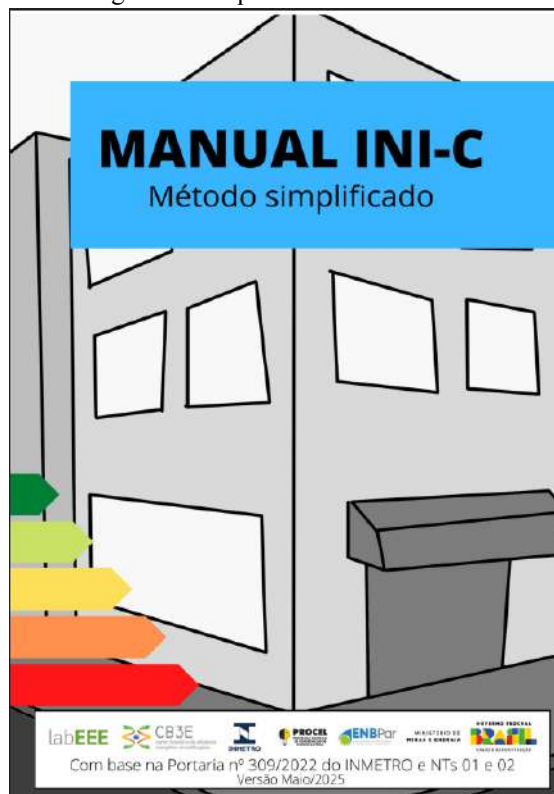
Segundo Pessoa, Ghisi e Lamberts (2013), o RTQ-C Também respondeu a uma outra problemática atrelada ao país: a adoção de modelos construtivos importados e pouco adaptados ao clima brasileiro, que elevavam a dependência de climatização, e consequentemente, a um maior consumo de energia.

Em 2017, teve início a primeira consulta pública do INI-C, como resultado de uma revisão dos procedimentos presentes nos regulamentos técnicos. Esses agora passam a se chamar Instruções Normativas do Inmetro para Edificações de Serviço e Públicas (Figura 05). Ela especifica os critérios e os métodos para a classificação de edificações comerciais, de serviços e públicas quanto à sua eficiência energética, visando à etiquetagem de edificações. As edificações submetidas à esta INI-C devem atender às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) vigentes, assim como o antigo normativo. Nesse novo documento, o chamado método prescritivo passa a se chamar de método simplificado. A ENCE (etiqueta nacional de conservação de energia) é apontada como uma forma direta de o usuário conhecer a eficiência energética da edificação.

Na INI-C a classificação é realizada com base no consumo de energia primária, comparando-se o consumo da edificação real com a mesma edificação em uma condição de referência, equivalente à classificação D. Quanto aos procedimentos para a

determinação da classificação da eficiência energética, ela pode ser feita de modo geral em todo o edifício, ou nos sistemas individuais de envoltória, iluminação, condicionamento de ar e aquecimento de água.

Figura 05- Capa do Manual da INI-C



Fonte: PBE, 2025

Mais recentemente, em setembro de 2025, o Ministério de Minas e Energia (Brasil, 2025) publicou uma resolução informando que, a partir de 2027, será obrigatório o cumprimento dos Índices Mínimos de Eficiência Energética em novos projetos da construção civil (figura 06). Começando pelos edifícios de órgãos públicos federais e, em seguida, ampliado para os estaduais e municipais, o objetivo é incentivar soluções mais eficientes, adaptadas a cada clima e região, visando o nível “A” da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).

As construções comerciais e residenciais deverão apresentar, obrigatoriamente, desempenho energético mínimo equivalente ao nível “C” da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), no caso dos edifícios pertencentes às administrações estaduais, distritais e municipais, a meta de alcançar a classificação “A”. Essas classificações serão implementadas de forma progressiva, com prazo até 2040. Para os prédios de órgãos públicos federais, a exigência será imediata a partir de 2027, quando deverão atingir diretamente o nível “A” de eficiência energética (Brasil, 2025).

Figura 06 - Resolução dos índices mínimos de eficiência energética em edificações



Fonte: MME, 2025

No eixo da iluminação, aspecto estudado no presente trabalho, estima-se que 19% de toda a energia elétrica consumida no mundo seja destinada a esse fim, com demanda crescente por luz artificial (Moser 2019). Nesse cenário, a etiquetagem se afirma como referência para qualificar o desempenho luminotécnico das edificações e orientar decisões de projeto e de gestão (Cruz et. al, 2024).

2.5 Eficiência energética e Etiquetagem em edifícios de universidades e públicos.

Trazendo para um recorte mais específico, a relevância econômica e ambiental do consumo de energia elétrica em instituições públicas evidencia-se ao se considerar o impacto do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Moser (2019), ao analisar a aplicação do método prescritivo de etiquetagem em edificações no *Campus* Mato Alto, ressalta que, além dos efeitos positivos nos âmbitos ambiental e social, a expansão do PBE pode gerar benefícios financeiros. Como exemplo, dados apresentados pelo autor e retirados de departamento de projetos de arquitetura e engenharia da UFSC, a Universidade Federal de Santa Catarina consumiu, apenas em 2018, 26,90 GWh de energia elétrica, totalizando um gasto de 17,92 milhões de reais, valor suficiente para abastecer aproximadamente 11,6 mil residências no estado.

Dados mais recentes, coletados em 2023 e publicados em 2024, indicam que 85 Unidades Consumidoras da UFSC consumiram juntas 23,7 GWh, ao custo de 15,9 milhões de reais (DPAE, 2024), demonstrando uma leve redução no consumo em relação a anos anteriores, mas ainda assim representando montante expressivo.

Situação semelhante é observada em outras instituições públicas, como a Universidade Federal de Sergipe (UFS), cujo maior contrato refere-se ao fornecimento de

energia elétrica, com gastos de aproximadamente 11 milhões de reais em 2019, incluindo impostos federais e estaduais (724,7 mil reais). Esse montante representou uma redução de 19,64% em relação a 2018, quando os gastos atingiram cerca de 13,7 milhões de reais. Esses dados ilustram que, em diferentes edificações de instituições públicas, o consumo de energia elétrica constitui uma parcela expressiva dos custos operacionais, reforçando a importância de estratégias de eficiência energética e etiquetagem para a redução de despesas e impactos ambientais (UFS, 2019)

Nesse contexto, observa-se que muitas edificações públicas ainda não utilizam de forma adequada os recursos de iluminação natural, além de empregarem sistemas artificiais de maneira ineficiente, seja pelo uso de lâmpadas pouco econômicas, seja pela adoção de luminárias inadequadas. O fornecimento das informações presentes na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), atribuída aos edifícios, possibilita identificar e gerenciar o consumo energético. Ela classifica o desempenho em uma escala de A (mais eficiente) a E (menos eficiente). A ENCE pode ser aplicada tanto de forma global à edificação (ENCE Geral) quanto especificamente a um dos sistemas avaliados (ENCE Parcial), informando ao consumidor o nível de eficiência obtido.

Exemplo prático dessa aplicação em edifícios públicos pode ser encontrado no estudo de Neto (2021), que analisou a eficiência energética em um bloco de salas de aula do Instituto Federal da Paraíba. A avaliação seguiu o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), contemplando os sistemas da edificação, com ênfase no sistema de iluminação. Os resultados indicaram que, embora a utilização de lâmpadas LED tenha garantido bom desempenho no consumo de energia, a classificação final do edifício restringiu-se ao nível C, uma vez que os ambientes não favoreciam a contribuição da iluminação natural. Para alcançar a certificação nível A, o autor sugeriu a adoção de melhorias, como a instalação de dispositivos de acionamento independente nas luminárias próximas às aberturas, possibilitando a redução do consumo de energia em períodos do dia com maior incidência de luz solar.

Assim, além de informar sobre a eficiência energética, a etiquetagem possibilita a proposição de propostas de adequação, ampliando a integração com a iluminação natural, bem como a aplicação adequada de dispositivos de iluminação artificial eficientes, o que promove a redução de gastos energéticos e de custos para o setor público.

3 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A biblioteca Central da UFS foi criada em 1979 com a finalidade de planejar e incorporar todas as bibliotecas e coordenar a instalação definitiva para o campus universitário no ano de 1980 (UFS, 2025). Está localizada na Cidade Universitária “José Aloísio de Campos” em São Cristóvão (figura 07), sua fachada principal é voltada para o leste e margeada por árvores de médio e grande porte. Seu horário de funcionamento é de segunda a sexta-feira das 7h às 22h, oferecendo os serviços de empréstimo, renovação e devolução dos livros.

Figura 07 - Localização da Biblioteca no *Campus* de São Cristóvão.



Fonte: Google Maps, 2024

3.1 Panorama Histórico



Após a criação da Fundação Universidade Federal de Sergipe (UFS), em 1968, a aprovação do regimento da Biblioteca Central (BICEN) ocorreu apenas onze anos depois, em 1979. No ano seguinte, em 1980 (figura 08), a Biblioteca Central foi inaugurada, consolidando a centralização de todos os serviços biblioteconômicos referentes aos diversos setores da universidade.

Figura 08- Biblioteca do *Campus* de São Cristóvão no ano de 1983

Fonte: Arquivo central da UFS, 2026

Ao longo de sua história, o prédio passou por diversas reformas, que modificaram a sua estrutura mas mantiveram o estilo e as características arquitetônicas, sendo a primeira delas realizada em 1991. Reformas realizadas no ano de 2002 possibilitaram a construção do mezanino, até então inexistente, além da implementação de sistemas de ar-condicionado, contribuindo para melhores condições de conforto para os usuários do espaço.

A reforma mais recente ocorreu entre os anos de 2012 e 2013 (figura 09) e envolveu a ampliação do edifício, a instalação de piso tátil e a construção de um auditório no pavimento superior, com capacidade para 100 pessoas. Essa intervenção também proporcionou a ampliação da sala de acervos, da sala de informática e da sala de periódicos.

No pavimento térreo, foram realizadas recuperações estruturais em duas salas de informática, nos banheiros masculinos e femininos, no setor de empréstimo e devolução, no setor de atendimento periódico, no hall de exposições e no setor de obras em reserva, além da construção do guarda volumes.

Figura 09 - Reforma e ampliação da BICEN em 2012.



Fonte: Catálogo de Obras Ufs, 2012.

No piso superior, houve a recuperação de 46 cabines de estudo individual, da sala de projeção, dos banheiros masculinos e femininos, do setor de documentação sergipana, do setor de conservação, da sala de documentação oficial, da sala de reuniões, do setor de aquisições e do setor de obras raras de luxo, bem como a instalação de elevador. No conjunto dessas intervenções, a reforma resultou na ampliação de uma área de 3.100 m² e na recuperação estrutural de 3.312 m².

A figura 10 apresenta registros fotográficos da Biblioteca Central em diferentes momentos ao longo de sua história.

Figura 10 - Setor de periódicos e sala de leitura em 1983 (acima); DIPROT em 1981 (esquerda abaixo); Catálogo 2016 (direita abaixo).



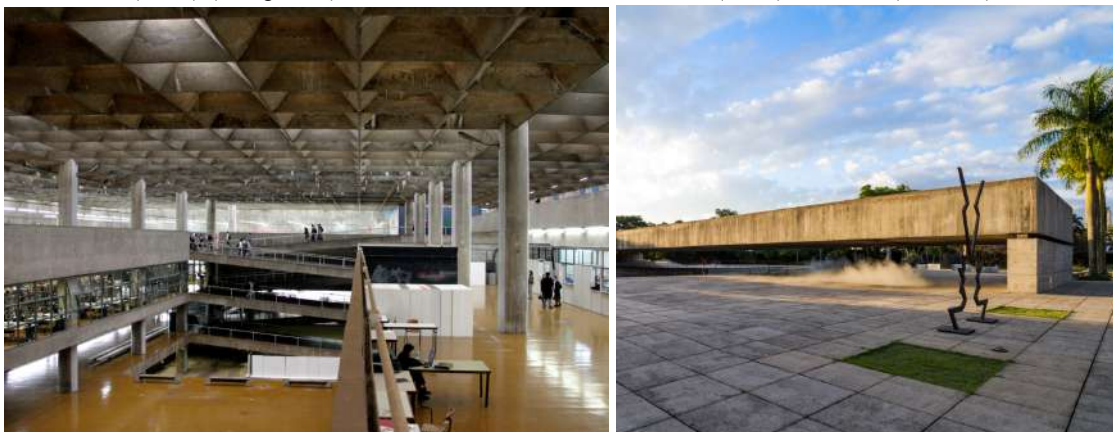
Fonte: Arquivo Central Ufs, 2026.

Esses aspectos demonstram como o edifício da BICEN vem sofrendo alterações ao longo do tempo para atender à demanda crescente da UFS.

3.2 Características Arquitetônicas

A Biblioteca Central do Campus de São Cristóvão apresenta uma configuração marcada por características associadas ao estilo brutalista, tendência arquitetônica de meados do século 20 adotada por inúmeros arquitetos por todo o mundo entre 1950 e 1970, definida de maneira mais simples como superfícies ásperas de materiais aparentes. que se desenvolveu na Europa e se espalhou pelo mundo por volta de 1950, com as reconstruções após o fim da Segunda Guerra Mundial. No Brasil o Movimento que vai aparecer na década de 50, com obras no Rio de Janeiro e em São Paulo, onde as obras mais marcantes datam da década de 60 (Santos, 2023) (figura 11).

Figura 11- Exemplos de edifícios brutalistas em São Paulo: a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP (1969) (à esquerda) e o Museu Brasileiro da Escultura (1995) – MuBE (à direita)



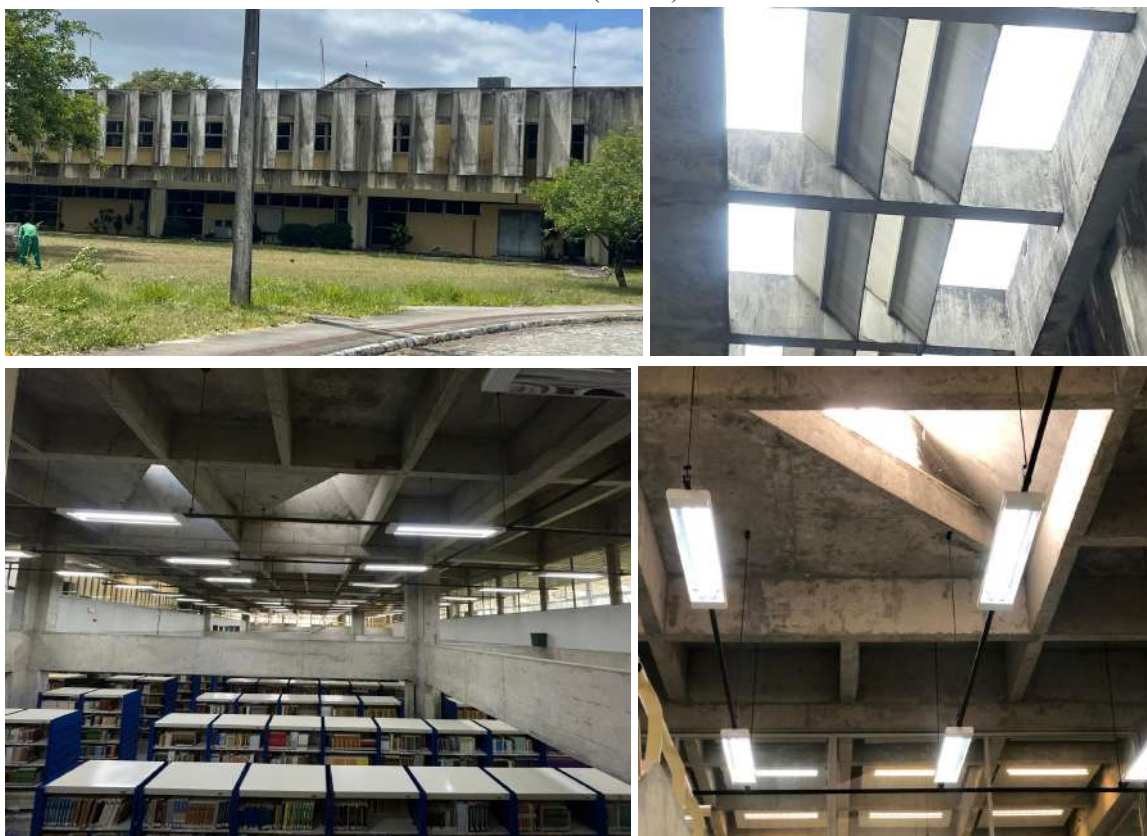
Fonte: Archdaily, 2017.

Segundo Santos (2023), dentre as principais características do brutalismo estão:

- O uso proeminente de concreto aparente, apesar de não ser o único material utilizado;
- Presença de superfícies nuas e texturizadas, sem acabamentos decorativos, revelando a natureza crua do material;
- O uso de formas geométricas sólidas e estruturas maciças e monolíticas como blocos de concreto dispostos de maneira a criar formas simples, como retângulos;
- Estética Industrial robustez e durabilidade;
- Os edifícios imponentes e pesados, transmitindo a sensação de solidez;
- Ênfase nas funções e o descarte dos ornamentos;
- Elementos estruturais visíveis;
- Jogos de luz e sombra enfatizando as superfícies angulares e texturizadas;
- Presença de lajes nervuradas, pilares com desenhos diferenciados, vãos livres e balanços amplos;
- O uso de clarabóias e brises.

A figura 12 mostra características presentes na biblioteca e que se enquadram no estilo brutalista.

Figura 12- Detalhes da Biblioteca: brises na fachada (acima) e estrutura em concreto aparente vista do mezanino (abaixo).



Fonte: Da autora, 2025.

A Biblioteca Central do Campus de São Cristóvão insere-se, então, nesse contexto arquitetônico, pela presença de características e elementos formais e construtivos associados à linguagem brutalista. Destacando-se, sobretudo, a robustez da edificação e a utilização expressiva do concreto, os elementos estruturais aparentes e a composição volumétrica marcada pela sobriedade e pela predominância de superfícies contínuas. Ressaltando ainda a ausência de elementos decorativos e de revestimentos nas paredes e pilares, além da presença de brises e clarabóias na cobertura, o que possibilita a criação de jogos de luz e sombra no interior da edificação.

4 METODOLOGIA

Para a elaboração desse estudo foi realizada uma pesquisa bibliográfica, que ofereceu subsídios para a construção do referencial teórico. Posteriormente, foi realizada uma análise acerca do objeto de estudo e, por fim, foram definidas as 3 etapas metodológicas principais para o desenvolvimento do presente trabalho, que envolvem levantamento cadastral, coleta de dados referentes às características do sistema de iluminação e do ambiente, e a avaliação da eficiência conforme os critérios da INI-C.

4.1 Levantamento Cadastral

A primeira etapa das atividades propostas foi o levantamento cadastral inicial nas áreas comuns da biblioteca, feito com o auxílio de uma trena a laser modelo WAP TLP40 (figura 13). O procedimento teve como objetivo realizar, sobretudo, a conferência das plantas e cortes disponibilizados pela Divisão de Projetos da UFS. Essa conferência foi feita a partir da coleta das dimensões arquitetônicas do edifício e dos elementos fixos presentes no espaço, o que possibilita precisão na elaboração da modelagem computacional, nos cálculos posteriores para o INI-C e no desenvolvimento de análises subsequentes relacionadas ao sistema de iluminação.

Figura 13 - Levantamento Cadastral na BICEN



Fonte: Da autora, 2025

O levantamento foi realizado ao longo de quatro dias, abrangendo as áreas de uso comum. Além da conferência das medidas, nessa etapa foram coletadas informações referentes às características físicas do objeto de estudo, tais como revestimentos,

materiais, organização espacial (layout) e, principalmente, especificações dos dispositivos de iluminação empregados nos diferentes ambientes. Todos esses dados servirão de base tanto para a concepção da modelagem computacional quanto para a realização dos cálculos previstos no método simplificado da INI-C.

Durante os levantamentos, foram coletadas medidas de comprimento e largura dos ambientes, bem como pé direito, dimensões de vãos de portas e janelas, e posicionamento de mobiliário fixo, como estantes, balcões e áreas de estudo onde havia cabines individuais. A coleta das informações foi registrada inicialmente em croquis elaborados *in loco*, sobrepostos às plantas já impressas, o que possibilitou a conferência das medidas ainda no local. Posteriormente, esses dados foram organizados e transferidos para o Software AutoCad®, assegurando maior precisão.

4.2 Levantamento do sistema de iluminação.

O levantamento do sistema de iluminação da biblioteca foi realizado a fim de identificar, registrar e analisar as condições existentes de iluminação artificial e natural nos ambientes. Inicialmente, foram mapeados os pontos de iluminação artificial, com a localização aproximada e as características das luminárias

Propriedades importantes como tipos de luminárias e de lâmpadas, potências, fluxos luminosos e temperatura de cor também foram coletados e registrados por meio de levantamento fotográfico. Ademais, foram observados os elementos arquitetônicos que interferem na iluminação natural, como a dimensão das aberturas, janelas, brises e aberturas zenitais, de modo a compreender o comportamento e o aproveitamento da iluminação natural nos ambientes ao decorrer do dia, que pode contribuir para a eficiência energética do ambiente em análise.

Uma segunda etapa de visitas foi feita para contabilizar as luminárias em todos os ambientes da biblioteca, incluindo áreas de acesso restrito aos funcionários. Esse levantamento, que ocorreu em 6 dias, entre os meses de outubro e novembro de 2025, permitiu registrar melhor a distribuição e serviu de base para montar um layout aproximado das luminárias em cada espaço.

A última etapa de visitas foi realizada na segunda semana de janeiro de 2025, com o objetivo de coletar informações referentes aos sistemas de acionamento das luminárias na biblioteca, especialmente nas áreas próximas às zonas primárias de iluminação.

4.3 Etapas da INI-C

Toda a análise será feita seguindo o fluxograma a seguir (Figura 14).

Figura 14 - Fluxo de aplicação das etapas para a classificação do sistema de iluminação



Fonte: PBE (2025), adaptado pela Autora (2025).

A INI-C entende como o sistema de iluminação todo o conjunto de equipamentos voltados para a iluminação instalados na edificação incluindo luminárias, lâmpadas e controles de acionamento. A classificação desse sistema é feita a partir da comparação entre potência instalada e consumo de referência e das etapas aplicadas no método simplificado e de simulação.

4.3.1 Potência de Iluminação Total

A potência de iluminação total é obtida através da equação [1]:

$$PIT = \sum(PIU) + \sum(PI) + P_{ASP} \quad [1]$$

onde:

PIT = potência de iluminação total (W);

PIU = potência de iluminação em uso (W);

PI = potência de iluminação sem controle automatizado (W);

P_{ASP} = potência de iluminação de ambientes sem projeto luminotécnico.

A PI_U refere-se às luminárias que possuem sensores de presença ou fotosensores (no caso da iluminação natural). Ela pode ser calculada pelo método simplificado ou através da simulação da iluminação natural.

- No método simplificado:

A PI_U é obtida através da equação [2]:

$$PI_U = \sum (PI_C \times FAP) \quad [2]$$

onde:

PI_U é a potência de iluminação em uso (W);

PI_C é a potência de iluminação controlada por sensores (W);

FAP é o fator de ajuste de potência conforme o tipo de controle

Independente do método deve-se contabilizar o ajuste de potência apenas para as luminárias que possuem sensor e esse ajuste varia de acordo com o tipo de controle e de sensor empregado. Para os ambientes que não possuem dispositivos de iluminação, serão calculados os valores de P_{ASP}, onde serão atribuídas potências limite para classe D, acrescida de 50% do seu valor, conforme a equação [3]:

$$P_{ASP} = \sum (1,5 * PI_{LD}) \quad [3]$$

onde:

PI_{LD} = potência limite para classe “D”

- No método de simulação:

Quando a edificação possui fotosensores, o valor de PI_U pode ser encontrado através do método de simulação. Nesse método, é verificada a redução da utilização da iluminação artificial, devido ao uso da iluminação natural. Deve-se realizar a análise da

exposição anual a luz solar direta e todos os critérios de modelagem devem seguir os anexos da INI-C, incluindo malha de pontos, volumetria e aberturas consideradas para a entrada de luz natural.

Na simulação, o resultado apresentado será o consumo do sistema de iluminação, portanto, o cálculo da PIU será a razão do consumo pelo número de horas e dias do ano considerados na simulação, conforme a equação [4]:

$$PIU = (C_{ILU} \times 1.000) / h \times Nano \quad [4]$$

C_{ILU} = consumo anual do sistema de iluminação com o uso de controles (kWh/ano);

h = horas de uso da edificação por dia, conforme tipologia;

$Nano$ = número de dias de ocupação ao ano (dias), conforme tipologia;

4.3.2 Levantamento da Potência Limite

Para a análise de edificações segundo o método simplificado da INI-C, os critérios de avaliação são estabelecidos a partir da definição do procedimento a ser adotado, o qual pode seguir duas abordagens distintas: o método do edifício completo ou o método das atividades.

Para essa definição, é necessário identificar a quantidade de atividades principais desenvolvidas no edifício. Quando o número de atividades for de até três, aplica-se o método do edifício completo. Caso ultrapasse esse limite, deve-se adotar o método das atividades. Considerando que a biblioteca apresenta 3 atividades principais de ambientes de uso comum, de acervo e de serviço, será seguido o método do edifício completo. A figura 15 mostra a separação dos ambientes de acordo com as atividades principais desempenhadas em cada um deles.

Figura 15 - Atividades principais da Biblioteca no Pavimento térreo (acima) e superior (abaixo), utilizadas para o método de avaliação do edifício completo.



Por fim, para o cálculo da potência limite para as classes A e D, considera-se as áreas agrupadas correspondentes a cada atividade. Então multiplica-se a área de total de cada atividade pela DPL para classe A e para classe D. O cálculo deve ser realizado de acordo com os critérios estabelecidos, utilizando a equação [5]:

$$PI_L = \sum_{i=1}^{n=3} (A_i \times DPI_{Li}) \quad [5]$$

Onde:

PIL = potência limite

n = quantidade de atividades

A1 = área iluminada para cada uma das atividades

DPI_L = densidade de potência limite para cada atividade.

Nesse método não é necessário realizar o ajuste de potência.

4.3.3 Classificação do Sistema

Nesta etapa será calculada a redução de consumo, valor que aparecerá na etiqueta, representando a redução do consumo de energia elétrica do sistema avaliado em comparação com o sistema de iluminação de referência equivalente a Classe D.

Ele se dá através do cálculo do consumo real e de referência:

$$RedC_{IL} = \left(\frac{C_{IL,refD} - C_{IL,real}}{C_{IL,refD}} \right) \times 100 \quad [6]$$

$$C_{IL,real} = P_{IT} * (h * N_{ano}) \quad [7]$$

$$C_{IL,redD} = P_{ILD} * (h * N_{ano}) \quad [8]$$

onde:

$C_{IL,ref}$ = consumo de iluminação na sua condição de referência (kWh/ano);

$C_{IL,real}$ = é o consumo de iluminação da edificação real (kWh/ano).

PIT = potência de iluminação total instalada (kW);

PIL = potência de iluminação limite para a classificação D (kW);

h = horas de uso da edificação por dia (anexo A);

Nano = número de dias de ocupação ao ano (anexo A).

A classificação é determinada com base na redução do consumo do sistema em relação aos limites estabelecidos para as classes A e D. Para realizar essa avaliação, é necessário elaborar previamente a escala de classificação, que servirá como referência para comparar o desempenho energético do sistema (Figura 16).

Figura 16 - Escala de classificação (exemplo)

	A	B	C	D
Classificação de Eficiência	$RedC_{IL} > 39,7\%$	$39,7\% \geq RedC_{IL} > 26,5\%$	$26,5\% \geq RedC_{IL} > 13,2\%$	$RedC_{IL} \leq 13,2\%$

Fonte: LabEEE, 2023.

O cálculo do coeficiente de intervalo entre as classificações feito a partir da equação abaixo:

$$i = \frac{((C_{IL,refD} - C_{IL,refA})/C_{IL,refD}) \times 100}{3} \quad [9]$$

onde:

i = coeficiente que representa os intervalos entre as classificações;

$C_{IL,refD}$ = consumo do sistema de iluminação para a classificação D (kWh/ano);

$C_{IL,refA}$ = consumo do sistema de iluminação para a classificação A (kWh/ano).

A partir daí, será verificado em qual faixa a redução de consumo do sistema se encontra.

4.3.4 Classificação de Elegibilidade para Classe “A”

As condições de elegibilidade configuram itens importantes para a classificação do sistema, mas não estão incluídas nos métodos de avaliação. Elas devem ser atendidas sempre que seja obtida a classificação “A”, caso essas condições não sejam atendidas, isso impossibilita a obtenção da Classe “A” e resultará num edifício Classe “B”.

Os três itens a serem atendidos na avaliação da eficiência da iluminação são:

- Contribuição da luz natural
- Controle local
- Desligamento automático do sistema de iluminação

Esses requisitos devem ser verificados por ambiente, de maneira que a soma da potência dos ambientes que apresentem os itens, correspondam a pelo menos 90% da potência total do sistema.

A aplicação do método INI permitirá identificar potenciais melhorias no edifício da biblioteca fornecendo uma base para intervenções que reduzam o consumo de energia elétrica e elevem a eficiência do sistema de iluminação, sem comprometer o conforto dos usuários.

4.3.5 Planilha Eletrônica

O Site do PBE edifica disponibiliza uma planilha eletrônica automatizada para os cálculos referentes às etapas da INI-C, com o objetivo de auxiliar na aplicação do método de etiquetagem de edificações (PBE, 2025). A versão utilizada foi a mais recente, com revisão de outubro de 2025, e foi considerada apenas a avaliação referente à iluminação, uma vez que ela pode ser utilizada para todas as outras avaliações que fazem parte da instrução normativa. A interface da planilha template corresponde ao anexo 1.

Os valores devem ser inseridos nas células em laranja e em branco, enquanto as células em azul apresentam opções de seleção que permitem a definição automática de parâmetros, como a tipologia do edifício ou o tipo de atividade desenvolvida. As demais células, contêm fórmulas e geram os resultados de forma automática. Assim, a planilha processa as informações fornecidas pelo usuário conforme os critérios estabelecidos pela norma e devolve os valores já calculados.

O sistema calcula automaticamente a potência total instalada e a densidade de potência por metro quadrado, mostrando se o projeto está gastando mais energia do que deveria. Ela também identifica qual área total do prédio é iluminada. Com esses elementos, é gerado um valor final ajustado que expressa a eficiência da iluminação, revelando se o sistema atende aos critérios da norma ou não.

Além disso, ela ainda traz os 3 requisitos básicos que devem ser apresentados pela edificação para a elegibilidade de classe A, como a existência de controles automáticos, sensores e desligamento programado, e considera se o ambiente aproveita luz natural por

meio de automação ou redução de iluminação artificial. Além de disponibilizar um campo para inserir o resultado da simulação de autonomia de luz natural.

A potência instalada de cada ambiente deve ser calculada externamente, uma vez que a planilha não oferece essa funcionalidade. Portanto, os valores resultantes das coletas realizadas foram previamente processados e inseridos diretamente nos seus respectivos campos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises iniciais nas etapas desse trabalho, já concluídas e em andamento, possibilitaram o levantamento inicial de características e comportamentos da edificação estudada, relevantes aos âmbitos de iluminação e eficiência energética.

5.1 Dados do Levantamento Cadastral e caracterização do objeto de estudo

A edificação em estudo conta com dois pavimentos e possui ambientes direcionados a diferentes usos, dentre eles a entrada, onde funciona uma pequena galeria de arte, o hall para os empréstimos, sala de informática, salas de leitura, auditório, acervos e setores de serviço. O foco principal da pesquisa são as salas de leitura, ambientes de uso comum onde os alunos estudam e têm acesso ao conteúdo físico disponibilizado pela biblioteca.

Os acervos e salas de leitura estão presentes nos dois pavimentos. No térreo, se encontram o acervo Geral e o Salão de periódicos. Já no pavimento superior, encontram-se os acervos de braille/baixa visão, arquivo, sala de acervo, obras raras e de luxo, documentação sergipana, conservação e documentação oficial. Quanto às salas de leitura de uso coletivo, são bastante amplas e possuem pé direito de 3,35 m. Nelas são dispostas mesas redondas com 4 cadeiras, em média, cada uma. Além das grandes salas de uso coletivo. O pavimento superior ainda possui cabines individuais de estudo, com 3,55 m² de área e pé direito de 3,35 m.

Características físicas da biblioteca são apresentadas nas figuras 17 e 18 do levantamento fotográfico.

figura 17- Levantamento fotográfico do pavimento térreo, mostrando as características de mobiliário (à esquerda), esquadrias (ao centro) e dispositivos de iluminação artificial (à direita).



Fonte: Da Autora, 2024

O piso dos dois blocos é de granilite cinza, algumas áreas possuem laje aparente, e o forro, onde existe, é de alumínio pintado de branco. A cor predominante nos revestimentos e mesas é o branco. As cadeiras são azuis e as estantes de livros são de alumínio com estrutura pintada em azul escuro e prateleiras em cinza.

Figura 18- Levantamento fotográfico do pavimento superior mostrando salas de estudo individual (à esquerda), sala de leitura (ao centro) e a sala de documentação sergipana (à direita).



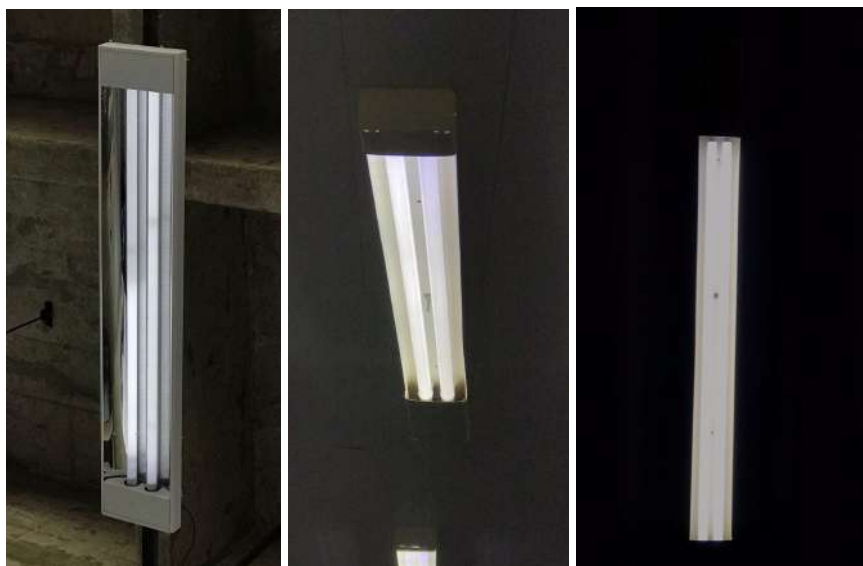
Fonte: Da Autora, 2024

As fachadas da Biblioteca Central possuem características do estilo brutalista, que se desenvolveu a partir do modernismo. Ela apresenta estruturas robustas de concreto aparente, além de brises em torno de todo o pavimento superior, também em concreto. As esquadrias são compostas de janelas fixas com perfil de alumínio e vedação de vidro que ocupam grande parte das paredes. As amplas aberturas que comportam as esquadrias permitem a entrada da luz solar, o que contribui para a iluminação natural do local. Além disso, a biblioteca possui geração de energia através de painéis fotovoltaicos e ambientes de uso comum climatizados.

5.2 Dados coletados do sistema de iluminação

Quanto aos dispositivos de iluminação artificial, foram encontrados pelo menos 3 tipos de luminárias diferentes, a maior parte delas comporta duas lâmpadas led tubulares cada, como mostra a figura 19.

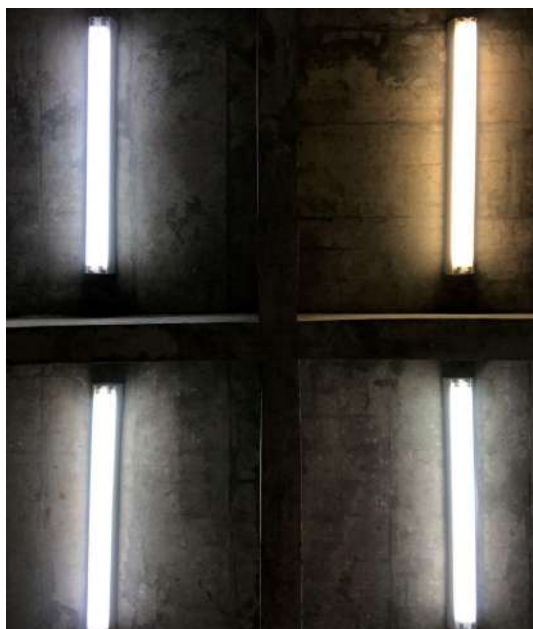
Figura 19 - Algumas tipologias de luminárias encontradas na biblioteca



Fonte: Da Autora, 2024

As luminárias que estão em áreas de pavimento mais elevado são pendentes. Durante as análises iniciais, observou-se que as lâmpadas utilizadas possuíam temperaturas de cor distintas entre si (figura 20).

Figura 20 - Lâmpadas com diferentes temperaturas de cor, encontradas no acervo geral (Pavimento Térreo).



Fonte: Da Autora, 2024

Entretanto, a figura 21, coletada *in loco*, mostra que as lâmpadas utilizadas possuem fluxo luminoso de 2035 lm, temperatura de cor de 6500K e potência de 18w, padrão que se repetia em todas as luminárias que puderam ser analisadas. Essas

características estão em conformidade com as licitações feitas pela universidade¹, onde todas tem temperatura de cor iguais, exceto pelo fluxo luminoso: enquanto as lâmpadas utilizadas apresentam 2035 lm, as especificações de compra indicam 1980 lm.

As divergências encontradas, somadas às diferentes temperaturas de cor, revelam problemas relacionados à manutenção. Nota-se a ausência de uma preocupação em seguir um projeto luminotécnico que promova a uniformidade das características das lâmpadas e sua adequação ao espaço, uma vez que são substituídos apenas os dispositivos que já não funcionam.

Figura 21 - Especificações das lâmpadas empregadas na biblioteca.



Fonte: Da Autora, 2024

Uma segunda etapa de visitas foi realizada com o objetivo de levantar a quantidade de luminárias presentes em todos os ambientes da biblioteca, incluindo áreas de acesso restrito aos funcionários. Esse trabalho de campo permitiu registrar com maior precisão a distribuição e gerou subsídios para a elaboração de um layout aproximado das luminárias em cada ambiente, conforme ilustrado na Figura 22.

¹ A UFS licitou nos últimos anos apenas lâmpadas tubulares de 18W, com 6500K e fluxo de 1980lm para todas as aplicações em todos os CAMPI. <<https://portaldatransparencia.gov.br/licitacoes/908127917>>

Figura 22 - Layout de luminárias por ambiente da biblioteca, no pavimento térreo



Fonte: Da Autora, 2025.

Figura 23 - Layout de luminárias por ambiente da biblioteca, no pavimento superior



Fonte: Da Autora, 2025

Foi possível notar que, na maior parte dos ambientes, não havia um padrão uniforme de instalação das luminárias. No entanto, alguns setores apresentavam certa lógica de organização, como o hall de entrada da biblioteca, próximo ao balcão de empréstimo e devolução, onde os equipamentos seguiam as nervuras aparentes da laje,

A tabela 01 apresenta o levantamento das luminárias e lâmpadas por pavimento e por tipo de atividade desenvolvida na biblioteca. Observa-se que o pavimento térreo concentra os maiores quantitativos, associados às áreas de acervo e uso comum, sendo 416 luminárias para o acervo e 145 nas áreas de uso comum e estudo. No pavimento superior, o acervo e os espaços de uso comum também se destacam, com 194 e 288 luminárias, respectivamente. Ao final, foram contabilizadas 1.268 luminárias e 2.533 lâmpadas instaladas, distribuídas entre os dois pavimentos. Além disso, verificou-se que alguns ambientes compartilhavam luminárias entre pavimentos devido à presença de pé-direito duplo e mezanino.

Tabela 01 - quantitativo de luminárias e lâmpadas por pavimento e atividade da biblioteca

Pavimento	Atividade	Nº de Luminárias	Nº de Lâmpadas
Térreo	Acervo	416	832
	Serviço	64	128
	Uso comum	145	290
Superior	Acervo	194	388
	Serviço	161	320
	Uso comum	288	573
Total		1.268	2.531

Fonte: Da Autora, 2025

Quanto às características relacionadas à iluminação natural, as aberturas são amplas e translúcidas, propiciando a captação de luz solar. Essa entrada de luz natural é

filtrada por dispositivos de sombreamento nas aberturas ao longo do perímetro de todo o pavimento superior (figura 24).

Figura 24 - Brises em concreto na fachada da biblioteca.



Fonte: da Autora, 2025

Além disso, para permitir maior entrada de luz natural, existem aberturas zenitais na cobertura do edifício, o que ainda contribui esteticamente (figura 25).

Figura 25 - Abertura Zenital no pavimento superior, que favorece a entrada de luz natural



Fonte: da Autora, 2025

A biblioteca conta com 28 clarabóias idênticas, distribuídas ao longo de toda a cobertura e organizadas em grupos de quatro unidades, posicionadas próximas entre si. As clarabóias não recebem incidência solar direta, o que possibilita a entrada de iluminação natural difusa.

5.3 Etapas da INI-C

Aqui, os resultados serão apresentados em subtópicos, de acordo com a metodologia descrita no capítulo 2.

Para o tratamento dos dados e cálculos foi utilizado o software Excel, os mesmos serão demonstrados através de imagens das tabelas geradas no programa. Estes serviram para o cálculo mais preciso e otimizado de todas as equações apresentadas também no capítulo de metodologia.

5.3.1 Potência de iluminação total PIT.

Seguindo a ordem apresentada no fluxograma da metodologia, o primeiro dado obtido foi a Potência de Iluminação Total (PIT), que corresponde à soma das potências das luminárias instaladas. Portanto, para chegar a esse resultado na planilha, foi necessário antes levantar as potências das lâmpadas utilizadas no projeto em um arquivo auxiliar, criado para reunir os dados de forma clara e facilitar a contagem. Nele cada luminária foi registrada com sua potência e quantidade de unidades por ambiente. Essa estrutura facilitou a conferência dos valores e garantiu que o cálculo da PIT fosse alimentado. A tabela gerada neste arquivo auxiliar está representada no Apêndice 1.

O resultado dessa etapa corresponde ao quantitativo de potência instalada em cada ambiente da edificação. Na planilha do PBE, esses valores foram automaticamente agrupados conforme as atividades declaradas para cada espaço. Assim, a Tabela 02 apresenta os resultados da PIT, já organizados por atividade.

Tabela 02 - Resultados da Potência de Iluminação Total, agrupados por atividade.

Parte da Edificação	Potência de Iluminação Total Real (PITreal) [W]
Acervo	20.844,00
Serviço	10.260,00
Uso Comum	12.942,00

Fonte: Da Autora, 2025.

Considerando que nenhum ambiente da biblioteca possuía controle automatizado, os resultados de potência total de iluminação foram obtidos diretamente a partir do somatório das potências das lâmpadas instaladas, sem necessidade de aplicar ajustes.

As áreas de acervo, por apresentarem maior superfície iluminada e, conseqüentemente, maior quantidade de luminárias, foram responsáveis pelo maior valor de potência total, alcançando 20.880 W. Já os ambientes de uso comum, dos quais fazem parte as salas de leitura, recepção, circulação e sala de exposição, somaram 13.302 W, devido às menores áreas iluminadas e à menor quantidade de luminárias instaladas nesses espaços.

5.3.2 levantamento da potência limite

A etapa seguinte refere-se ao levantamento da potência limite, que estabelece o valor máximo de potência permitido para as classificações de eficiência, conforme a tipologia da edificação. Para o cálculo da PIL, foram obtidas, a partir da planta, as áreas de cada ambiente, sendo estas contabilizadas como área iluminada total. Nesse processo, foram consideradas todas as áreas internas de piso que recebem iluminação artificial.

A área total por atividade corresponde à Tabela 03.

Tabela 03 - Área Iluminada Total para cada atividade principal da Biblioteca.

Parte da Edificação	Área iluminada (m²)
Acervo	3.031,96
Serviço	1.091,97
Uso Comum	2.308,82

Fonte: Da Autora, 2025.

A junção desses 3 grupos de atividades resultou em uma área total iluminada de 6432,35 m². Para a obtenção da potência limite, a equação exige a densidade de potência limite para as classificações A e D. Para ambientes de biblioteca, a instrução normativa traz as informações mostradas na tabela 04:

Tabela 04 - Valores automaticamente especificados pela planilha, seguindo as tabelas do Anexo A da instrução normativa (PBE, 2022), de acordo com a tipologia do edifício e a atividade desenvolvida.

Especificar Tipologia [Anexo A]	Atividade [Tabela B.III.2]	Horas de Ocupação	Número de dias	Densidade de Potência de Iluminação Limite para D (DPI ref) [W/m²]	Densidade de Potência de Iluminação Limite para A [W/m²]
Educacional - Ensino Superior	Biblioteca	8,00	200,00	18,40	8,40

Fonte: Da Autora, 2025.

Onde a densidade de potência limite para classe D é de 18,40W/m² e para classe A corresponde a 8,40 W/m². Considerando 8 horas de ocupação por dia e em 200 dias por ano. Todos esses valores utilizados são especificados pelas tabelas do Anexo A da INI-C (PBE, 2022), de acordo com a tipologia do edifício e a atividade desenvolvida.

Assim, os resultados referentes a potência de iluminação limite resultaram em 252.946 (KWh/ano) para classe D e 115.476 (KWh/ano) para classe A.

5.3.3 consumo de energia do sistema de iluminação

Com as potências de iluminação determinadas, é possível calcular o consumo de energia do sistema de iluminação da condição real (CIL_{real}) e a condição de referência para os níveis A e D (CIL_{refA} e CIL_{refD}). Para isso, é necessário levantar os dados de horas de uso diário (h) e número de dias de ocupação por ano (N_{ano}), valores que já são automaticamente fornecidos pela planilha ao selecionar a tipologia da edificação e a atividade correspondente, como mostram as células azuis na Tabela 04.

A figura 26 representa os resultados finais calculados diretamente pela planilha, apenas considerando o sistema de iluminação artificial, sem a integração com a luz natural.

Figura 26- Resultados de consumo de energia e classificação gerados diretamente através da planilha.

Nome da Edificação:	Hotel Exemplo
Etapas:	Projeto
Método:	Método do edifício completo
Consumo de energia final Referência (kWh/ano):	189.380,2
Consumo de energia final Real (kWh/ano):	70.473,6
RedCIL:	62,8%
Classificação:	A

	A	B	C	D	E	CLASSIFICAÇÃO (sem verificação de elegibilidade):
Limite Superior	-	54,3%	36,2%	18,1%	0,0%	A
Limite Inferior	54,3%	36,2%	18,1%	0,0%	-	

Fonte: Da Autora, 2025.

A classificação se iniciou com o cálculo da redução do consumo do sistema avaliado em relação a edificação de referência com classificação D. Ou seja, uma comparação entre o consumo real da edificação e quanto ela gastaria se esta fosse classificada como D. O resultado da para essa redução foi de 62,8%.

A última etapa diz respeito à montagem da escala de classificação a partir do coeficiente “i”, que foi determinado em 18%, coeficiente que representa a diferença entre cada limite de classificação. A montagem da escala foi gerada automaticamente, porém seguindo exatamente o proposto pelo capítulo de metodologia.

Assumindo que a redução de consumo encontrada para a edificação foi de 62,8% em relação a edificação de referência D, e o limite mínimo para a classificação A, segundo a figura 23, é de 54%, o sistema da biblioteca poderia ser classificado como A.

5.3.4 Critérios de elegibilidade

Considerando que o sistema de iluminação da biblioteca apresentou redução de consumo suficiente para enquadramento na classe A, torna-se necessária a verificação dos critérios de elegibilidade para esse nível de classificação.

A classificação A de eficiência energética apenas poderá ser atribuída à edificação quando todas as exigências previstas pelo normativo forem atendidas. Em relação ao sistema de iluminação, os requisitos devem ser aplicados a ambientes cuja potência instalada de iluminação, somada, corresponda a pelo menos 90% da potência total

instalada da edificação ou da parcela analisada. Caso algum dos requisitos não seja atendido, a classificação do sistema estará limitada ao nível máximo B.

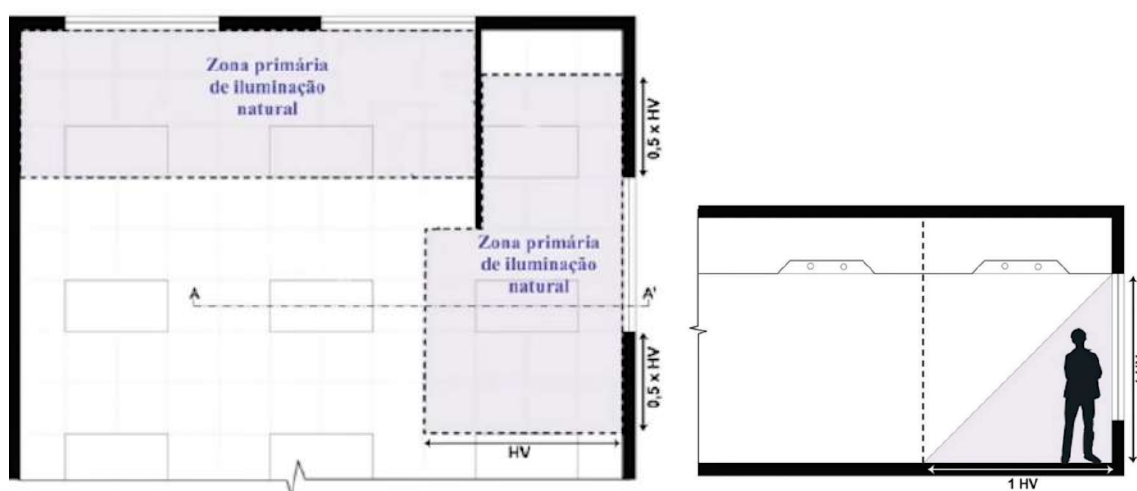
Assim, serão analisados individualmente cada um dos critérios de elegibilidade relacionados ao sistema de iluminação artificial.

5.3.4.1 Contribuição da luz natural

O primeiro dos critérios para a avaliação da elegibilidade consiste na contribuição da luz natural. O normativo deixa claro que, em ambientes que possuem aberturas laterais voltadas para o exterior, átrios não cobertos ou de cobertura translúcida, a fileira de luminárias instalada mais próxima dessas aberturas, quando localizada dentro das zonas primárias de iluminação, deve possibilitar o aproveitamento da luz natural. Para isso, devem ser instalados controles, sejam automáticos ou manuais, que possibilitem o desligamento dos dispositivos desta fileira de forma separada das demais.

As zonas primárias de iluminação natural para as aberturas laterais consistem nas áreas adjacentes à cada abertura vertical, sendo definidas em planta. Para a definição das zonas, o normativo propõe o cálculo baseado nas dimensões das aberturas. A profundidade dessas áreas vai corresponder a altura da verga e a largura segue a largura do plano translúcido da abertura, acrescido de metade da altura da verga da janela para cada lado (figura 27)

Figura 27 - Exemplos de zonas primárias para o cálculo das Zonas Primárias.

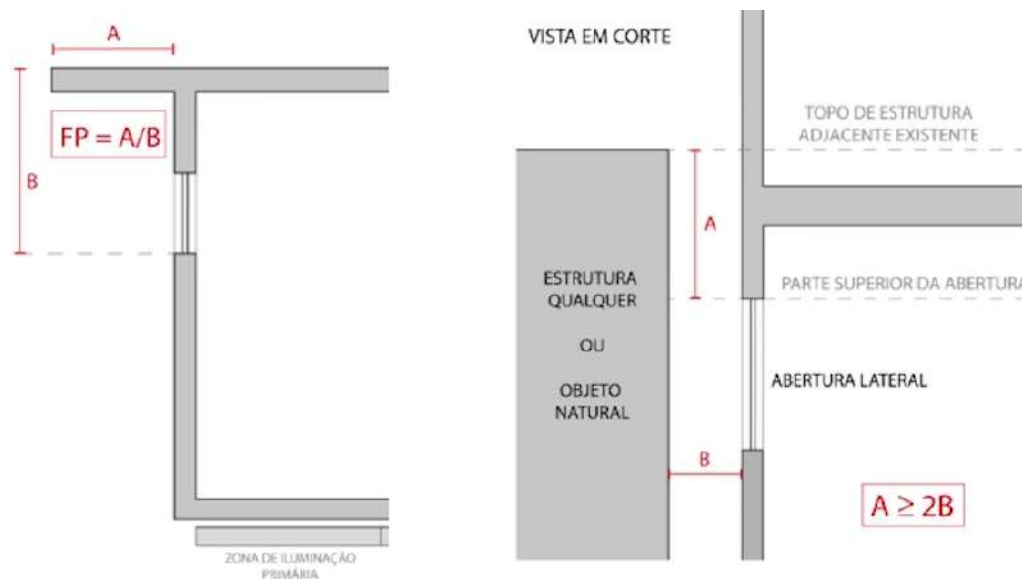


Fonte: LabEEE, 2023.

Nem todas as aberturas devem ser consideradas nos cálculos. Devem ser excluídas aquelas cuja área envidraçada seja inferior a 1,86 m², as que se encontram obstruídas por

outras estruturas ou, ainda, as que apresentam fator de projeção externa superior a 1 (figura 28).

Figura 28 - Exemplos de situações nas quais as aberturas serão desconsideradas.

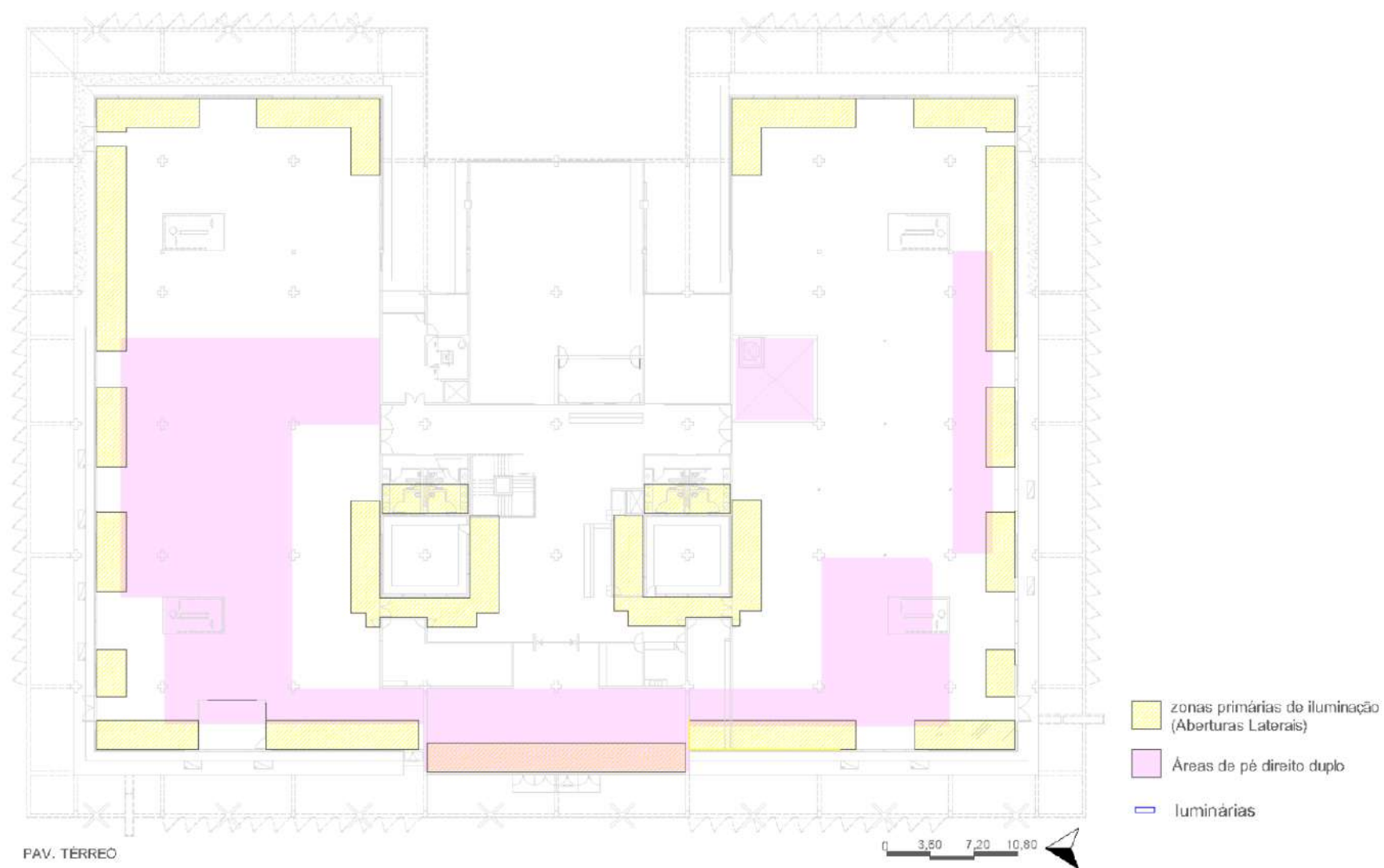


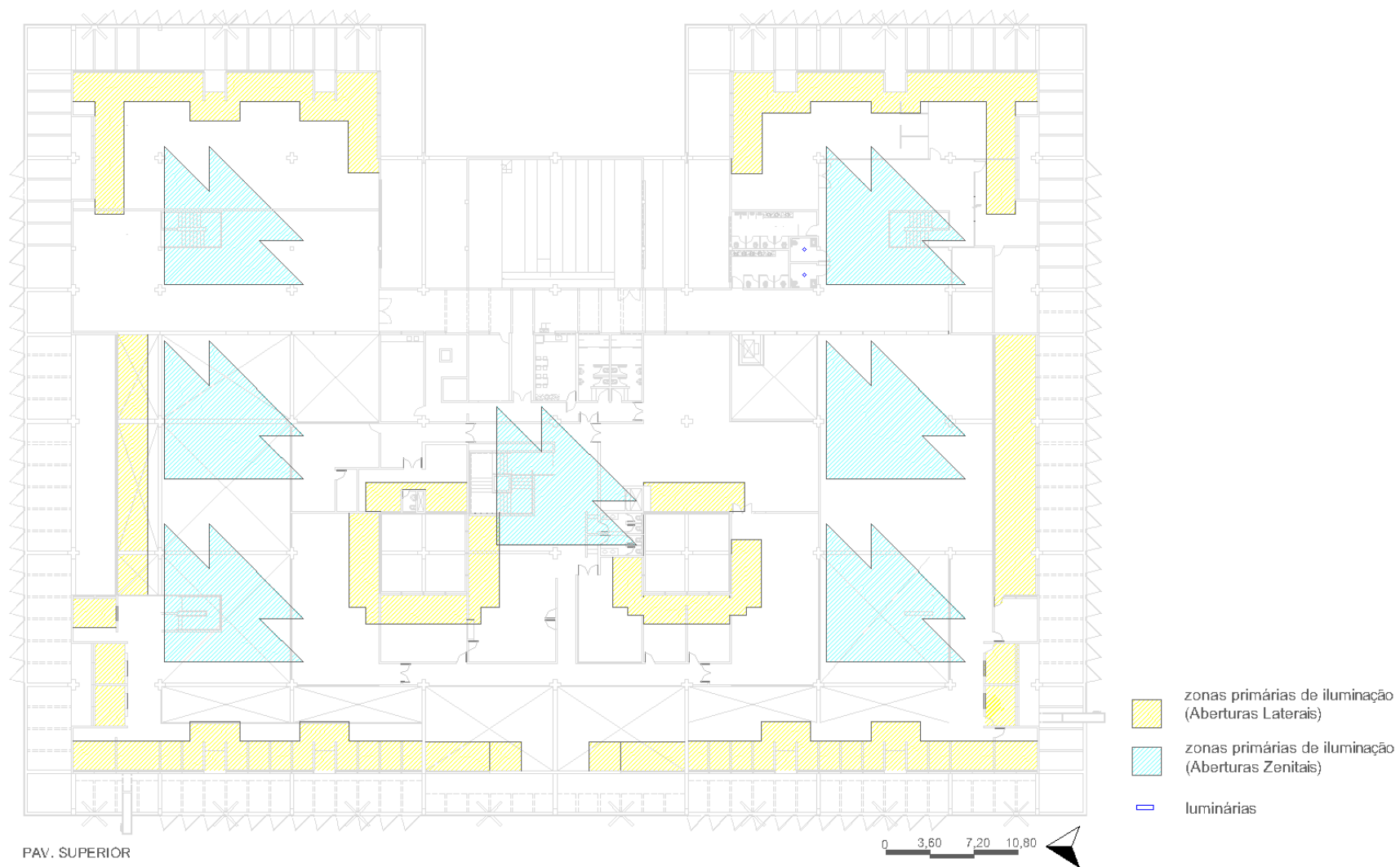
Fonte: LabEEE, 2023.

Considerando que, na biblioteca, a altura das vergas das aberturas laterais é de 2,40m, definiu-se a profundidade das zonas em 2,40m, enquanto as larguras corresponderam à largura dos planos translúcidos das janelas, acrescidos de 1,20m para cada lado.

Essas áreas foram calculadas e sobrepostas as plantas dos dois pavimentos, por meio de *software CAD*, resultando na figura 29. Nela, as zonas primárias de iluminação natural aparecem representadas em amarelo e as regiões representadas em rosa, correspondem às áreas em que a biblioteca apresenta pé direito duplo.

Figura 29 - Zonas primárias de iluminação natural do pavimento térreo (acima) e superior (abaixo).





Fonte: Da autora, 2026.

Para as zonas de iluminação provenientes de aberturas zenitais, o normativo diz que consistem na área imediatamente abaixo da abertura zenital, definidas em planta. Sua dimensão corresponde à área de projeção translúcida da abertura, somada à medida de 0,7 vezes a altura média do teto para cada direção. A forma geométrica da zona de iluminação zenital deve ser idêntica à forma geométrica da projeção dessa abertura vista em planta baixa. Portanto, considerando que a altura da laje da biblioteca na região que possui as aberturas zenitais é de 3,90m, a projeção triangular foi ampliada em 2,4x para cada lado. A projeção das aberturas zenitais, bem como as aberturas laterais do pavimento superior, estão representadas na figura 29 (abaixo), em ciano e a amarelo respectivamente.

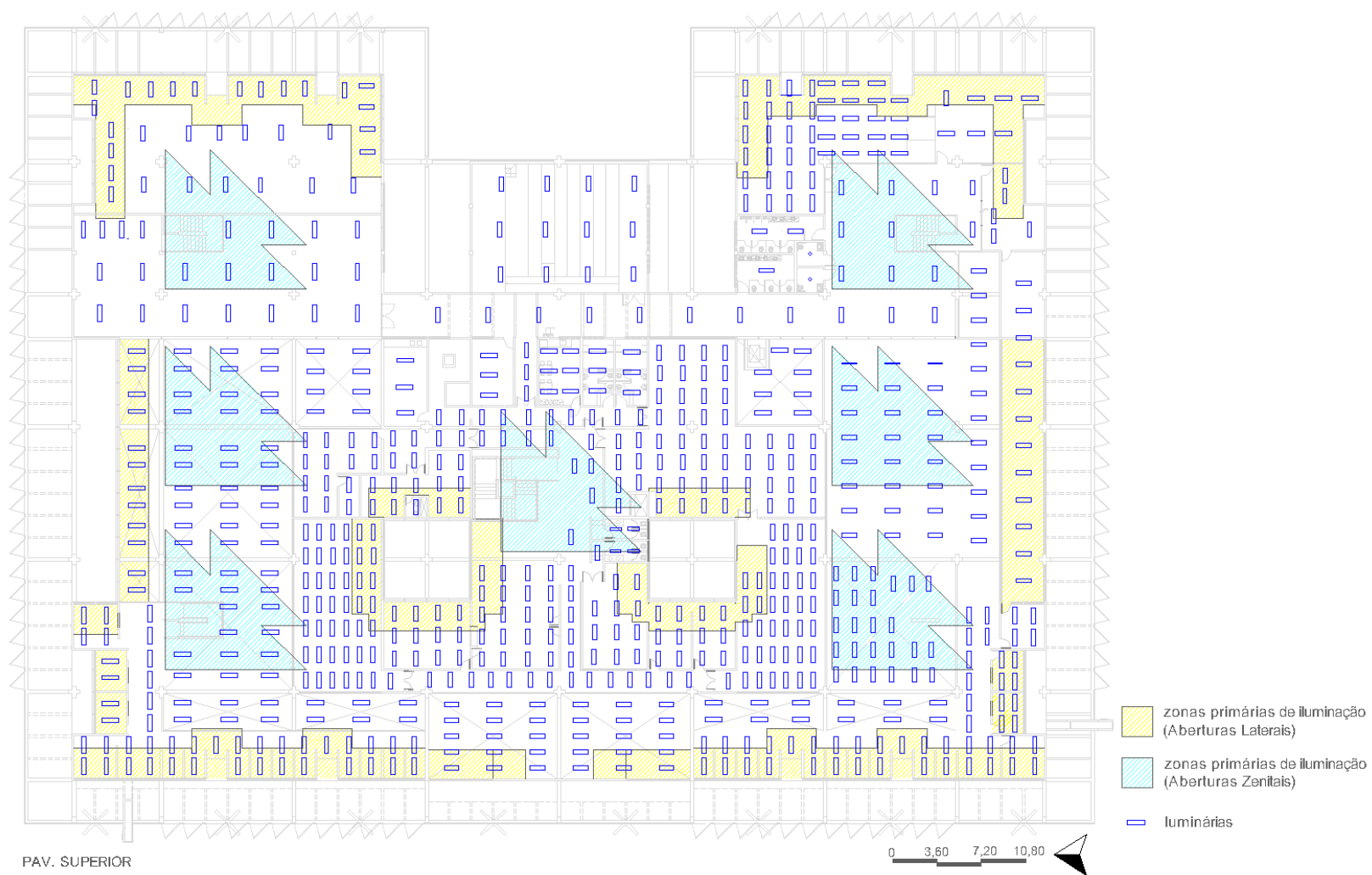
Após a definição dessas zonas, o layout aproximado das luminárias foi sobreposto, de modo a possibilitar a visualização de quais luminárias estão incluídas e precisam de controle individual (Figura 30).

A partir dos dados provenientes da visita realizada para a definição dessa etapa, foi produzido um layout que corresponde a divisão de circuitos de acionamento. A coleta foi feita priorizando as regiões da biblioteca que possuíam aberturas diretamente para o exterior e que por tanto se enquadram dentro das zonas primárias de iluminação, conforme a figura 31.

Nas salas de estudo individual, as cabines possuem acionamento independente das luminárias internas, controlado pelo próprio usuário. Essas cabines situam-se dentro das zonas primárias de iluminação do pavimento superior. As luminárias da circulação adjacente são acionadas por quadro de disjuntores, e interruptores individuais.

Figura 30 - Zonas primárias de iluminação natural e sobreposição das luminárias dos Pavimentos Térreo (acima) e Superior (abaixo).

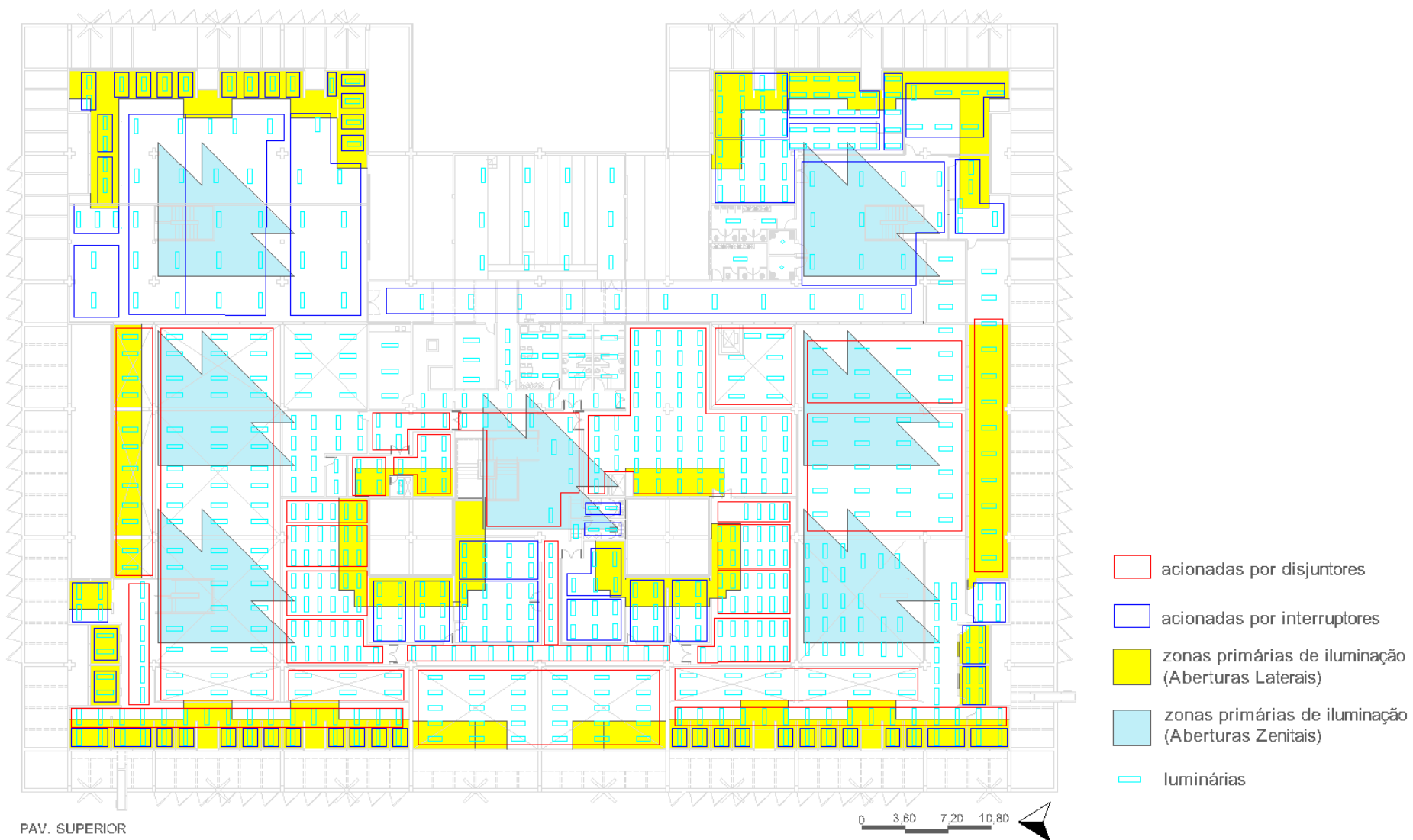




Fonte: Da autora, 2026.

Figura 31 - Divisão dos circuitos de acionamento das luminárias dos Pavimentos Térreo (acima) e Superior (abaixo).





Fonte: Da autora, 2026

5.3.4.2 Controle local

Cada ambiente fechado por paredes ou divisórias até o teto deve possuir pelo menos um dispositivo de controle manual para o acionamento da iluminação do ambiente de forma independente. A norma também diz que para ambientes de 1000 m² ou mais, cada dispositivo deve controlar uma área de até 250 m². Isso significa que os ambientes de acervo Geral e Acervo e leitura (figura 33) precisam de mais de um interruptor, considerando que esses ambientes possuem blocos de interruptores próximos às portas de entrada, portanto, estão dentro do proposto pela norma.

Figura 33 - Ambientes com áreas superiores a 1000 m².



Fonte: Da autora, 2026

Quanto aos demais ambientes, alguns deles não possuíam interruptor, como a Divisão de Processamento Técnico (DIPROT) e a sala de documentação oficial; o acionamento era feito apenas por meio de quadros elétricos, localizados do lado de fora dessas salas, e os usuários que atuam nesses espaços sequer sabiam como desligar a iluminação. Isso demonstra que não há uma preocupação com os gastos e evidencia que, em momentos nos quais esses trabalhadores se ausentam dos serviços, como em horários de descanso ou trocas de turno, a iluminação elétrica não é desativada, contribuindo para gastos desnecessários. Esse cenário reforça a importância da instalação de dispositivos de

acionamento manual em todas as salas ou, alternativamente, a adoção de sensores com desligamento automático.

5.3.4.3 Desligamento automático do sistema de iluminação

Esse critério diz que ambientes que possuem áreas maiores que 250 m² devem possuir dispositivos de controle automático como sensores de presença que desliguem a iluminação 30 minutos após a saída de todos ocupantes, sistema automático com desligamento da iluminação em horário pré-determinado, ou controle ou sistema de alarme que indique que a área está desocupada.

A programação independente dos sensores deve existir para ambientes com áreas acima de 250 m², para cada pavimento e para diferentes dias da semana, finais de semana e feriados. Quanto às exceções a esse requisito, se enquadram os ambientes que funcionam durante 24h; Ambientes destinados a tratamento e/ou repouso de pacientes; ou onde o desligamento automático da iluminação pode oferecer riscos à integridade física dos usuários são considerados como exceções.

Na biblioteca, 5 ambientes possuem áreas maiores que 250 m². Estes estão listados na tabela 05 e em destaque na figura 34.

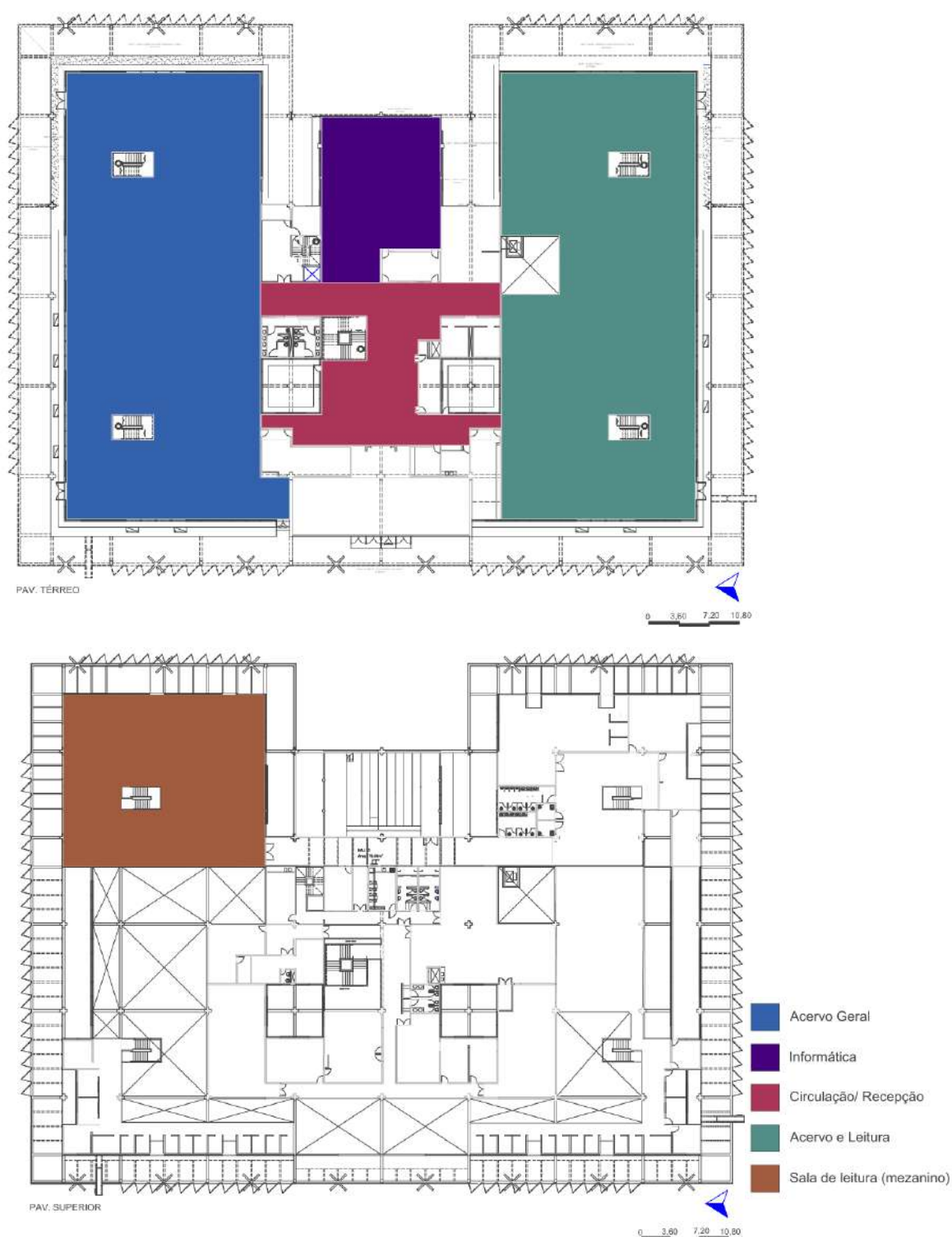
tabela 05- Ambientes com áreas superiores a 250 m²

Ambiente	Área (m ²)
Acervo Geral	1229,60
Acervo e Leitura	1161,00
Circulação/ Recepção	340,90
Informática	252,00
Sala de leitura (mezanino)	493,14

Fonte: Da Autora, 2026.

Como esses ambientes não possuem qualquer tipo de sensor, o terceiro critério para a elegibilidade não foi atendido na biblioteca.

Figura 34- Ambientes com áreas superiores a 250 m².



Fonte: Da Autora, 2025.

Considerando os resultados obtidos, a biblioteca não pôde ser classificada no nível A, resultando na atribuição do nível B ao sistema de iluminação artificial, correspondente ao segundo nível mais elevado.

6 PROPOSTAS DE ADEQUAÇÃO

Diante do não atendimento aos critérios estabelecidos na avaliação de elegibilidade, as propostas de adequação foram desenvolvidas com base nos resultados alcançados, com o objetivo de promover melhorias nos ambientes, atender integralmente aos critérios exigidos e viabilizar a obtenção da etiqueta de nível A.

6.1 Contribuição da luz natural

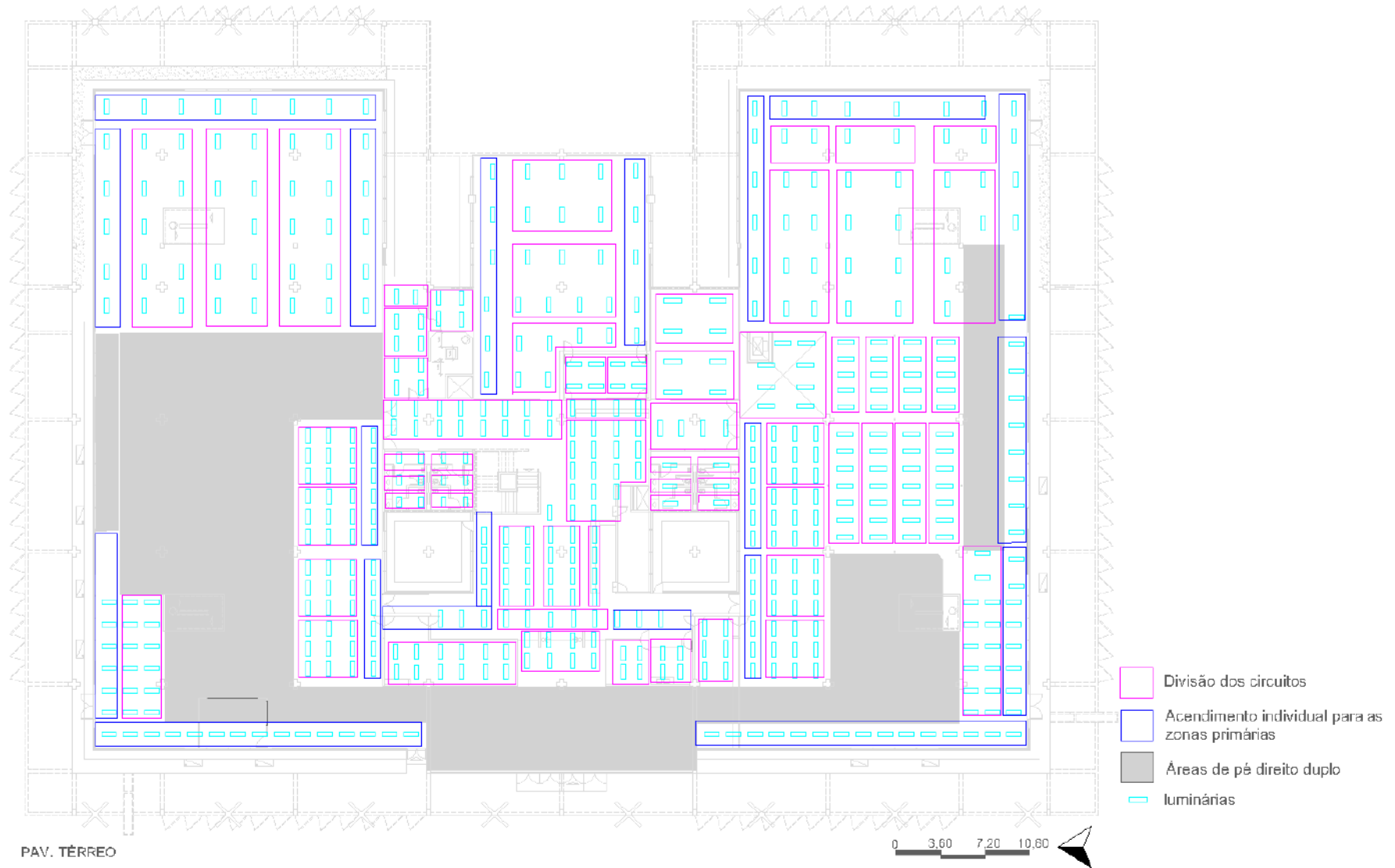
Para o atendimento do critério 1, deve ser considerada a implementação de circuitos que permitam que as luminárias localizadas dentro das zonas primárias tenham acionamento independente. Além disso, uma divisão de circuitos realizada de forma mais eficiente mostra-se necessária, uma vez que atualmente ocorre de maneira aleatória. Dessa forma, propõe-se uma nova divisão dos blocos de luminárias a serem acionadas em conjunto por meio de interruptores (figura 35).

A forma mais eficiente encontrada para dividir os circuitos de iluminação considerou a variação da iluminação natural ao longo do espaço. A iluminação natural incide com maior intensidade nas áreas próximas às aberturas e perde eficiência à medida que se afasta delas, o que torna inadequado o acionamento simultâneo de todas as luminárias do ambiente por um único circuito.

A estratégia consistiu portanto na divisão dos circuitos em zonas de iluminação paralelas à fachada iluminada, criando faixas que acompanham o gradiente da luz natural à medida que esta adentra o ambiente. Para a faixa mais próxima às aberturas, ou seja, dentro das zonas primárias de iluminação, por receber maior incidência de luz solar durante o dia, optou-se por implementar um circuito independente, permitindo assim que as luminárias permaneçam desligadas quando a iluminação artificial não seja necessária.

As faixas intermediárias, que recebem luz natural de forma parcial, constituem um segundo circuito. O restante das subdivisões para as demais luminárias dos ambientes seguiram o mesmo padrão de direção que se distancia das janelas, porém alguns formando quadrantes, que permitem o acionamento das lâmpadas por setores de acordo com o uso.

Figura 35- Divisão de circuitos proposta para o acendimento individual das luminárias dentro das zonas primárias de iluminação no pavimento térreo (acima) e superior (abaixo).





Fonte: Da Autora, 2025.

6.2 Controle local

Para o atendimento do segundo critério, que corresponde ao controle local, bastaria o emprego de interruptores em todos os ambientes que não os possuem, os outros já estariam de acordo com a norma e esse critério estaria completo.

6.3 Desligamento automático do sistema de iluminação

Na biblioteca, o acionamento da iluminação é feito totalmente de forma manual, seja por meio de interruptores, seja por meio dos disjuntores. O acionamento total da iluminação nos ambientes mais amplos, como os setores de acervo, periódicos e salas de leitura, ocorre nas primeiras horas do dia, assim que os serviços da biblioteca se iniciam, e permanece ativo ao longo de todo o dia, sendo desativado apenas no período da noite, após o encerramento do expediente, às 22h. Dessa forma, a iluminação artificial nesses ambientes não é ajustada em função do uso real dos espaços ao longo do dia.

Esses ambientes mais amplos são justamente os que se enquadram no terceiro critério de avaliação da elegibilidade, no qual ambientes que possuem áreas superiores a 250 m² devem, obrigatoriamente, apresentar dispositivo de controle automático para o desligamento da iluminação. Tais ambientes estão apresentados na Figura 36.

Considerando que a norma estabelece três possíveis tipos de sensores a serem empregados, sendo eles: (a) um sistema automático com desligamento da iluminação em horário pré-determinado; (b) sensor de presença que desligue a iluminação até 30 minutos após a saída de todos os ocupantes; ou (c) um controle ou sistema de alarme que indique que a área está desocupada, observa-se que, para a realidade da biblioteca, o uso de sensores de presença configura-se como a alternativa mais plausível de aplicação.

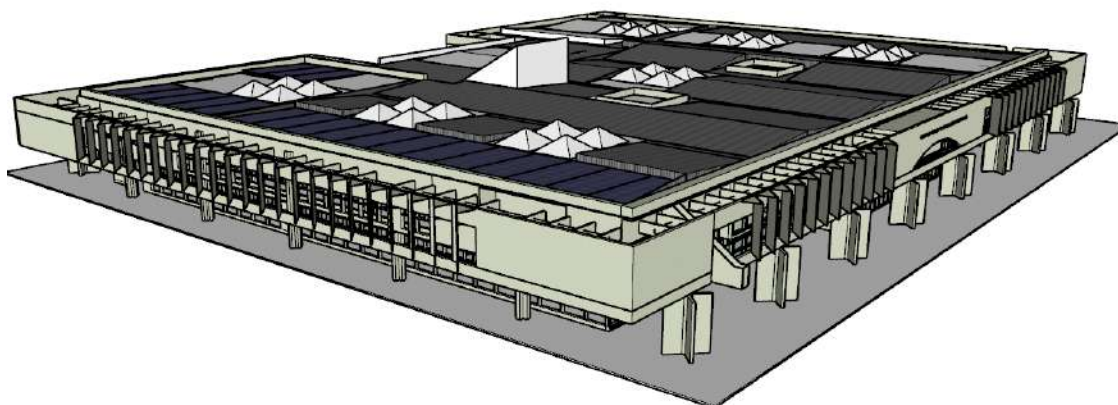
Essa escolha justifica-se pelo fato de que, nos acervos gerais, conforme observado durante as visitas realizadas ao longo de vários dias para a coleta de dados do sistema de iluminação e para o levantamento cadastral, a presença de estudantes nesses espaços é escassa e pouco frequente. Assim, a adoção de sensores de presença permitiria o desligamento automático da iluminação nos períodos de desocupação, contribuindo para a redução do consumo de energia elétrica nesses ambientes.

7 SIMULAÇÃO E ADEQUAÇÃO DA ILUMINÂNCIA

Considerando que eficiência energética não diz respeito apenas à economia de energia, mas também à manutenção da qualidade do ambiente e do conforto dos usuários, as adequações propostas levaram em conta a possibilidade de atendimento aos requisitos da NBR 8995-1(ABNT, 2013), para ambientes de salas de leitura em bibliotecas, na qual o nível de iluminância recomendado é de 500 lx e uniformidade de 70%. Para verificar esse atendimento, foram realizadas simulações de iluminação artificial na sala de estudo, correspondente ao principal ambiente de uso comum/leitura da biblioteca.

Essas simulações foram divididas em duas etapas: a primeira delas relacionada ao cenário atual, onde as luminárias foram inseridas com as características próximas ao encontrado na biblioteca real e seguindo o mesmo layout. A segunda etapa consistiu na simulação do cenário proposto, onde foram implementadas algumas mudanças a fim de se chegar em um resultado satisfatório. As simulações foram feitas a partir de um modelo computacional, o qual incorpora os dois pavimentos da biblioteca e todos os seus ambientes (Figura 36).

Figura 36 - Modelagem computacional



Fonte: da Autora, 2025.

A modelagem foi desenvolvida no software SketchUp e, posteriormente, exportada no formato IFC para o software de luminotécnica DIALux evo®, com a finalidade de realizar as simulações do sistema de iluminação artificial. Após a exportação, os materiais foram configurados de modo a apresentar características de reflectância conforme os valores definidos pela INI-C e apresentados no Anexo C da norma, os quais são adotados

como padrão para a modelagem e as simulações sempre que essas características não são conhecidas na edificação real.

As refletâncias dos materiais foram definidas como concreto (40%), piso de granilite cinza (45%) e forro branco (85%), conforme a tabela 07.

Tabela 07 - Refletância dos materiais para a simulação

Superfície	Refletância
Piso interno	45%
Paredes e estruturas internas	40%
Teto (forro branco)	85%

Fonte: Adaptado de Tregenza; Loe, 2018

Para a modelagem, foram utilizadas as luminárias Lumicenter CAN03-E232, semelhante às encontradas na BICEN pelas suas características físicas e quantidade de pontos utilizada para a definição da malha na superfície de cálculo foi determinada com base na NBR 8995-1 (ABNT, 2013) e o plano de trabalho foi definido a uma altura de 0,85 m, correspondente à altura das mesas de estudo utilizadas pelos alunos para ambas as simulações.

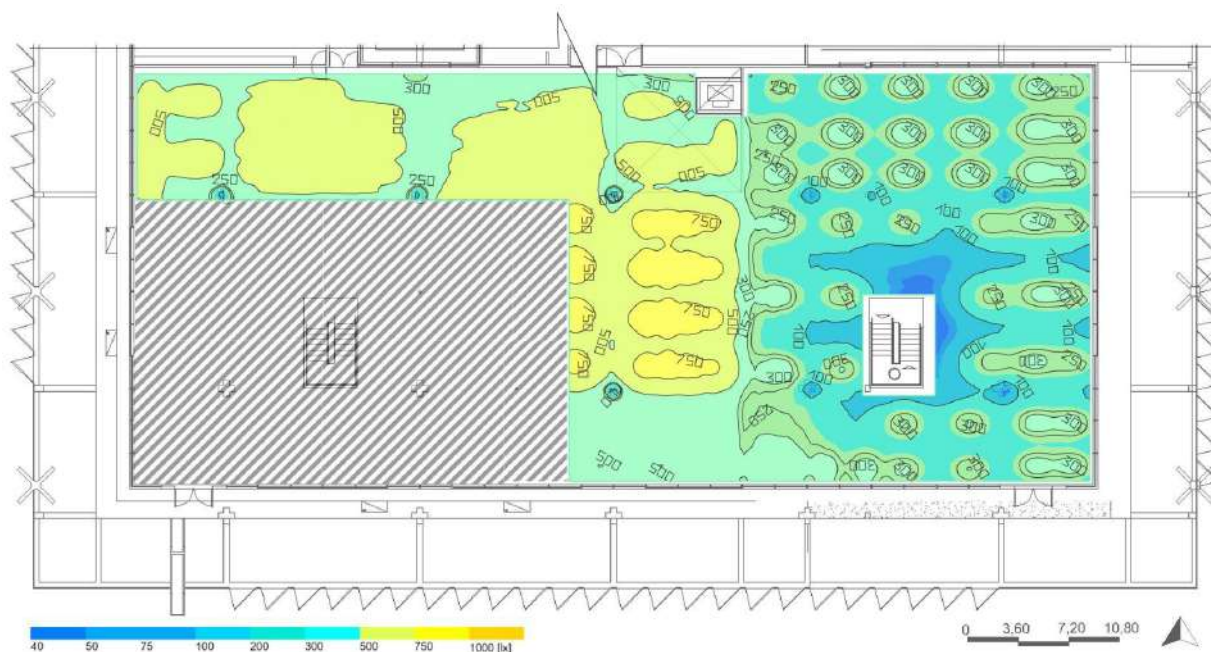
Foram calculadas as métricas de média da iluminância e uniformidade da iluminância, obtida através da divisão da iluminância média pela mínima e que indica o quão homogênea é a iluminação no espaço.

7.1 Cenário atual

No cenário atual, o modelo de lâmpada da luminária CAN03-E232 foi ajustado para potência de 18W, fluxo luminoso de 1980 lm e temperatura de cor de 6500K, de modo a representar as condições de iluminação atualmente encontradas no ambiente analisado. Além disso, foi definido um fator de manutenção de 0,5, de acordo com a NBR 8995-1 (ABNT, 2013) estipulado para locais onde a manutenção é pouco regular.

A malha de pontos utilizada na superfície de cálculo resultou em 252 pontos e os mapas de isoiluminância resultantes da simulação do cenário atual estão representados na Figura 37.

Figura 37 - Mapas de isoiluminância referentes à simulação da sala de leitura no cenário atual.



Fonte: da Autora, 2026.

Na simulação, as regiões em tons de amarelo representam as áreas que possuem os maiores valores de iluminância. Observa-se que esses valores estão distribuídos ao longo do ambiente de forma pouco uniforme, condensados na região próxima à área de prateleiras (hachurada). Nessa região, as luminárias estão dispostas em maior quantidade ou a uma menor altura, devido a presença do forro.

O resultado da iluminância média para esse cenário atingiu o valor de 368 lx, ou seja, abaixo dos 500 lx recomendados para salas de leitura em bibliotecas. O menor valor encontrado foi de 38 lx, em uma área próxima à caixa de escada, o que resultou em uma uniformidade de aproximadamente 10%.

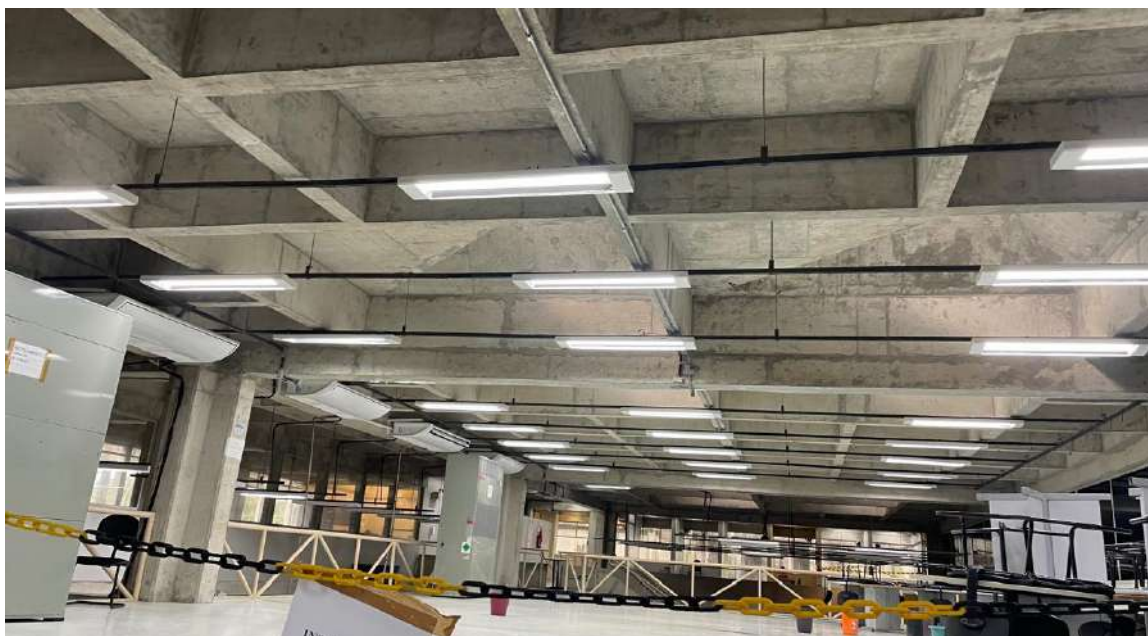
7.2 Cenário proposto

Para a proposta de adequação, inicialmente foram mantidas as mesmas luminárias já presentes no ambiente, em modelo e quantidade. Visando continuar com a mesma densidade de potência, as lâmpadas foram alteradas para led tubulares de fluxo luminoso de 2100lm, o maior valor encontrado no mercado para lâmpadas com potência de 18w.

A partir dessa definição, foi proposta a implantação de um sistema de iluminação organizado em grelha metálica assim como presente no pavimento superior (figura 38). A adoção dessa grelha tem como objetivo desvincular o posicionamento das luminárias da estrutura da laje nervurada, permitindo que sua distribuição seja definida de

forma independente e que sejam posicionadas a uma altura menor. Essa solução permite ainda dispensar a execução de forro de pvc em todo o ambiente, uma vez que as luminárias podem ser instaladas abaixo da laje, mantendo a estrutura aparente característica da edificação e sem prejuízo ao desempenho luminoso do ambiente

Figura 38 - Disposição de luminárias em estrutura metálica no pavimento superior.

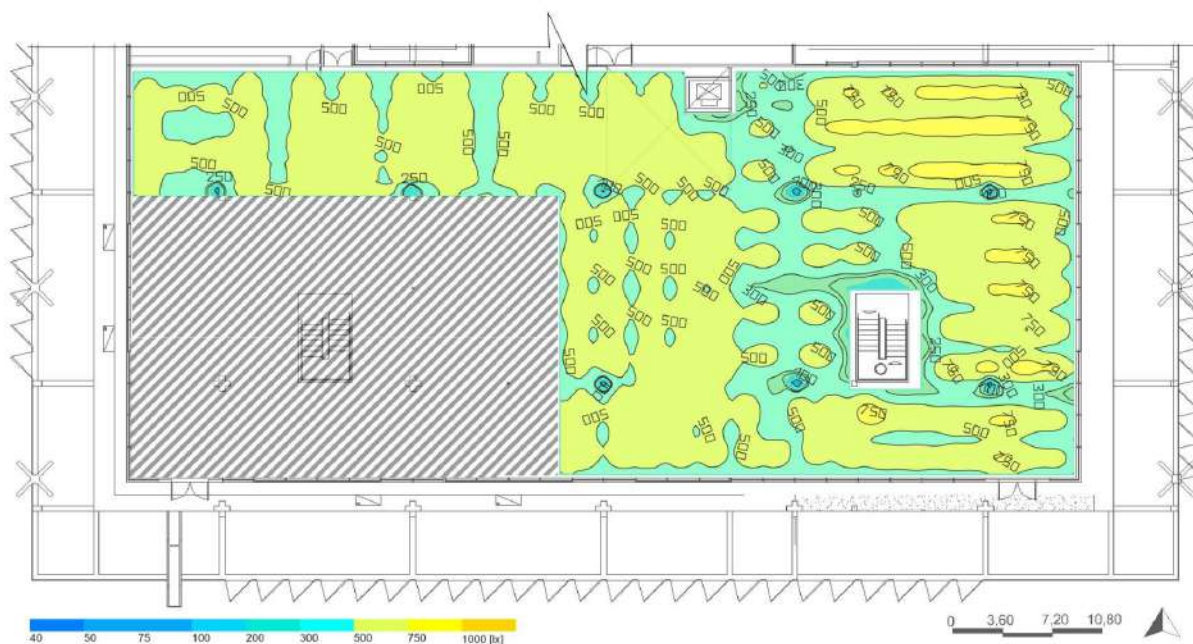


Fonte: da Autora, 2026.

Visto que na configuração atual encontrada na sala de leitura, as luminárias estão instaladas sobre ou entre as nervuras da laje, o que resulta em um arranjo nem sempre compatível com uma iluminação eficiente e tornando-a menos uniforme ao longo do ambiente, com áreas bastante iluminadas e outras escuras, sobretudo no período da noite, quando a luz elétrica é a única disponível. Assim, a grelha possibilita uma distribuição mais homogênea das luminárias, possibilitando também aproximar as luminárias pendentes em regiões de pé direito duplo, nas quais a iluminação vem do pavimento superior e formam áreas bastante escuras.

Além disso, a temperatura de cor adotada foi de 4.000K (luz branca neutra), adequada para ambientes de permanência prolongada, por proporcionar bom equilíbrio entre conforto visual e eficiência. O resultado da simulação referente a proposta de adequação está representado na figura 39.

Figura 39 - Mapas de isoiluminância referentes à simulação da sala de leitura no cenário proposto.



Fonte: da Autora, 2026.

Com essas alterações, a iluminância média do ambiente passou a ser de 546 lx, ou seja, acima do valor mínimo proposto pela norma. Além disso, as manchas em amarelo representam as regiões com os maiores valores de iluminância, diferindo da simulação que representa a situação atual da sala, uma vez que esta apresenta regiões mais iluminadas concentradas na porção voltada para o leste e próximas às prateleiras de livros.

O menor valor alcançado na proposta foi de 270 lx, o que resultou em uma uniformidade de 50%, valor que ainda não é o ideal, mas que representa um desempenho superior aos 10% encontrados na simulação do cenário real.

A INI-C atribui uma densidade de potência de no máximo $8,40 \text{ W/m}^2$ para ambientes de bibliotecas, entretanto embora o ambiente apresente uma densidade de potência instalada abaixo do previsto, que se aproxima $4,30 \text{ W/m}^2$, esse fator não assegura qualidade luminosa. Considerar apenas a densidade da potência por área, quando não associada a critérios luminotécnicos consistentes, pode resultar em níveis insuficientes de iluminação

Dessa forma, evidencia-se que a qualidade da iluminação não depende exclusivamente da potência instalada, mas principalmente da distribuição espacial das luminárias, da eficiência do sistema e das características refletivas do ambiente, sendo possível apresentar baixa densidade de potência e, ainda assim, desempenho luminotécnico insatisfatório.

8 CONCLUSÕES

Considerando que a redução de consumo obtida para a edificação foi de 62,8% em relação ao edifício de referência D, e que o limite mínimo para enquadramento na classe A, foi de 54%, o sistema de iluminação da biblioteca poderia ser classificado como A. Entretanto, como exposto, para essa classificação é necessária a verificação dos critérios de elegibilidade e o cumprimento desses critérios deve corresponder a pelo menos 90% das áreas avaliadas. No caso analisado, nenhum dos critérios foi atendido, dessa forma, o sistema foi enquadrado na classificação “B”.

Isso significa que a biblioteca apresenta um bom desempenho, mas ainda abaixo dos níveis de excelência máxima. Em termos práticos, o edifício classe B é considerado eficiente pois ele consome menos energia que as classificações C, D e E. Mas, apesar de utilizar lâmpadas com baixa potência, o sistema de iluminação não incorpora elementos que elevam o desempenho energético ao nível máximo exigido para a classe A.

Após a análise de cada um dos critérios de elegibilidade, foram propostas adequações baseadas em cada um deles. Essas propostas consistiram na implementação de interruptores para o acionamento local da iluminação em todos os ambientes, na divisão dos circuitos das luminárias próximas às aberturas e no emprego de dispositivos de desligamento automático em ambientes com áreas superiores a 250 m².

Além disso, os resultados referentes à simulação demonstram que, apesar de a classificação energética da biblioteca ter sido elevada, o quesito conforto luminoso não foi atendido, uma vez que os valores obtidos foram insatisfatórios e não atingiram o mínimo proposto pelos normativos. Isso demonstra que o alcance de uma classificação energética elevada não significa, necessariamente, que o ambiente seja confortável, uma vez que a baixa densidade de potência de iluminação instalada não assegura o uso de dispositivos de iluminação suficiente nem uma boa distribuição ao longo dos ambientes, podendo resultar em espaços considerados eficientes, porém pouco confortáveis.

Para a melhoria desse aspecto, foi proposto um novo arranjo do sistema de iluminação na maior sala de leitura da edificação. Esse arranjo considerou melhorar a distribuição das luminárias no espaço, por meio da montagem de uma estrutura metálica que possibilita sua instalação sem depender da configuração da laje nervurada e a implementação de lâmpadas com maior fluxo luminoso, mantendo a mesma potência.

Por fim, é fundamental que os espaços, sobretudo os educacionais, sejam pensados de forma a atender não apenas aos parâmetros de eficiência energética, mas também aos critérios de desempenho e de conforto, valorizando a busca por soluções energeticamente eficientes, porém assegurando que a qualidade luminosa do ambiente seja mantida, a fim de oferecer locais eficientes e de qualidade aos estudantes, uma vez que a iluminação exerce papel direto no bem-estar dos usuários e no desenvolvimento das atividades de leitura e estudo.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/CIE 8995: **Iluminação de ambientes de trabalho** - Parte 1: interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BRAGATTO, N. C. A importância da iluminação nos bares e restaurantes e sua influência no comportamento dos usuários. **Revista Especialize** On-line IPOG, Goiânia, 2013. Acesso em: 05 de Julho. 2025.

BRASIL. Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 out. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110295.htm. Acesso em: 05 maio. 2025.

BRASIL. Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética. Resolução n. 4, de 26 de setembro de 2025. Estabelece os índices mínimos de eficiência energética para edificações novas no país. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, n. 185, p. 225, 30 set. 2025.

BRASIL. Portaria INMETRO n. 309, de 6 de setembro de 2022. Aprova as Instruções Normativas e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para a eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas (INI-C). In: Instrução Normativa INMETRO para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C). [S.l.]: PBE Edifica (site), 2022. PDF disponível em: <https://pbeedifica.com.br/sites/default/files/INI-C_Portaria_309_de_2022_COM%20CA_PA.pdf> Acesso em: 28 ago. 2025.

CASTRO, Adriana Petito de Almeida Silva; BARROS, Isabella Perez de Souza. Avaliação da eficiência energética de uma biblioteca universitária: diagnóstico e propostas de intervenções. **Revista Delos**, [S.L.], v. 18, n. 64, p. 4161, 25 fev. 2025. Brazilian Journals. <http://dx.doi.org/10.55905/rdelosv18.n64-137>.

CRUZ, R. R. et.al. Avaliação do conforto e eficiência energética do Edifício Evandro Freire da UESC aplicando a INI-C. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2024.

DEWES, Claudia. **ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO**: um estudo de caso na escola de educação básica de Araranguá. 2019. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Energia, Departamento de Engenharia de Energia, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2019.

DI TRAPANO, P. BASTOS, L. G. Luz, Saúde e Qualidade de Vida em Instituições de Longa Permanência para Idosos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. Anais. Porto Alegre: ANTAC, 2022.

DPSE – Departamento de Projetos de Arquitetura e Engenharia. **Quanto a UFSC gasta com energia elétrica?** DPAE – Departamento de Projetos de Arquitetura e Engenharia, Florianópolis, 01 fev. 2017. Disponível em: <https://dpae.ufsc.br/2017/02/01/gasto-ufsc-energia-eletrica/>. Acesso em: 10 jul. 2025.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2024**: ano base 2023. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2024>. Acesso em: 31 mai. 2025.

FREO, C. M. **ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO BENEFICENTE OURO BRANCO**. 2013. 92 f. TCC - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Fundação Universidade Federal do Pampa., Alegrete, 2013.

INMETRO, Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia-. **Instrução Normativa do Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas** (INI-C). Portaria no 309/2022 do INMETRO, dez. 2022. <http://sistema-sil.inmetro.gov.br/rtac/RTAC002989.pdf>

SANTOS, K. M. **Características do Brutalismo na Arquitetura**. 2023. 8 f. Monografia (Especialização) - Curso de Design de Interiores, Escola de Belas Artes, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2023.

LabEEE. Aplicação da INI-C: módulo 01, parte 01/02 – Conteúdo Introdutório. YouTube, 29 de junho de 2023. Disponível em: <https://youtu.be/YoByHpqQaY?si=HCIMbIv-vYzcdG3e>. Acesso em: 15 jun. 2025

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2014.

LERCO, F. M. **ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE CAMPO MOURÃO-PR CONFORME O PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – PROCEL EDIFICA**. 2015. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Coordenação de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

MONTEIRO, et al. Potencial de integração da luz natural na INI-C em edificação de ensino . In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–11. DOI: 10.46421/entac.v19i1.2068.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Selo Procel leva mais economia e sustentabilidade aos brasileiros. *Ministério de Minas e Energia*, 11 set. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/selo-procel-leva-mais-economia-e-sustentabilidade-aos-brasileiros>. Acesso em: 15 Jul. 2025.

MOSER, M. F. **APLICAÇÃO DO MÉTODO PRESCRITIVO DE ETIQUETAGEM EM EDIFICAÇÕES NO CAMPUS MATO ALTO**: uma discussão entre a eficiência energética e o conforto ambiental de seus usuários. 2019. 95 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Energia, Departamento de Engenharia de Energia, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2019

PBE EDIFICA. **Anexo I Portaria N° 309, De 6 De Setembro De 2022, Ini-C**: Instrução Normativa Inmetro para Classificação da Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas | PBE EDIFICA. 2022. Disponível em: <https://pbeedifica.com.br/inic> Acesso em: 20 nov. 2025.

PBE EDIFICA. **Edificações públicas federais** | PBE EDIFICA. 2020. Disponível em: <https://www.pbeedifica.com.br/etiquetagem/publica/manuais> Acesso em: 15 Jul. 2025.

PBE EDIFICA. **Interface INI-C: Instrução Normativa Inmetro para Classificação da Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas** | PBE EDIFICA. 2025. Disponível em: <https://pbeedifica.com.br/interface-ini-c/> Acesso em: 01 Out. 2025.

PBE EDIFICA. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas** | PBE EDIFICA. 2013. Disponível em: https://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Port372-2010_RTQ_Def_Edificacoes-C_rev01.pdf Acesso em: 15 Jul. 2025.

RAMOS, D. Q. et al. **AValiação da Iluminação Natural em Salas de Aula**: estudo de caso nas escolas públicas de Teresina-pi. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. Anais [...] . Florianópolis, 2006. p. 779-790.

RIBEIRO, A. D. **AValiação da Iluminação em Escola Pública do Ensino Médio Integral em Aracaju/SE**: estudo de caso em salas de aula.. 2023. 118 f. TCC (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Sergipe, Laranjeiras, 2023.

SOBREIRA, S. G. A. **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA A ILUMINAÇÃO**. 2017. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

SOUZA, A. M. C. Eficiência Energética na UFS. Portal UFS – Universidade Federal de Sergipe, 13 jan. 2020. Disponível em: <https://eficienciaenergetica.ufs.br/conteudo/60584-eficiencia-energetica-na-ufs>. Acesso em: 25 ago. 2025.

SOUZA, J. A. et al. Casa eficiente: volume II – Consumo e geração de energia. Florianópolis: Eletrosul Centrais Elétricas S.A.; Universidade Federal de Santa Catarina, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE, 2009.

TRINKLEY, M. **considerações sobre preservação na construção e reforma de bibliotecas**: planejamento para preservação. 2. ed. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2001. 116 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE. Eficiência Energética na UFS. Portal UFS, 2020. Disponível em: <https://eficienciaenergetica.ufs.br/conteudo/60584-eficiencia-energetica-na-ufs>. Acesso em: 23 Dez. 2025.

VETTER, C.; PATTISON, P. M.; HOUSER, K.; HERF, M.; PHILLIPS, A.J.K.; WRIGHT, K. P.; SKENE, D. J.; BRAINARD, G. C.; BOIVIN, D. B.; GLICKMAN, G. A Review of Human Physiological Responses to Light: Implications for the Development of Integrative Lighting Solutions. **LEUKOS- Journal of Illuminating Engineering Society of North America**, 2021. <https://doi.org/10.1080/15502724.2021.1872383>

ANEXOS

ANEXO 1 - Interface da Planilha Eletrônica utilizada para os cálculos e disponibilizada pelo PBE Edifica



Legenda:

Preencher

Escolher na lista

Não preencher (Fórmula)

Opcional

ILUMINAÇÃO

Integração com iluminação Natural	
Área iluminada [m²]	0,00
DPI Real [W/m²]	0,00
Coefficiente "n":	

Método do edifício completo

No método do edifício completo, você deve interpretar o edifício como um todo, separando-o em, no máximo, três atividades principais. Neste método, você pode realizar o levantamento das potências de iluminação agrupando as áreas, de acordo com as atividades principais. Para isso, é possível utilizar a planilha de apoio logo abaixo, na qual você pode listar os ambientes, identificando as áreas, potências de iluminação e verificando os requisitos de elegibilidade para classificação A, que deve ser feita por ambientes. Ao final, o cálculo da classificação é agrupado pelas partes da edificação (no máximo três).

É considerada uma atividade principal caso a área que abrange a atividade represente mais de 30% da área da edificação. Por exemplo, no caso de um edifício de escritórios de 20 andares sendo 2 andares de garagem, a única atividade principal seria escritório, e garagem não é contabilizada como atividade principal.

Tipologia Predominante da edificação:	Hospedagem
Consumo limite Classe D (kWh/ano):	0
Consumo limite Classe A (kWh/ano):	0

Parte da Edificação	Área iluminada (m²)	Especificar Tipologia [Anexo A]	Atividade [Tabela B.III.2]	Horas de Ocupação	Número de dias	Densidade de Potência de Iluminação Limite para D (DPI ref) [W/m²]	Densidade de Potência de Iluminação Limite para A [W/m²]	Potência de Iluminação Total Real (PITreal) [W]	Consumo (kWh/ano)		
									Referência	Real	
Áreas de Uso Comum	0,00	Hospedagem	Hotel	12,00	365,00	15,70	8,10	0,00	0,00	0,00	
Quartos	0,00	Hospedagem	Hospedagem, dormitório	12,00	365,00	9,60	6,60	0,00	0,00	0,00	
								0,00	0,00	0,00	
Planilha de apoio para o método do edifício completo:											
Ambiente	Parte da edificação	Área iluminada (m²)	Repetição	Previsão de projeto lumotécnico	Potência de iluminação com controle automatizado [W]	Potência de iluminação sem controle automatizado [W]	potência instalada [W]	Fator de ajuste de potência (FAP)	Potência de iluminação Real [W]		
										0,00	

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Levantamento das potências das luminárias do projeto

AMBIENTES	TIPO DE LUMINÁRIA	POTÊNCIA DA LUMINÁRIA (w)	QTE. LUMINÁRIAS	POTÊNCIA INSTALADA (W)
Acervo Geral	18 W	36	189	6804
Serviço	18 W	36	14	504
Informática	18 W	36	30	1080
Diale	18 W	36	8	288
Obras de Ref.	18 W	36	8	288
empréstimo e dev	18 W	36	10	360
Circulação/ Recepção	18 W	36	85	3060
Obras em Reserva	18 W	36	12	432
Salão de Exposição	18 W	36	30	1080
G. Volumes	18 W	36	4	144
Copa	18 W	36	4	144
Atendimento Periódico	18 W	36	6	216
Acervo e Leitura	18 W	36	207	7452
Banheiro 01	18 W	36	6	216
Banheir0 02	18 W	36	12	432
atrás do mezanino	18 W	36	31	1116
Sala de leitura (mezanino)	18 W	36	22	792
Depósito 1	18 W	36	9	324
Estudo individual 01	18 W	36	50	1800
Documentação Oficial	18 W	36	43	1548
Secretaria	18 W	36	12	432
Depósito 2	18 W	36	2	72
Direção	18 W	36	12	432
wc direção	18 W	36	1	36
Intercâmbio/ aquisição	18 W	36	20	720
sala de reunião	18 W	36	12	432
Circulação	18 W	36	24	864
Obras Raras e Luxo 03	18 W	36	11	396
Documentação Sergipana	18 W	36	39	1404
Obras raras e Luxo	18 W	36	6	216
Banheiro 02	18 W	36	6	216
Diprot	18 W	36	55	1980
Sala de leitura 02	18 W	18	3	54

Sala de leitura 02	18 W	36	29	1044
Auditório	18 W	36	12	432
BDTD 1	18 W	36	3	108
HALL	18 W	36	10	360
HALL 2.0	18 W	36	10	360
WC F/M	18 W	36	5	180
Copa	18 W	36	6	216
Circulação de serviço	18 W	36	3	108
Conservação	18 W	36	3	108
Hall 3.0	18 W	36	11	396
Estudo individual 02	18 W	36	44	1584
Hall 4.0	18 W	36	11	396
Banheiro (pcd)	18 W	18	2	36
Banheiro 3	18 W	36	3	108
Documentação sergipana.	18 W	36	43	1548
Depósito 3	18 W	36	5	180
BDTD 02	18 W	36	5	180
Arquivo	18 W	36	2	72
Sala de acervo	18 W	36	10	360
Escadas e elevadores	18 W	36	62	2232
Obras Raras e De Luxo 02	18 W	36	6	216