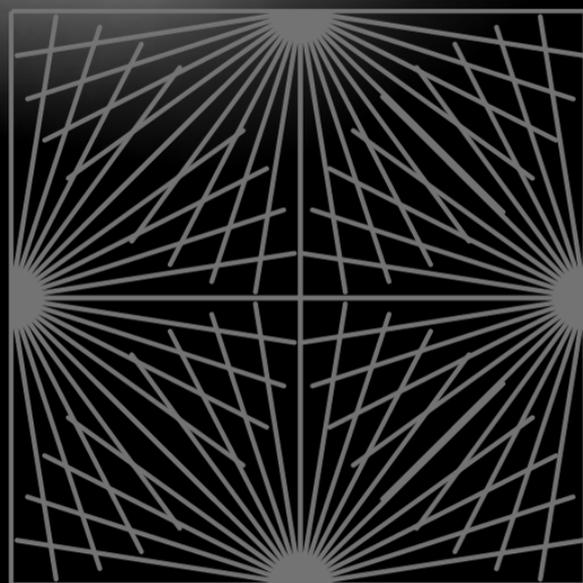
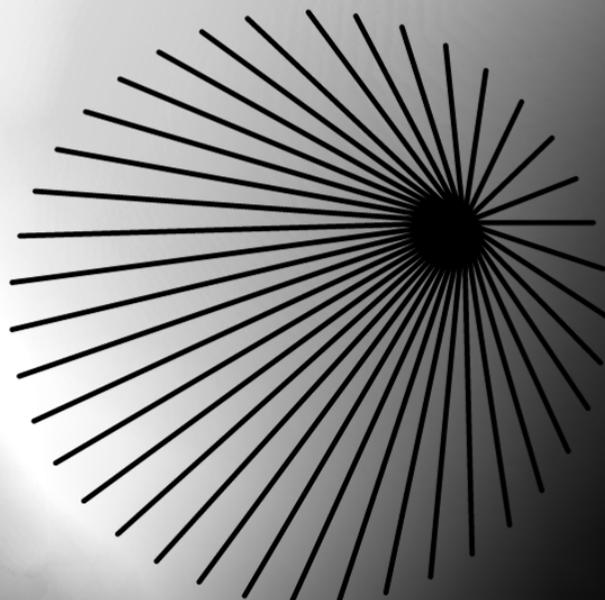


**AVALIAÇÃO DA  
ILUMINAÇÃO EM  
ESCOLA PÚBLICA  
DO ENSINO MÉDIO  
INTEGRAL EM  
ARACAJU - SE:**

**ESTUDO DE CASO  
EM SALAS DE AULA**



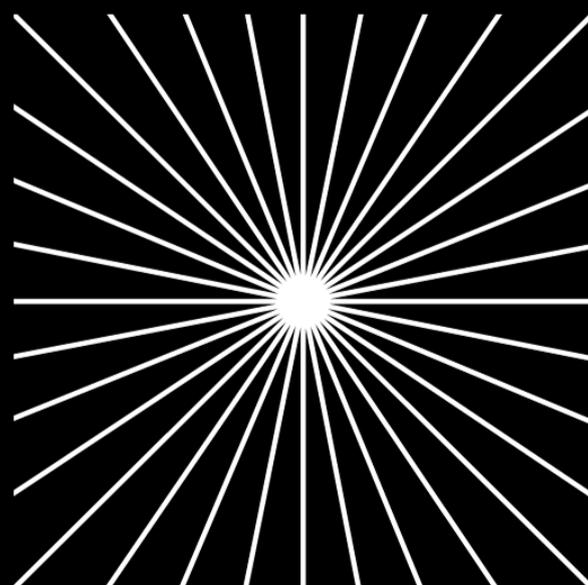
**PALAVRAS CHAVES:**

CONFORTO LUMINOSO

SALAS DE AULA

DESEMPENHO LUMINOSO

ANGÉLICA DÓRIA | 2023  
DAU | UFS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

ANGÉLICA DÓRIA RIBEIRO

**AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO EM ESCOLA PÚBLICA DO ENSINO MÉDIO INTEGRAL  
EM ARACAJU/SE: Estudo de caso em salas de aula.**

LARANJEIRAS-SE

2023

ANGÉLICA DÓRIA RIBEIRO

**AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO EM ESCOLA PÚBLICA DO ENSINO MÉDIO INTEGRAL  
EM ARACAJU/SE: Estudo de caso em salas de aula.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Sergipe como requisito para a obtenção do título de bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador(a): Prof. Dr. Italo César Montalvão Guedes.

Coorientador(a): Prof. Dr. Pedro Vítor Sousa Ribeiro.

LARANJEIRAS - SE

2023

ANGÉLICA DÓRIA RIBEIRO

**AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO EM ESCOLA PÚBLICA DO ENSINO MÉDIO INTEGRAL  
EM ARACAJU/SE: Estudo de caso em salas de aula.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 18 de outubro de 2023 à seguinte banca  
examinadora:

---

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

---

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

---

Prof. Me Agripino Da Silva Costa Neto (Examinador interno)  
Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Sergipe

---

Ma. Juliana Silva Almeida Santos (Examinador externo)  
Universidade Federal do Espírito Santo

LARANJEIRAS - SE

2023

**Dedico este trabalho  
*in memoriam* ao meu  
“voinho” Edinaldo, a  
pessoa mais sábia que já  
conheci.**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, somente o Senhor sabe o quanto lutei para conseguir chegar até aqui. O quanto pedir por orientação e discernimento para minhas escolhas, por ser sempre um guia em minha vida.

Aos meus pais, Golda-Meir e Samuel, agradeço profundamente por acreditarem sempre em mim e apoiarem incondicionalmente os meus sonhos, tudo só foi possível por seu apoio. A minha “mainha” que sempre orou, aconselhou e esteve ao meu lado, dando de tudo como pode para que eu conseguisse chegar até aqui. A minha irmã Stefany, por ser minha inspiração e sempre incentivar a ser quem sou, principalmente em seguir meus sonhos. Ao meu irmão, Victor, que mesmo reclamando, me apoiou nessa jornada.

Agradeço imensamente aos meus amigos Stefany(Tete), Clécia, Vitória, Eryane, Allan, Victor, Raynnara e Michele, os quais tenho um enorme carinho, sem vocês me animando, escutando e aconselhando não sei o que seria de mim. Obrigada por todas as palavras de incentivo, carinho e também de preocupação. Vocês foram fundamentais para tornar minha vida mais leve.

Agradeço em especial a Victor Gabriel, que esteve comigo em toda essa etapa da minha vida acadêmica. Muito obrigada amigo, por ouvir, incentivar e me apoiar, além de auxiliar em várias etapas da pesquisa mesmo não tendo noção do que seria. Obrigada por sempre topas minhas loucuras.

Aos meus amigos que a UFS me presenteou, Victória, Lázaro, Isadora, Bruna, Juliana, Rosa e Inara. Vocês me acolheram de uma forma inigualável, obrigada pelas trocas, pelas madrugadas juntos estudando, pelos momentos de risos e até os de choro. Obrigada por sempre acreditarem em mim - mesmo nos momentos em que eu mesma não acreditava -, principalmente agradeço pela amizade que cultivamos.

Ao meu orientador Ítalo Montalvão, por aceitar fazer parte deste momento! Obrigada pela disponibilidade, por todos os conhecimentos transmitidos durante a graduação e em especial no meu trabalho de conclusão de curso. Agradeço pela confiança depositada em meu trabalho.

Ao meu Co-orientador Pedro Ribeiro, sou grata por aceitar participar dessa pesquisa! Obrigada por auxiliar, apoiar e mergulhar comigo na temática, por toda a disponibilidade e conhecimentos. Como também obrigada por ter sido a pessoa que despertou meu interesse pela área de conforto luminoso, durante a disciplina de Conforto ambiental.

À equipe diretiva do Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares Queiroz, em especial ao Diretor César Estrelado, agradeço por receber de braços abertos e permitir que a pesquisa fosse realizada na instituição.

Por fim, estendo meu agradecimento a todas as pessoas, que contribuíram, de diversas formas, durante e na conclusão desta etapa importante. Muito obrigada!

“A luz está para a arquitetura  
assim como a poesia  
está para a literatura  
ambas carecem de corpos sensíveis  
para serem vistas.”  
(CABÚS, 2010)

## RESUMO

RIBEIRO, Angélica Dória. **AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO EM ESCOLA PÚBLICA DO ENSINO MÉDIO INTEGRAL EM ARACAJU/SE: Estudo de caso em salas de aula.** 118 páginas. Monografia (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) - Campus Laranjeiras, 2023.

A implementação do Ensino Médio Integral em escolas públicas de Aracaju-SE aconteceu gradualmente nos últimos anos. Com isso, o aluno começou a passar mais tempo do seu dia na sala de aula, visto isto, a iluminação é um dos principais condicionantes ambientais que mais afeta os alunos. Sendo assim, com o decorrer do tempo, quando o ambiente apresenta más condições de iluminação podem ser gerados problemas visuais como a fadiga, prejudicando a percepção e assimilação dos alunos. É dentro desse contexto e da importância da escola para a sociedade que o presente trabalho de conclusão de curso tem como objetivo avaliar as condições da iluminação em salas de aula de uma instituição de ensino da rede pública que adotou a modalidade Ensino Médio Integral, no município de Aracaju-SE. A pesquisa foi realizada por meio de análise quantitativa da iluminação natural e artificial, com medições *in loco* seguindo as recomendações da NBR 15215-4 e da NBR ISO/CIE 8995-1. Os resultados da pesquisa demonstraram que as salas de estudo não conseguiram alcançar os valores determinados pelas normas de desempenho. Por fim, este trabalho será uma contribuição para evidenciar a necessidade de estudos relacionados à iluminação em escolas públicas, visando destacar a importância do conforto luminoso em salas de aula.

**Palavras-chave:** Escolas públicas do ensino médio Integral; sala de aula; conforto luminoso; desempenho luminoso.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 01: Noção de intensidade luminosa.....   | 21 |
| Figura 02: Fisiologia da produção de Melatonina.....  | 28 |
| Figura 03: Mapa de localização do município de Aracaju-SE.....  | 35 |
| Figura 04: Mapa de identificação de escolas com ensino médio integral em reforma.....                             | 36 |
| Figura 05: Mapa de identificação de escolas de ensino integral somente com ensino médio...<br>37                  |    |
| Figura 06: Mapa macro de localização do Centro de Excelência Djenal Tavares Queiroz....                           | 39 |
| Figura 07: Mapa macro de localização do Centro de Excelência Djenal Tavares Queiroz....                           | 40 |
| Figura 08: Linha do tempo, reformas Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz...<br>42                  |    |
| Figura 09: Sala de aula com tecido tnt nas janelas.....   | 43 |
| Figura 10: Sala de aula com tecido tnt nas janelas.....   | 43 |
| Figura 11: Sala de aula com cortinas compradas pelos alunos.....  | 44 |
| Figura 12: Formato padrão de escolas públicas em Aracaju-SE.....  | 45 |
| Figura 13: Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz imagem satélite.....                               | 45 |
| Figura 14: Identificação de volumes - Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz..<br>46                 |    |
| Figura 15: Fachada Oeste do Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz.....                              | 47 |
| Figura 16: Fachada Leste do Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz.....                              | 47 |
| Figura 17: Fachada Sul do Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz.....                                | 48 |
| Figura 18: Planta de setorização segundo pavimento do Centro de Excelência Gov. Djenal<br>Tavares de Queiroz..... | 50 |
| Figura 19: Sala de aula 07.....   | 51 |
| Figura 20: Sala de aula 08.....   | 51 |
| Figura 21: Sala de aula 09.....   | 52 |
| Figura 22: Sala de aula 10.....   | 52 |
| Figura 23: Segunda visita ao colégio - levantamento cadastral.....  | 53 |
| Figura 24: Sala 07 - abertura obstruída.....  | 54 |
| Figura 25: Sala 07 - Luminárias/Lâmpadas.....   | 55 |
| Figura 26: Sala 08 - Abertura com obstrução.....  | 56 |
| Figura 27: Sala 08 - Luminárias/Lâmpadas.....   | 57 |
| Figura 28: Sala 09 - Luminárias/Lâmpadas.....   | 58 |
| Figura 29: Sala 10 - Abertura com obstrução com cartolina.....  | 59 |
| Figura 30: Sala 10 - Abertura com obstrução com tecido tnt.....   | 60 |
| Figura 31: Sala 10 - Abertura com proteção solar.....   | 60 |
| Figura 32: Sala 10 - Luminárias/Lâmpadas.....   | 61 |
| Figura 33: Equipamento escolhido para a medição in loco da iluminação artificial.....                             | 62 |
| Figura 34: Malha de pontos, sala de aula 07.....  | 68 |
| Figura 35: Malha de pontos, sala de aula 08.....  | 69 |
| Figura 36: Malha de pontos, sala de aula 09.....  | 70 |
| Figura 37: Malha de pontos, sala de aula 10.....  | 71 |
| Figura 38: Malha de pontos, sala de aula 07.....  | 78 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 39: Gráfico de superfície de contorno com valores de FLD(%).....                                 | 80 |
| Figura 40: Gráfico de superfície de contorno com valores de iluminância artificial - lux.....           | 83 |
| Figura 41: Malha de pontos, sala de aula 08.....  | 85 |
| Figura 42: Gráfico de superfície de contorno com valores de iluminância artificial - lux.....           | 87 |
| Figura 43: Malha de pontos, sala de aula 09.....  | 89 |
| Figura 44: Gráfico de superfície de contorno sala 9, com valores de iluminância artificial - lux.<br>91 |    |
| Figura 45: Malha de pontos, sala de aula 10.....  | 93 |
| Figura 46: Gráfico de superfície de contorno com valores de FLD(%).....                                 | 95 |
| Figura 47: Gráfico de superfície de contorno com valores de iluminância - lux.....                      | 98 |

### **LISTA DE QUADROS**

|   |    |
|---|----|
| Quadro 01: Recomendações de iluminação..... | 67 |
|---|----|

### **LISTA DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 01: Valores de iluminância indicados pela NBR ISO/CIE 8995-1 (2013).....    | 23 |
| Tabela 02: Refletâncias úteis para superfícies internas.....                       | 24 |
| Tabela 03: Quantidade mínima de pontos a serem medidos.....                        | 64 |
| Tabela 04: Tamanho das malhas.....   | 66 |
| Tabela 05: Valores de Fator de luz do dia (FLD) associados a impressão visual..... | 75 |
| Tabela 06: Valores mínimos de valor de FLD exigidos.....                           | 75 |
| Tabela 07: Valores de iluminância interna - lux .....                              | 79 |
| Tabela 08: Valores de iluminância externa - lux.....                               | 79 |
| Tabela 09: Valores de iluminância externa corrigidos - lux.....                    | 79 |
| Tabela 10: Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação desligada.....         | 82 |
| Tabela 12: Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação desligada.....         | 86 |
| Tabela 13: Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação ligada.....            | 86 |
| Tabela 14: Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação desligada.....         | 90 |
| Tabela 15: Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação ligada.....            | 90 |
| Tabela 16: Valores de iluminância interna - lux.....                               | 94 |
| Tabela 17: Valores de iluminância externa - lux.....                               | 94 |
| Tabela 18: Valores de iluminância externa corrigidos - lux.....                    | 94 |
| Tabela 19: Valores de FLD, sala 10.....  | 96 |
| Tabela 20: Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação desligada.....         | 97 |
| Tabela 21: Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação ligada.....            | 97 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|        |   |
|--------|---|
| ABNT   | Associação Brasileira de Normas Técnicas                                |
| APOs   | Avaliações Pós Ocupação   |
| BRE    | Building Research Establishment   |
| BREEAM | Building Research Establishment Environmental Assessment<br>Methodology |
| CIE    | Commission Internationale De L'éclairage                                |
| FECE   | Fundo de Construções Escolares  |
| FDE    | Fundação para o Desenvolvimento da Educação                             |
| FLD    | Fator de Luz do Dia   |
| FNDE   | Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação                           |
| IMVP   | International Motor Vehicle Program                                     |
| IRC    | Índice de Reprodução de Cor   |
| ISO    | International Organization for Standardization                          |
| LDB    | Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional                          |
| MEC    | Ministério da Educação  |
| NBR    | Normas Brasileiras  |
| OMS    | Organização Mundial de Saúde  |
| SAD    | Seasonal Affective Disorder   |
| SEDUC  | Secretaria de Estado da Educação e Cultura                              |
| SEED   | Secretaria de Estado da Educação de Sergipe                             |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO</b>   | <b>13</b> |
| OBJETIVOS   | 15        |
| <b>1 CONFORTO LUMÍNICO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> | <b>18</b> |
| 1.1 CONFORTO LUMÍNICO   | 18        |
| 1.1.1 Iluminação Natural  | 19        |
| 1.1.2 Iluminação Artificial como complementar a Natural                   | 20        |
| 1.2 A LUZ - PRINCIPAIS CONCEITOS  | 21        |
| 1.2.1 Fluxo Luminoso e Intensidade Luminosa                               | 21        |
| 1.2.2 Iluminância   | 22        |
| 1.2.3 Luminância  | 23        |
| 1.2.4 Ofuscamento   | 24        |
| 1.2.5 IRC: Índice de Reprodução de Cor                                    | 25        |
| 1.3 INFLUÊNCIA E EFEITOS DA ILUMINAÇÃO NO CORPO HUMANO.                   | 25        |
| 1.3.1 A Luz: Os efeitos sobre a saúde e visão                             | 25        |
| 1.4 A ILUMINAÇÃO E A ARQUITETURA ESCOLAR                                  | 29        |
| 1.4.1 Considerações sobre a Arquitetura Escolar                           | 30        |
| 1.4.2 A Iluminação em Escolas: Referências Importantes                    | 32        |
| <b>2 ANÁLISE DO OBJETO DE ESTUDO</b>                                      | <b>34</b> |
| 2.1 CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DO OBJETO DE ESTUDO                            | 34        |
| 2.2 O OBJETO DE ESTUDO - RELAÇÃO COM O ENTORNO                            | 38        |
| 2.3 CARACTERÍSTICAS ARQUITETÔNICAS E HISTÓRIA DA EDIFICAÇÃO.              | 41        |
| <b>3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO</b>   | <b>49</b> |
| 3.1 ESCOLHA DA SALA   | 49        |
| 3.2 CARACTERÍSTICAS DOS AMBIENTES ANALISADOS                              | 53        |
| 3.3 MÉTODOS DE MEDIÇÃO DA ILUMINAÇÃO                                      | 62        |
| 3.3.1 Escolha do aparelho de medição                                      | 62        |
| 3.3.2 Método de medição da iluminação natural                             | 63        |
| 3.3.2.1 Estratégia e medição da iluminância - Iluminação natural          | 63        |
| 3.3.3 Método de medição da iluminação artificial                          | 65        |
| 3.3.3.1 Estratégia e medição da iluminância - Iluminação artificial       | 65        |
| 3.4 MÉTODOS ADOTADOS PARA ILUMINAÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL.                | 67        |
| 3.4.1 Método adotado para cálculo das malhas - natural e artificial.      | 67        |
| 3.5 PROCEDIMENTOS DE CÁLCULOS   | 73        |
| 3.5.1 Demonstração de cálculo adotado para a iluminação natural           | 73        |
| 3.5.2 Demonstração de cálculo adotado para a iluminação artificial        | 76        |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>  | <b>77</b> |
| 4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS MEDIÇÕES IN LOCO - SALA 07.        | 77        |
| 4.1.1 Análise iluminação natural - Sala 07                                | 78        |
| 4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS MEDIÇÕES IN LOCO - SALA 08.        | 84        |
| 4.2.1 Análise iluminação artificial - Sala 08                             | 84        |

|  |            |
|--|------------|
| 4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS MEDIÇÕES IN LOCO - SALA 09.                               | 88         |
| 4.3.1 Análise iluminação artificial - Sala 09  | 88         |
| 4.4.1 Análise iluminação natural - Sala 10   | 92         |
| 4.4.2 Análise iluminação artificial - Sala 10  | 96         |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>  | <b>99</b>  |
| <b>REFERÊNCIAS</b>   | <b>100</b> |
| <b>APÊNDICES</b>   | <b>104</b> |
| APÊNDICE A: CHECKLIST DE DADOS E MEDIÇÕES  | 104        |
| APÊNDICE B: DADOS E MEDIÇÕES - ILUMINAÇÃO NATURAL  | 107        |
| APÊNDICE C: DADOS E MEDIÇÕES - ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL   | 109        |
| <b>ANEXOS</b>  | <b>111</b> |
| ANEXO A: CARTA DE APRESENTAÇÃO A EQUIPE DIRETIVA DO CENTRO DE EXCELÊNCIA DJENAL TAVARES QUEIROZ. | 111        |

## INTRODUÇÃO

A iluminação é um dos aspectos do ambiente escolar que interfere diretamente no aprendizado do aluno, visto que a luz é fundamental à visão, sentido utilizado como receptor de informações (Bertolotti, 2007). No decorrer da vida, as más condições de iluminação dos ambientes podem gradativamente gerar problemas como a fadiga visual, sendo, no ambiente escolar, um empecilho para a aprendizagem dos discentes. Ademais, quando a distribuição de luz não é uniforme no ambiente interno há a possibilidade de desconforto visual aos usuários, fruto de ofuscamentos e reflexos (Cardoso, 2006).

O uso da iluminação natural é preferível nas edificações, principalmente em instituições de ensino, uma vez que a luz natural controla ciclos no corpo do ser humano, melhorando o seu desempenho. Ademais, é possível contar com a luz solar durante todo o dia, uma vez que o Brasil é um país tropical e recebe grandes taxas de radiação solar por estar situado entre os trópicos. A luz solar, nesse contexto, varia durante o dia e a disponibilidade de luz depende também das condições climáticas. Sendo assim, faz-se necessário a aplicação complementar da iluminação artificial para um melhor desempenho quando as condições de iluminação natural não sejam satisfatórias (Lopes, 2006).

No que diz respeito à legislação voltada para o ensino básico no Brasil, em 2017, foi sancionada a lei que propõe modificações no ensino básico brasileiro, alterando a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Sendo uma das mudanças a estrutura do ensino médio, o qual conforme o Art. 4, inciso I, deverá ampliar a carga horária mínima anual de 800 para 1000 horas anuais até o ano de 2022 (Brasil, 2017). Ainda mais, o Ministério da Educação, por meio da Portaria nº 1.145 (Brasil, 2016) que foi substituída pela Portaria nº 727 (Brasil, 2017), estabeleceu o Programa de Fomento à implementação de Escolas em Tempo Integral, e a Lei nº 13.415 (Brasil, 2017) instituiu a Política de Fomento à implementação de Escolas em Tempo Integral. Logo após o estabelecimento das portarias, vários estados começaram a implementar o Ensino Médio Integral nas

escolas da rede estadual, não foi diferente no estado de Sergipe que desde 2018 implementa escolas dessa modalidade. Anteriormente à lei federal, no estado de Sergipe foi instituída a lei que estabelece que a educação em tempo integral deve ser ofertada em no mínimo 50% das escolas públicas até 2024 (Sergipe, 2015).

Nota-se que o aluno passou a permanecer mais tempo nas salas de aula com a implementação da nova modalidade de Ensino Médio da rede de ensino público. O ambiente escolar transformou-se no local em que os alunos passam a maior parte do seu dia, visto isto, as condições ambientais, principalmente as de iluminação, afetam o ensino e a aprendizagem dos discentes. Segundo Bertolotti (2007), através de ensaios laboratoriais é comprovado que as fontes luminosas com maiores espectros oferecem mais luz útil para os olhos, sendo a luz natural a que oferece maior amplitude de espectros.

Diante da ampliação do Ensino Médio Integral na capital sergipana e o aumento no número de alunos inscritos na nova modalidade, identifica-se a necessidade de avaliar o desempenho luminoso das salas de aula dos colégios que aderiram a nova tipologia de ensino, uma vez que, a permanência dos alunos em sala de aula aumentou.

Segundo Lopes (2006), para experimentar e aproveitar o ambiente construído de maneira integral é necessário utilizar todos os sentidos e a visão é o principal sentido que auxilia a compreensão da arquitetura. Sendo assim, somando a experiência pessoal da autora, em ter estudado em colégios públicos, e ter conhecimento das dificuldades relacionadas à iluminação em salas de aula, é que a problemática do trabalho se estrutura na avaliação da iluminação.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GERAL

Avaliar as condições de iluminação natural e artificial de salas de aulas existentes em uma instituição de ensino da rede pública de Aracaju-SE, na qual foi implementado o Novo Ensino Médio Integral.

### OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Analisar a tipologia arquitetônica, inserção urbana e importância do edifício da instituição de ensino escolhida.
- Avaliar o desempenho da iluminação natural e artificial por meio de medições *in loco*.

Para alcançar os objetivos da pesquisa, foram delineadas as etapas metodológicas descritas a seguir:

Primeiramente foi realizado levantamento bibliográfico dos principais autores que abordam conforto, conforto lumínico, conceitos de iluminação, como SCHMID(2005); MOREIRA(1999); VIANNA, GONÇALVES(2001); BERTOLOTTI(2007) e outros autores importantes, como também pesquisas sobre efeitos da luz no corpo humano, como BRYAN(1998); BOYCE *et al.*(2003), entre outros, e bem como pesquisa sobre arquitetura escolar, como ARTIGAS (2004); DIAS (2011); BERGER; ALMEIDA (2004).

Logo após, foi realizado o levantamento de normas e documentações referentes à iluminação em projetos escolares, como também sobre iluminação em geral. Para continuar a etapa de levantamento documental foram realizadas coletas de dados em órgãos como Secretaria de Estado da Educação de Sergipe (SEDUC) referentes a documentação sobre o objeto de estudo, como plantas técnicas da edificação e demais documentos relativos ao projeto arquitetônico, como também dados sobre a escola.

Além disso, aconteceram avaliações técnicas referentes ao desempenho lumínico das salas de aula escolhidas do objeto de estudo, por meio de medições *in loco* do fator de luz do dia para a iluminação natural e da iluminância e uniformidade da iluminância para a iluminação artificial, conforme preconizado nas normas NBR 15215-4 (ABNT, 2005) e NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013). Por fim, os resultados obtidos foram analisados através das metodologias mencionadas anteriormente.

Para melhor compreensão do texto, o trabalho se inicia com uma contextualização na introdução, que apresenta a temática e o contexto abordado. Em sequência, será mostrada a discussão explorada nos próximos quatro capítulos, apresentando detalhadamente o desenvolvimento e a análise dos resultados obtidos. Por fim, são apresentadas as conclusões finais, que fornecem uma síntese dos argumentos e dados expostos e apontam reflexões relevantes para a área de pesquisa do presente trabalho.

O primeiro capítulo, intitulado “Conforto Lumínico no ambiente construído: fundamentação teórica”, tem como intuito explicar determinados conceitos da iluminação, como também a associação da mesma com o conforto luminoso, procurando auxiliar no entendimento dos principais aspectos que podem atuar no conforto lumínico do ambiente construído. O capítulo em questão é dividido em quatro subtópicos: “Conforto lumínico, onde é tratado sobre os conceitos de conforto; conforto lumínico; iluminação natural e a iluminação artificial como suplementar a natural, no qual são abordados conceitos de conforto e iluminação com ênfase no ponto de vista lumínico; “A luz - principais conceitos” aborda as principais grandezas fotométricas relacionadas com o enfoque da pesquisa e alguns efeitos da luz; “Influência e efeitos da iluminação no corpo humano”, apresenta as influências da luz sobre as três seguintes áreas - a visibilidade, a saúde física e a saúde mental - abordando desde ciclos biológicos até os efeitos na visão; “A Iluminação e a Arquitetura Escolar”, o tópico aborda considerações sobre a arquitetura escolar pública no Brasil e em Aracaju-SE, como também apresenta algumas referências importantes da iluminação em escolas como as Normas

Brasileiras (NBRs) e os cadernos técnicos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE).

O segundo capítulo, “Análise do objeto de estudo”, apresenta os critérios adotados para a escolha da edificação que será o objeto de estudo da presente pesquisa. Como também apresenta o colégio escolhido e dados referentes às suas características arquitetônicas e sua relação com o entorno.

No terceiro capítulo, chamado “Métodos de Avaliação”, são descritos os procedimentos metodológicos da avaliação, delimitando as técnicas de coleta de dados, empregues para a construção do trabalho. Como também apresenta as características dos ambientes escolhidos no objeto de estudo utilizado para a realização das medições e aplicação de análises subjetivas; e ainda apresenta como são verificados os dados.

No quarto capítulo, intitulado “Resultados e discussões”, são apresentados os dados dos resultados obtidos mediante a utilização da metodologia descrita no trabalho por meio de tabelas e gráficos, os associando a outras análises levantadas ao decorrer do trabalho. No último capítulo “Considerações finais”, são apresentados uma associação dos resultados obtidos através da aplicação da metodologia adotada juntamente com os conhecimentos teóricos obtidos por meio da fundamentação teórica.

# 1 CONFORTO LUMÍNICO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

## 1.1 CONFORTO LUMÍNICO

O conforto ambiental segundo Schmid (2005) está atrelado a valores como a comodidade, capacidade de adequação e a expressividade. Sendo assim, o conforto ambiental deixa de ser somente uma disciplina técnica que despreza a estética e preza somente a funcionalidade do ambiente. O conforto ambiental deve andar juntamente com a Arquitetura, os dois combinados trazem consigo aspectos de conforto e funcionalidade sem perder a estética do ambiente. Conforme Schmid:

“O conforto ambiental surge num esforço de se resgatar a arquitetura enquanto abrigo diante de outras intenções como a monumental, a produtividade ou a representatividade. Mas é comum que isto ocorra de modo reducionista.” ( 2005, p.14).

Assim sendo, com o conforto lumínico não é diferente, ele deve estar atrelado às decisões projetuais arquitetônicas, para que seja garantido aos usuários o conforto adequado. O conforto lumínico ou luminoso pode ser proporcionado por meio de condições de iluminância satisfatórias às necessidades e condições visuais do trabalho visual realizado pelos usuários, sem existir desconforto visual na hora de realizar a tarefa.

Para que uma pessoa consiga locomover-se em segurança, realizar de modo produtivo suas tarefas sem que haja desconforto visual, é necessária uma boa iluminação. A fim de que haja uma boa iluminação, a NBR 8995-1 (ABNT, 2013), estabelece critérios que devem ser levados em consideração como a iluminância, o limite de desconforto e o índice de reprodução de cor mínimo. Além do mais, fatores como as particularidades e condições da tarefa, a capacidade de percepção do usuário são determinantes na qualidade visual e nível de desempenho que a pessoa pode alcançar. Com o passar do tempo a acuidade da visão vai diminuindo, por esse motivo é necessário pensar a iluminação também atrelado aos fatores da idade.

### 1.1.1 Iluminação Natural

A luz natural é uma das principais fontes de iluminação utilizadas em edifícios, uma vez que, ela é acessível no decorrer do dia para todos, como também se verifica que com a utilização da luz natural é capaz de reproduzir as cores, proporcionar contato visual entre o interior e exterior do ambiente - através das aberturas -, possibilitar alto desempenho lumínico, além de trazer consigo uma sensação de bem-estar e amplitude (Lopes, 2006). Sendo assim, podemos depreender que a luz natural é capaz de trazer mais benefícios do que a iluminação artificial, como também auxiliar na economia de energia, conseqüentemente contribuindo para a preservação ambiental.

Segundo Lopes (2006), uma das características da luz solar é não fornecer uniformidade durante todo dia e/ou ano (sazonalidade). Em razão de que no decorrer do dia e/ou estações existem mudanças na trajetória solar, sendo assim é possível observar os efeitos e fenômenos visuais. Além de que, as modificações também ocorrem dependendo da qualidade do ar, clima e latitude do local. Outro fator que condiciona a iluminação natural é o entorno da edificação, como também as características geográficas e físicas do local.

Diversos autores, como Cardoso (2006), mostram que no campo da iluminação natural é importante levar em consideração a orientação da edificação e os fatores mencionados anteriormente para obter uma boa iluminação que atenda os requisitos necessários para a execução das tarefas destinadas àquele ambiente. Além disso, a iluminação natural é importante para a realização de ciclos biológicos realizados pelo corpo, tópico que irá ser abordado na seção 1.3 do presente trabalho.

### **1.1.2 Iluminação Artificial como complementar a Natural**

Para haver um bom desempenho em relação à iluminação é necessário que a iluminação artificial supra e complete a iluminação natural, principalmente em ambientes muito profundos nos quais a iluminação natural chega com dificuldade (Souza, 2003). Além de que, como mencionado na seção anterior, a luz natural não é uniforme durante todo dia e/ou ano, em razão disso, faz-se necessário a utilização da iluminação artificial para aumentar a eficiência do ambiente.

A luz natural é preferível para a realização de tarefas durante o período do dia, no entanto, mesmo com níveis satisfatórios de iluminação para a execução das atividades, muitas edificações acabam utilizando a iluminação artificial como a principal fonte de luz, ainda que a luz natural atenda o necessário.

As tipologias de sistema de iluminação artificial são mais diversificadas, não atende somente a função de satisfazer a iluminação no plano de tarefa visual. A luz artificial pode ser empregada de quatro formas: a primeira é aplicada de modo geral, quando é necessário iluminar de maneira uniforme todo o ambiente. A segunda forma é a direcional, adotada quando se deseja que a luz seja direcionada para onde deseja iluminar, sendo um tipo de iluminação de exposição. Já a terceira tipologia é a localizada, na qual a iluminação dispõe de altos níveis de iluminação em uma localização preferível sobre o plano de trabalho. A última tipologia é a local, utilizada quando procura-se iluminar uma área pequena em relação ao plano de trabalho (Lopes, 2006).

## 1.2 A LUZ - PRINCIPAIS CONCEITOS

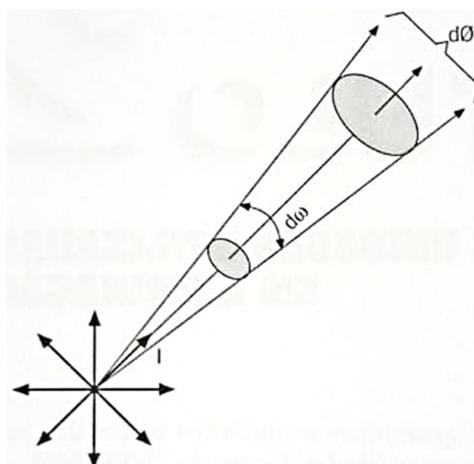
Ao realizar um trabalho sobre iluminação é necessário compreender as terminologias empregadas sobre a temática. Para melhorar a compreensão a seguir serão apresentados alguns termos referentes à iluminação.

### 1.2.1 Fluxo Luminoso e Intensidade Luminosa

O fluxo luminoso pode ser definido como uma ordem de grandeza emitida por uma fonte luminosa em diversas direções que ao estimular a retina pode produzir uma sensação luminosa. A unidade de medida do fluxo luminoso é o lúmen (lm) (Moreira, 1999).

A intensidade luminosa (Figura 01) pode ser definida como o limite da associação entre fluxo luminoso em um ângulo sólido ao redor de uma direção específica e o valor desse ângulo, quando do ângulo sólido tende para zero, no qual a unidade de medida da intensidade luminosa é a candela (cd). As fontes artificiais de luz não conseguem difundir uniformemente a intensidade luminosa, sendo assim, faz-se necessário calcular a intensidade luminosa média (Moreira, 1999).

**Figura 01:** Noção de intensidade luminosa.



**Fonte:** Moreira, 1999, p.12.

### 1.2.2 Iluminância

A iluminância pode ser compreendida como a quantidade de luz que alcança uma superfície por unidade de área, ela é determinada pela expressão a seguir:

$$E = \frac{\phi}{A}$$

No qual: E = Iluminância em lux;

$\phi$  = Fluxo luminoso em lumens;

A = Área em m<sup>2</sup>.

Os valores de iluminância adequados são determinados para cada tipo de tarefa visual que é realizada, definidos pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), sendo a unidade de medida da iluminância o lux (lx). O conforto e segurança para a realização de uma atividade visual na área de trabalho e entorno imediato tem grande impacto na distribuição da iluminância.

Vários fatores são levados em consideração para que os valores de iluminância sejam adequados, em razão disso, é necessário aumentar os valores de iluminância quando os mesmos forem baixos na área da tarefa, principalmente quando é realizado tarefas de maior precisão. Os valores de iluminância da área de entorno do plano de trabalho podem ser menores, entretanto não podem ser menores que o da tabela abaixo.

**Tabela 01:** Valores de iluminância indicados pela NBR ISO/CIE 8995-1 (2013).

| Iluminância da tarefa<br>lux | Iluminância do entorno imediato<br>lux |
|------------------------------|--|
| ≥ 750                        | 500                                    |
| 500                          | 300                                    |
| 300                          | 200                                    |
| ≤ 200                        | Mesma iluminância da área de tarefa    |

Fonte: NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013, p. 5).

### 1.2.3 Luminância

A luminância (brilho objetivo) pode ser compreendida como a associação entre a quantidade de luz incidente sobre uma superfície por unidade de área. A unidade de medida da luminância é a candela por metro quadrado (Moreira, 1999). Como também pode ser entendida como a quantidade física de brilho.

O olho humano é capaz de perceber a luminância, uma vez que, a luminância é a luz que sai da superfície após a iluminância incidir sobre a mesma superfície, ou seja, a luminância é a luz refletida visível (Vianna; Gonçalves, 2001).

Para não haver desconforto causados pela luminância, a NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) recomenda que os níveis de luminância não sejam tão altos para evitar o ofuscamento e as diferenças de contraste de luminâncias devem ser evitados para não ocorrer a fadiga ocular derivada da constante tentativa de readaptação dos olhos com a luminosidade.

As características da superfície iluminada são importantes para o cálculo da luminância, sendo que a mesma é definida pela refletância da iluminância nas superfícies. As faixas mais importantes de refletância encontram-se na tabela 02.

**Tabela 02:** Refletâncias úteis para superfícies internas.

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Teto               | 0,6 - 0,9 |
| Parede             | 0,3 - 0,8 |
| Planos de trabalho | 0,2 - 0,6 |
| Piso               | 0,1 - 0,5 |

**Fonte:** NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013, p. 4).

#### 1.2.4 Ofuscamento

A ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) define o ofuscamento como uma percepção visual de áreas com brilho mais intenso na região do campo de visão, o mesmo pode ocorrer como um ofuscamento desconfortável como também inabilitador (uma redução da capacidade de enxergar os objetos). O ofuscamento pode ser causado por diversas fontes como o contraste entre o plano de trabalho e o entorno, bem como pela má distribuição da luminância.

Quando o brilho intenso incomoda causando desconforto visual podemos depreender que seja causado por um tipo de ofuscamento, sendo capaz de ocasionar acidentes e fadiga visual. Segundo Lopes (2006), o ofuscamento pode ser dividido em dois tipos: O ofuscamento indireto quando existe a reflexão de um brilho intenso sobre uma superfície vista e o ofuscamento direto o qual a própria fonte luminosa que se encontra dentro do campo de visão do usuário causa o fenômeno.

Em outras palavras, o ofuscamento pode ser provocado por contraste exagerado dentro do campo visual. O contraste é a diferença entre a iluminância (brilho objetivo) do entorno e o do local da tarefa visual, o aumento excessivo do mesmo pode ocasionar o ofuscamento. De acordo com Benya *et al.* (2003, p 2-5 apud Bertolotti, 2007), existem três tipos de contrastes, sendo o primeiro o contraste por brilho o qual é consequência da reflexão da luz, o contraste de cor em que as

cores coincidem por terem tons próximos e o contraste por padrão onde é percebido uma alteração num padrão conhecido.

### **1.2.5 IRC: Índice de Reprodução de Cor**

O Índice de reprodução de cor é um parâmetro que determina a quantidade aproximada que uma fonte de luz consegue reproduzir a cor real dos objetos (Moreira, 1999). A mesma é representada por valores em porcentagem que variam de 0 a 100, quanto mais próximo de 100 a fonte de luz chega, melhor são visualizadas as cores. Sendo assim, níveis próximos a 0 não representam as cores como realmente são para o observador.

## **1.3 INFLUÊNCIA E EFEITOS DA ILUMINAÇÃO NO CORPO HUMANO.**

Para um melhor entendimento sobre como a iluminação influencia e causa efeitos no corpo humano, faz-se necessário realizar uma revisão bibliográfica sobre os efeitos dela na saúde e funcionamento do corpo humano. Desta forma, segundo o autor Bertolotti (2007), a interação da iluminação com o ser humano afeta o seu desempenho em três amplas áreas, estas são a visibilidade, a saúde física e a saúde mental.

### **1.3.1 A Luz: Os efeitos sobre a saúde e visão**

Ser saudável e ter saúde são requisitos importantes para o ser humano, principalmente para conseguir ser capaz de ter uma recepção de informações adequadas, aprender e ser produtivo. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS, 1946), saúde não é apenas a ausência de doenças e/ou enfermidades, mas sim, um estado de completo bem-estar físico, social e mental. Posto isto, o subtópico tratará da luz e os efeitos que a mesma desencadeia na saúde e visão do ser humano.

A luz é responsável por desencadear efeitos fisiológicos no corpo humano, uma vez que, o mesmo é afetado por ciclos básicos da luz como o dia/noite e o ciclo anual. A maior parte dos estudos foca nos ciclos diários de efeitos da luz sobre o corpo humano, no entanto, também existem estudos que a associam à sazonalidade (Bryan, 1998). Uma das doenças mentais associadas aos ciclos sazonais é a SAD (*Seasonal Affective Disorder*), que é um dos tipos de depressão mais identificado e relacionado à época do ano, sendo que a mesma pode apresentar-se de duas formas, a SAD de inverno e a de verão.

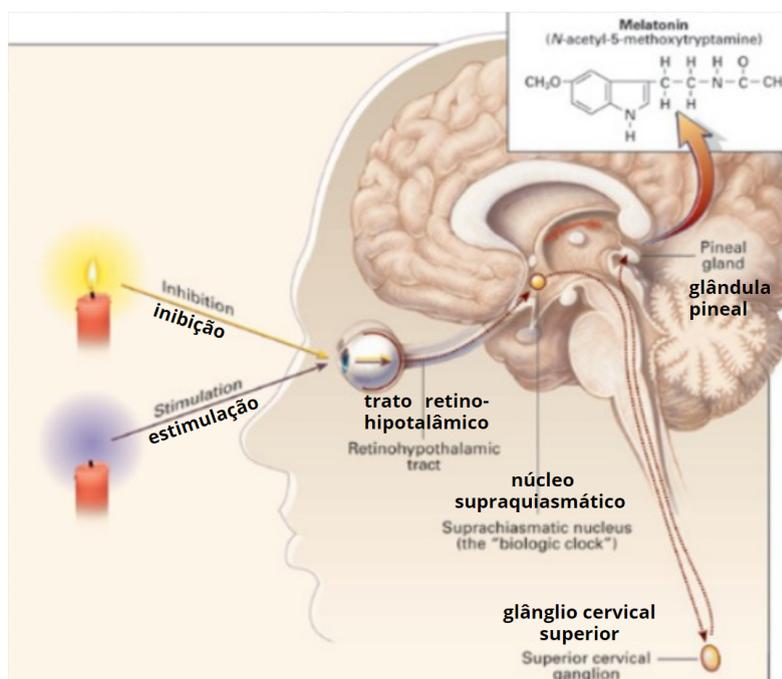
A SAD de inverno é uma das doenças mentais que têm influência da luz, a mesma está associada à estação do ano, dado que é durante o inverno que os dias são mais curtos e as noites mais longas. Com isso, a exposição à luz natural diminui desencadeando a depressão sazonal e, ainda, é na SAD de inverno que acontece um aumento dos sentimentos depressivos, redução do interesse em boa parte das atividades ou até em todas, os mesmos são sintomas típicos da depressão, mas também podem ocorrer sintomas atípicos como: aumento do peso corporal, consequência do crescimento do apetite em relação a alimentos como carboidratos, aumento da irritabilidade e do sono (Boyce *et al.*, 2003). Os sintomas costumam desaparecer no verão, entretanto, pode ocorrer remissão da depressão na mesma época do ano.

O segundo ciclo biológico relacionado a luz é o ciclo circadiano. Podemos entender o ciclo circadiano como um ciclo biológico natural responsável por regular algumas funções corporais essenciais como o sono, o metabolismo, a temperatura corporal, entre outros. A temperatura e principalmente a luz são fatores ambientais que influenciam o ciclo. O ciclo circadiano, traduzido do latim como “cerca de um dia”, ocorre durante o período de vinte e quatro horas nos seres humanos, o mesmo tem variações durante o dia e a noite, principalmente em relação à regulação de hormônios como a melatonina e o cortisol (Shirani; Louis, 2009). A variação de luz durante todo o dia é um dos responsáveis pela regulação do ciclo biológico, visto

que, a exposição aos agentes exógenos (externos), como o claro do dia e o escuro da noite são primordiais para a sincronização do ciclo circadiano. O principal receptor dos agentes externos no corpo humano é a retina, ela é responsável por captar a luz e transformar as informações contidas na mesma, em que o hormônio melatonina é responsável pela transmissão dessa informação pelo corpo por meio da corrente sanguínea. O agente endógeno (interno) responsável pelo ciclo circadiano é a glândula pineal local onde a melatonina é produzida, a glândula localiza-se no núcleo supraquiasmático no hipotálamo (Shirani; Louis, 2009).

Segundo Bryan (1998, p. 206), durante o ciclo circadiano (Figura 2) como já dito anteriormente que ocorre num período de 24 horas, ocorre a secreção da melatonina pela glândula pineal - durante o período da noite -, hormônio responsável pelas alterações de humor, agilidade cognitiva, auxilia na indução do sono e ainda desempenha um importante papel no sistema reprodutivo. Já a produção do cortisol é realizada no córtex adrenal - durante o período do dia -, a secreção deste hormônio é responsável pela regulação da pressão arterial, desenvolvimento do sistema nervoso e auxilia na quebra de componentes como carboidrato, gorduras e proteínas. Ainda o cortisol é responsável pelo desenvolvimento dos glóbulos brancos, células responsáveis pela defesa do corpo, também está associado à produção de Adrenalina, a mesma aumenta os níveis de alerta do corpo, assim inibindo a produção da melatonina.

**Figura 02:** Fisiologia da produção de Melatonina.



Fonte: SHIRANI; LOUIS, 2009, p. 156.

Logo, a partir dos fatos constatados anteriormente, estudado por autores importantes como o Bryan (1998) e o Shirani e Louis (2009), podemos depreender a importância da luz para a realização dos ciclos biológicos, principalmente o ciclo circadiano. Bem como a luz afeta o corpo humano em vários aspectos, desde a defesa imunológica, visto que, o cortisol é um dos responsáveis pelo desenvolvimento das células brancas, até a regulação do sono e humor - o qual a melatonina é responsável por auxiliar.

O ciclo do sono, como já mencionado anteriormente, está associado ao ciclo circadiano e é um dos mais importantes ciclos do corpo humano, uma vez que é necessário que o corpo tenha um período de descanso no decorrer da noite para que os órgãos e sistemas do mesmo funcionem corretamente sem estresses e ainda para que a pessoa consiga ter um dia mais ativo e uma melhor sensação de

bem-estar. Diversos distúrbios do sono podem estar correlacionados com a iluminação e o ciclo circadiano, em jovens o distúrbio do sono mais frequente é o distúrbio da fase atrasada, no mesmo as fases do sono iniciam e terminam tardiamente. Se a duração do sono for normal não causa tantos problemas, entretanto, quando a duração também é afetada pelo distúrbio é provável que aconteça um déficit crônico do sono. O indivíduo com déficit crônico do sono apresenta sintomas como cansaço permanente, ocasionando problemas em outras áreas como na concentração, conseqüentemente afetando a aprendizagem dos alunos (Boyce *et al.*, 2003).

A luz é fundamental para o desempenho do sistema visual, contudo, se utilizada de maneira inadequada pode levar a problemas na saúde do indivíduo. Tanto a iluminação artificial quanto a natural podem desencadear efeitos prejudiciais à saúde (Bertolotti, 2007). Um desses efeitos é a fadiga ocular como é conhecida popularmente, que é causada por pouca iluminação e/ou inadequada para a realização da tarefa - onde ocorre uma diferença de iluminação no entorno e na área de trabalho -, como também pode ser ocasionado por uma disfunção no sistema visual da pessoa, bem como uma junção dos mencionados (Boyce, *et al.*, 2003).

Logo, nota-se que a fadiga ocular que ocorre com frequência prejudica a aprendizagem e produtividade dos alunos (indivíduos), uma vez que a mesma apresenta sintomas como irritação e/ou inflamação dos olhos e pálpebras, visão dupla ou embaçada. Além disso, a fadiga ocular não afeta somente o sistema visual como também pode prejudicar o comportamento das pessoas.

#### 1.4 A ILUMINAÇÃO E A ARQUITETURA ESCOLAR

Para que o espaço escolar favoreça uma melhor produtividade e aprendizagem dos alunos, é necessário que os projetos de edificações escolares, principalmente as salas de aulas - ambiente em que os alunos passam a maior parte do seu tempo - tenham dimensionamentos dos ambientes adequados e adotem as

exigências de conforto térmico, luminoso, acústico e ainda apresentem os requisitos mínimos de ergonomia.

#### **1.4.1 Considerações sobre a Arquitetura Escolar**

No Brasil, as primeiras ocorrências de uma arquitetura voltada para a educação foram os colégios e seminários jesuítas, onde as aulas eram lecionadas boa parte das vezes em locais cedidos pela igreja, em edificações comerciais e/ou particulares, como também muita das vezes a casa do professor tornava-se a sala de aula. As edificações tinham que ser adaptadas para comportar o espaço das salas de aula e o Estado era o principal responsável por alugar as mesmas. As construções não eram voltadas na sua concepção para receber salas de aula, visto isto, as adaptações que ocorreram nos imóveis não eram adequadas para a finalidade, sendo na maioria das vezes precária (Oliveira, 2007). Durante o período imperialista foram criadas academias voltadas para o ensino superior, no entanto, somente no século XIX, após a independência do Brasil com a promulgação da Constituição de 1824, que começaram a ser construídas edificações com o programa voltado para comportar escolas (Nascimento, 2006).

A primeira edificação voltada para o programa de escolas foi a Escola Normal de São Paulo, construída no ano de 1894, a edificação foi implantada em uma grande área verde, na época a escola tinha ligação com as praças. Durante o ano de 1940, com a urbanização em São paulo, a praça e a escola separaram-se. Com isso, as soluções adotadas para a construção de edifícios escolares do início do século foram sendo deixadas de lado por uma visão mais técnica. As construções de edificações escolares a partir do ano de 1934, em São Paulo, seguiam o Código de Obras Arthur Saboya, o mesmo instituiu como a construção deveria ser realizada, com determinações no tocante a iluminação, o código definia como ela deveria ser adotada nas salas de aula (Artigas, 2004).

Com a instituição da Constituição de 1946, foi estabelecido o investimento na educação, no qual a União, os Estados e Municípios teriam de oferecer parte de

seus recursos para a melhorias construtivas e pedagógicas. Entretanto, mesmo com o estabelecimento mencionado anteriormente ainda havia deficiências na quantidade de escolas, uma vez que, com o boom da Revolução industrial e constante urbanização dos municípios, o número de habitantes aumentava constantemente (Dias, 2011). Além do mais, a situação das edificações escolares ainda se encontrava precária, ou seja, a educação e aprendizagem dos alunos era afetada pelo estado físico das instituições.

No ano de 1960, com a criação do Fundo de Construções Escolares (FECE), instituído pelo governo de Carvalho Pinto no estado de São Paulo, foram estabelecidos investimentos para a construção de edificações escolares. O principal objetivo do FECE era conseguir abarcar a crescente procura por vagas nas instituições escolares, visto que, boa parte da população encontrava-se longe dos locais de ensino (Oliveira, 2007). Somente em 1987, é criada a fundação responsável até os dias atuais sobre a elaboração e construção de edificações escolares, a Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE), a mesma também acompanha as obras da rede pública de ensino.

Em Sergipe, não foi diferente do resto do país. No período colonial as escolas eram de primeiras letras - escolas que ensinavam apenas a contar, ler e escrever - e somente as elites tinham acesso ao ensino secundário e superior (Berger; Almeida, 2004). Nota-se a desconsideração que o Estado tinha com a população de baixa renda, ensinando-o o mínimo para esta parcela, enquanto os filhos da elite aprendiam mais e mantinham seus *status quo*. Assim, mantendo uma divisão social nítida entre as classes sem possibilidade de ascensão.

Anteriormente à proclamação da República no Brasil, as instituições de ensino no cenário Sergipano não eram agradáveis, como as demais partes do país as estrutura física das escolas encontravam-se insatisfatórias e o ensino deficiente.

Na capital Sergipana, entre os anos de 1914-1918, foram construídas as primeiras edificações do chamado grupos escolares, pelo general Presciliano de Oliveira Valadão. O Grupo Escolar General Valadão funcionava no prédio que é

atualmente a Secretaria de Segurança Pública, localizado na praça Tobias Barreto e o Grupo Escolar Barão de Maruim funcionava na edificação de estilo arquitetônico eclético no prédio que na atualidade abriga o Centro Cultural e Arte (Cultart) da Universidade Federal de Sergipe desde 1980. Com o passar dos anos, durante o governo de Graccho Cardoso (1922-1926) o número de grupos escolares aumentaram na capital Sergipana, foram criados mais dois grupos: o Grupo Escolar Manoel Luís e o Grupo Escolar José Augusto Ferraz (Berger; Almeida, 2004). Com os fatos mencionados anteriormente verifica-se que durante a administração de Graccho Cardoso ocorreu uma maior preocupação sobre o estado de higiene e conforto nas edificações escolares dos grupos escolares.

#### **1.4.2 A Iluminação em Escolas: Referências Importantes**

No Brasil, o Ministério da Educação através do FNDE oferece manuais, cadernos técnicos e notas que tem como principal objetivo auxiliar profissionais de órgãos municipais e estaduais na construção e reformas de escolas, oferecendo melhorias para a educação. O site do governo federal disponibiliza os cadernos técnicos para os profissionais. Atualmente existem os seguintes volumes de cadernos técnicos: Volumes I - Seleção de terrenos para edificações escolares (Brasil, 2017), o Volume II - Projetos de edificações escolares ensino infantil (Brasil, 2017), o Volume III - Projetos de edificações escolares do ensino fundamental (Brasil, 2023) e o Volume VII - Mobiliário e Equipamento Escolar (Brasil, 2017).

Os dados oferecidos nas cartilhas para reformas ou construções de escolas apresentam informações como principais requisitos e critérios para o desempenho lumínico, térmico e acústico, como também para a saúde, higiene e qualidade do ar, entre outras informações necessárias para o desenvolvimento dos projetos. Ainda não existem cartilhas para escolas do ensino médio, entretanto, os ambientes utilizados em escolas do ensino fundamental assemelha-se com as do médio, com exceção dos laboratórios que são mais frequentes na primeira.

No entanto, mesmo com a disponibilidade dos recursos mencionados anteriormente, após a realização de estudos em escolas de vários estados brasileiros, diversos autores, como Dias (2011), contaram mediante pesquisas, deficiências em relação ao conforto luminoso, térmico e acústico. Os autores validam a afirmação anterior por meio de Avaliações Pós-Ocupação (APOs), nos ambientes internos das edificações escolares.

Além dos cadernos técnicos existem as NBRS que auxiliam nos projetos e reformas com informações e instruções sobre iluminação natural, artificial e o desempenho lumínico. Em relação à iluminação artificial, a NBR 8995-1 (ABNT, 2013) determina requisitos para a iluminação interna como também para a realização de atividades visuais, de modo a garantir o conforto, a segurança e a produtividade no decorrer do tempo de trabalho. A norma apresenta a iluminância média adequada conforme a área de tarefa, sendo que os valores das mesma não devem ser menores que os recomendados na norma.

A NBR dispõe de três valores relacionados ao tipo de ambiente, tarefa ou atividade, são eles: a iluminância média em lux, o índice limite de ofuscamento e o índice de reprodução de cor mínimo. Para salas de aula a norma estabelece que atenda a iluminância média de 300 lux, quando forem salas de aula que tenham aulas noturnas a iluminância média sobe para 500 lux.

Em relação à iluminação natural, a NBR 15215-4 (ABNT, 2005) recomenda métodos para a verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações. A mesma será abordada de modo completo no capítulo 4 métodos de avaliação.

## **2 ANÁLISE DO OBJETO DE ESTUDO**

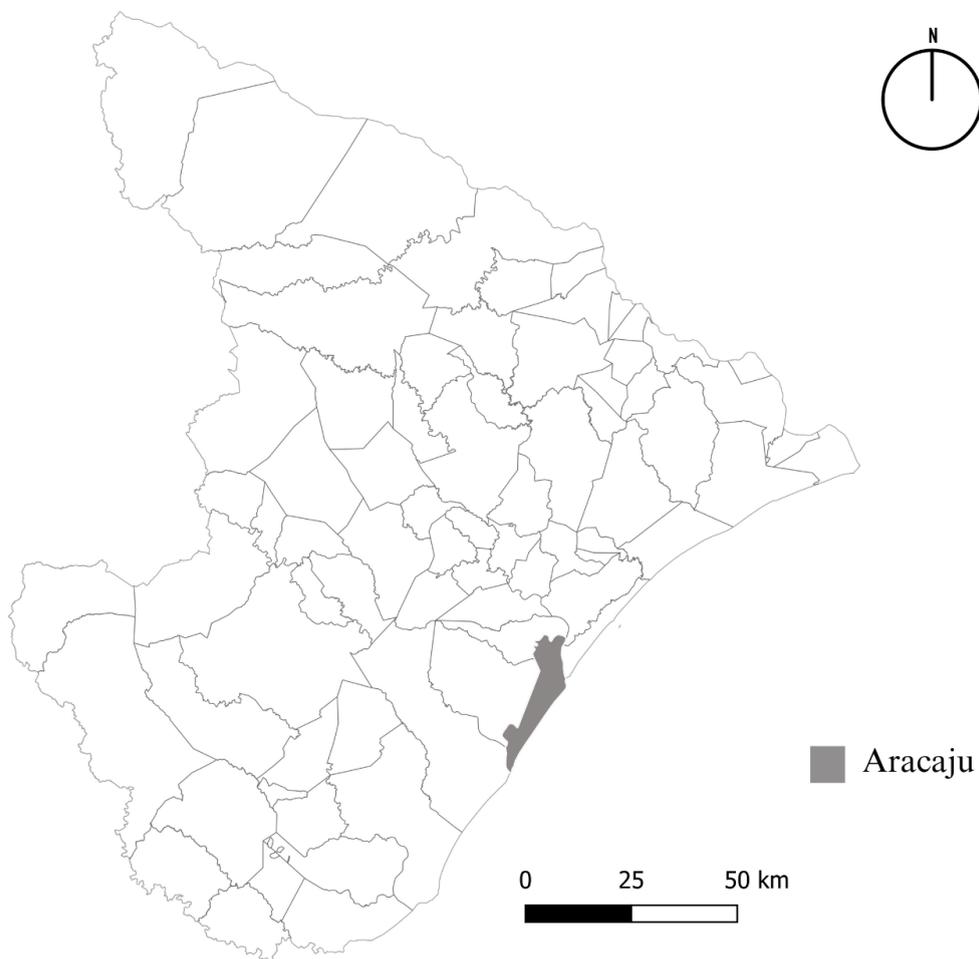
O ambiente escolar tem um caráter não somente de espaço de ensino, mas também é um local de grande importância no tocante ao contexto social, cultural e econômico do país - visto que, no Brasil, a escola, além de ser um polo de ensino, tornou-se um local de assistência social - ultrapassando o papel primário da escola que é o da educação básica. No decorrer do tempo as atribuições da escola aumentaram e perpassam o seu principal encargo, contribuindo também com a passagem de conhecimentos importantes como educação ambiental, sexual, higiene básica e entre outros (Labaki; Bueno-Bartholomei, 2001).

Com o intuito de atingir o objetivo estabelecido pelo presente trabalho, foram adotados uma série de critérios para a seleção da escola. Após foi realizado análises e coleta de dados referente ao objeto de estudo, como as suas características arquitetônicas, sua conexão com o entorno, além da sua história e contribuições. Assim sendo, o capítulo dois abordará os passos comentados anteriormente.

### **2.1 CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DO OBJETO DE ESTUDO**

O primeiro critério de escolha adotado é a escola ser da rede estadual de ensino público do município de Aracaju (Figura 03), capital do estado de Sergipe. A partir da escolha do município foi traçado mais um critério, a escola deverá estar funcionando em sua edificação original - não estar em local provisório - como também ter adotado o Ensino Médio Integral e ainda ter somente a modalidade de ensino médio na instituição.

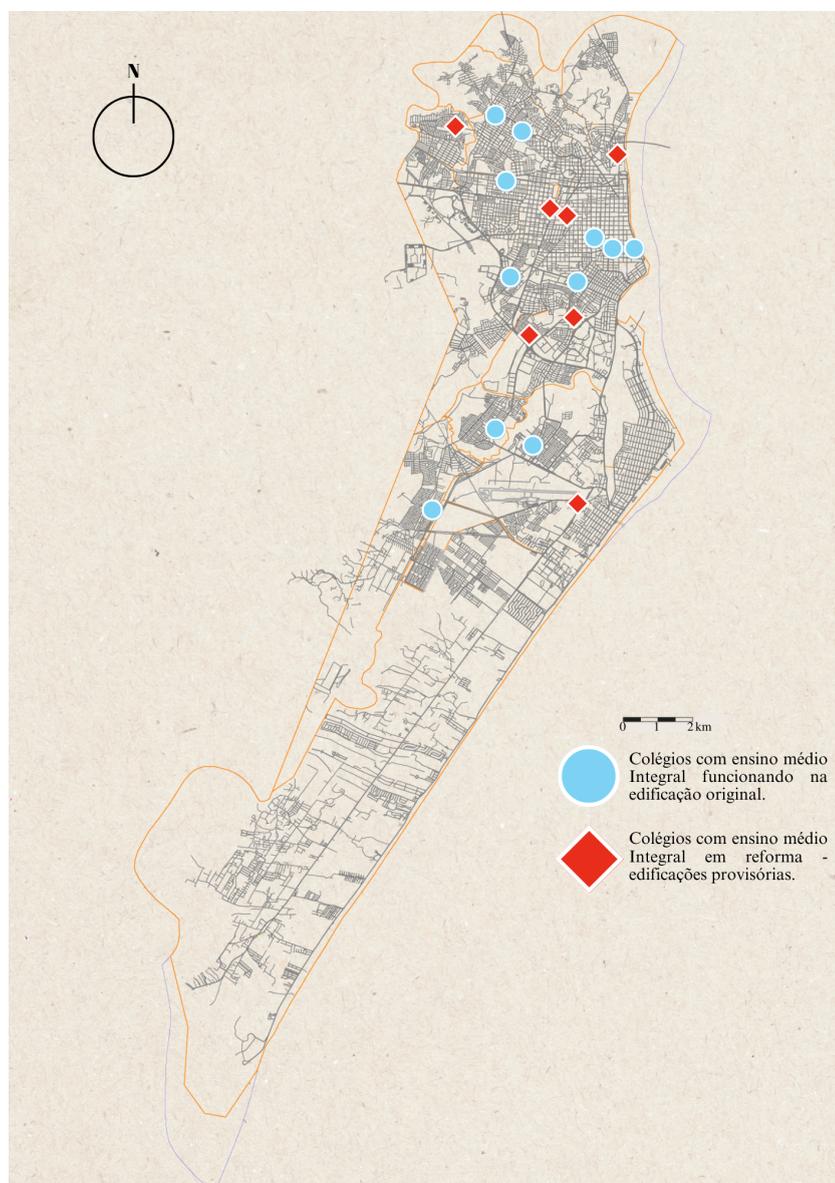
**Figura 03:** Mapa de localização do município de Aracaju-SE.



**Fonte:** Autora, 2023.

A partir da análise de dados da SEDUC e da Secretaria de Estado da Educação de Sergipe (SEED), foi possível contabilizar um total de 77 colégios da rede estadual. Sendo que destes, 18 contam com a modalidade de ensino médio integral, dentre os 18 colégios conforme dados da Secretaria de Obras do Estado de Sergipe 7 encontram-se em reforma (Figura 04) e 11 funcionam na edificação original.

**Figura 04:** Mapa de identificação de escolas com ensino médio integral em reforma.

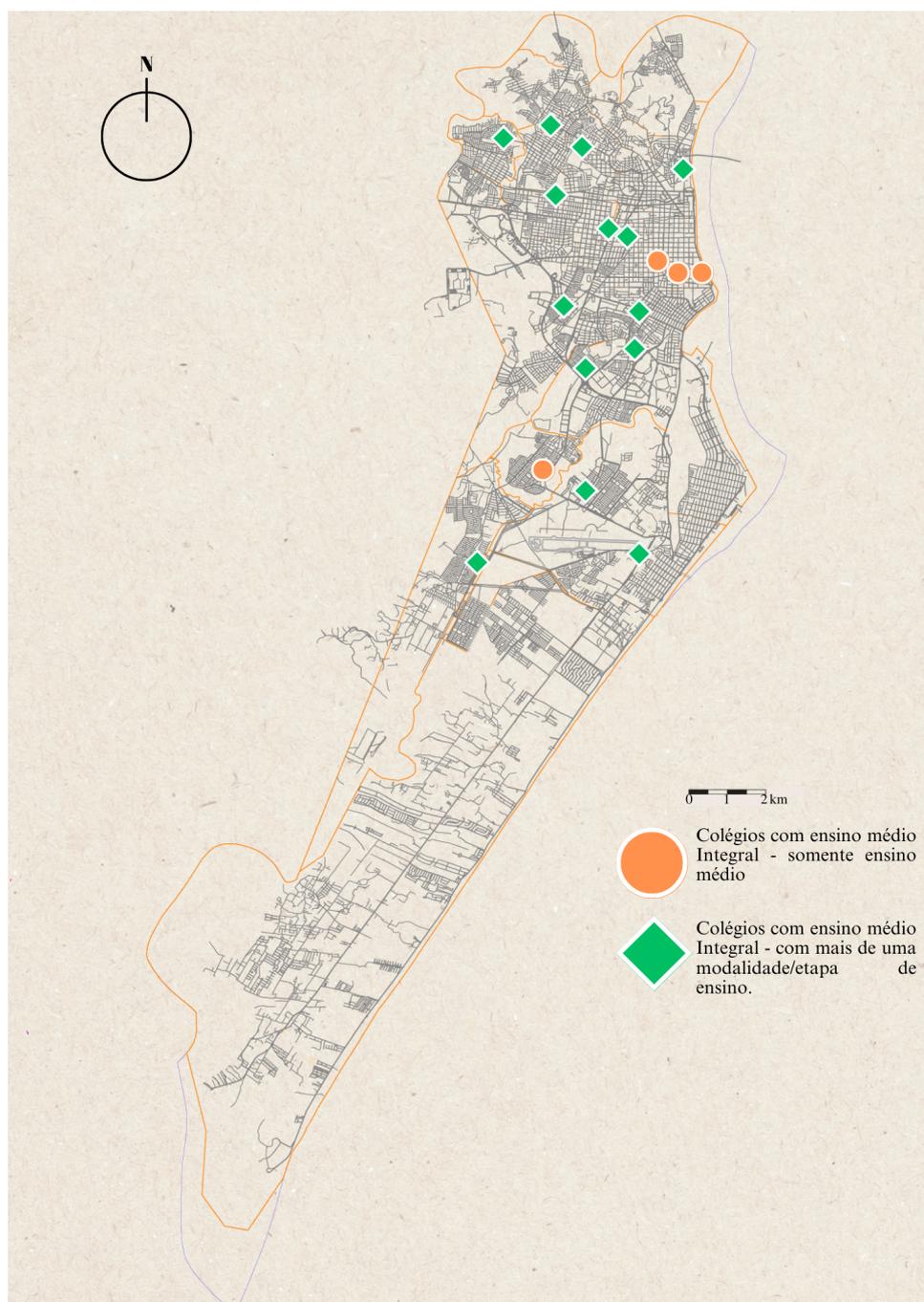


Fonte: Base de dados de planimetria da malha viária de Aracaju, adaptada pela autora, 2023.

Os colégios que adotaram nos últimos anos a modalidade de ensino integral passaram a ser chamados de Centros de Excelência. O município de Aracaju conta com 18 escolas da modalidade citada, dos quais 4 escolas contam somente com a etapa de ensino médio em suas instituições de ensino. São elas o Centro de Excelência Atheneu Sergipense, Centro de Excelência Dom Luciano José Cabral

Duarte, Centro de Excelência Governador Djenal Tavares Queiroz e Centro de Excelência Barão de Mauá (Figura 05).

**Figura 05:** Mapa de identificação de escolas de ensino integral somente com ensino médio.



Fonte: Base de dados de planimetria da malha viária de Aracaju, adaptada pela autora, 2023.

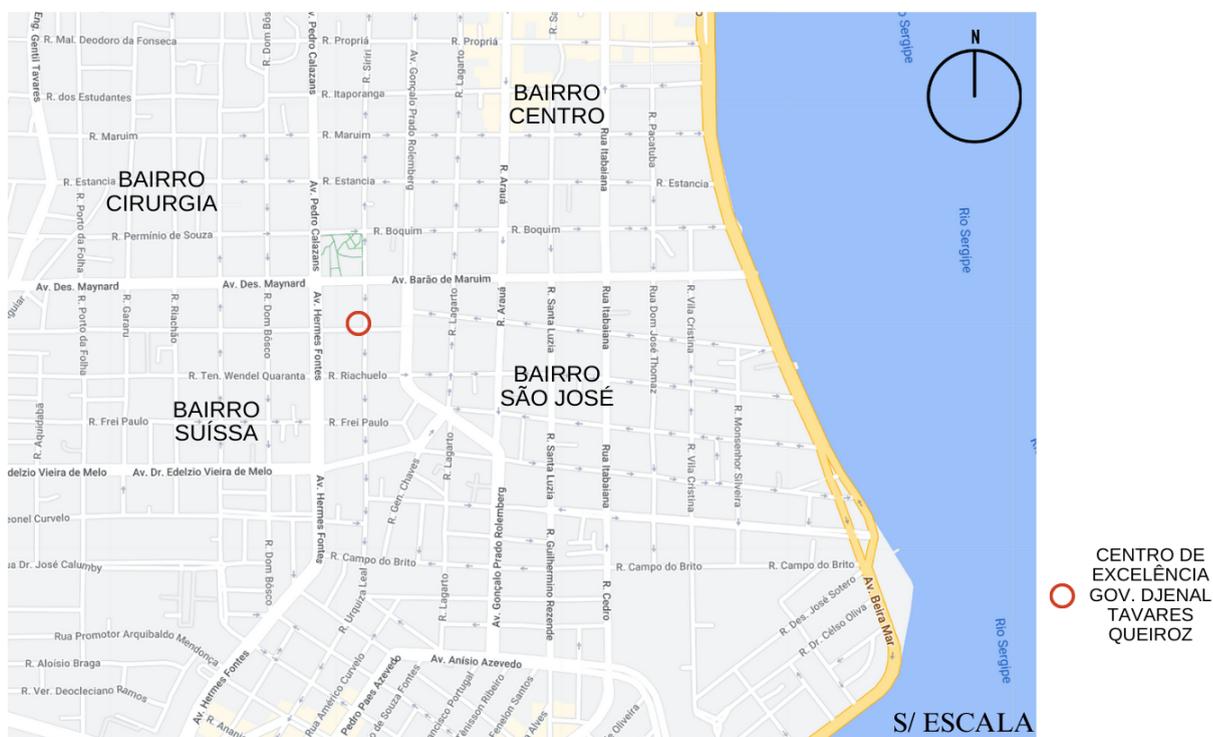
Diante dos dados coletados expostos, foi anteriormente realizada uma visita *in loco* aos 4 colégios citados no dia 24 de março de 2023, para primeiras apreensões sobre as instituições. De acordo com dados da Secretaria de Obras de Sergipe, dos quatro Centros de Excelência visitados, no Centro de Excelência Atheneu Sergipense e o Centro de Excelência Dom Luciano José Cabral Duarte ocorreram reformas recentes nas edificações das instituições, em razão disso, as mesmas foram descartadas da escolha para a realização do objetivo da pesquisa. Além disso, o Centro de Excelência Barão de Mauá tem uma tipologia que aparece com frequência nas escolas estaduais do município de Aracaju, são de uma tipologia padrão que vários estudiosos, como Dias (2011), já realizaram trabalhos semelhantes a este. Visto isso, a escola foi descartada para o objetivo do estudo do presente trabalho. Devido aos critérios adotados, o Centro de Excelência Governador Djenal Tavares Queiroz foi o escolhido como objeto de estudo do presente trabalho.

## 2.2 O OBJETO DE ESTUDO - RELAÇÃO COM O ENTORNO

Posteriormente à escolha do objeto de estudo com base nos critérios adotados e mencionados na seção anterior, realizou-se um estudo sobre a relação da escola com o seu entorno.

O Centro de Excelência Governador Djenal Tavares Queiroz, foi o objeto de estudo escolhido para realização da pesquisa. O colégio está situado na rua Zaqueu Brandão, nº 92, Bairro São José, Aracaju-SE (Figura 06), nas seguintes coordenadas geográficas (10° 55 '10.16"S e 37° 03' 22.50 O"). De acordo com dados da SEDUC (2023), a escola tem no ano de 2023 um total de 375 alunos efetivamente matriculados cursando a modalidade de Ensino Médio Integral. O mesmo é utilizado entre os períodos matutino e vespertino, não acontece aulas no período da noite.

**Figura 06:** Mapa macro de localização do Centro de Excelência Djenal Tavares Queiroz.



Fonte: Mapstyle<sup>1</sup>, adaptada pela autora, 2023.

O Centro de Excelência localiza-se na esquina da quadra entre as ruas Zaqueu Brandão e Ribeirópolis, próximo ao Atacadão (Figura 07). Próximo aos limites do bairro São José.

<sup>1</sup> Mapstyle. Disponível em: <<https://mapstyle.withgoogle.com/>>.



### 2.3 CARACTERÍSTICAS ARQUITETÔNICAS E HISTÓRIA DA EDIFICAÇÃO.

O Centro de Excelência, antes Colégio Estadual Gov. Djenal Tavares de Queiroz, tem o nome em homenagem ao Governador Djenal Tavares de Queiroz que assumiu em 1982 o cargo de governador de Sergipe, além de ter sido eleito seis vezes como deputado estadual de Sergipe. O mesmo, durante o governo de João Alves Filho, foi Secretário de Habitação (ALESE, 2016).

O Colégio desde sua inauguração passou por diversas reformas, sendo uma das maiores a que iniciou em 2006 - com duração de 5 anos, em que os alunos tiveram que ser transferidos para uma casa alugada, na qual ocorreram os períodos letivos durante as obras (INFONET, 2009). Somente no ano de 2011, após acontecerem manifestações de alunos e professores, o colégio foi reinaugurado pelo governador em exercício da época Marcelo Déda.

Com a reforma e ampliação da escola foram obtidas melhorias, como a construção de uma quadra poliesportiva, piscina, auditório, implantação de elevador, laboratório de ciências e informática, rampas e diversos acessórios de acessibilidade, entre outras melhorias (SEDUC, 2011). Na época o colégio contava com 11 salas de aula, atualmente somente 10 funcionam. Na imagem a seguir é possível visualizar as reformas mencionadas anteriormente durante os anos, na segunda imagem o destaque 1 é a reforma da piscina, o 2 é a remoção do telhado cerâmica e criação do auditório no último pavimento da edificação e o 3 a criação da quadra poliesportiva coberta.

**Figura 08:** Linha do tempo, reformas Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz.



Fonte: Google Earth, 2022. Com adaptações feitas pela autora, 2023.

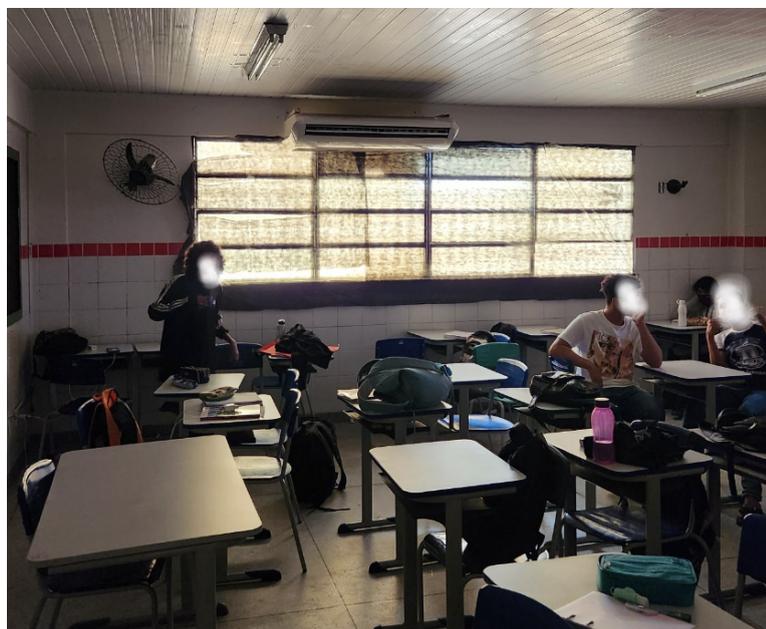
No ano de 2022, foram realizadas algumas melhorias após reivindicações dos alunos e comunidade escolar, como a instalação de torneiras nos banheiros com temporizador e espelhos, entre outras melhorias. Nesta mesma época os alunos solicitaram cortinas *blackouts* nas salas, visto que, a luminosidade que adentra as salas de aula dificultavam a leitura do que estava escrito na lousa branca, atrapalhando a aprendizagem dos alunos (SEDUC, 2022). Na primeira visita *in loco*, no dia 24 de março de 2023, realizada pela autora, pode-se perceber que as reivindicações relacionadas ao conforto luminoso não foram atendidas, nas salas os próprios alunos improvisaram proteções nas janelas com tecido tnt (Figura 09 e 10), placas de isopor e cortinas que compraram juntos para colocar nas janelas (Figura 11).

**Figura 09:** Sala de aula com tecido tnt nas janelas.



Fonte: Autora, 2023.

**Figura 10:** Sala de aula com tecido tnt nas janelas.



Fonte: Autora, 2023.

**Figura 11:** Sala de aula com cortinas compradas pelos alunos.



Fonte: Autora, 2023.

Logo, podemos depreender que a escola, mesmo passando por melhorias que na sua maioria foram pontuais, ainda tem o que melhorar. Como também, no Centro de Excelência, existem déficits relacionados ao conforto luminoso. Os mesmos puderam ser observados pela autora durante as visitas *in loco*, nos dias 24 de março de 2023 e 26 de junho de 2023. Além disso, a problemática mencionada em relação a iluminação das salas já tinha sido relatada pelos alunos ao diretor da unidade de ensino César Estrelado. O mesmo passou informações sobre as queixas dos alunos em relação ao problema e como eles realizaram intervenções nas salas como tentativa de amenizar a situação. Questões que fomentaram a necessidade de realizar um estudo voltado para a iluminação das salas de aula do Centro de Excelência Djenal Tavares de Queiroz.

A edificação do colégio é bastante diferente da maioria das escolas públicas de Aracaju - a mesma foge do padrão (Figura 12). Ao observar as imagens satélites (Figura 13 e 14) da edificação e ao realizar visitas *in loco* podemos perceber que a mesma tem quatro volumes importantes, o primeiro é o volume da quadra poliesportiva, o segundo é um volume frontal de 3 pavimentos onde abriga as

coordenações, secretarias, recepção, biblioteca, laboratório de ciências, entre outras salas. O terceiro volume de 3 pavimentos também é o que comporta a cantina e depósito no térreo e nos demais pavimentos, sala de informática e salas de aula. O último volume tem em seu pavimento térreo a cozinha e o refeitório, no primeiro e segundo pavimento salas de aula e no terceiro um auditório.

**Figura 12:** Formato padrão de escolas públicas em Aracaju-SE.



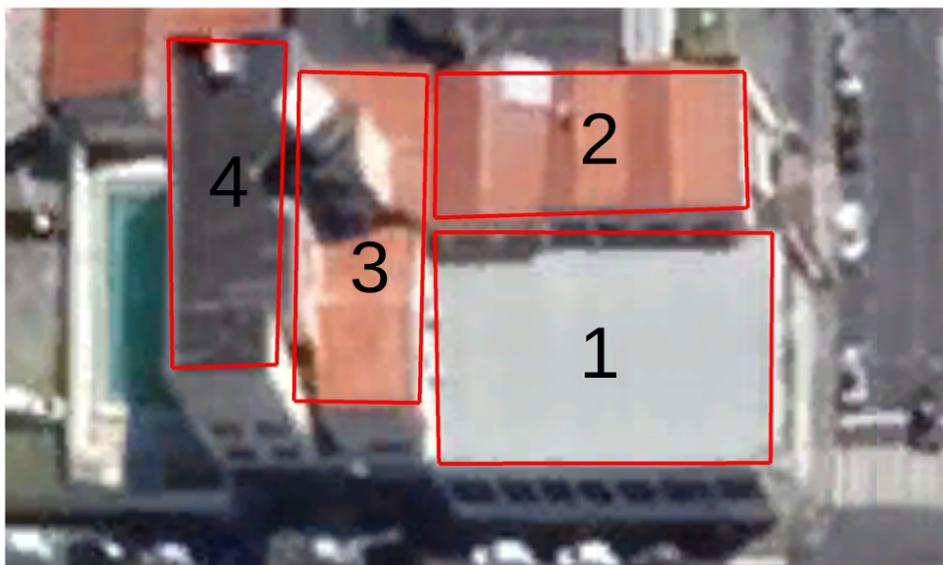
Fonte: Google Earth, 2022.

**Figura 13:** Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz imagem satélite.



Fonte: Google Earth, 2022.

**Figura 14:** Identificação de volumes - Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz.



Fonte: Google Earth, 2022. Com adaptações feitas pela autora, 2023.

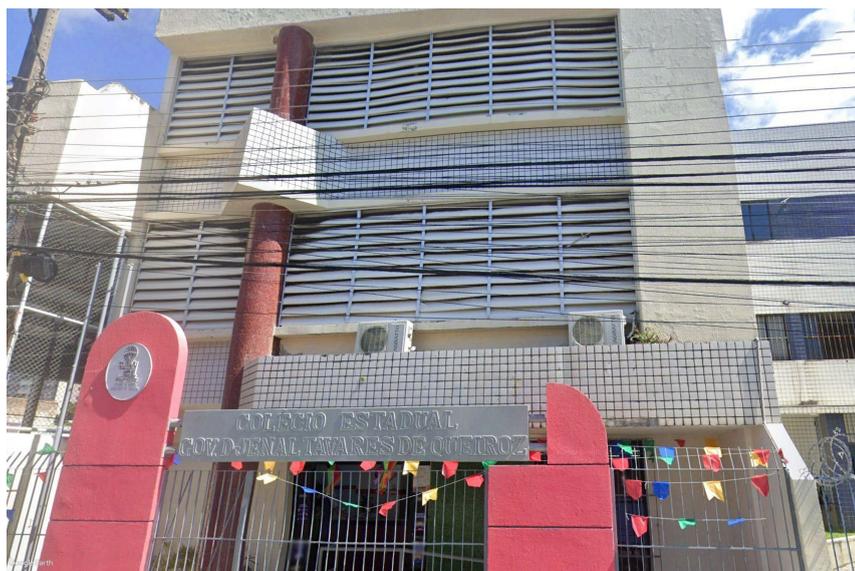
Em relação ao uso de elementos de proteção solar, a edificação tem brises horizontais em sua fachada leste, sul e oeste (Figura 15 e 16). Os elementos encontram-se danificados e/ou desgastados por ações das intempéries, sendo que o material ao qual os brises foram fabricados não impedem que os raios solares adentrem a edificação. Algumas salas de aula são prejudicadas por encontrarem-se em locais da edificação com quase nenhuma incidência da iluminação natural como, por exemplo, a sala 9, que faz parte do estudo do presente trabalho e que será apresentada no próximo capítulo.

**Figura 15:** Fachada Oeste do Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz.



Fonte: Autora, 2023.

**Figura 16:** Fachada Leste do Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz.



Fonte: Google Earth, 2022.

**Figura 17:** Fachada Sul do Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz.



Fonte: Google Earth, 2022.

Na fachada sul (Figura 17) podemos realizar algumas análises, anteriormente provavelmente todas as janelas da fachada em questão teriam proteções solares do tipo brise horizontal, podemos supor isto, pelo fato de uma das aberturas ainda possuir o elemento. O mesmo foi substituído por gradis, visto que a rua em que esta fachada se encontra bem deserta, provavelmente os gradis foram instalados com a finalidade de promover segurança à edificação. As aberturas das janelas são grandes possibilitando a entrada de luz natural, no entanto, por ter peitoril baixo a iluminação natural acaba prejudicando a visualização da lousa, que em algumas salas ficam opostas a estas grandes aberturas.

Os brises horizontais utilizados nas fachadas da edificação do Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz, são mais adequados para fachadas norte e sul, uma vez que, para a proteção solar de fachadas leste e oeste devem ser utilizadas brises oblíquos. O elemento horizontal é utilizado na edificação nas fachadas leste e oeste também, podendo a escolha equivocada do tipo de brise ser uma das causas das queixas dos alunos em relação à iluminação.

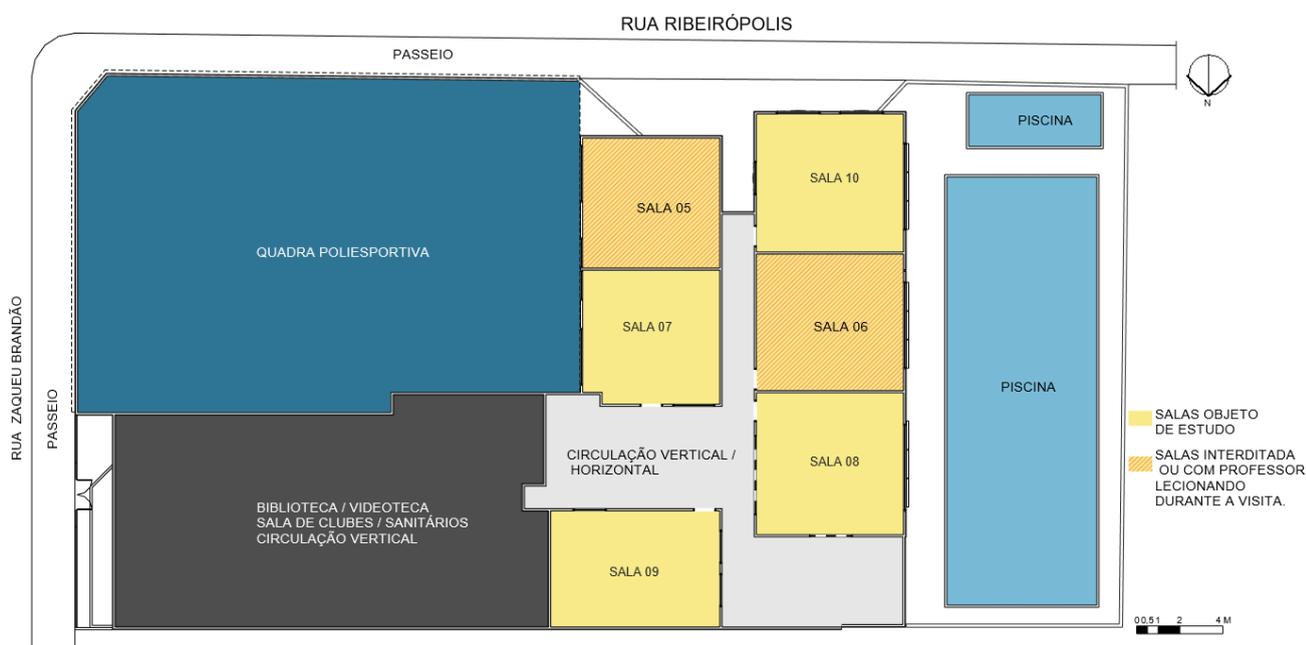
### **3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO**

Com intenção de chegar ao objetivo principal do presente trabalho, no presente tópico serão apresentados e descritos os ambientes que serão analisados como também os procedimentos metodológicos empregados na construção do presente trabalho, delimitando as técnicas de coleta de dados.

#### **3.1 ESCOLHA DA SALA**

Para determinar as salas de aulas do Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz que foram as escolhidas para a realização dos objetivos do presente estudo, foi necessário realizar visitas *in loco* para conhecer o ambiente escolar e verificar a possibilidade de realização dos levantamentos cadastrais das salas de aula. Além de conferir a viabilidade das medições relacionadas à iluminação sem a presença dos alunos em sala de aula, para não atrapalhar as aulas. Ainda mais, algumas salas não foram escolhidas por não estarem servindo para sua finalidade.

**Figura 18:** Planta de setorização segundo pavimento do Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares de Queiroz.<sup>2</sup>



Fonte: Base do levantamento SEDUC, com adaptações autora, 2023.

Dentre as 10 salas de aula foram escolhidas 4 salas de aula para o presente estudo. Na escola, no bloco que se localizam as salas de aulas, as mesmas estão posicionadas no 1.º e 2.º pavimento (Figura 18), no mesmo alinhamento nos dois pavimentos. Durante a primeira visita, a maioria das salas do primeiro pavimento estavam com professores lecionando, por isto, o pavimento escolhido para o estudo foi o segundo pavimento. Além disso, das 6 salas de aula que se encontram no segundo pavimento, uma está funcionando como depósito, a outra tinha professor finalizando a aula - para não atrapalhar foram escolhidas somente quatro salas de aula, as quais duas encontram-se muito distantes das fachadas, resultando em ambientes com escassa iluminação natural. Sendo assim, as quatro salas de aula escolhidas são as seguintes:

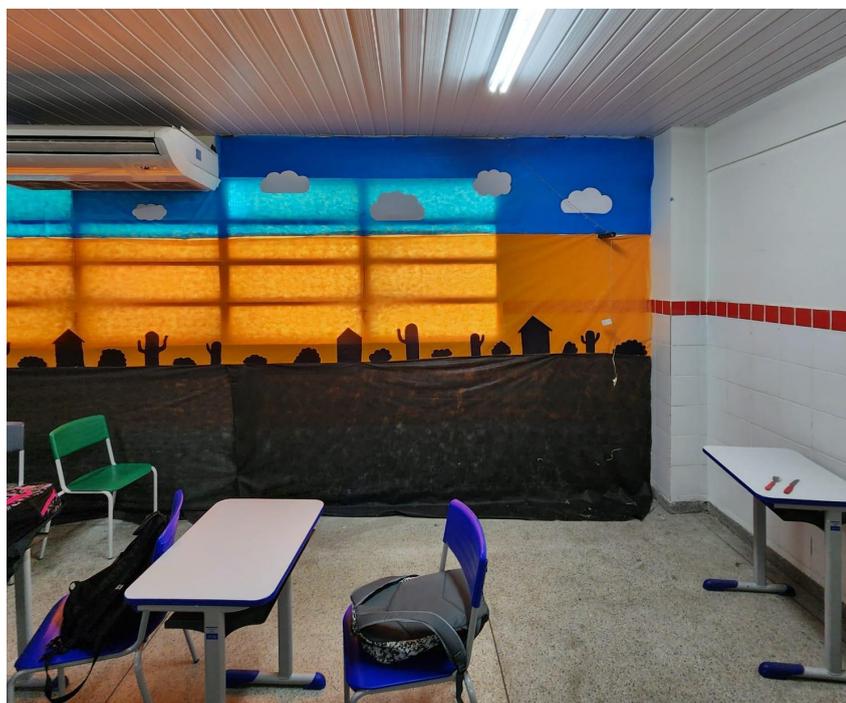
<sup>2</sup> Observação: Escolheu-se utilizar uma planta de setorização que não mostra o local exato dos acessos verticais e horizontais como medida de segurança para os alunos, uma vez que, este documento é público.

**Figura 19:** Sala de aula 07.



Fonte: Autora, 2023.

**Figura 20:** Sala de aula 08.



Fonte: Autora, 2023.

**Figura 21:** Sala de aula 09.



Fonte: Autora, 2023.

**Figura 22:** Sala de aula 10.



Fonte: Autora, 2023.

As duas primeiras visitas foram realizadas durante o período de intervalo - com alguns professores ainda em sala de aula - sendo que a primeira, realizada no dia 24 de março, auxiliou na compreensão do espaço de como a escola funciona, como também no mapeamento das problemáticas relacionadas à iluminação. Na segunda visita (Figura 23) ao colégio, já com algumas salas previamente escolhidas, foi realizado o levantamento cadastral das mesmas, bem como o recolhimento de informações referentes a iluminação e características da sala de aula. Para realizar a coleta de dados foi criado um documento que auxiliou no levantamento dos dados (Apêndice A) e características do ambiente.

**Figura 23:** Segunda visita ao colégio - levantamento cadastral.



Fonte: Autora, 2023.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DOS AMBIENTES ANALISADOS

Para a realização da coleta de dados referente às características das salas de aula foi elaborado um checklist que se encontra no apêndice A. O checklist auxiliou na apreensão dos dados através da observação e medição dos ambientes, para somar com o método de checagem, também foi utilizado fotografias do ambiente - as mesmas foram capturadas durante as visitas *in loco*. A seguir serão descritas as características de cada ambiente.

A sala 07 é uma sala de aula que não tem nenhum de seus lados para as fachadas. Suas aberturas ficam voltadas para a quadra poliesportiva e para o corredor, sendo três janelas do tipo maxim-ar (vidro e alumínio) e com um peitoril entre 1,27 m a 1,40 m de altura, as aberturas são grandes e encontram-se atualmente protegidas por cortinas, sendo que uma das aberturas (Figura 24) que está voltada para o corredor encontra-se obstruída com cartolinas e isopor. Em relação às características físicas da sala em questão, o piso é feito de granilite cinza natural, as paredes até a metade com aplicação e cerâmica branca e na outra metade pintura branca. Já o teto da sala é feito com um forro branco de PVC.

**Figura 24:** Sala 07 - abertura obstruída.

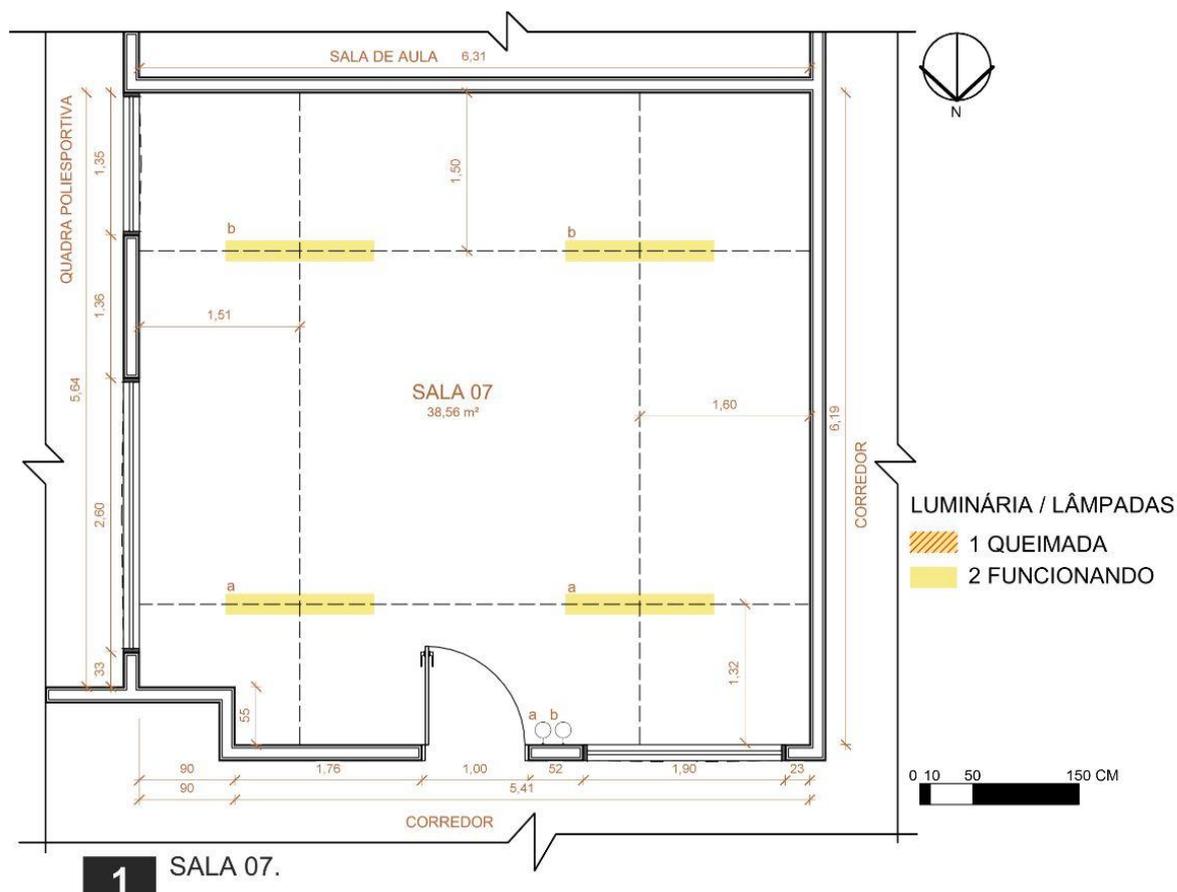


Fonte: Autora, 2023.

No que diz respeito à iluminação (Figura 25), a sala dispõe de quatro luminárias, com duas lâmpadas do tipo tubular led aparente para cada luminária.

Não é possível ajustar a intensidade da iluminação, somente existe a possibilidade de acionamento das luminárias, das quais as duas luminárias próximas ao quadro são acionadas por um interruptor enquanto as duas do fundo por outro interruptor.

**Figura 25:** Sala 07 - Luminárias/Lâmpadas.



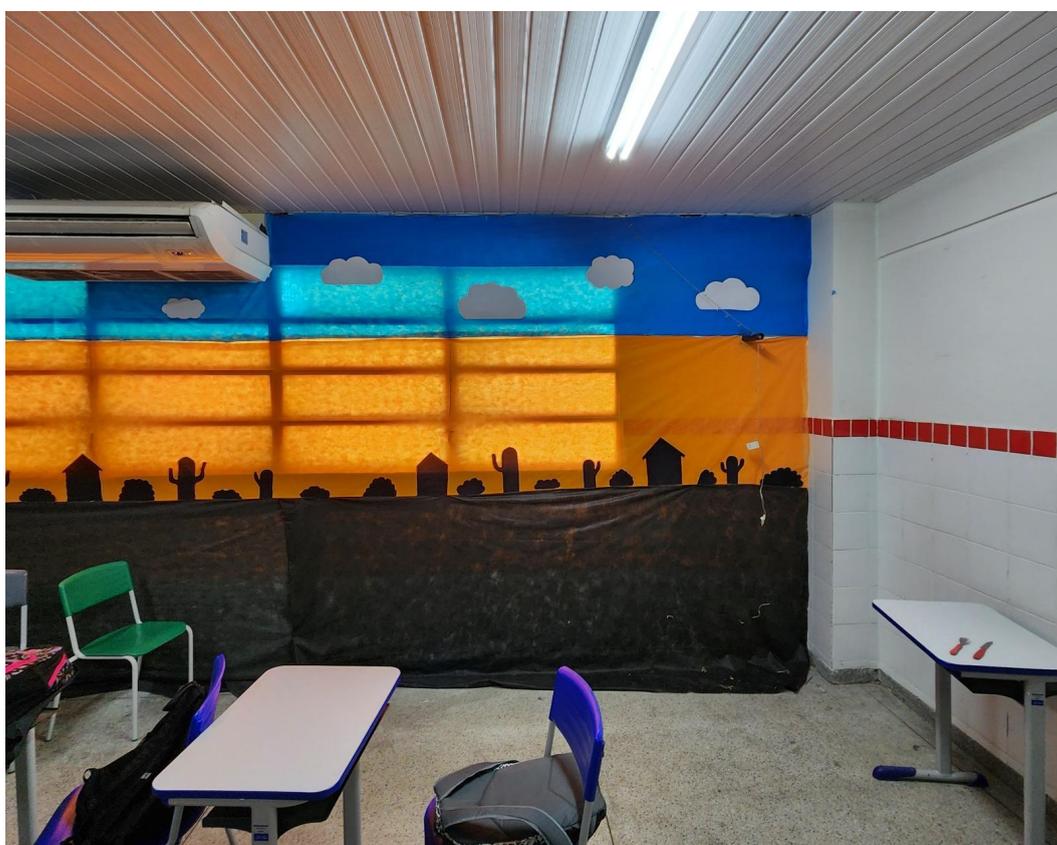
Fonte: Autora, 2023.

A respeito do layout da sala de aula, existiam durante a visita *in loco*, 37 carteiras e cadeiras - o layout da sala não é fixo - uma mesa para o professor que fica localizada de frente para os alunos, além de um quadro branco liso.

A sala 08 é uma sala de aula que tem somente uma das suas laterais voltadas para a fachada, as outras estão voltadas para dentro do colégio. As aberturas da sala em questão ficam voltadas para o corredor e escada, e uma para a fachada oeste, sendo três janelas do tipo maxim-ar (vidro e alumínio) e com um peitoril entre 1,22 m a 1,77 m de altura. As aberturas são grandes, a janela volta

para oeste, atualmente encontram-se protegidas por tecido tnt e brises (Figura 26). Em relação às características físicas da sala em questão, o piso é feito de granilite cinza natural, as paredes até a metade com aplicação e cerâmica branca e na outra metade pintura branca. No tocante ao teto da sala, o mesmo tem um forro branco de PVC.

**Figura 26:** Sala 08 - Abertura com obstrução.

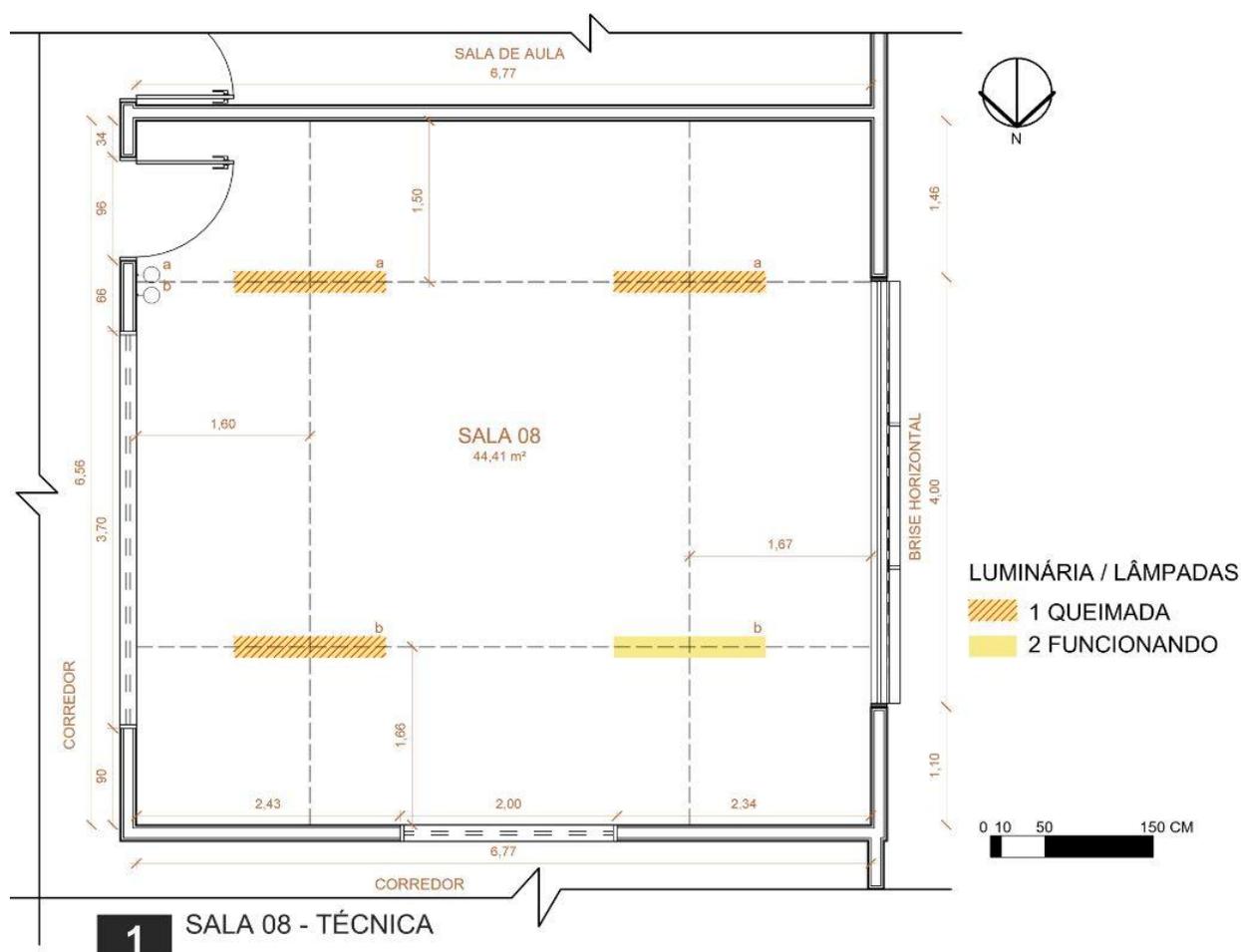


Fonte: Autora, 2023.

No que diz respeito à iluminação (Figura 27), a sala dispõe de quatro luminárias, entre as quais três têm somente uma lâmpada do tipo tubular led aparente funcionando, a quarta luminária possui as duas lâmpadas em perfeito estado. Não é possível ajustar a intensidade da iluminação, somente existe a possibilidade de acionamento das luminárias, das quais as duas luminárias próximas

ao quadro são acionadas por um interruptor enquanto as duas do fundo por outro interruptor.

**Figura 27:** Sala 08 - Luminárias/Lâmpadas.



Fonte: Autora, 2023.

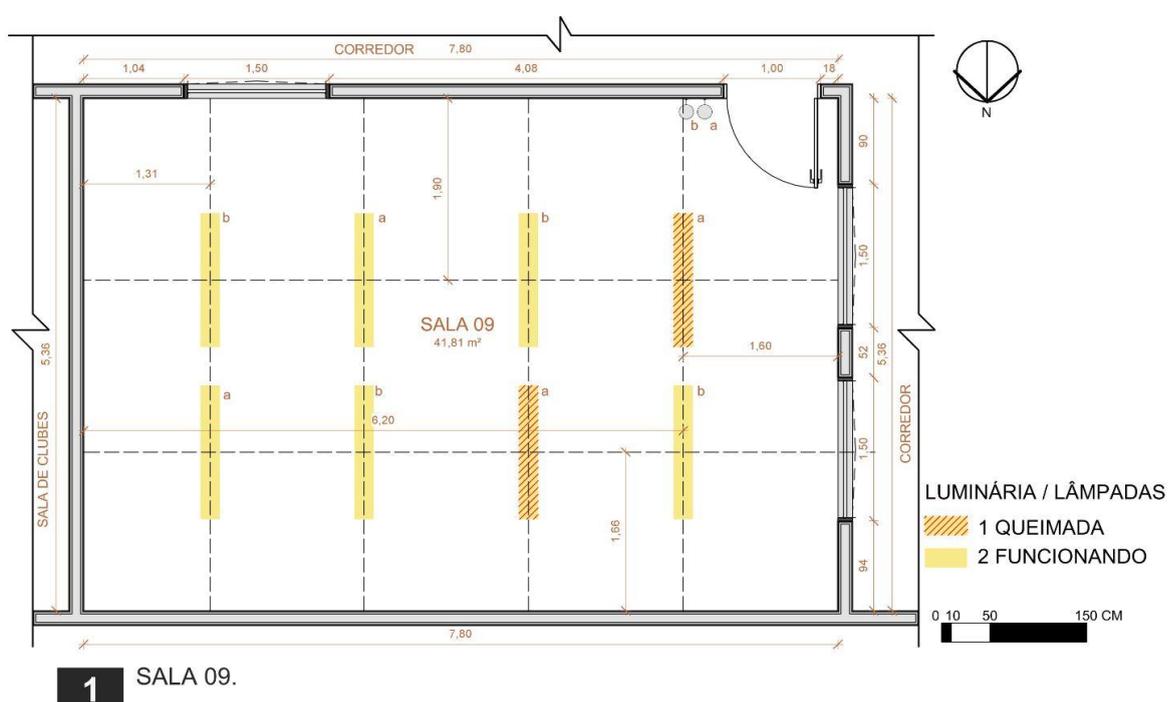
No tocante ao layout da sala de aula, existiam durante a visita *in loco*, 37 carteiras e cadeiras - o layout da sala não é fixo - uma mesa para o professor que fica localizada de frente para os alunos, além de um quadro branco liso.

A sala 09 é uma sala de aula que não tem nenhum de seus lados para as fachadas. Suas aberturas ficam voltadas para os corredores, sendo três janelas do tipo maxim-ar (vidro e alumínio) e com um peitoril entre 1,20m a 1,25m de altura, as aberturas são grandes e duas das aberturas encontram-se obstruídas por armários

que ficam no corredor. Em relação às características físicas da sala em questão, o piso é feito de granilite cinza natural, as paredes até a metade com aplicação e cerâmica branca e na outra metade pintura branca. Já o teto da sala é feito com um forro branco de PVC.

A iluminação (Figura 28), dispõe de oito luminárias, entre as quais duas têm somente uma lâmpada do tipo tubular led aparente funcionando, as demais luminárias possuem as duas lâmpadas em perfeito estado. Não é possível ajustar a intensidade da iluminação, somente existe a possibilidade de acionamento das luminárias, das quais as quatro luminárias próximas ao quadro são acionadas por um interruptor enquanto as quatro do fundo por outro interruptor.

**Figura 28:** Sala 09 - Luminárias/Lâmpadas.



Fonte: Autora, 2023.

A respeito do layout da sala de aula, existiam durante a visita *in loco*, 37 carteiras e cadeiras - o layout da sala não é fixo - uma mesa para o professor que fica localizada de frente para os alunos, além de um quadro branco liso.

A sala 10 é uma sala de aula, com dois de seus lados voltados para as fachadas Oeste e Sul. Uma de suas aberturas fica voltada para o corredor, sendo quatro janelas do tipo maxim-ar (vidro e alumínio) e com um peitoril entre 1,20m. As aberturas são grandes e uma das aberturas encontra-se obstruída por cartolina preta (Figura 29) - a mesma fica voltada para o corredor -, outra com tecido tnt (Figura 30) e as da fachada oeste com proteção solar do tipo brise horizontal (Figura 31). Em relação às características físicas da sala em questão, o piso é feito de granilite cinza natural, as paredes até a metade com aplicação e cerâmica branca e na outra metade pintura branca. Já o teto da sala é feito com um forro branco de PVC.

**Figura 29:** Sala 10 - Abertura com obstrução com cartolina.



Fonte: Autora, 2023.

**Figura 30:** Sala 10 - Abertura com obstrução com tecido tnt.



Fonte: Autora, 2023.

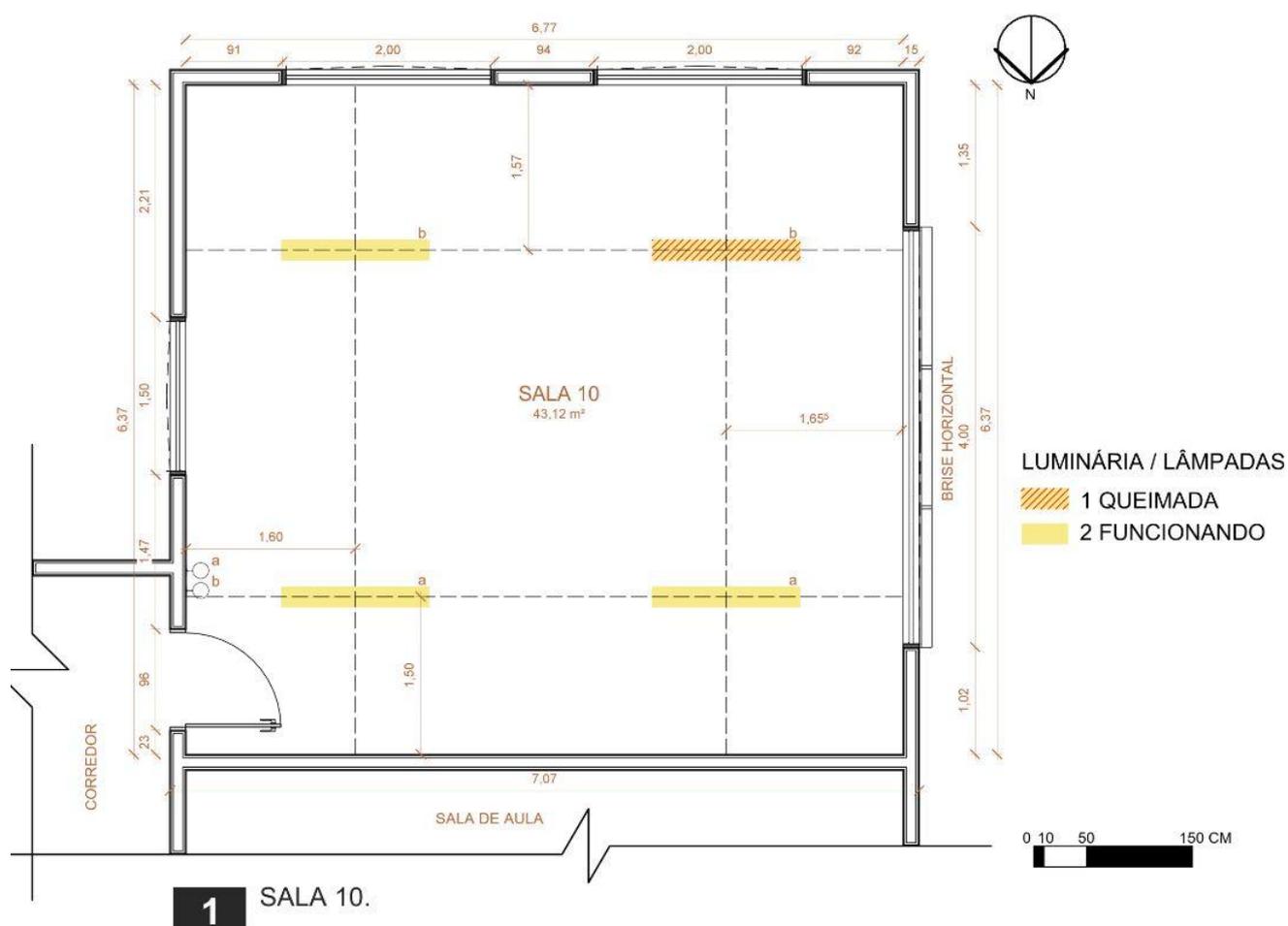
**Figura 31:** Sala 10 - Abertura com proteção solar.



Fonte: Autora, 2023.

A iluminação da sala (Figura 32), dispõe de quatro luminárias, entre as quais uma tem somente uma lâmpada do tipo tubular led aparente funcionando, as demais luminárias possuem as duas lâmpadas em perfeito estado. Não é possível ajustar a intensidade da iluminação, somente existe a possibilidade de acionamento das luminárias, das quais as duas luminárias próximas ao quadro são acionadas por um interruptor enquanto as duas do fundo por outro interruptor.

**Figura 32:** Sala 10 - Luminárias/Lâmpadas.



Fonte: Autora, 2023.

A respeito do layout da sala de aula, existiam durante a visita *in loco*, 31 carteiras e cadeiras - o layout da sala não é fixo - uma mesa para o professor que fica localizada de frente para os alunos, além de um quadro branco liso.

### 3.3 MÉTODOS DE MEDIÇÃO DA ILUMINAÇÃO

#### 3.3.1 Escolha do aparelho de medição

O aparelho escolhido para a medição de iluminância foi um Luxímetro, da marca Tenmars, modelo TM-202, equipado com um sensor fotométrico de silício e filtro, cedido pela Universidade Federal de Sergipe. Na figura 33 podemos observar o equipamento que foi utilizado.

**Figura 33:** Equipamento escolhido para a medição *in loco* da iluminação artificial.



Fonte: Manual de instruções Tenmars.

O luxímetro é um aparelho de leitura direta portátil, com um sensor que captura a luz, no qual sua unidade de processamento converte a informação capturada em lux no visor do aparelho.

### 3.3.2 Método de medição da iluminação natural

Para o método de medição da iluminação natural foi seguido a metodologia que tem como base a determinação do fator de luz do dia<sup>3</sup>, para esse fim foram medidas a iluminância interna na área de trabalho e a iluminância externa da edificação, seguindo as recomendações da NBR 15215-4 - Iluminação natural: Verificação experimental de iluminação interna de edificações - para os tipos de tarefas realizadas em sala de aula e referências bibliográficas sobre a temática.

#### 3.3.2.1 Estratégia e medição da iluminância - Iluminação natural

Os seguintes procedimentos foram adotados para as medições, seguindo os critérios determinados pela NBR 15215-4: O sensor deverá estar paralelo à superfície de trabalho ou sobre a mesma durante a medição, em uma altura de 75 cm acima do piso (se a altura da área de trabalho não for conhecida); A pessoa que realizará a medição deverá ficar distante do luxímetro para não haver interferências nos resultados e evitar sombreamentos; como também os valores das medições realizadas pelo luxímetro deverão ser registrados somente quando o aparelho estiver estabilizado; Antes da primeira leitura, expor a fotocélula por 5 min, protegida de fontes luminosas muito intensas.

O levantamento de dados de iluminância do presente trabalho foi realizado em dias específicos, visto que, o tempo de confecção é menor que um ano. Seguindo as recomendações da norma, foi realizado em um dia próximo ao solstício de inverno após o início das aulas.

---

<sup>3</sup> Segundo Hopkinson (1963, apud RIBEIRO, 2020, p.42), o Fator de Luz do Dia (FLD) é uma métrica que é definida como a relação da divisão da iluminância interna e externa que foram medidas simultaneamente, sendo que, as medições externas seguirão as recomendações de céu encoberto sem obstáculos. RIBEIRO, Pedro Vitor Sousa. **A malha de pontos de simulação e o cálculo das métricas de avaliação do desempenho da luz natural: estudo e proposta de distribuições não uniformes**. 2020. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas. Disponível em: <<https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/8201>>. Acesso em: 19 abr. 2023.

Ainda mais, para a realização das medições *in loco*, foi considerado o tipo de céu mais representativo do lugar de análise, como também as medições internas e externas ocorreram simultaneamente.

Outro fator importante para as medições é a malha de pontos e as condições do ambiente. A malha de pontos é determinada pelo índice da seguinte equação:

$$K = \frac{C \times L}{Hm \times (C+L)}$$

No qual:

$L$  = Largura do ambiente (m);

$C$  = Comprimento do ambiente(m);

$Hm$  = Distância vertical entre o plano de trabalho e o topo da janela (m).

Logo depois, é comparado ao índice com os valores apresentados na tabela 03, a fim de obter a quantidade mínima de pontos.

**Tabela 03:** Quantidade mínima de pontos a serem medidos.

| $K$                                | Nº de pontos |
|------------------------------------|--------------|
| $K < 1$                            | 9            |
| $1 \leq K < 2$                     | 16           |
| $2 \leq K < 3$                     | 25           |
| $K \geq 3$                         | 36           |
| <sup>1)</sup> Fonte: CIBSE [1984]. |              |

**Fonte:** NBR 15215-4 (ABNT, 2005, p.7).

Após a definição da malha, foi necessário garantir que os pontos de medições estejam nos locais correto. As estratégias de configuração do ambiente adotadas para a medição da iluminância, foram definidas a partir do estabelecimento do perfil de uso das salas de estudo.

Outra condição importante é que o ponto de medição esteja dentro do centro da malha e numa distância de 50 cm da parede. Durante a medição nas áreas

externas o sensor do luxímetro deverá estar protegido dos raios solares. Por fim, foi realizado os cálculos do FLD, com os valores de iluminância da área interna e externa.

### **3.3.3 Método de medição da iluminação artificial**

Para o método de medição da iluminação artificial foi seguida a metodologia que tem como base a determinação da iluminância na área de trabalho, seguindo as recomendações da NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - Iluminação de Ambientes de Trabalho - para os tipos de tarefas realizadas em sala de aula e referências bibliográficas sobre a temática. Conjuntamente com a análise da uniformidade<sup>4</sup> da iluminância.

#### **3.3.3.1 Estratégia e medição da iluminância - Iluminação artificial**

O primeiro passo consistiu na definição da malha de pontos adotada para a verificação da iluminância na área de tarefa, na qual ocorrem os trabalhos visuais. Seguindo os critérios da NBR ISO/CIE 8995-1, os tamanhos recomendados estão apresentados na tabela 04 a seguir:

---

<sup>4</sup> De acordo com a NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), a uniformidade é estabelecida como a relação entre a iluminância mínima e iluminância média de uma área de tarefa. O qual não deve ser menor que 0,7.

**Tabela 04:** Tamanho das malhas.

| Ambiente   | Maior dimensão da zona ou sala<br>d | Tamanho da malha<br>p |
|--|-------------------------------------|-----------------------|
| Área da tarefa   | Aproximadamente 1 m                 | 0,2 m                 |
| Salas/zonas de salas pequenas                                  | Aproximadamente 5 m                 | 0,6 m                 |
| Salas médias   | Aproximadamente 10 m                | 1 m                   |
| Salas grandes  | Aproximadamente 50 m                | 3 m                   |
| NOTA    Recomenda-se que o tamanho da malha não seja excedido. |                                     |                       |

**Fonte:** NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013, p. 32).

Além da tabela, pode ser utilizado a fórmula que será apresentada a seguir para um cálculo da malha mais precisa.

$$p = 0,2 \times 5 \log_{10}^d$$

No qual:

$p$  = Tamanho da malha (m);

$d$  = Maior dimensão em superfície(m);

$n$  = O número de pontos de cálculo considerando a malha  $p$  (m).

Sendo que  $n$  é o número inteiro mais próximo da relação  $d$  para  $p$ .

Após a definição da malha, foram garantidos que os pontos de medições estivessem nos locais correto. As estratégias de configuração do ambiente que foram adotadas para a medição da iluminância, foram definidas a partir do estabelecimento do perfil de uso das salas de estudo.

Outra recomendação é que o aparelho esteja a uma altura de 75 cm acima do piso ou no plano de trabalho, quando efetuada as leituras no aparelho. Ainda mais, a pessoa que realizará a medição deverá ficar distante do luxímetro para não haver interferências nos resultados. Como também os valores das medições realizadas pelo luxímetro foram registrados somente quando o aparelho estivesse estabilizado.

Para ser capaz de representar situações reais, foram seguidas as instruções anteriores, com intuito de alcançar valores representativos médios de iluminância na área de trabalho.

Por fim, os valores adquiridos através das medições *in loco*, foram comparados com os valores determinados pela NBR ISO/CIE 8995-1(ABNT, 2013), os valores estão descritos na figura abaixo:

**Quadro 01:** Recomendações de iluminação.

| Tipo de ambiente, tarefa ou atividade                  | $\overline{E}_m$<br>lux | $UGR_L$ | $R_a$ | Observações                                     |
|--|-------------------------|---------|-------|---|
| Sala de leitura  | 500                     | 19      | 80    | Recomenda-se que a iluminação seja controlável. |
| Salas de aula, salas de aulas particulares             | 300                     | 19      | 80    | Recomenda-se que a iluminação seja controlável. |
| Salas de aulas noturnas, classes e educação de adultos | 500                     | 19      | 80    |   |

**Fonte:** NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013, p. 20-21).

### 3.4 MÉTODOS ADOTADOS PARA ILUMINAÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL.

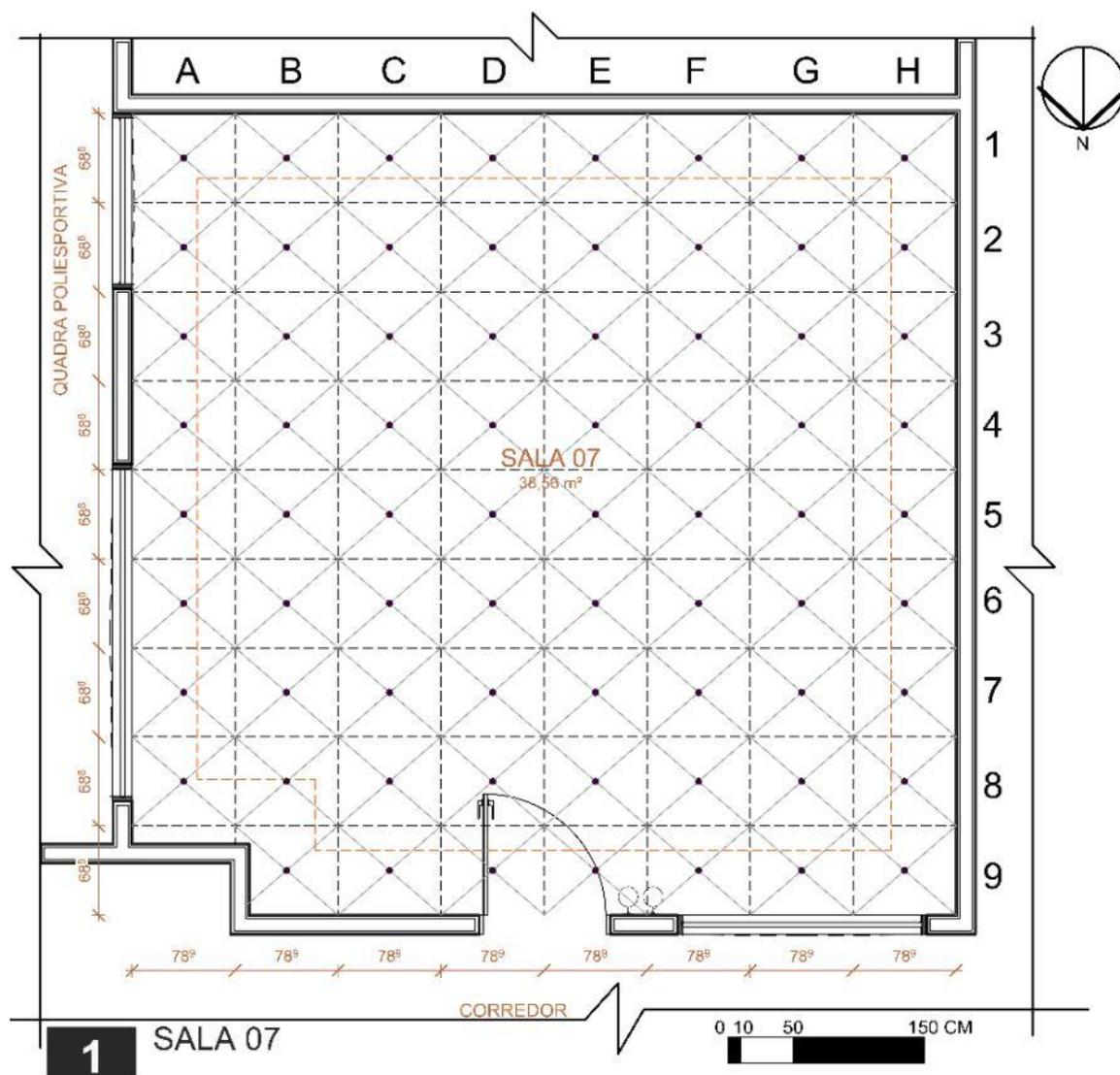
#### 3.4.1 Método adotado para cálculo das malhas - natural e artificial.

Nas seções anteriores foram descritos dois métodos de cálculo de malha, apresentados na NBR 15215-4 (2005) e na NBR ISO/CIE 8995-1 (2013). No entanto, para conseguir uma malha mais precisa e com uma determinada quantidade de pontos que melhor representam-se as condições da iluminação tanto natural quanto artificial das salas de aula, foi adotado o método de cálculo de malha da NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) para a medição da iluminação natural e artificial.

As carteiras dos alunos não foram utilizadas como locais para medição em vez da malha calculada, visto que, o layout da sala de aula não é fixo e sofre grande variação conforme com a aula a ser lecionada.

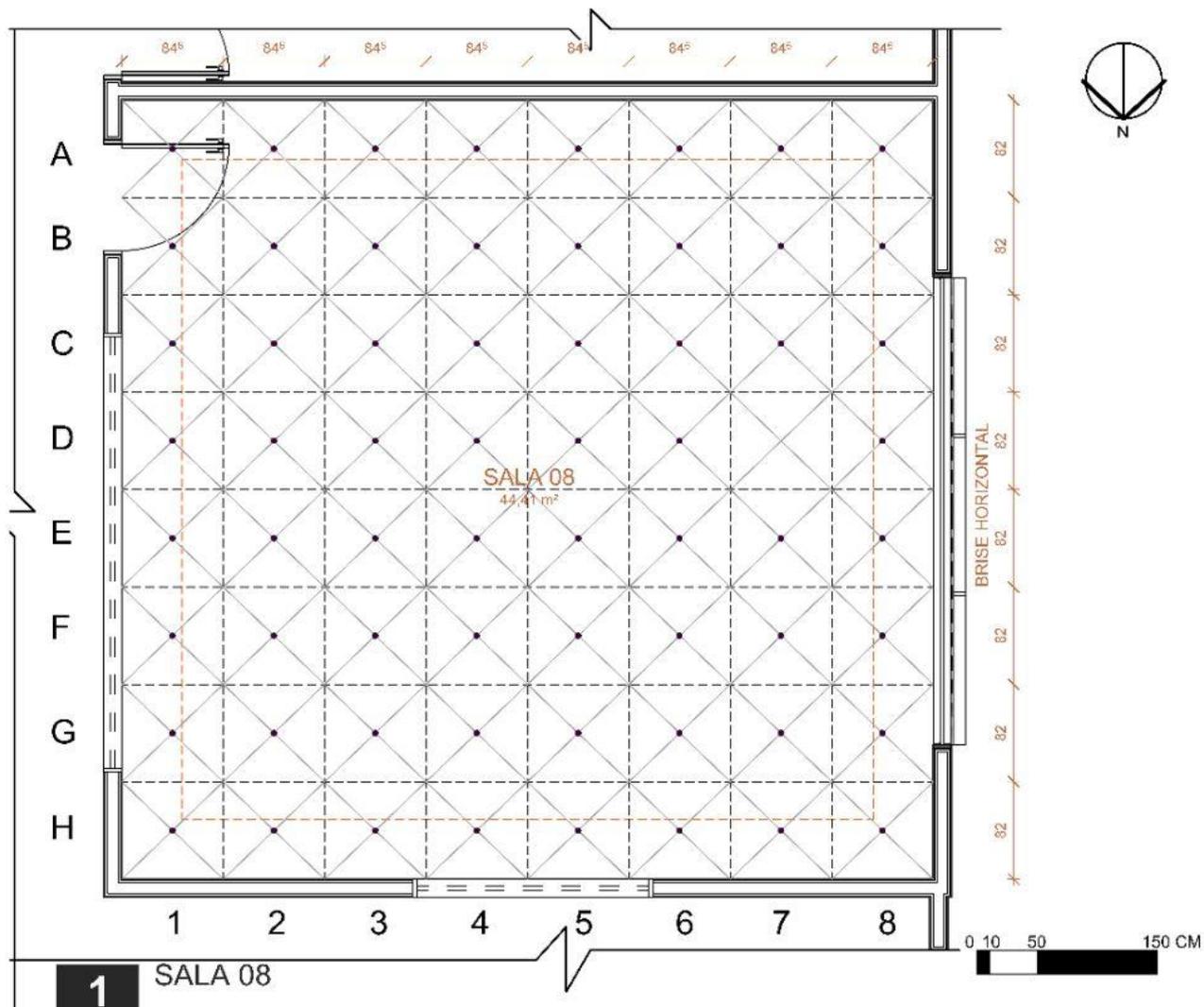
Após os cálculos foram obtidas as seguintes malhas:

**Figura 34:** Malha de pontos, sala de aula 07.



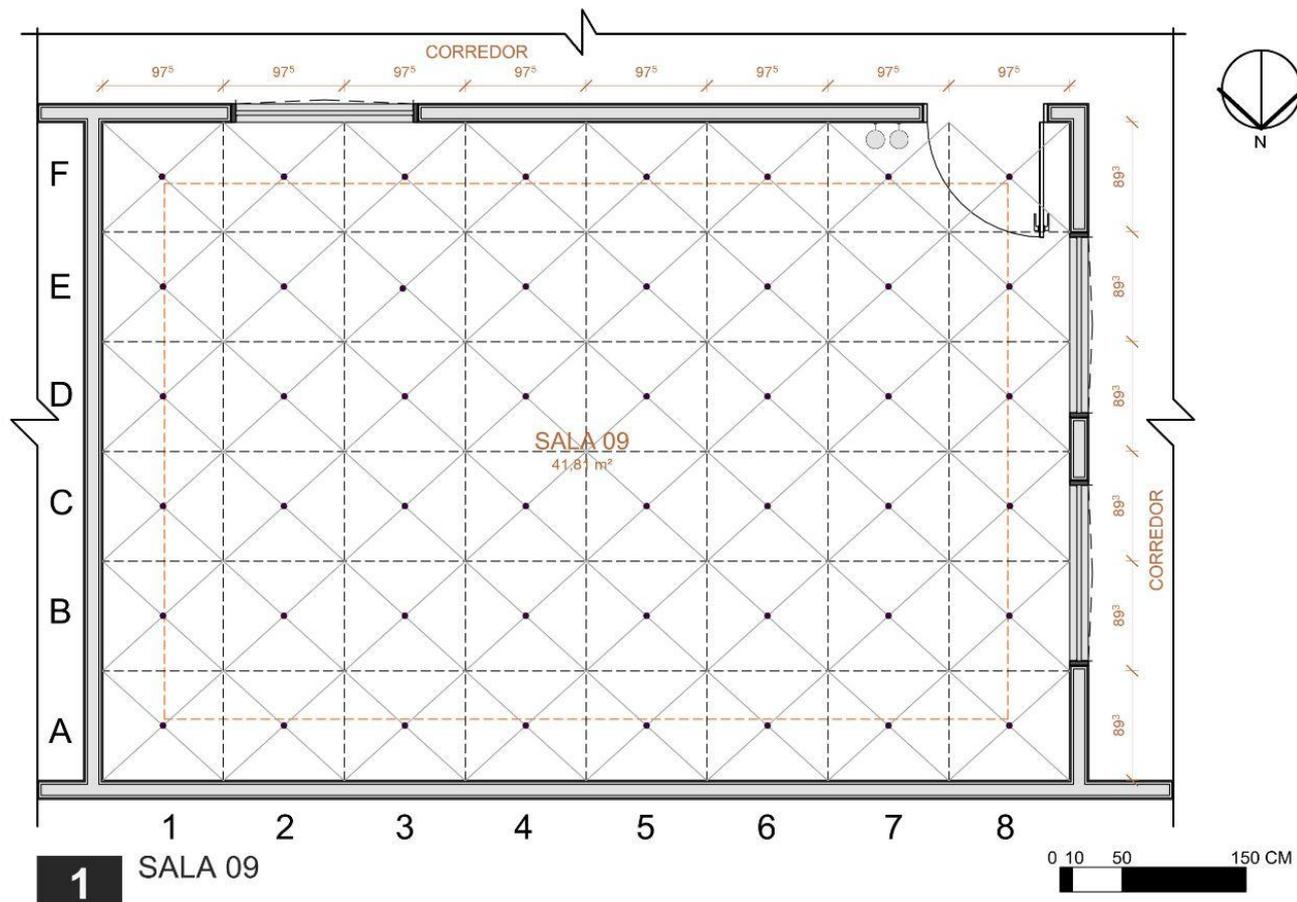
Fonte: Autora, 2023.

Figura 35: Malha de pontos, sala de aula 08.



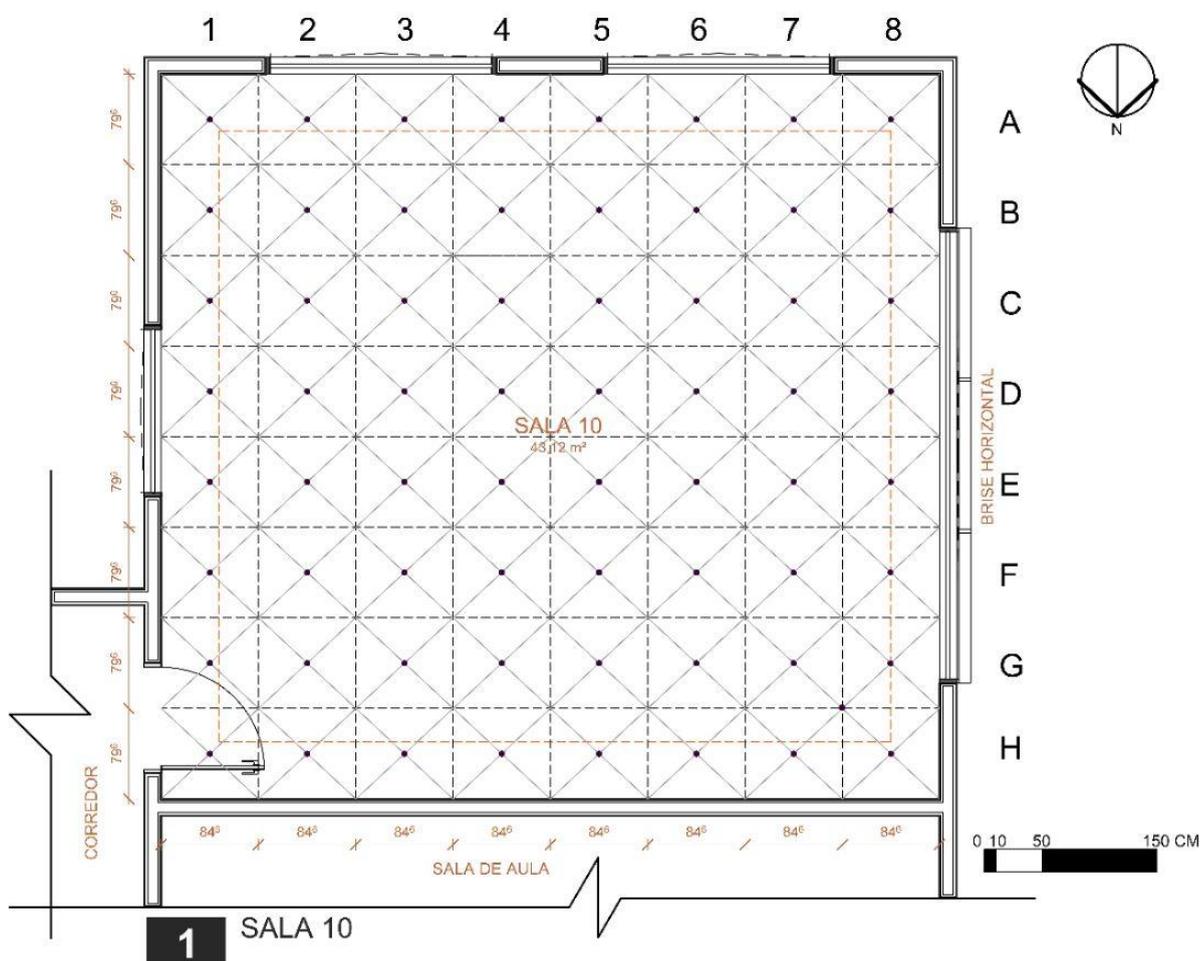
Fonte: Autora, 2023.

Figura 36: Malha de pontos, sala de aula 09.



Fonte: Autora, 2023.

**Figura 37:** Malha de pontos, sala de aula 10.



Fonte: Autora, 2023.

Os pontos da malha foram dispostos na planta baixa de cada sala de aula formando uma matriz para melhorar a identificação dos pontos durante a medição. Uma vez que, durante a medição da iluminação natural deverá ser realizada a aferição de dois pontos ao mesmo tempo, um interno e um externo - com a criação da matriz facilita a identificação do ponto que estará sendo medido no momento. Conjuntamente foi elaborada uma tabela (Apêndice B e C) para auxiliar na anotação dos dados mensurados pelo luxímetro.

### 3.4.2 Estratégia de aferição adotada - natural e artificial.

No dia 30 de junho de 2023, foram realizadas as aferições - em relação à iluminação natural e artificial - das quatro salas de aula escolhidas para o presente estudo. As mesmas foram realizadas de acordo com as recomendações das NBRs mencionadas nos tópicos anteriores e seguindo os devidos cuidados. A medição *in loco*, foi realizada próximo ao solstício de inverno, durante o período de um dia, das 10h da manhã às 15h da tarde - do dia mencionado anteriormente. O tipo de céu predominante no dia em questão era encoberto/nublado. Durante as aferições, em alguns momentos houve precipitação, impossibilitando a medição dos dados externos referentes a duas salas de estudo (sala 08 e 09) para o cálculo da iluminação natural.

A estratégia de aferição dos dados adotada para conseguir os valores de iluminância em relação tanto a iluminação natural quanto a artificial foi condicionada conforme o uso da sala de aula pelos alunos e professores. Para que as medições acontecessem de maneira efetiva, foram necessários o auxílio de mais duas pessoas - além da autora - para a execução das medições. Enquanto, a autora realizava as medições internas com o Luxímetro, a segunda pessoa controlava o ambiente - ligar/desligar o sistema de iluminação da sala aferida - e ainda a mesma anotava os valores obtidos verbalizados pela autora numa tabela (Apêndice A e B). Como também, a terceira pessoa realizava as medições externas com o Luxímetro do lado externo da edificação, próximo à mesma e também anotava os dados aferidos numa tabela (Apêndice A). Para que a medição interna e externa ocorresse de modo simultâneo foi necessário a utilização de aparelhos celulares para a comunicação entre as duas pessoas que realizaram as medições.

Outro aspecto importante para as aferições serem realizadas de modo eficiente, foi a execução de marcações dos pontos obtidos através do cálculo da malha no chão de toda a sala de estudo. As marcações foram criadas com a utilização de uma trena a laser da marca Bosch, como também foi usado para a demarcação dos pontos palitos - que podem ser substituídos por fita crepe.

Desta forma, foram realizadas os dois seguintes procedimentos:

Medição da iluminância com as lâmpadas desligadas para o cálculo da iluminação natural - sendo que nesta estratégia são medidos um ponto externo (fora da edificação) e outro dentro da sala, de modo simultâneo;

Medição da iluminância com as lâmpadas ligadas para o cálculo da iluminação artificial.

Como as medições simultâneas foram realizadas muito próximo à edificação (dentro do terreno da escola), foi necessário a aferição de um ponto no meio da rua desobstruído - distante das edificações - para a correção dos valores obtidos de iluminância externa. Para a correção foram realizadas quatro medições simultâneas em dois pontos: Um no meio da rua e o outro próximo à edificação - o mesmo ponto utilizado para as medições simultâneas externa e interna. As medições externas não foram realizadas no meio da rua para manter a segurança dos envolvidos nas medições e dos equipamentos cedidos pela UFS.

### 3.5 PROCEDIMENTOS DE CÁLCULOS

Para um melhor entendimento na seguinte seção serão demonstrados o passo a passo dos procedimentos de cálculos. Os quais foram realizados para a obter os resultados referentes à iluminação natural e artificial dos objetos de estudo da pesquisa. Sendo assim, o tópico será dividido em duas partes: A primeira, relacionado à iluminação natural, a qual foi escolhido como métrica o Fator de luz do dia; e a segunda, respectivo a iluminação artificial, utilizado como métrica a iluminância e a uniformidade da iluminância.

#### **3.5.1 Demonstração de cálculo adotado para a iluminação natural**

Os dados necessários para a realização dos cálculos foram coletados, como mencionado nos tópicos anteriores, por meio de um equipamento, o Luxímetro. Na etapa de cálculo da iluminação natural, foi escolhido o Fator de luz do dia como

métrica para obtenção dos resultados referente a mesma. Antes de realizar o cálculo do FLD, foi necessário efetuar uma correção referente a coleta de dados externos à edificação - como já foi mencionado na seção anterior.

Para a correção dos valores foi necessário realizar 4 medições simultâneas - um ponto próximo à edificação e outro no meio da rua - para chegar ao coeficiente de correção dos valores de iluminância obtidos. Desta forma, foi calculado primeiramente a média das 4 medições próximo à edificação, após também foi calculada a média das medições no meio da rua. A qual a equação está descrita a seguir:

$$Me = \frac{E1 + E2 + E3 + \dots + En}{n}$$

Na qual:

*Me* : valor da média;

*E* : valores medidos de iluminância, em lux;

*n* : quantidade de medições.

Em seguida, foi calculado a razão entre as médias chegando ao valor de coeficiente de correção. Logo após chegar ao valor necessário para a correção, o mesmo foi multiplicado por cada um dos valores obtidos nas medições próximas à edificação realizadas simultaneamente com a medição interna nas salas de estudo. Alcançando os valores corrigidos de iluminância externa, os mesmos auxiliaram na operação de cálculo do FLD.

Posto isto, a equação utilizada para o cálculo do Fator de luz do dia é a seguinte:

$$FLD = \frac{Ei}{Eec} \times 100$$

Na qual:

*FLD* : valor do Fator de luz do dia, em %;

*Ei* : valores medidos de iluminância interna, em lux;

*Eec* : valores medidos de iluminância externa corrigida, em lux.

Além de chegar aos valores de FLD correspondentes a cada ponto das malhas adotadas. Também foram realizados os cálculos dos valores médios, máximo e mínimo do fator de luz do dia em cada sala de estudo. Nas NBRS não existem valores que sirvam de parâmetro comparativo do fator de luz do dia em relação a edificações escolares, existem somente voltados para edificações residenciais, presente na NBR 15575 (2015). Sendo assim, os parâmetros adotados para comparar os valores obtidos são os seguintes: Para a avaliação qualitativa - impressão visual em relação ao fator de luz do dia - foi adotado a tabela (Tabela 05) descrita pelo autor Butera (1995, apud Garrocho) e para a avaliação quantitativa foi utilizado os critérios adotados pela BRE (*Building Research Establishment*), apresentados em uma tabela (Tabela 06) extraída da BREEAM<sup>5</sup> (2018).

**Tabela 05:** Valores de Fator de luz do dia (FLD) associados a impressão visual.

| Fator de luz diurna (FLD) | <1%   | 1 a 2% | 2 a 4%                  | 4 a 7%                                     | 7 a 12%                       | > 12%         |
|---------------------------|---|--------|-------------------------|--|-------------------------------|---------------|
|                           | muito baixo   | baixo  | moderado                | médio                                      | elevado                       | muito elevado |
| Zona considerada          | Zona afastada da abertura<br>Distância de 3 a 4 vezes a altura da abertura. |        |                         | Próximo à abertura ou abaixo de um zenital |                               |               |
| Impressão da luminosidade | De bom a pouco luminoso   |        | De pouco luminoso a bom |  | De luminosos a muito luminoso |               |
| Atmosfera                 | Ambiente fechado em si mesmo  |        |                         | Ambiente se abre para o exterior           |                               |               |

Fonte: Butera, 1995 apud Garrocho, 2005.

**Tabela 06:** Valores mínimos de valor de FLD exigidos.

| Tipo de edificação ou área |   | Fator de luz do dia médio necessário | Área mínima (m <sup>2</sup> ) para cumprir |
|----------------------------|---|--------------------------------------|--|
| Edificações de Educação    |   |                                      |  |
| Pré-escolas, escolas.      | 2 | 2%                                   | 80%  |

<sup>5</sup> Os valores determinados pela norma britânica são oriundos de medições em países com climas temperados (Países britânicos), os quais necessitam de um valor maior de FLD. Em climas tropicais - como é o caso do Brasil -, o valor determinado para o FLD pode ser inferior a 2%. Como não existem normas brasileiras relacionadas, não se sabe ao certo qual é o valor. Então foi adotado os valores da norma britânica para o estudo em questão.

|  |   |    |     |
|--|---|----|-----|
| Escolas de Ensino Médio<br>(High School) | 1 | 2% | 60% |
|  | 2 | 2% | 80% |

Fonte: Adaptado pela autora, BREEAM, 2018.

### 3.5.2 Demonstração de cálculo adotado para a iluminação artificial

Os dados necessários para a realização dos cálculos foram coletados mediante medição *in loco*, com o auxílio do Luxímetro. Na etapa de cálculo da iluminação artificial foi escolhido como parâmetro a iluminância e a uniformidade da iluminância. Desta forma, foram medidos valores de iluminância em duas estratégias, como já mencionado na seção anterior - primeira com o sistema de iluminação desligado e a segunda com o sistema de iluminação acionado. A estratégia anterior foi adotada na medição de todos os pontos da malha de estudo, com isso, pode-se obter dois valores de iluminância para cada ponto. Os valores obtidos auxiliaram para encontrar o real valor de iluminância emitido pelo sistema de iluminação das salas de estudo.

Posto isto, para encontrar o valor real de iluminância emitido pela iluminação artificial, foi necessário utilizar a equação a seguir:

$$E_f = E_a - E_n$$

Na qual:

$E_f$  : valor real da iluminância emitida pelo sistema de iluminação artificial, em lux;

$E_a$  : valores medidos de iluminância com o sistema de iluminação ligado, em lux;

$E_n$  : valores medidos de iluminância com o sistema de iluminação desligado, em lux.

Em seguida, também foram calculados os valores médios, máximo e mínimo da iluminância de cada sala de estudo. Com a finalidade de comparar os valores obtidos com os estabelecidos pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013).

Com o auxílio dos cálculos anteriores, pode-se calcular a uniformidade das salas de estudo da pesquisa. A NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), estabelece que

a uniformidade da iluminância no plano da tarefa não pode ser menor que 0,7. A mesma é calculada pela seguinte equação:

$$Uo = \frac{Emín}{Eme}$$

Na qual:

$Uo$  : Valor da uniformidade, em lux;

$Emín$  : Valor mínimo da iluminância, em lux;

$Eme$  : Valor médio da iluminância, em lux.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No presente capítulo serão apresentados os resultados da medição *in loco* obtidos, através da utilização do aparelho luxímetro, em relação à iluminação natural e artificial das quatro salas de aula escolhidas como objeto de estudo. As medições foram realizadas em um único dia próximo ao solstício de inverno - 30 de junho de 2023 - ao longo do dia foram aferidos os valores de iluminância relacionados a iluminação natural e artificial.

Os resultados serão apresentados no capítulo em tópicos por sala de aula. Cada tópico apresentará os resultados obtidos em relação à iluminação natural - na qual será calculado o fator de luz do dia por meio dos valores adquiridos de iluminância interna e externa - e artificial - valores de iluminância e uniformidade. Foram utilizados os métodos de medição explanados nos capítulos anteriores e todas as recomendações.

Para o tratamento dos dados e cálculos foi utilizado o *software* Excel, os mesmos serão demonstrados através de tabelas e gráficos de superfície. Os recursos mencionados anteriormente serviram para um melhor entendimento dos resultados que serão apresentados.

As salas 7, 8, 9 e 10 no momento das aferições encontrava-se vazia somente com pessoas necessárias para realizar as medições, tomando todas as precauções para a aferição correta.

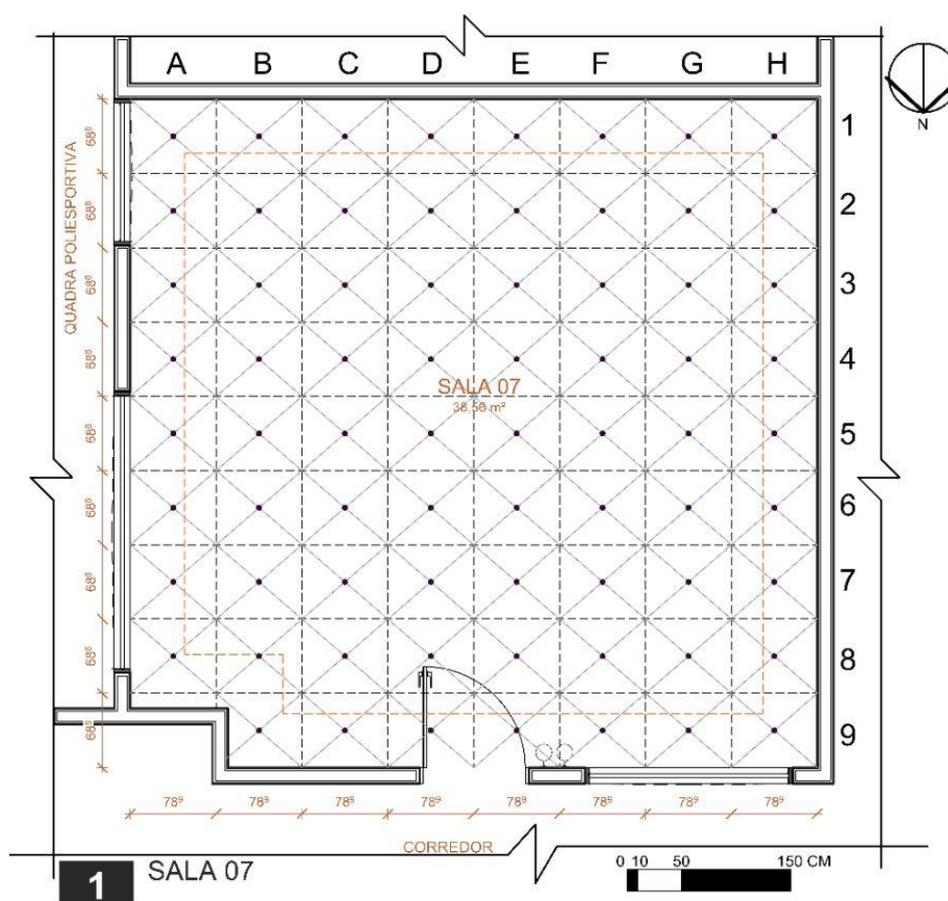
### 4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS MEDIÇÕES *IN LOCO* - SALA 07.

Primeiramente serão apresentados os resultados relacionados à iluminação natural e logo após os referentes a iluminação artificial da sala em questão.

#### 4.1.1 Análise iluminação natural - Sala 07

A NBR adotada para calcular a iluminação natural é a NBR 15215-4 - Iluminação natural: Verificação experimental de iluminação interna de edificações. Para a análise foi utilizada a métrica Fator de Luz do dia, a mesma é o parâmetro de análise do comportamento da iluminação natural da sala em questão. Para chegar aos valores de FLD foi realizado o passo a passo descrito no capítulo anterior. A malha adotada (Figura 38) para o cálculo foi a mesma que a adotada para os cálculos da iluminação artificial, por disponibilizar uma maior quantidade de pontos, sendo assim, mais precisa.

**Figura 38:** Malha de pontos, sala de aula 07.



Fonte: Autora, 2023.

Apoiado nos valores de iluminância coletados, podemos calcular os valores do fator de luz do dia em relação ao desempenho da iluminação natural na sala de aula 07. Os dados foram coletados através das estratégias demonstradas no capítulo anterior. Somos capazes de visualizar os resultados obtidos através das medições *in loco*, nas tabelas (07 e 08) e a correção dos dados obtidos na aferição externa próximo à edificação na tabela 09.

**Tabela 07:** Valores de iluminância interna - lux .

|   | 1    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6    | 7    | 8   | 9   |
|---|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|
| A | 1232 | 852 | 184 | 222 | 725 | 729  | 851  | 925 |     |
| B | 1310 | 907 | 494 | 481 | 836 | 1066 | 1092 | 963 | 292 |
| C | 585  | 421 | 382 | 369 | 592 | 670  | 765  | 819 | 542 |
| D | 294  | 245 | 244 | 281 | 283 | 353  | 322  | 351 | 351 |
| E | 192  | 214 | 246 | 245 | 302 | 326  | 343  | 363 | 331 |
| F | 166  | 197 | 227 | 237 | 269 | 301  | 276  | 289 | 252 |
| G | 86   | 121 | 167 | 206 | 171 | 217  | 200  | 207 | 162 |
| H | 146  | 158 | 171 | 183 | 202 | 205  | 205  | 205 | 163 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

**Tabela 08:** Valores de iluminância externa - lux.

|   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A | 3470 | 3610 | 3760 | 3940 | 4090 | 4230 | 4380 | 4490 |      |
| B | 3310 | 3280 | 3300 | 3270 | 3300 | 3270 | 3260 | 3250 | 3250 |
| C | 2890 | 2970 | 3050 | 3140 | 3220 | 3250 | 3260 | 3210 | 3240 |
| D | 3300 | 3170 | 3210 | 3160 | 3060 | 2970 | 2820 | 2760 | 2750 |
| E | 3550 | 3720 | 3800 | 3870 | 3870 | 3830 | 3800 | 3790 | 3740 |
| F | 3760 | 3730 | 3700 | 3690 | 3690 | 3700 | 3720 | 3710 | 3690 |
| G | 3780 | 3790 | 3800 | 3790 | 3800 | 3790 | 3790 | 3840 | 3890 |
| H | 4110 | 4100 | 4080 | 4070 | 4040 | 4030 | 4000 | 3970 | 3930 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

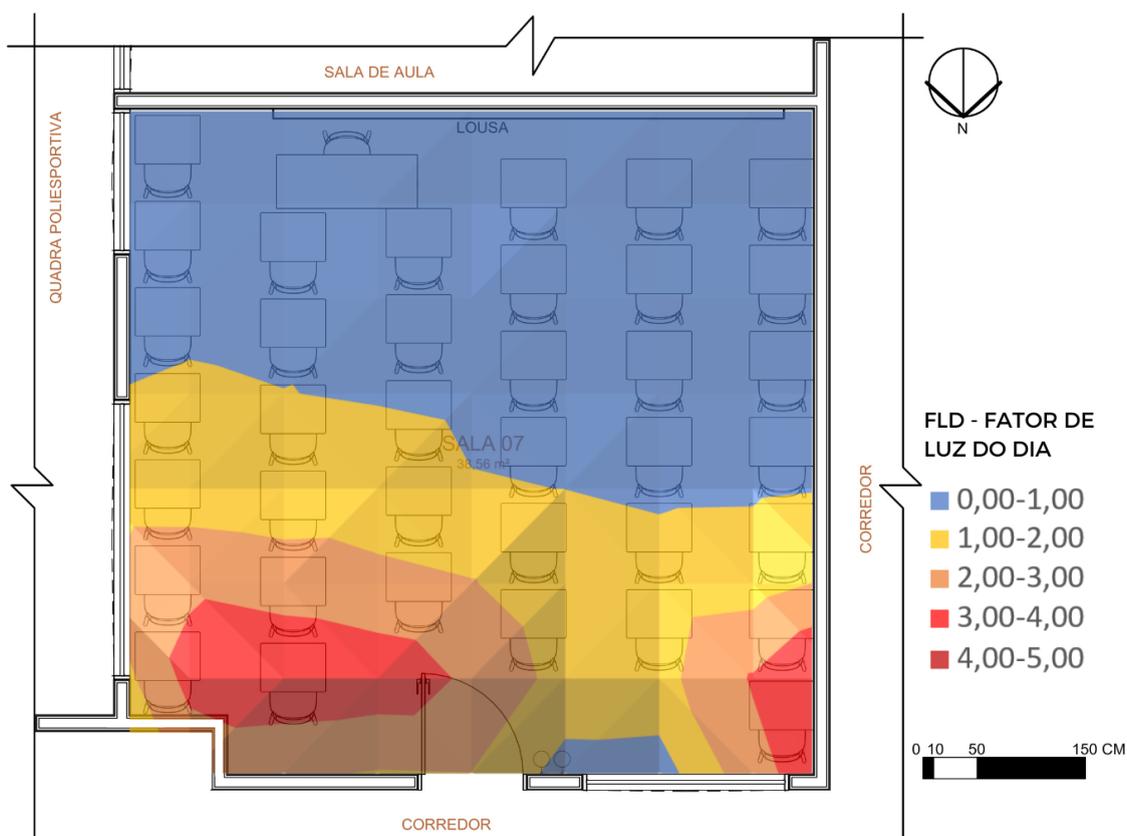
**Tabela 09:** Valores de iluminância externa corrigidos - lux.

|   | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | 31019,12 | 32270,61 | 33611,49 | 35220,55 | 36561,44 | 37812,93 | 39153,81 | 40137,13 |          |
| B | 29588,84 | 29320,66 | 29499,45 | 29231,27 | 29499,45 | 29231,27 | 29141,88 | 29052,49 | 29052,49 |
| C | 25834,36 | 26549,50 | 27264,64 | 28069,17 | 28784,31 | 29052,49 | 29141,88 | 28694,92 | 28963,09 |
| D | 29499,45 | 28337,35 | 28694,92 | 28247,96 | 27354,03 | 26549,50 | 25208,62 | 24672,27 | 24582,87 |
| E | 31734,25 | 33253,92 | 33969,06 | 34594,81 | 34594,81 | 34237,24 | 33969,06 | 33879,67 | 33432,71 |
| F | 33611,49 | 33343,31 | 33075,14 | 32985,75 | 32985,75 | 33075,14 | 33253,92 | 33164,53 | 32985,75 |
| G | 33790,28 | 33879,67 | 33969,06 | 33879,67 | 33969,06 | 33879,67 | 33879,67 | 34326,63 | 34773,59 |
| H | 36740,22 | 36650,83 | 36472,04 | 36382,65 | 36114,48 | 36025,08 | 35756,91 | 35488,73 | 35131,16 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Com suporte das tabelas apresentadas foi anteriormente realizado o cálculo do fator de luz do dia, o mesmo expressa-se na razão percentual entre os valores internos de iluminância e os externos corrigidos, sem a incidência direta da radiação solar. O resultado deste cálculo é expresso através de um gráfico de superfície de contorno, produzido no *software* Excel, os mesmos foram tratados e sobrepostos em uma planta do ambiente com auxílio do *software* illustrator. A seguir podemos observar na figura 39, os resultados alcançados.

**Figura 39:** Gráfico de superfície de contorno com valores de FLD(%).



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Ao observar o gráfico anterior, verificamos que os maiores valores de FLD ficam localizados próximo a uma das principais aberturas que fica virada para a quadra poliesportiva coberta do colégio - a mesma encontrava-se desobstruída durante as aferições. A sala 07 tem três aberturas, nenhuma das aberturas estão voltadas para o exterior da edificação, sendo que a abertura próxima à porta tem

cartolinas como proteção em metade da janela. Analisando de modo qualitativo, a região próxima a maior abertura da esquerda e a abertura voltada para o corredor apresentam um valor de FLD médio (4 - 6%) a moderado (2 - 4%). Já as zonas mais próximas ao quadro apresentam valores de FLD baixos (0 - 2%), por se tratar de uma região afastada da abertura, ainda mais, a abertura menor da esquerda não proporciona a entrada de luz adequada.

Os valores médios, máximos e mínimos de FLD obtidos foram, respectivamente, 1,31%, 4,43% e 0,25%. Segundo a BREEAM (2018), o valor médio necessário para uma sala de aula de uma instituição de ensino médio é de 2% em no mínimo 80% da área da sala. Ao examinar o gráfico anterior, podemos perceber que o valor de FLD não chega aos 2% em mais da metade da sala de aula e seu valor médio não chega aos 2%.

Concluimos com os dados mencionados anteriormente que a iluminação natural da sala não é uniforme e tem uma grande concentração nas regiões próximas às janelas desobstruídas. Assim como também, não atende os parâmetros adotados nesta pesquisa.

#### **4.1.2 Análise iluminação artificial - Sala 07**

Para a análise e cálculo da iluminação artificial da sala 07, foi adotada a NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - Iluminação de Ambientes de Trabalho. Como as demais salas, foi utilizado como métrica a iluminância e a uniformidade, como parâmetro de análise do comportamento da iluminação artificial. Os valores obtidos foram comparados aos preconizados na NBR citada anteriormente para ambientes de sala de aula. A malha adotada (Figura 38) seguiu os cálculos mencionados no capítulo anterior.

A partir dos dados coletados *in loco*, podemos chegar aos valores de iluminância que possibilitam a visualização da do desempenho do sistema de iluminação artificial da sala de aula 07. Adotando as estratégias de medição explanadas no capítulo anterior, podemos obter os seguintes valores de iluminância

com o sistema de luzes desligadas (Tabela 10) e com o mesmo ligado (Tabela 11), com os valores descritos na tabela conseguimos alcançar o valor real da iluminância da sala emitida pelo sistema artificial.

**Tabela 10:** Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação desligada.

|   | 1    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6    | 7    | 8   | 9   |
|---|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|
| A | 1232 | 852 | 184 | 222 | 725 | 729  | 851  | 925 |     |
| B | 1310 | 907 | 494 | 481 | 836 | 1066 | 1092 | 963 | 292 |
| C | 585  | 421 | 382 | 369 | 592 | 670  | 765  | 819 | 542 |
| D | 294  | 245 | 244 | 281 | 283 | 353  | 322  | 351 | 351 |
| E | 192  | 214 | 246 | 245 | 302 | 326  | 343  | 363 | 331 |
| F | 166  | 197 | 227 | 237 | 269 | 301  | 276  | 289 | 252 |
| G | 86   | 121 | 167 | 206 | 171 | 217  | 200  | 207 | 162 |
| H | 146  | 158 | 171 | 183 | 202 | 205  | 205  | 205 | 163 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

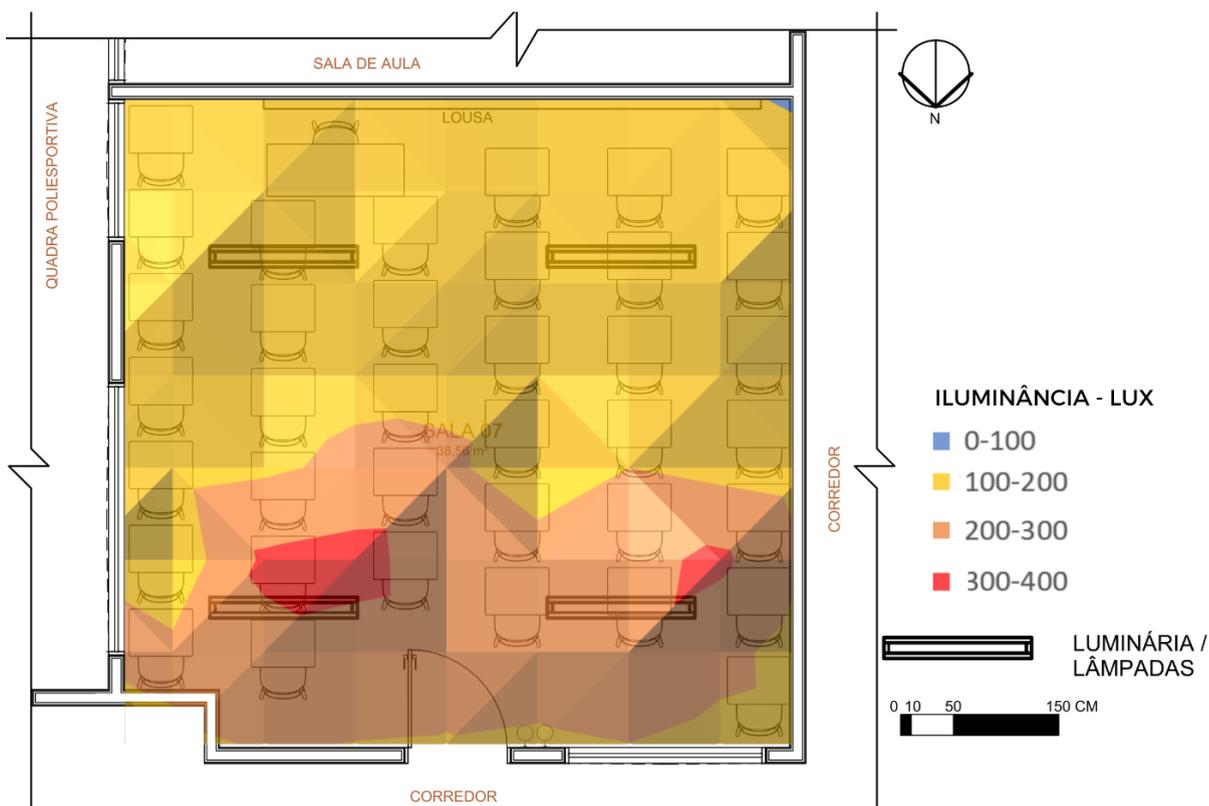
**Tabela 11:** Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação ligada.

|   | 1    | 2    | 3   | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   |
|---|------|------|-----|-----|------|------|------|------|-----|
| A | 1381 | 1021 | 383 | 405 | 919  | 927  | 1057 | 1109 |     |
| B | 1456 | 1140 | 775 | 739 | 1075 | 1321 | 1367 | 1185 | 496 |
| C | 780  | 740  | 655 | 624 | 829  | 1009 | 1081 | 950  | 727 |
| D | 440  | 417  | 444 | 408 | 508  | 572  | 507  | 517  | 503 |
| E | 311  | 395  | 417 | 383 | 466  | 504  | 500  | 539  | 486 |
| F | 298  | 380  | 411 | 392 | 439  | 472  | 436  | 482  | 380 |
| G | 250  | 274  | 318 | 354 | 319  | 349  | 365  | 352  | 274 |
| H | 224  | 280  | 287 | 295 | 319  | 318  | 326  | 314  | 255 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Através dos dados das tabelas anteriores, realizou-se o cálculo descrito no capítulo 03. O resultado é expresso na Figura 40, através de um gráfico de superfície de contorno, produzido no *software* Excel, os mesmos foram tratados e conformados sobre a planta do ambiente com auxílio do *software* illustrator.

**Figura 40:** Gráfico de superfície de contorno com valores de iluminância artificial - lux.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Ao observar atentamente o gráfico anterior, podemos visualizar que os maiores valores de iluminância situam-se próximo das regiões em que as luminárias da sala encontram-se. Exceto, próximo às luminárias do fundo da sala - perto da lousa -, as quais uma das suas lâmpadas no momento da aferição estava queimada, fazendo com que a quantidade de lux ao redor da mesma fosse menor que na região ao redor das outras luminárias.

Ao obter os valores da iluminação artificial mensurados podemos também calcular a iluminância média, máxima e mínima da sala de aula. Na sala 7, os valores obtidos de iluminância média, máxima e mínima foram respectivamente: 170 lux, 339 lux e 78 lux. Sendo assim, a NBR ISO/CIE 8995-1:2013, recomenda que os níveis de iluminância para sala de aula e sala de leitura sejam respectivamente de

300 lux e 500 lux. A sala de aula em questão chega aos 300 lux em poucos pontos próximos, principalmente as luminárias que estão funcionando normalmente. No entanto, a maior parte da sala não atinge os valores indicados pela norma de desempenho, podemos observar melhor através do valor de média da sala que não atinge os 300 lux.

O outro parâmetro utilizado foi a análise da uniformidade da iluminância. Na sala 07 alcançou-se o valor de 0,46 - abaixo do valor recomendado pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), que é 0,7 - conseqüentemente, a sala em questão não atende o valor determinado pela norma de desempenho.

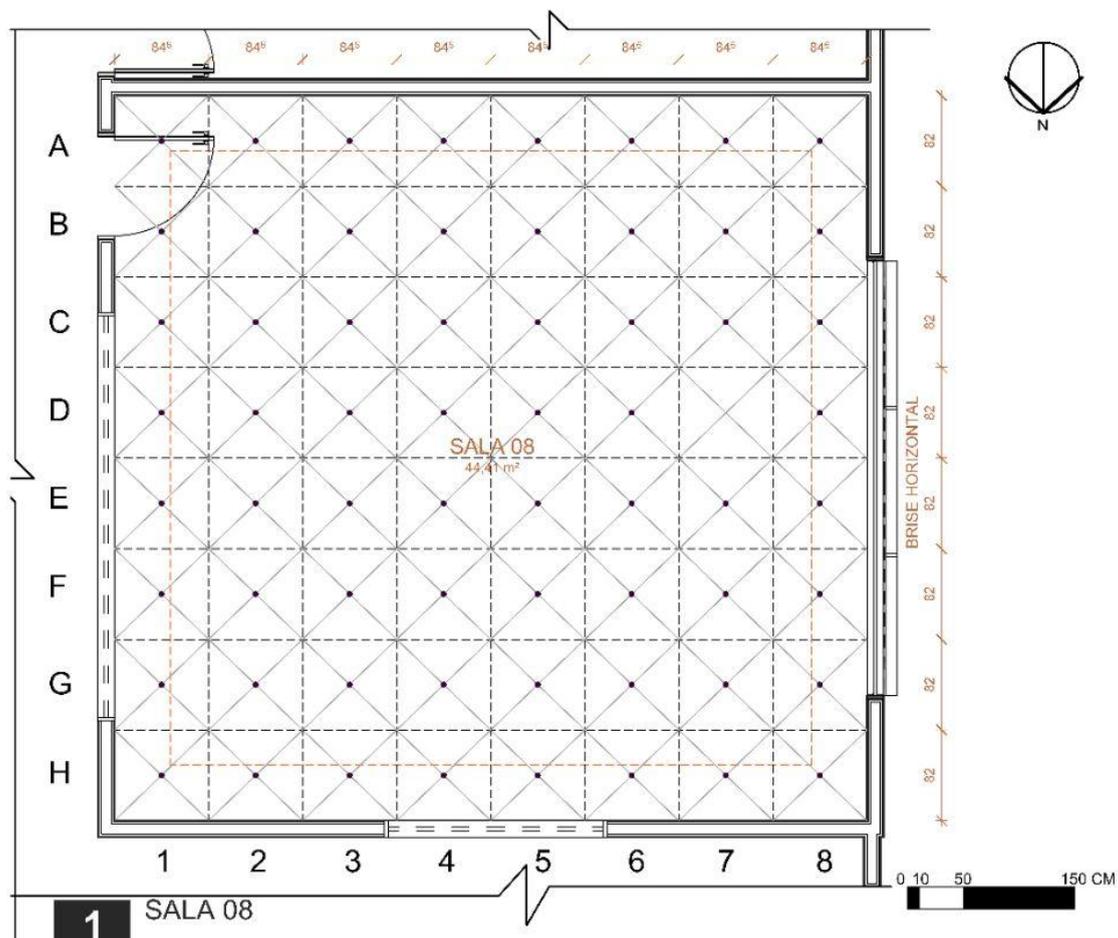
#### 4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS MEDIÇÕES *IN LOCO* - SALA 08.

Na análise da sala em questão não foi possível calcular o fator de luz do dia, uma vez que durante as medições externas ocorreram precipitações, assim impossibilitando a medição externa simultânea com a interna da sala de aula 08. No presente tópico será apresentado os resultados referentes à iluminação artificial da sala de aula 08.

##### **4.2.1 Análise iluminação artificial - Sala 08**

Para a análise e cálculo da iluminação artificial da sala 08 - como nas demais salas - foi adotada a NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - Iluminação de Ambientes de Trabalho. Como também, foi utilizado como métrica a iluminância e a uniformidade. Após os cálculos os valores obtidos foram comparados aos preconizados na NBR citada anteriormente para ambientes de sala de aula. A malha adotada (Figura 41) seguiu os cálculos mencionados no capítulo anterior.

**Figura 41:** Malha de pontos, sala de aula 08.



Fonte: Autora, 2023.

Com base nos dados coletados nas visitas técnicas, somos capazes de visualizar o desempenho do sistema de iluminação artificial da sala 08. Empregando as estratégias de medição explanadas no capítulo anterior, podemos obter os seguintes valores de iluminância com o sistema de iluminação desligado (Tabela 12) e com o mesmo ligado (Tabela 13), com os valores descritos na tabela conseguimos alcançar o valor real da iluminância da sala emitida pelo sistema artificial.

**Tabela 12:** Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação desligada.

|   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| A | 10 | 20 | 20 | 17 | 19 | 19 | 25 | 19 |
| B | 15 | 17 | 19 | 23 | 28 | 33 | 34 | 34 |
| C | 12 | 21 | 22 | 25 | 36 | 34 | 39 | 29 |
| D | 14 | 17 | 23 | 26 | 33 | 43 | 52 | 65 |
| E | 11 | 13 | 18 | 22 | 18 | 21 | 38 | 43 |
| F | 7  | 9  | 13 | 19 | 24 | 27 | 31 | 31 |
| G | 9  | 10 | 12 | 14 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| H | 3  | 6  | 9  | 12 | 12 | 11 | 12 | 10 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

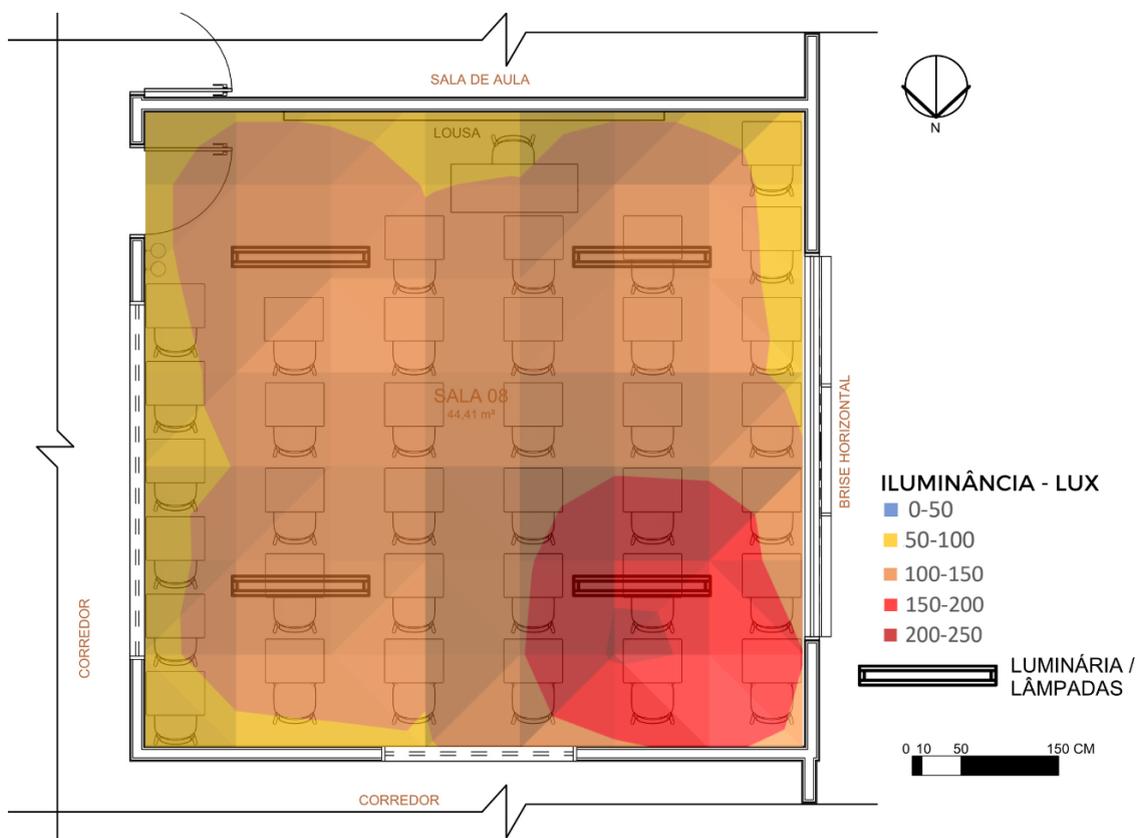
**Tabela 13:** Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação ligada.

|   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | 80  | 110 | 110 | 97  | 94  | 105 | 110 | 89  |
| B | 105 | 137 | 135 | 122 | 130 | 162 | 151 | 116 |
| C | 102 | 136 | 147 | 131 | 147 | 163 | 157 | 114 |
| D | 98  | 126 | 131 | 127 | 141 | 167 | 167 | 155 |
| E | 94  | 114 | 126 | 124 | 134 | 166 | 180 | 147 |
| F | 89  | 125 | 128 | 129 | 166 | 222 | 225 | 147 |
| G | 98  | 125 | 129 | 120 | 165 | 224 | 217 | 172 |
| H | 51  | 96  | 102 | 108 | 133 | 155 | 169 | 148 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Por meio dos dados das tabelas anteriores, realizou-se o cálculo descrito no capítulo 03. O resultado é expresso, através de um gráfico de superfície de contorno, produzido no *software* Excel, os mesmos foram tratados e confeccionados sobre a planta do ambiente com auxílio do *software* illustrator. A seguir podemos observar na Figura 42, os resultados alcançados.

**Figura 42:** Gráfico de superfície de contorno com valores de iluminância artificial - lux.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Ao observar atentamente o gráfico anterior, podemos visualizar que os maiores valores de iluminância situam-se próximo a uma das luminárias do fundo da sala. Dado que, as demais luminárias apresentavam uma de suas lâmpadas queimadas durante as aferições. Desta forma, a quantidade de lux em volta das luminárias com uma de suas lâmpadas queimadas era menor do que a que estava com um funcionamento adequado.

Ao obter os valores da iluminação artificial mensurados podemos também calcular a iluminância média, máxima e mínima da sala de aula. Na sala 8, os valores obtidos de iluminância média, máxima e mínima foram respectivamente: 108 lux, 205 lux e 48 lux. Sendo assim, a NBR ISO/CIE 8995-1:2013, recomenda que os níveis de iluminância para sala de aula e sala de leitura sejam respectivamente de

300 lux e 500 lux. O sistema de iluminação artificial da sala de aula em questão não alcança os 300 lux em nenhum dos pontos da malha, conseqüentemente não atende aos valores indicados pela norma de desempenho.

Outro aspecto analisado na sala 08, foi a uniformidade da iluminância. Na sala em questão alcançou-se o valor de 0,44, abaixo do valor recomendado pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013). Conseqüentemente, a sala 08 não atende o valor determinado pela norma de desempenho.

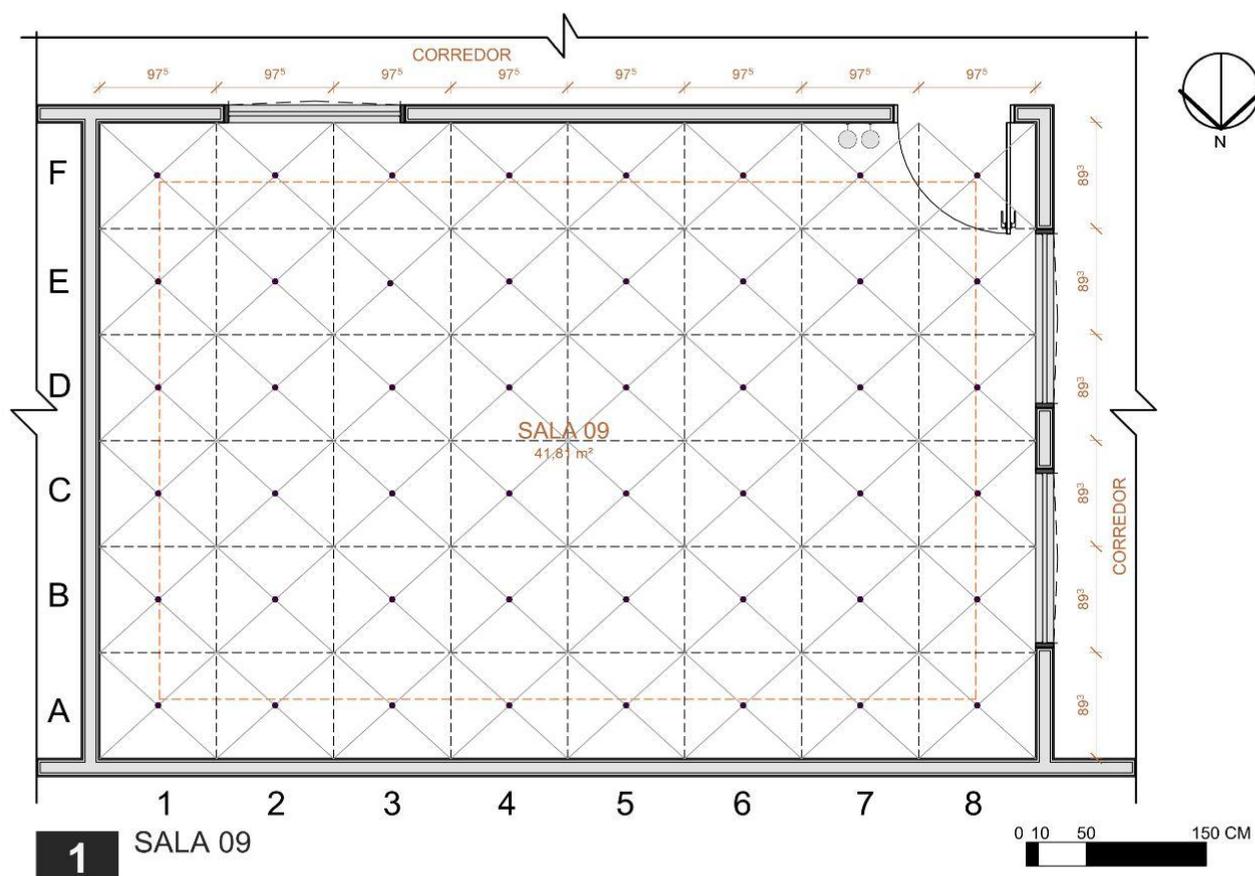
#### 4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS MEDIÇÕES *IN LOCO* - SALA 09.

Em decorrência de precipitações durante as medições da sala 09, não foi possível calcular o fator de luz do dia, uma vez que as medições externas simultâneas com a interna da sala de aula 09 foram impossibilitadas. Na seção a seguir serão apresentados os resultados referentes à iluminação artificial da sala de aula 09.

##### **4.3.1 Análise iluminação artificial - Sala 09**

Para alcançar os resultados referentes à iluminação artificial da sala 9. Adotou-se a NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - Iluminação de Ambientes de Trabalho, para análise e cálculos através da seguinte métrica: a iluminância e a uniformidade. Após realizar os cálculos os valores obtidos foram comparados aos preconizados na NBR citada anteriormente para ambientes de sala de aula. A malha adotada (Figura 43) seguiu os cálculos mencionados no capítulo anterior.

**Figura 43:** Malha de pontos, sala de aula 09.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Com suporte dos dados coletados *in loco*, conseguimos visualizar o desempenho do sistema de iluminação artificial da sala 09. Ao utilizar as estratégias de medição explanadas no capítulo anterior, podemos obter os seguintes valores de iluminância com o sistema de iluminação desligado (Tabela 14) e com o mesmo ligado (Tabela 15), com os valores descritos na tabela conseguimos alcançar o valor real da iluminância da sala emitida pelo sistema artificial.

**Tabela 14:** Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação desligada.

|   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|----|----|----|----|---|---|---|---|
| A | 0  | 10 | 10 | 0  | 1 | 1 | 0 | 0 |
| B | 10 | 10 | 10 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| C | 10 | 10 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| D | 3  | 5  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E | 4  | 6  | 5  | 3  | 2 | 1 | 1 | 1 |
| F | 3  | 4  | 4  | 2  | 1 | 1 | 1 | 1 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

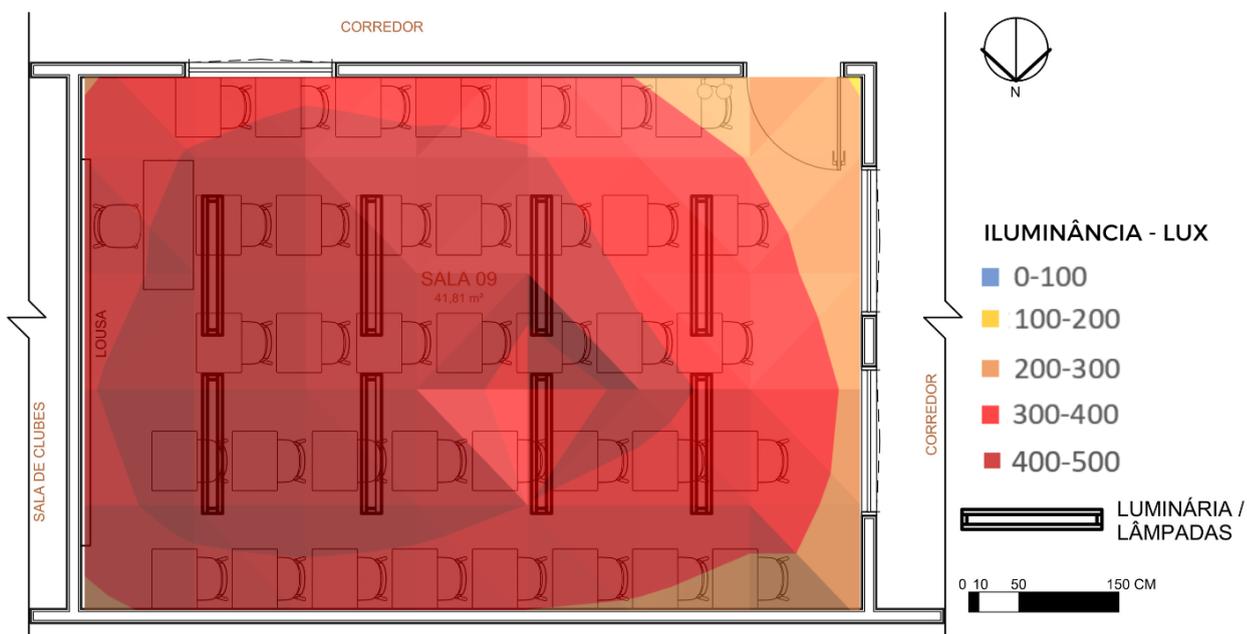
**Tabela 15:** Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação ligada.

|   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | 260 | 330 | 350 | 322 | 290 | 280 | 230 | 230 |
| B | 370 | 450 | 460 | 450 | 400 | 380 | 350 | 270 |
| C | 400 | 480 | 510 | 490 | 350 | 420 | 380 | 280 |
| D | 345 | 449 | 480 | 480 | 440 | 390 | 340 | 250 |
| E | 337 | 416 | 452 | 430 | 410 | 361 | 297 | 225 |
| F | 272 | 316 | 346 | 329 | 331 | 270 | 200 | 178 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Com o auxílio dos dados das tabelas anteriores, realizou-se o cálculo descrito no capítulo 03. A seguir podemos observar na Figura 44, os resultados alcançados.

**Figura 44:** Gráfico de superfície de contorno sala 9, com valores de iluminância artificial - lux.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Ao analisar atentamente o gráfico anterior, podemos visualizar que os maiores valores de iluminância concentram-se próximos às luminárias. Na sala 09, duas luminárias apresentavam uma de suas lâmpadas queimadas - as mesmas são a quarta luminária da primeira fileira e a terceira da segunda fileira, sentido esquerda para a direita.

Na sala 9, os valores obtidos de iluminância média, máxima e mínima foram respectivamente: 346 lux, 500 lux e 177 lux. Sendo assim, a NBR ISO/CIE 8995-1:2013, recomenda que os níveis de iluminância para sala de aula e sala de leitura sejam respectivamente de 300 lux e 500 lux. O sistema de iluminação artificial da sala de aula em questão apresenta valores acima dos 300 lux, na maioria dos pontos da malha adotada.

Conclui-se que a sala de aula 9, conseguiu atingir os valores preconizados pela norma de desempenho. A mesma é a única sala objeto de estudo que alcançou os valores recomendados.

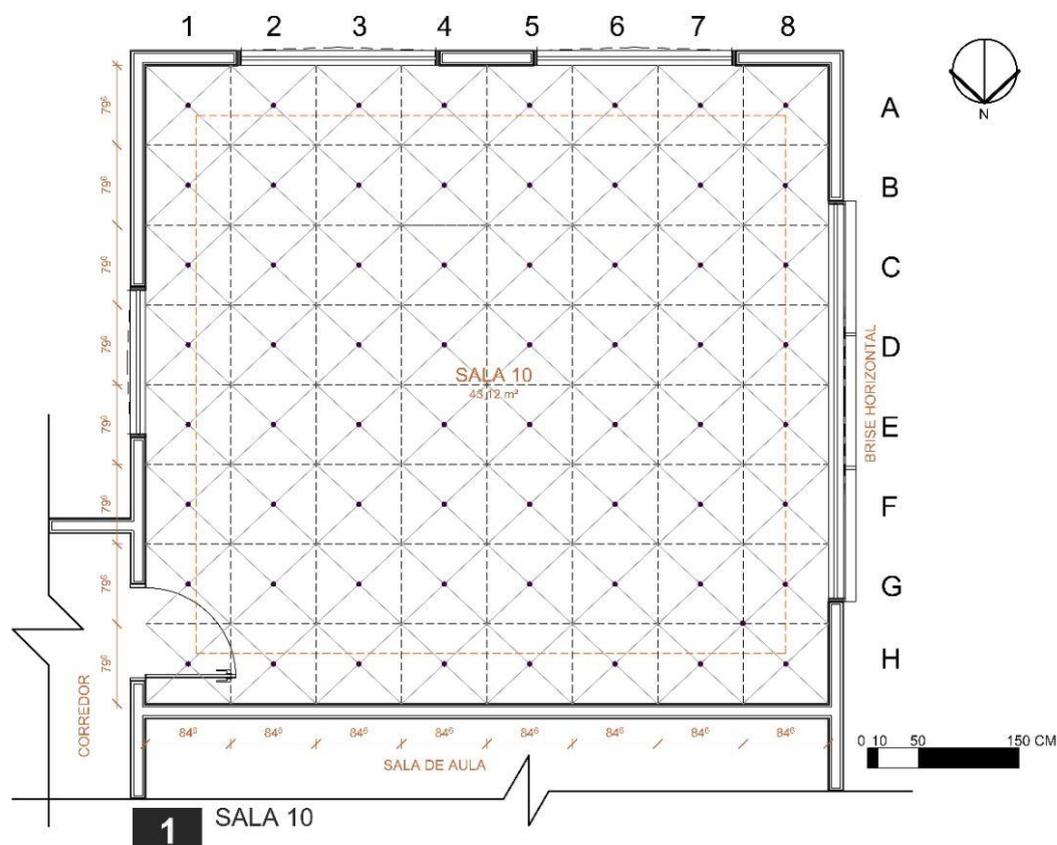
Referente a uniformidade da iluminação artificial da sala de aula 09, a mesma alcançou o valor de 0,51. O valor encontra-se abaixo do determinado pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), visto isto, a mesma não atende a norma no quesito em questão.

#### 4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS MEDIÇÕES *IN LOCO* - SALA 10.

##### **4.4.1 Análise iluminação natural - Sala 10**

Para o cálculo da medição natural foi utilizado a NBR 15215-4 - Iluminação natural: Verificação experimental de iluminação interna de edificações. Usando o FLD - Fator de Luz do dia - como parâmetro de análise do comportamento da iluminação natural da sala em questão. Para chegar ao FLD é necessário, como a norma descreve, obter os valores de iluminância interno e externo. A malha adotada (Figura 45) para o cálculo foi a mesma que a adotada para os cálculos da iluminação artificial, por disponibilizar uma maior quantidade de pontos, sendo assim, mais precisa.

**Figura 45:** Malha de pontos, sala de aula 10.



Fonte: Autora, 2023.

Conforme os valores de iluminância coletados, é possível calcular os valores do fator de luz do dia em relação ao desempenho da iluminação natural na sala de aula 10. Na mesma, foram coletados dados referentes à iluminação por três estratégias. A primeira dentro da sala de aula com as luzes desligadas (Tabela 16) e a segunda no lado externo (Tabela 17) próximo à edificação - as duas medições foram simultâneas como preconizado na norma (ABNT, 2005). Já a terceira foi uma aferição no meio da rua com o tipo de céu encoberto e desobstruído para correção dos valores (Tabela 18) obtidos na aferição externa próximo à edificação. As medições foram realizadas no dia 30 de junho de 2023, durante o período da manhã.

**Tabela 16:** Valores de iluminância interna - lux.

|   | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8   |
|---|-----|------|------|------|------|------|------|-----|
| A | 480 | 2210 | 2890 | 1153 | 1395 | 1946 | 1743 | 375 |
| B | 620 | 1240 | 1400 | 1217 | 1268 | 1067 | 933  | 520 |
| C | 450 | 680  | 710  | 941  | 1224 | 697  | 751  | 434 |
| D | 360 | 440  | 480  | 639  | 952  | 489  | 599  | 487 |
| E | 230 | 300  | 360  | 457  | 675  | 479  | 464  | 409 |
| F | 190 | 270  | 290  | 369  | 586  | 391  | 410  | 379 |
| G | 150 | 210  | 220  | 326  | 418  | 339  | 330  | 346 |
| H | 150 | 190  | 210  | 286  | 292  | 329  | 360  | 304 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

**Tabela 17:** Valores de iluminância externa - lux.

|   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A | 4950 | 5000 | 5610 | 4580 | 4480 | 4290 | 4140 | 3360 |
| B | 4680 | 5130 | 5360 | 5030 | 4470 | 4120 | 4300 | 2930 |
| C | 4620 | 5310 | 5110 | 5200 | 4450 | 4050 | 4480 | 2820 |
| D | 4500 | 5630 | 5140 | 5160 | 4050 | 4030 | 4600 | 3660 |
| E | 4260 | 5790 | 5200 | 5220 | 3860 | 3960 | 4600 | 4010 |
| F | 4230 | 5830 | 5230 | 5380 | 3800 | 4160 | 4570 | 4090 |
| G | 4730 | 5790 | 5350 | 5410 | 3810 | 4260 | 4330 | 4080 |
| H | 4360 | 5630 | 5470 | 5450 | 3890 | 4320 | 4370 | 4320 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

**Tabela 18:** Valores de iluminância externa corrigidos - lux.

|   | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | 44249,17 | 44696,13 | 50149,06 | 40941,66 | 40047,73 | 38349,28 | 37008,40 | 30035,80 |
| B | 41835,58 | 45858,23 | 47914,25 | 44964,31 | 39958,34 | 36829,61 | 38438,67 | 26191,93 |
| C | 41299,23 | 47467,29 | 45679,45 | 46483,98 | 39779,56 | 36203,87 | 40047,73 | 25208,62 |
| D | 40226,52 | 50327,85 | 45947,62 | 46126,41 | 36203,87 | 36025,08 | 41120,44 | 32717,57 |
| E | 38081,10 | 51758,12 | 46483,98 | 46662,76 | 34505,41 | 35399,34 | 41120,44 | 35846,30 |
| F | 37812,93 | 52115,69 | 46752,15 | 48093,04 | 33969,06 | 37187,18 | 40852,27 | 36561,44 |
| G | 42282,54 | 51758,12 | 47824,86 | 48361,22 | 34058,45 | 38081,10 | 38706,85 | 36472,04 |
| H | 38975,03 | 50327,85 | 48897,57 | 48718,78 | 34773,59 | 38617,46 | 39064,42 | 38617,46 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Com base nas tabelas apresentadas foi anteriormente realizado o cálculo do fator de luz do dia, o mesmo expressa-se na razão percentual entre os valores

internos de iluminância e os externos corrigidos, sem a incidência direta da radiação solar. O resultado deste cálculo é expresso por meio de um gráfico de superfície de contorno, produzido no *software* Excel, os mesmos foram tratados e sobrepostos em uma planta do ambiente com auxílio do *software* illustrator. A seguir podemos observar na figura 46, os resultados alcançados.

**Figura 46:** Gráfico de superfície de contorno com valores de FLD(%).



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Ao analisarmos o gráfico anterior, podemos visualizar que os maiores valores de FLD situam-se nas regiões próximas às aberturas que não se encontram obstruídas. A sala de aula 10 tem 4 aberturas para o exterior, sendo que as laterais direita e esquerda encontram-se obstruídas respectivamente por brises horizontais e cartolinas pretas, impedindo que a luz solar entre por estas aberturas. Ao examinar de modo qualitativo podemos observar que nas regiões próximas à abertura apresentam um valor de FLD médio (4 - 6%) a moderado (2 - 4%). Já as zonas mais profundas apresentam valores de FLD baixos (0 - 2%), por se tratar de uma região

afastada da abertura, uma vez que, a luminosidade refletida não consegue alcançar uniformemente as partes mais profundas da sala.

Os valores médios, máximos e mínimos de FLD obtidos foram, respectivamente, 1,5%, 5,7% e 0,3%. Conforme a BREEAM (2018), o valor médio necessário para uma sala de aula de uma instituição de ensino médio é de 2% em no mínimo 80% da área da sala, na sala em questão o valor médio calculado não chega a 2%, atingindo 1,5%. Na tabela abaixo podemos observar os valores obtidos através dos cálculos de FLD.

**Tabela 19:** Valores de FLD, sala 10.

|   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A | 1,08 | 4,94 | 5,76 | 2,82 | 3,48 | 5,07 | 4,71 | 1,25 |
| B | 1,48 | 2,70 | 2,92 | 2,71 | 3,17 | 2,90 | 2,43 | 1,99 |
| C | 1,09 | 1,43 | 1,55 | 2,02 | 3,08 | 1,93 | 1,88 | 1,72 |
| D | 0,89 | 0,87 | 1,04 | 1,39 | 2,63 | 1,36 | 1,46 | 1,49 |
| E | 0,60 | 0,58 | 0,77 | 0,98 | 1,96 | 1,35 | 1,13 | 1,14 |
| F | 0,50 | 0,52 | 0,62 | 0,77 | 1,73 | 1,05 | 1,00 | 1,04 |
| G | 0,35 | 0,41 | 0,46 | 0,67 | 1,23 | 0,89 | 0,85 | 0,95 |
| H | 0,38 | 0,38 | 0,43 | 0,59 | 0,84 | 0,85 | 0,92 | 0,79 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Concluimos com os dados mencionados anteriormente que a iluminação natural da sala não é uniforme e tem uma grande concentração nas regiões próximas às janelas desobstruídas. Bem como também, mais da metade da sala não alcança os 2%. Sendo assim, a sala em questão não atende os parâmetros mínimos da pesquisa.

#### 4.4.2 Análise iluminação artificial - Sala 10

Para o cálculo da medição artificial foi utilizado a NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - Iluminação de Ambientes de Trabalho. Usando os valores de iluminância como parâmetro de análise do comportamento da iluminação artificial da sala em questão e os comparando aos valores preconizados na NBR citada anteriormente para

ambientes de sala de aula. A malha adotada (Figura 45) seguiu os cálculos mencionados no capítulo anterior.

Conforme os valores de iluminância coletados, é possível visualizar o desempenho da iluminação artificial na sala de aula 10. Na mesma, foram coletados dados referentes à iluminação mediante duas estratégias. A primeira com as luzes desligadas (Tabela 20) e a segunda com todas as luzes do ambiente ligadas (Tabela 21), para conseguir o valor real em lux da iluminação artificial.

**Tabela 20:** Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação desligada.

|   | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8   |
|---|-----|------|------|------|------|------|------|-----|
| A | 480 | 2210 | 2890 | 1153 | 1395 | 1946 | 1743 | 375 |
| B | 620 | 1240 | 1400 | 1217 | 1268 | 1067 | 933  | 520 |
| C | 450 | 680  | 710  | 941  | 1224 | 697  | 751  | 434 |
| D | 360 | 440  | 480  | 639  | 952  | 489  | 599  | 487 |
| E | 230 | 300  | 360  | 457  | 675  | 479  | 464  | 409 |
| F | 190 | 270  | 290  | 369  | 586  | 391  | 410  | 379 |
| G | 150 | 210  | 220  | 326  | 418  | 339  | 330  | 346 |
| H | 150 | 190  | 210  | 286  | 292  | 329  | 360  | 304 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

**Tabela 21:** Valores de iluminância(lux) interna - Iluminação ligada.

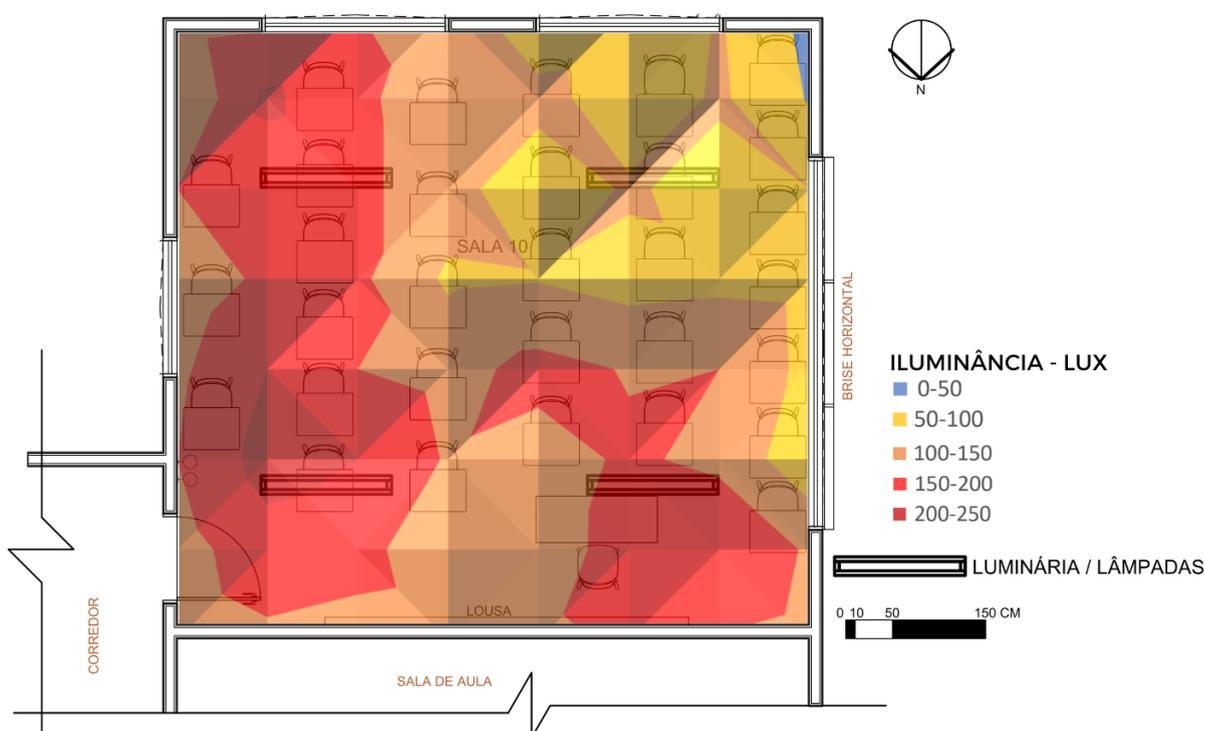
|   | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8   |
|---|-----|------|------|------|------|------|------|-----|
| A | 600 | 2340 | 3040 | 1286 | 1434 | 1998 | 1846 | 409 |
| B | 720 | 1450 | 1560 | 1337 | 1391 | 1128 | 1041 | 566 |
| C | 600 | 850  | 870  | 1066 | 1278 | 805  | 826  | 534 |
| D | 480 | 600  | 640  | 731  | 1049 | 569  | 686  | 569 |
| E | 370 | 500  | 510  | 590  | 840  | 626  | 614  | 494 |
| F | 340 | 490  | 490  | 514  | 716  | 548  | 549  | 443 |
| G | 280 | 390  | 390  | 433  | 549  | 505  | 522  | 490 |
| H | 270 | 330  | 340  | 409  | 436  | 483  | 507  | 438 |

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A partir das tabelas mostradas foi anteriormente realizado um cálculo de subtração dos valores de iluminância obtidos durante as medições com as lâmpadas

ligadas pelos valores adquiridos com as lâmpadas desligadas. O resultado deste cálculo é expresso por meio de um gráfico de superfície de contorno, produzido no *software* Excel, os mesmos foram tratados e conformados sobre a planta do ambiente com auxílio do *software* illustrator. A seguir podemos observar na figura 47, os resultados alcançados.

**Figura 47:** Gráfico de superfície de contorno com valores de iluminância - lux.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Ao analisarmos o gráfico anterior, podemos visualizar que os maiores valores de iluminância situam-se próximo das regiões em que as luminárias da sala encontram-se. Exceto, próximo à luminária do fundo da sala a direita, a qual uma das suas lâmpadas no momento da aferição estava queimada, fazendo com que a quantidade de lux ao redor da mesma fosse menor que na região ao redor das outras luminárias.

Através dos valores da iluminação artificial mensurados podemos também calcular a iluminância média, máxima e mínima da sala de aula. Na sala 10, os

valores obtidos de iluminância média, máxima e mínima foram respectivamente: 132 lux, 220 lux e 34 lux. Sendo assim, a NBR ISO/CIE 8995-1:2013, recomenda que os níveis de iluminância para sala de aula e sala de leitura sejam respectivamente de 300 lux e 500 lux. A sala de aula em questão não chega aos 300 lux, conseqüentemente não atende aos valores indicados pela norma de desempenho.

Analisando a uniformidade da iluminação da sala em questão calculados com o auxílio dos valores mínimos e médios da iluminância, alcançamos o seguinte resultado. A sala 10 apresenta um valor de 0,26 - a NBR 8995-1 (2013) determina que os valores alcancem 0,7 - a sala de aula não atende a norma de desempenho.

Após a verificação da iluminação natural e artificial das salas de aula do Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares Queiroz, é possível depreender que a iluminação da edificação encontra-se em déficit. Os resultados de todas as salas apontam déficits relacionados aos dois tipos de iluminação, conseqüentemente as mesmas não atendem às normas de desempenho, com exceção da sala 09, que atende o estabelecido pela norma em relação a iluminação artificial. A pesquisa não levou em consideração aspectos do conforto térmico e acústico.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo das condições de iluminação natural e artificial nas salas do Centro de Excelência escolhido para a pesquisa, evidenciam que, apesar da existência de normas que determinam exigências para o pleno funcionamento dos ambientes em questão e dos avanços nas pesquisas referentes à iluminação, as condições da iluminação são frequentemente ignoradas.

Em instituições públicas, principalmente em educacionais, há uma desconsideração em relação ao conforto luminoso. Pode ser resultado da falta de investimento no aspecto em questão, promovendo desconforto nos usuários - alunos e professores - que utilizam a sala de aula na maior parte do seu dia. Repercutindo futuramente na saúde dos mesmos.

Fundamentado nas etapas metodológicas adotadas, foi possível chegar às principais conclusões sobre os aspectos referentes a iluminação das salas de aula do estudo:

Ao analisar a iluminação natural das salas de estudos, no solstício de inverno, pode-se observar que nenhuma das duas salas onde foi possível realizar o estudo, conseguiu-se atingir os valores recomendados pela BREEAM (2018). A falta de uma norma brasileira que estabeleça valores adequados em relação ao fator de luz do dia, para edificações escolares, dificulta a exigência dos mesmos nos ambientes em questão. Para o estudo da métrica em questão é necessário apoiar-se em normativas internacionais.

Outro aspecto que pode ser relacionado a iluminação natural, são os aspectos arquitetônicos da edificação que interferem diretamente na iluminação natural das salas de aula. A obstrução das aberturas - fruto do desconforto dos usuários em relação aos “reflexos” e ofuscamentos - com cartolinas, cortinas e tecidos tnt, contribuem para que a iluminação natural não adentre o ambiente. Como também a localização das salas, a sala de aula 7 do estudo, por exemplo, não possui aberturas para as faces externas da edificação, o mais próximo que chega

dessa condição são as aberturas que ficam voltadas para a quadra poliesportiva coberta. A localização ou a disposição do programa de necessidades interfere de modo que prejudique o conforto luminoso dos ambientes. Além de que, a escolha equivocada do tipo de proteção solar das fachadas da edificação também está relacionado às queixas dos usuários em relação à iluminação.

Em relação a iluminação natural é necessário algumas melhorias nas salas de aula. Deve-se retirar as proteções solares existentes e substituir por novas com dimensões adequadas para cada tipo de fachada. Como também, verificar a possibilidade da mudança de layout das salas para evitar o ofuscamento nas lousas. Outro ponto importante que pode auxiliar na melhoria da iluminação natural é a realização de estudos mais aprofundados sobre a mesma. Para as salas que localizam-se em porções profundas da edificação e são geminadas com a edificação vizinha, não existem muitas soluções em relação à iluminação natural, nesse caso à iluminação artificial deverá ser o suficiente e adequada para suprir as demandas.

No tocante a iluminação artificial, a partir dos resultados e discussões realizadas no capítulo anterior podemos concluir, que os valores determinados pela NBR ISO/CIE 8995-1 (2013), em relação à iluminância só foram alcançados na sala de aula 09. As outras três salas de aula não conseguiram atingir os valores preconizados na norma de desempenho. Já no tocante a uniformidade da iluminância, nenhuma das salas escolhidas alcançou o valor determinado pela norma mencionada anteriormente. Devido às falhas no seu sistema de iluminação - lâmpadas queimadas - contribuiu para que os valores determinados pela norma não fossem alcançados, nas salas de aula escolhidas para a pesquisa.

Para haver um melhor conforto em relação à iluminação artificial deve ser realizada algumas alterações: primeiramente deve-se verificar e projetar um sistema de iluminação adequado para que os usuários consigam realizar as atividades definidas para o ambiente, seguindo as normas de desempenho. Como também é necessário realizar a troca da lâmpada tubular LED por uma com fluxo luminoso maior, além de substituir as queimadas.

Ao longo da pesquisa, ao visitar o Centro de Excelência Gov. Djenal Tavares Queiroz, pode-se ouvir relatos de queixas dos alunos por meio da equipe diretiva. Dessa forma, combinando os relatos com os resultados alcançados mediante a medição *in loco*, podemos concluir que o conforto luminoso é algo que precisa ser melhorado no colégio em questão. A adoção da modalidade de ensino médio integral em espaços que já estão com déficits em relação à iluminação, podem prejudicar a saúde dos indivíduos que ali precisam estar durante a maior parte do seu dia. Em razão disso, melhorias devem ser realizadas nas escolas antes da implementação do Ensino médio integral.

Por último, a iluminação natural e artificial devem se complementar, para o melhor funcionamento dos ambientes e para que os usuários tenham um conforto ao utilizarem os ambientes. Uma vez que, a combinação das duas podem trazer benefícios para a saúde dos usuários, com também um melhor desempenho energético para a edificação.

Ainda que, nas condições da pesquisa, não tenha sido possível verificar com mais profundidade o impacto da iluminação nos usuários. Com a percepção da autora durante o decorrer do trabalho e nas visitas técnicas, além de relatos em sites de notícias da própria SEDUC, pode-se verificar que existem desconfortos relacionados à iluminação. Logo, o presente trabalho evidencia a importância da avaliação do conforto luminoso em salas de aula, principalmente em salas de aula de escolas da rede de ensino pública do município de Aracaju-SE, a qual abrange um grande número de alunos. Em síntese, a presente pesquisa contribui para a continuidade da discussão a respeito da importância em considerar o conforto luminoso, principalmente em ambientes escolares. Como também, servirá de exemplo para futuros trabalhos na área.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ISO/CIE 8995-1: Iluminação de Ambientes de Trabalho - Parte 1 - Interior. Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_\_. NBR 15215-4: Iluminação Natural - Parte 4 - verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - método de medição. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. NBR 15215-1: Iluminação Natural - Parte 1 - Conceitos básicos e definições. Rio de Janeiro, 2005.

ARTIGAS, João Batista Vilanova. Sobre escolas. In: Caminhos da Arquitetura. 4 ed. São Paulo: Cosac & Naify, 2004. p. 122-131.

BERGE, Miguel André; ALMEIDA, Anne Emilie Souza de. A instrução pública em Sergipe na era da modernidade - Analisando a trajetória dos Grupos Escolares. In: III Congresso Brasileiro de História da Educação, v 3, Curitiba, 2004. Disponível em: <<https://sbhe.org.br/anais>>. Acesso em: 17 abr. 2023.

BERTOLOTI, Dimas. Iluminação natural em projetos de escolas: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia, 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-19092007-141031/pt-br.php>>. Acesso em: 8 fev. 2023.

BOYCE, Peter; HUNTER, Claudia e HOWLETT, Owen. The benefits of daylight through windows. Troy, New York: Rensselaer Polytechnic Institute, p. 88, 2003. Disponível em: <<http://www.indoor-sky.com/images/library/DaylightBenefits.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nºs 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Manual de Orientações Técnicas: Seleção de terrenos para edificações escolares e implantação de obras. Brasília: MEC/Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, Volume 1, 2017. Disponível em: <[https://www.fnde.gov.br/phocadownload/programas/pro\\_infancia/Manuais/volume%20i%20-%20manual%20seleo%20de%20terrenos%20para%20edificoes%20escolares\\_r00%20-%20digital.pdf](https://www.fnde.gov.br/phocadownload/programas/pro_infancia/Manuais/volume%20i%20-%20manual%20seleo%20de%20terrenos%20para%20edificoes%20escolares_r00%20-%20digital.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2023.

BRASIL. Manual de Orientações Técnicas: Elaboração de Projetos de Edificações Escolares: Educação Infantil. Brasília: MEC/Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, Volume 2, 2017. Disponível em: <[https://www.fnde.gov.br/phocadownload/programas/pro\\_infancia/Manuais/volume%20ii%20-%20elaboracao%20de%20projetos%20ed.%20escolares%20-%20ed.%20infantil.pdf](https://www.fnde.gov.br/phocadownload/programas/pro_infancia/Manuais/volume%20ii%20-%20elaboracao%20de%20projetos%20ed.%20escolares%20-%20ed.%20infantil.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2023.

BRASIL. Manual de Orientações Técnicas: Elaboração de Projetos de Edificações Escolares. Brasília: MEC/Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, Volume 3, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/par/manuais-par/VolumellIProjetosEd.EscolaresEnsinoFundamental.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2023.

BRASIL. Manual de Orientações Técnicas: Mobiliário e Equipamento Escolar Educação Infantil. Brasília: MEC/Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, Volume 7, 2017. Disponível em: <[https://www.fnde.gov.br/phocadownload/programas/pro\\_infancia/Manuais/VolumellI%20-%20Mobili%C3%A1rio%20e%20Equipamento%20Escolar\\_R00.pdf](https://www.fnde.gov.br/phocadownload/programas/pro_infancia/Manuais/VolumellI%20-%20Mobili%C3%A1rio%20e%20Equipamento%20Escolar_R00.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2023.

BREEAM - BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD. BREEAM UK New Construction 2018. Londres: BRE, 2018.

BRYAN, Harvey. Justifying Daylighting in an Era of Extremely Efficient Lighting Technology. Proceedings of the 23rd National Passive Solar Conference. Albuquerque, New Mexico, p. 203-208, 2008. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/351365595\\_Justifying\\_Daylighting\\_in\\_an\\_Era\\_of\\_Extremely\\_Efficient\\_Lighting\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/351365595_Justifying_Daylighting_in_an_Era_of_Extremely_Efficient_Lighting_Technology)>. Acesso em: 18 mar. 2023.

CARDOSO, Sara de Oliveira. Avaliação das Condições de iluminação natural em salas típicas de edifícios de escritórios em Maceió-AL. 2006. 192 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2006. Disponível em: <[https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/719/1/SaradeOliveiraCardoso\\_capa\\_cap3.pdf](https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/719/1/SaradeOliveiraCardoso_capa_cap3.pdf)>. Acesso em: 5 fev. 2023.

DIAS, Amanda Fontes Aragão. Análise do uso da luz natural em salas de aula: Estudo de caso em Aracaju-se, 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas. Disponível em: <<https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/Id/Arquitetural/Pesquisa/luz%20natural%20e%20projeto.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2023.

GARROCHO, Juliana Saiter. Luz natural e projeto de Arquitetura: Estratégias para iluminação zenital em centros de compras. 2005. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2005. Disponível em: <[https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/719/1/SaradeOliveiraCardoso\\_capa\\_cap3.pdf](https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/719/1/SaradeOliveiraCardoso_capa_cap3.pdf)>. Acesso em: 5 fev. 2023.

LABAKI, Lucila Chebel; BUENO-BARTHOLOMEI, Carolina Lotufo. Avaliação do Conforto térmico e luminoso de prédios escolares da Rede Pública, Campinas-SP. In: Encac - VI Encontro Nacional do Conforto no Ambiente Construído, São Pedro-SP, v. 6, 2001.

LESSA, Domingos; Almeida, Raquel. Alunos da Djenal Queiroz fazem passeata pedindo agilidade na reforma. INFONET. 2009. Disponível em: <<https://infonet.com.br/noticias/educacao/alunos-da-djenal-queiroz-fazem-passeata-pedindo-agilidade-na-reforma/>>. Acesso em: 6 jun. 2023.

LOPES, Aline Cesa de Sousa. Avaliação de duas propostas de sistema de iluminação artificial suplementar ao sistema de iluminação natural existente em sala de aula padrão, 2006. 149 p. Dissertação de Mestrado. Curso de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/89514>>. Acesso em: 2 fev. 2023.

MOREIRA, Vinicius de Araujo. Iluminação elétrica. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

NASCIMENTO, Maria Isabel Moura. O Império e as primeiras tentativas de organização da educação nacional (1822-1889). Navegando pela História da Educação Brasileira. 2006. Disponível em: <[https://histedbrantigo.fe.unicamp.br/navegando/periodo\\_imperial\\_intro.html#\\_ftn1](https://histedbrantigo.fe.unicamp.br/navegando/periodo_imperial_intro.html#_ftn1)>. Acesso em: 6 jun. 2023.

OLIVEIRA, Fabiana Valeck de. Arquitetura escolar paulista nos anos 30, 2007. Dissertação (Mestrado em História e Fundamentos da Arquitetura e do Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16133/tde-20052010-152808/en.php>>. Acesso em: 7 abr. 2023.

RAMOS, Camila. Ex-deputado Djenal Queiroz é homenageado pela Alese. Agência Alese de Notícias. 2016. Disponível em: <<https://al.se.leg.br/ex-deputado-djenal-queiroz-e-homenageado-pela-alese/>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

SEDUC - SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO E DA CULTURA. Centro de Excelência Djenal Tavares atende a reivindicações da comunidade e promove melhorias com recursos do Profin. Portal do Estudante. 2022. Disponível em: <<https://matriculaonline.seduc.se.gov.br/Noticia/Index/18408>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

\_\_\_\_\_. Alunos festejam reinauguração do Colégio Djenal Tavares de Queiroz. Portal da Educação. 2011. Disponível em: <<https://www.seed.se.gov.br/noticia.asp?cdnoticia=5370>>. Acesso em: 14 jun. 2023.

SCHMID, Aloísio Leoni. **A ideia de Conforto: Reflexões sobre o ambiente construído**. 1ª ed. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.

SHIRANI, Afshin; ST. LOUIS, Erik K. Illuminating rationale and uses for light therapy. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, v. 5, n. 2, p. 155-163, 2009. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/40454967\\_Illuminating\\_Rationale\\_and\\_Uses\\_for\\_Light\\_Therapy](https://www.researchgate.net/publication/40454967_Illuminating_Rationale_and_Uses_for_Light_Therapy)>. Acesso em: 14 fev. 2023.

SOUZA, Marcos Barros de. Potencialidade de aproveitamento da luz natural através da utilização de sistemas automáticos de controle para economia de energia elétrica, 2003. Tese de Doutorado. Curso de pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/84935>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

SERGIPE. Lei nº 8.025, 04 de setembro de 2015. Dispõe sobre o Plano Estadual de Educação-PEE, e dá providências correlatas. *Diário Oficial do Estado de Sergipe*, 2015.

VIANNA, Nelson Solano; GONÇALVES, Joana Carla S. *Iluminação e Arquitetura*. São Paulo: Vitrus, 2001.

## **APÊNDICES**

### **APÊNDICE A: CHECKLIST DE DADOS E MEDIÇÕES**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CAMPUS DE LARANJEIRAS  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO



**CHECKLIST DE DADOS E MEDIÇÕES**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II**  
Período letivo 2023.1

Local: Centro de Excelência Djenal Tavares Queiroz

Data da Observação/levantamento: 26/06/2023

| DADOS CADASTRAIS - SALAS DE AULA         |                   |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
|--|-------------------|----|----|--------|----|----|---------|----|----|--------|----|----|----|
| Descrição do ambiente                    | Sala 8            |    |    | Sala 9 |    |    | Sala 10 |    |    | Sala 7 |    |    |    |
| Comprimento a                            |                   |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
| Largura b                                |                   |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
| Área $A = a \cdot b$                     |                   |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
| Pé direito H                             |                   |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
| Quantidade de janelas                    |                   |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
| Dimensões das Janelas                    | L =<br>A =<br>P = | J0 | J0 | J0     | J0 | J0 | J0      | J0 | J0 | J0     | J0 | J0 | J0 |
|  |                   |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
| Material das Janelas                     |                   |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
| Proteção solar (S/ N)                    |                   |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
| Características físicas (Cor e Material) | Teto              |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
|  | Piso              |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
|  | Parede            |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
| CARACTERÍSTICAS DA ILUMINAÇÃO            |                   |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
|  | Sala 8            |    |    | Sala 9 |    |    | Sala 10 |    |    | Sala 7 |    |    |    |
| Nº de luminárias                         |                   |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
| Nº de lâmpadas                           |                   |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
| Tipo de luminárias                       |                   |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |
| Tipo de lâmpadas                         |                   |    |    |        |    |    |         |    |    |        |    |    |    |

|   |        |        |         |        |
|---|--------|--------|---------|--------|
| Possibilidade de ajuste da intensidade da iluminação(S/N) |        |        |         |        |
| Possibilidade de ajuste de luminárias acesas(S/N)         |        |        |         |        |
| LEVANTAMENTO DE DADOS DO LAYOUT                           |        |        |         |        |
|   | Sala 8 | Sala 9 | Sala 10 | Sala 7 |
| Quantidade de carteiras/cadeiras                          |        |        |         |        |
| Local do Birô/mesa professor                              |        |        |         |        |
| Local da lousa/quadro                                     |        |        |         |        |
| Material da lousa   |        |        |         |        |

**APÊNDICE B: DADOS E MEDIÇÕES - ILUMINAÇÃO NATURAL**



**APÊNDICE C: DADOS E MEDIÇÕES - ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL**



**ANEXOS**

**ANEXO A: CARTA DE APRESENTAÇÃO A EQUIPE DIRETIVA DO CENTRO DE EXCELÊNCIA DJENAL TAVARES QUEIROZ.**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CAMPUS DE LARANJEIRAS

## CARTA DE APRESENTAÇÃO

Laranjeiras, 28 de abril de 2023.

À direção do Centro de Excelência Governador Djenal Tavares Queiroz de Aracaju - Sergipe.

Por meio desta carta, apresentamos a aluna Angélica Dória Ribeiro (matrícula 201800012963 - contato telefônico: (79) 9 9825-6573), cursando o 10º período do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Sergipe. Solicitamos a autorização de V. Sa. para realização de visita técnica para medições lumínicas, levantamentos cadastrais e registros fotográficos da edificação, que abriga o Centro de Excelência Governador Djenal Tavares Queiroz de Aracaju, situada na rua Zaqueu Brandão, 92 - São José, Aracaju - SE, 49.015-330.

Solicitamos ainda a permissão para aplicação de questionário aos alunos e/ou professores da referida escola. Tais informações serão usadas, exclusivamente, para fins acadêmicos no desenvolvimento de **Trabalho de Conclusão de Curso** sob minha orientação.

Colocando-me à inteira disposição, despeço-me.

**Prof. Dr. Italo César Montalvão Guedes** (SIAPE n. 2668851)  
Universidade Federal de Sergipe . Departamento de Arquitetura e Urbanismo | DAU/UFS

*Recebido em  
26/06/23*  
*Rita Dória*  
César Henrique Piza Estrela  
Diretor  
Forz. 0105/2023