



**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO**  
**ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO**  
**Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil**

AMANDA DE MORAIS ALVES FIGUEIRA

**ANÁLISE DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE INSTITUIÇÃO DE  
ENSINO SUPERIOR PÚBLICA COMO AMBIENTE LABORAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Escola Politécnica de Pernambuco, da Universidade de Pernambuco, para a obtenção do título e Mestra em Engenharia.

Área de Concentração: Segurança e Saúde do Trabalho na Construção Civil

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Bianca M. Vasconcelos  
Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Emilia Kohlman Rabbani

Recife - PE  
2022

Dedico este trabalho primeiramente a minha mãe, Maria José, *in memoriam*. E ao meu pai, Argemiro Figueira, por toda dedicação, esforço e apoio oferecido ao longo da minha jornada acadêmica.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Universidade de Pernambuco

F475a Figueira, Amanda de Moraes Alves  
Análise do sistema de iluminação de instituição de ensino superior pública como ambiente laboral. / Amanda de Moraes Alves Figueira. – Recife: UPE, Escola Politécnica, 2022.

200 f. il.

Orientadora: Profa. Dra. Bianca M. Vasconcelos  
Coorientadora: Profa. Dra. Emília Kohlman Rabbani

Dissertação (Mestrado – Construção Civil) Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2022.

1. Iluminação. 2. Prevenção Ocupacional. 3. Análise Ergonômico no Trabalho. 4. Conforto Visual. 5. Segurança do Trabalho. I. Construção Civil – Dissertação. II. Vasconcelos, Bianca M. (orient.). III. Rabbani, Emília Kohlman (coorient. ). IV. Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Mestrado em Construção Civil. V. Título.

CDD: 690.028

**AMANDA DE MORAIS ALVES FIGUEIRA**

**ANÁLISE DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE INSTITUIÇÃO DE  
ENSINO SUPERIOR PÚBLICA COMO AMBIENTE LABORAL**

**BANCA EXAMINADORA:**

**Orientadora:**

  
Prof.ª Dr.ª Bianca M. Vasconcelos  
Instituto de Segurança e Saúde  
do Trabalho LSHT/UFPE

---

Prof.ª Dr.ª Bianca M. Vasconcelos  
Universidade de Pernambuco

**Co-orientadora:**



---

Prof.ª Dr.ª Emilia Rahnemay Kohiman Rabbani  
Universidade de Pernambuco

**Examinadores:**

 Documento assinado digitalmente  
HELIO CAVALCANTI ALBUQUERQUE NETO  
Data: 28/01/2023 14:52:47-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof.ª Dr. Hélio Cavalcanti Albuquerque Neto  
Universidade Federal do Piauí

 Documento assinado digitalmente  
FELIPE MENDES DA CRUZ  
Data: 27/01/2023 14:15:35-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr. Felipe Mendes da Cruz  
Universidade de Pernambuco

Recife, PE  
2022

Dedico este trabalho primeiramente a minha mãe, Maria José, *in memoriam*. E ao meu pai, Argemiro Figueira, por toda dedicação, esforço e apoio oferecido ao longo da minha jornada acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por todas as oportunidades em minha jornada acadêmica e pelas forças por nunca ter desistido dos meus sonhos em meio as dificuldades enfrentadas.

Agradeço aos meus pais, em especial a minha mãe (*in memoriam*) que era e pessoa que mais torcia e vibrava por mim, ao meu Pai, por todo apoio fornecido ao longo desses anos em minha vida acadêmica, contribuindo sempre com seus conselhos e estímulo. A toda minha família, minha irmã Maria Keliane, aos meus sobrinhos (as), ao meu noivo Thiago Bastos por toda paciência, aos meus amigos (as), que são uma benção em minha vida.

Agradeço a minha orientadora Professora Dra. Bianca M. Vasconcelos pela dedicação, paciência e aprendizado contínuo, muito obrigado. Para mim, você não é apenas minha orientadora, mas sim minha mentora acadêmica, profissional e amiga. Obrigada professora por sempre acreditar e confiar em mim. Também agradeço à minha co-orientadora, Professora Dra. Emilia Kohlman Rabbani, por aceitar esta tarefa em me orientar, por sua dedicação, tempo disponível, paciência e aprendizado, muito obrigada professora, você está sendo fundamental nessa jornada. Além disso, não posso esquecer-me do meu orientador professor Dr. Béda Barkokébas Junior (*in memoriam*), que me convidou para seu laboratório, me incentivou e, enxergou em mim características de pesquisadora. Muito obrigada professor, eu sei que onde quer que você esteja, você está muito feliz hoje. Obrigado por tudo que você fez por mim. Você foi fundamental para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Por fim, sou muito grata a toda equipe do Laboratório de Segurança e Higier Trabalho – LSHT, pesquisadores e professores por toda ajuda, incentivo e estrutura.

“Deus é bom todo tempo, todo tempo Deus é bom”  
*Madre Kelly Patricia.*

## RESUMO

O *software* e plug-ins projetados para o projeto de iluminação são projetados para tomar decisões sobre conforto luminoso e conforto ambiental. No entanto, no âmbito da avaliação da iluminação no ambiente de trabalho, como as normas de segurança, proporcionam procedimentos exaustivos que requerem um conhecimento técnico aprofundado. Em recursos didáticos, soluções diagnósticas e soluções de iluminação para instituições públicas de ensino, concebeu projetos, dependentes de manutenção de rotina e soluções de investimento no ensino fundamental. O objetivo desta pesquisa é avaliar as condições de iluminação de uma instituição de ensino superior pública sob a ótica laboral. A metodologia constituiu em duas etapas, sendo a revisão bibliométrica na qual utilizou-se o *software VOSview* e leis normativa. Na segunda etapa, foi análise qualitativa em campo por meio de uma lista de verificação do ambiente, posteriormente foi realizada a análise qualitativa por meio da medição *in loco* utilizando o equipamento luxímetro. Após realizada as medições, foi utilizado o *software Relux Desktop* como um meio alternativo de avaliação computacional. Na revisão bibliométrica, as publicações foram escassas em relação as avaliações combinadas de luxímetro com *softwares* simuladores de luminotécnica. A presente pesquisa, obteve como resultado que todas as salas de aula, bloco mais recente - IK e bloco mais antigo – A, apresentaram deficiências em seu sistema de iluminação, quando avaliado e calculado de acordo com a norma NHO 11, ainda se fez necessário utilizar o *software* de simulação para averiguar Apesar da necessidade de medidas corretivas, o presente estudo destaca como principal contribuição, o uso da simulação computacional para avaliação da iluminação no ambiente de trabalho como um meio rápido e de fácil utilização. Logo, o estudo obteve como resultado final o método estatístico, no qual mostrou-se que o *software* é confiável, tendo em vista a calibração como fator de correção para os valores reais.

**Palavras-chave:** Iluminação. Prevenção ocupacional. Análise ergonômico no trabalho. Conforto visual. Segurança do trabalho.

## ABSTRACT

The software and plug-ins designed for lighting design are designed to make decisions about luminous comfort and environmental comfort. However, when it comes to assessing lighting in the workplace, such as safety standards, they provide exhaustive procedures that require in-depth technical knowledge. In teaching resources, diagnostic solutions and lighting solutions for public educational institutions, designed projects, dependent on routine maintenance and investment solutions in elementary education. The objective of this research is to evaluate the lighting conditions of a public higher education institution from a labor perspective. The methodology consisted of two stages, being the bibliometric review in which the VOSview software and normative laws were used. In the second step, a qualitative analysis was performed in the field by means of an environment checklist, and then a qualitative analysis was performed by means of on-site measurement using luxmeter equipment. After the measurements were taken, the Relux Desktop software was used as an alternative means of computational evaluation. In the bibliometric review, the publications were scarce in relation to the combined evaluations of the luxmeter with software simulators of luminotechnics. The present research, obtained as a result that all classrooms, the most recent block - IK and the oldest block - A, presented deficiencies in their lighting system, when evaluated and calculated according to the NHO 11 standard. Despite the need for corrective measures, the present study highlights as its main contribution, the use of computer simulation for the evaluation of the lighting in the work environment as a fast and easy to use means. Therefore, the study obtained as a final result the statistical method, in which it was shown that the software is reliable, considering the calibration as a correction factor for the real values.

**Keywords:** Lighting. Occupational prevention. Ergonomic analysis at work. Visual comfort. Occupational safety.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Curva de sensibilidade do Olho a radiações monocromáticas.....	22
Figura 2 – Composição das cores.....	23
Figura 3 - Aparência da cor e temperatura de cor correlata.....	23
Figura 4 – Fluxo Luminoso.....	24
Figura 5 – Definição de candela.....	25
Figura 6 – Iluminância e Luminância.....	26
Figura 7 – Representação da superfície aparente e ângulo.....	27
Figura 8 – Luxímetro.....	28
Figura 9 - Modelo de conforto visual.....	30
Figura 10 - Iluminância da área da tarefa e do entorno imediato.....	33
Figura 11 - Iluminância do entorno imediato em função da iluminância da área da tarefa.....	35
Figura 12- Gráfico comparativo entre os valores médios de iluminância e valores referência (ABNT, 1992), para os cinco ambientes do item 5.....	37
Figura 13 – Prevalência de resultados inadequados em relação ao nível de iluminamento.....	39
Figura 14 – Predominância de queixas entre os colaboradores da área de internação feminina.....	40
Figura 15 – Predominância de queixas entre os colaboradores da internação feminina.....	40
Figura 16 – Mapa de cocitação dos autores.....	42
Figura 17 – Cocitação dos periódicos.....	43
Figura 18 – Palavras-chaves.....	44
Figura 19 – Fluxograma para seleção dos artigos.....	45
Figura 20 – Número de publicações por ano.....	46
Figura 21 – Número de publicações por país.....	47
Figura 22 – País dos autores vinculados às publicações.....	47
Figura 23 – Palavras-chave mais utilizadas nos trabalhos.....	48
Figura 24 - Planta baixa esquemática da instituição de ensino.....	58
Figura 25 – Fachada frontal do Bloco IK.....	58
Figura 26 – Fachada frontal do Bloco A.....	59
Figura 27 – Ambiente de trabalho de área retangular, iluminado com fontes de iluminação com padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras.....	61
Figura 28 – Imagem da planta baixa como dado de entrada gerada no Relux.....	62
Figura 29 – Análise qualitativa das salas de aula.....	63
Figura 30 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	65
Figura 31 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	67
Figura 32 – Objeto de estudo – Sala de aula.....	68
Figura 33 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	69
Figura 34 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	71
Figura 35 – Objeto de estudo – Sala de aula.....	72
Figura 36 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	73
Figura 37 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	75
Figura 38 – Objeto de estudo – Sala de aula.....	77
Figura 39 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	78
Figura 40 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	80
Figura 41 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	81
Figura 42 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	83

Figura 43 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	85
Figura 44 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	87
Figura 45 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	88
Figura 46 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	90
Figura 47 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	92
Figura 48 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	94
Figura 49 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	97
Figura 50 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	99
Figura 51 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	100
Figura 52 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	102
Figura 53 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	104
Figura 54 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	106
Figura 55 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	107
Figura 56 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	109
Figura 57 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	111
Figura 58 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	113
Figura 59 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	115
Figura 60 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	117
Figura 61 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	119
Figura 62 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	121
Figura 63 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	123
Figura 64 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	125
Figura 65 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	127
Figura 66 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	129
Figura 67 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	133
Figura 68 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	135
Figura 69 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	137
Figura 70 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	139
Figura 71 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	141
Figura 72 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	143
Figura 73 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	145
Figura 74 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	147
Figura 75 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	149
Figura 76 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	151
Figura 77 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	153
Figura 78 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	155
Figura 79 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	157
Figura 80 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	159
Figura 81 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM.....	162
Figura 82 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa.....	164
Figura 83 – Imagens dos resultados da simulação - Bloco IK – Térreo.....	168
Figura 84 – Imagens dos resultados da simulação – Bloco IK – 1 Pavimento.....	170
Figura 85 – Imagens dos resultados da simulação - Bloco IK – 2 Pavimento.....	172
Figura 86 – Imagens dos resultados da simulação - Bloco IK – 3 Pavimento.....	174
Figura 87 – Imagens dos resultados da simulação - Bloco A – Foyer / Auditório.....	176
Figura 88 – Valores em lux considerado para realização do cálculo luminotécnico.....	179
Figura 90 – Dispersão dos pontos médios do aparelho e do simulador por bloco e andar.....	184
Figura 91 – Dispersão dos pontos do simulador e pontos médios do aparelho por bloco e andar.....	185

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características dos trabalhos técnicos.....	50
Quadro 2 - Protocolo da pesquisa .....	198

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estrutura das informações técnicas encontradas.....	53
Tabela 2 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K – 01 (POLI).....	65
Tabela 3 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K – 02 (POLI).....	69
Tabela 4 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K – 03 (POLI).....	73
Tabela 5 – Dados gerais das salas de aula 01 a 03 – Pav. térreo.....	76
Tabela 6 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K – 04 (POLI).....	78
Tabela 7 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K – 05 (POLI).....	82
Tabela 8 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I – 06 (POLI).....	85
Tabela 9 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I – 07 (POLI).....	89
Tabela 10 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I – 08 (POLI).....	92
Tabela 11 – Dados gerais das salas de aula 04 a 08 – 1º Pav. ....	95
Tabela 12 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K– 09 (POLI).....	97
Tabela 13 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K– 10 (POLI).....	101
Tabela 14 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K– 11 (POLI).....	104
Tabela 15 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K– 12 (POLI).....	108
Tabela 16 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K– 13 (POLI).....	111
Tabela 17 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I– 14 (POLI).....	115
Tabela 18 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I– 15 (POLI).....	119
Tabela 19 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I– 16 (POLI).....	123
Tabela 20 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I– 17 (POLI).....	128
Tabela 21 – Dados gerais das salas de aula 08 a 17 – 2º Pav.....	130
Tabela 22 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K– 18 (POLI).....	133
Tabela 23 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K– 19 (POLI).....	137
Tabela 24 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K– 20 (POLI).....	141
Tabela 25 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K– 21 (POLI).....	145
Tabela 26 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I– 22 (POLI).....	149
Tabela 27 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I– 23 (POLI).....	153
Tabela 28 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I– 24 (POLI).....	157
Tabela 29 – Dados gerais das salas de aula 18 a 24 – 3º Pav. ....	160
Tabela 30 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais do Foyer / Auditório (POLI) .....	162
Tabela 31 – Dados gerais do Foyer e Auditório do Bloco A – 1º Pav.....	165
Tabela 32 – Média e desvio padrão das medidas realizadas pelo aparelho (Luxímetro) por bloco, andar e sala.....	181
Tabela 33 – Média e desvio padrão das medidas dos aparelhos por bloco, andar e regiões das salas.....	182
Tabela 34 – Média e desvio padrão das medidas dos aparelhos por bloco, andar e sala.....	183

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

**ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

**FESP** - Fundação de Ensino Superior de Pernambuco.

**IRC** - Índice de Reprodução de Cor.

**ISSO** - Organização Internacional de Normalização.

**LUX** - Unidade de iluminação do Sistema Internacional, equivalente à produção de um fluxo luminoso uniformemente distribuído sobre uma superfície na proporção de 1 lúmen por m<sup>2</sup>.

**TEM** - Ministério do Trabalho e Emprego.

**NBR** - Normas Brasileiras Regulamentadoras.

**NHO 11** - Norma de Higiene Ocupacional.

**NR** - Normas Regulamentadoras.

**POLI** - Escola Politécnica de Pernambuco.

**UPE** - Universidade de Pernambuco.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>1.1 Contexto E Justificativa</b> .....	14
<b>1.2 Problemática Da Pesquisa</b> .....	17
<b>1.3 Objetivos</b> .....	18
1.3.1 Objetivo Geral .....	18
1.3.2. Objetivos Específicos .....	18
<b>1.4 Delimitações Da Pesquisa</b> .....	18
<b>1.5 Estrutura Do Trabalho</b> .....	19
<b>CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	21
<b>2.1 Conceitos Luminotécnicos</b> .....	21
2.1.1 Luz e Cores.....	22
2.1.2 Fluxo Luminoso.....	24
2.1.3 Intensidade Luminosa.....	25
2.1.4 Iluminância .....	25
2.1.5 Luminância .....	26
2.1.6 Ofuscamento .....	27
2.1.7 Fotometria.....	28
<b>2.2 Tipos De Iluminação</b> .....	299
2.2.1 Iluminação Natural .....	29
2.2.2 Iluminação Artificial.....	29
<b>2.3 Conforto Visual</b> .....	29
<b>2.4 Normativas Vigente Que Retratam A Iluminação Nos Ambientes De Trabalho</b> .....	322
2.5.1 NR 17 – Ergonomia.....	322
2.5.2 Norma de Higiene Ocupacional – NHO 11 .....	344
<b>2.5 Segurança Do Trabalho</b> .....	355
2.5.1 A Segurança do Trabalho .....	355
2.5.2 Acidente de Trabalho.....	366
2.5.3 A influência da Iluminação inadequada ligada ao Acidente de Trabalho .....	377
<b>CAPITULO 3 - REVISÃO BIBLIOMÉTRICA</b> .....	411
<b>3.1. VOSviewer</b> .....	41
3.1.1 VOSviewer – cocitação dos autores.....	42
3.1.2 VOSviewer – cocitação dos Periódicos.....	42
3.1.3 VOSviewer – palavras-chaves.....	43
<b>3.2 Caracterização dos estudos incluídos</b> .....	45
<b>3.3 Análise dos resultados da revisão</b> .....	53
<b>CAPÍTULO 4 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	55

<b>4.1 Revisão Normativa .....</b>	<b>55</b>
<b>4.2 Caracterização do Objeto Estudado .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.6</b>
4.3.1 Caracterização da Amostra - Unidade POLI /UPE.....	556
4.3.2 Especificações das Luminárias e Lâmpadas do Bloco IK e Bloco A.....	59
4.3.3 Método de observação – Medição Dos Níveis de Iluminamento.....	57
4.3.4 Repetição e Constatação - Medição Dos Níveis De Iluminamento.....	590
4.3.5 Avaliação Por Simulação Computacional .....	622
<b>CAPÍTULO 5 – RESULTADOS FINAIS .....</b>	<b>633</b>
<b>5.1 Análise Qualitativa – Estudo De Campo .....</b>	<b>633</b>
5.1.1 Escola Politécnica de Pernambuco – Bloco Recente IK .....	644
5.1.2 Escola Politécnica de Pernambuco – Bloco Antigo A .....	162
<b>5.2 Simulação Software Relux .....</b>	<b>1667</b>
<b>5.3 Calibração Do Modelo.....</b>	<b>181</b>
5.3.1 Método Estatístico.....	181
<b>CAPITULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>18687</b>
<b>6.1 Conclusões.....</b>	<b>18687</b>
<b>6.2 Sugestões para trabalhos futuros.....</b>	<b>18889</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>18990</b>
<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>196</b>
<b>APÊNDICE II.....</b>	<b>198</b>

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Inicialmente serão apresentadas informações a respeito da iluminância no ambiente de trabalho e/ou ambiente laboral no setor da construção civil. Este capítulo tem a finalidade de apresentar o contexto e a justificativa da pesquisa, os quais fazem referência à problemática e os objetivos da pesquisa para este trabalho.

### 1.1 Contexto E Justificativa

Segundo Corbella e Yannas (2003), uma pessoa que se sente confortável em um ambiente é quando observa ou sente um evento ou fenômeno sem preocupação ou desconforto, ou quando é neutra em relação a isso no ambiente físico. O conforto ambiental pode ser dividido em três categorias básicas: conforto térmico, que está relacionado à temperatura, umidade relativa e movimento do ar, radiação solar e radiação infravermelha emitida pelo ambiente ao redor; conforto acústico é subdividido em isolamento acústico e tratamento acústico. O isolamento acústico é a capacidade de estancar o som de um ambiente em relação ao seu exterior, encobrindo ruídos vindos da rua ou dentro do próprio espaço e impedindo que entre ou saia qualquer tipo de som. Já o tratamento acústico tem como finalidade a administração de sons de um ambiente, envolvendo diversas etapas, como análise de pressão sonora, tipos de ruídos externos e internos e medições. Embora sequer todos os espaços exijam tratamento acústico, criar um ambiente com qualidade sonora pode melhorar a qualidade de vida dos usuários. Já o conforto visual, lumínico ou luminoso está associado a uma boa visão e a uma luz agradável que permite realizar tarefas de forma satisfatória (CORBELLA; YANNAS, 2003).

Para Fernandes e Lipp (2017), superpopulação, poluição sonora e luminosa, ambientes fechados e prédios altos (que dão a sensação de estar preso no ambiente) são fatores que contribuem para o estresse humano, instabilidade e fadiga. Sabendo que um projeto adequado pode prevenir o desenvolvimento de doenças físicas e mentais, surge a questão de como as condições de conforto (temperatura, ruído, iluminação) no ambiente construído podem contribuir para uma melhor qualidade de vida.

O termo iluminação artificial é utilizado para se referir à luz de uma fonte de energia (como uma lâmpada, lâmpada ou tubo), que também pode ser manipulada com a finalidade de atingir um efeito final desejado (ANTHONY; OLADIMEJI; DANIEL, 2021). Essa luz pode

ser reduzida, aprimorada, focada, direcionada ou colorida, conforme necessário. Existem quatro propriedades controláveis da luz: intensidade, cor, direção e movimento. Cada uma dessas qualidades pode ser manipulada para afetar o humor, o foco seletivo, a modelagem e a visibilidade, que são as quatro funções principais da iluminação.

Dito isso, para os autores Krarti, Erickson e Hima (2005), a iluminação artificial vai além da simples colocação de lâmpadas em um espaço, podendo também ser usada para delinear espaços sistematicamente e criar uma sensação de ambiente, afetando a psicologia dos usuários de um determinado espaço ou ambiente. No contexto do projeto arquitetônico, Anthony, Oladimeji e Daniel (2021) apontam três categorias principais de iluminação artificial: iluminação ambiente (iluminação geral em um espaço), iluminação da tarefa (para realizar uma tarefa como a leitura), e iluminação de realce (para destacar um recurso).

Pode-se destacar como aspectos determinantes para a iluminação de um projeto arquitetônico, a implantação da edificação, o design utilizado na edificação, e os dispositivos de proteção solar para controle de entrada de luz natural, a fim de evitar entrada de raios solares que podem acarretar desconforto visual e aquecimento térmico impertinente (PEREIRA, 2018). O sistema de controle de iluminação artificial deve ter sua importância no ato de desenvolvimento do projeto, levando em conta o posicionamento de luminárias. A união dos sistemas de iluminação natural e artificial irá proporcionar um aumento da qualidade e conforto do ambiente (HYBINER, 2015). No entanto, quando há déficit nessa união de sistema lumínico é importante uma avaliação e estudo para que este sistema lumínico torne-se uniforme.

O bem-estar visual é um fator que se torna importante quando o ambiente construído é uma instituição de ensino. Pesquisas como Pereira (2018); Gomes, Lucena e Oliveira (2021) mostraram que o desenvolvimento do aluno pode estar ligado a condição da iluminação da sala de aula. As atividades acadêmicas sejam de ensino, pesquisa ou extensão, muitas vezes envolvem grande número de pessoas e demandam tempo para a realização dessas tarefas em ambiente de aprendizagem. Em um ambiente escolar, diversos fatores afetam diretamente a iluminação ideal, como a orientação e localização do prédio, as janelas de cada sala de aula, a distribuição da iluminação artificial que deve ser uniforme, o tipo e número de luminárias utilizadas, o tamanho do meio ambiente, o pé direito, entre outros. A iluminação das salas de aulas pode ser natural, artificial ou uma combinação de ambas. Enquanto a iluminação natural beneficia a saúde e o bem-estar humano, a iluminação artificial também é necessária porque permite que os humanos usem os espaços e realizem atividades sem luz natural (MORAES; CLARO, 2013).

Nesse contexto, a combinação de iluminação artificial e natural no ambiente escolar é essencial para melhorar o desempenho de alunos, professores e pesquisadores. A iluminação é um dos fatores físicos que afeta as condições de trabalho dos professores e demais usuários (LOSEKAN et al., 2021). Em ambientes de aprendizagem como bibliotecas, a iluminação é um dos fatores ergonômicos do ambiente e, quando insuficiente, pode causar desconforto aos usuários (MENDES; BERGIANTE, 2018). Portanto, o papel da iluminação na sala de aula é muito importante e precisa ser adaptado no que diz respeito ao desenvolvimento do processo de ensino, geração de conhecimento, pesquisa e inovação. A adequação da iluminação do ambiente impacta na satisfação, desempenho profissional, segurança e saúde dos envolvidos no processo produtivo (DIANAT et al., 2013).

Os níveis de iluminação também interagem com a produção a ponto de serem considerados um indicador em um sistema de avaliação de desempenho da produtividade (RODRIGUES et al., 2015). Estes níveis de iluminação podem induzir diferentes sensações no usuário do ambiente, por exemplo, dependendo da temperatura da cor, produzindo sensações de relaxamento, tensão, conforto, desconforto, sonolência, excitação, felicidade e desagrado no indivíduo (HSIEH et al., 2020). Portanto, a adequação da iluminação no ambiente se faz necessária, pois tanto a iluminação insuficiente quanto a iluminação excessiva podem prejudicar o desempenho na execução das atividades. Algumas das consequências da iluminação insuficiente podem ser listadas, como ofuscamento, dores de cabeça, enxaquecas, diminuição da visão, irritação, cansaço visual, lacrimejamento, perda de clareza, repetição de imagens e depressão. Além disso, a luz afeta a fisiologia humana em termos de processos hormonais, ciclos circadianos, sono e muito mais (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

Souza (2003), mediante estudos, constatou que as condições dos docentes onde exercem suas capacidades físicas, cognitivas e afetivas para cumprir a produção acadêmica ou escolar, geram esforços ou excessiva prática de suas funções psíquicas e fisiológicas. Contudo, pode não haver tempo para a recuperação, o que pode desencadear sintomas de problemas clínicos que pode levar ao indivíduo afastamento de sua atividade.

Nesse sentido, vale destacar a ergonomia, tratada como um estudo entre homem e trabalho, ambiente e equipamento, com grande conhecimento em anatomia, fisiologia e psicologia na resolução de problemas, e buscando a eficiência, produtividade, segurança e saúde (MERINO, 2004) Regulamentada pela NR 17, pode ser dividida em três áreas: ergonomia física, cognitiva e organizacional, com a intenção de prevenir acidentes, corrigir erros e diminuir riscos, seu principal objetivo é aumentar o conforto, a saúde e a segurança do trabalhador (IIDA; BUARQUE, 2016).

## 1.2 Problemática Da Pesquisa

No que se refere a uma iluminação adequada, Piccoli et al. (2004) destacam os requisitos de quantidade e de qualidade, devendo necessariamente ser adequada à tarefa, tendo em vista o conforto e a eficiência visual do trabalhador.

Nesse sentido, a verificação do desempenho de uma edificação pode ser feita através de medições e modelos matemáticos (simulações), no qual ambos apresentam vantagens como por exemplo na agilidade nas tomadas de decisões, a visualização do modelo em formato 3D e através de cores e da escala gráfica saber se o ambiente encontra-se uniforme ou não.

A desvantagem é a compatibilidade da simulação com a medição, pois embora a simulação seja uma ferramenta favorável para a tomada de decisão, no entanto não anula a medição conforme a norma. Dito isso, as simulações permitem decisões rápidas, considerando que será necessário avaliar o ambiente com o luxímetro.

Nesse mesmo contexto, as desvantagens dos modelos matemáticos (simulações) estão ligadas a necessidade e aferição dos resultados obtidos, uma vez que eles são realizados através de simplificações e métodos de cálculos, podendo haver diferenças entre resultados obtidos através da simulação e dados de medição do ambiente, por conta das intervenções de ocupação dos usuários no ambiente (ABREU, 2004). Deste modo, apesar de algumas desvantagens, as medições no local representam a real resposta do desempenho de um ambiente construído em determinado aspecto relativo às condições ambientais.

Segundo Graça e Kowaltowski (2004), muitos dos problemas referentes às condições de conforto ambiental podem ser resultados de decisões erradas, tomadas no início do processo de projeto, quando definidas questões gerais da edificação.

Segundo Graça e Kowaltowski (2004), o projeto arquitetônico é fator de importância na edificação escolar, possibilitando a sistematização do processo pedagógico e garantindo o bom desempenho da edificação, como ambiente educacional. Destaca-se assim a importância do projeto das edificações escolares, no processo de aprendizagem dos seus usuários, ressaltando a necessidade de condições mínimas de habitabilidade no ambiente construído.

Nesse contexto, a preocupação com o conforto ambiental nas salas de aulas das edificações escolares existe, mas ainda não é tratada de forma holística. Alguns estudos se preocupam com economia e manutenção das edificações (PEREIRA, 2018). Tendo em vista a importância das edificações escolares na formação do homem e a importância do conforto ambiental no ambiente construído, o estudo de conforto ambiental nas instituições de ensino é imprescindível.

A pesquisa sobre o conforto luminoso nas edificações de instituições de ensino pode se apresentar de forma bastante complexa, envolvendo diversas variáveis que interferem nos sentidos humanos. Graça e Kowaltowski (2004) apontaram que é impossível maximizar todos os aspectos do conforto ambiental (térmico, luminoso, acústico) ao mesmo tempo, mas é importante encontrar uma solução de compromisso, deixando para estudos futuros esses aspectos a serem abordados. Nesse sentido, o presente trabalho busca um meio alternativo de diagnóstico e auxílio à manutenção do sistema de iluminação artificial do ambiente laboral de instituições de ensino superior público, de modo a contribuir nas tomadas de decisões.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Avaliar as condições de iluminação de uma instituição de ensino superior pública sob a ótica laboral. Para tanto, a fim de atingir o objetivo geral, têm-se os objetivos específicos.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- medir os níveis de iluminância nas salas de aula do bloco mais recente e mais antigo do campus Benfica;
- elaborar um comparativo dos dados levantados, se estão de acordo com a norma;
- realizar simulações computacionais dos sistemas de iluminação nos ambientes estudados;
- comparar valores obtidos mediante medição *in loco* e simulação computacional;
- propor diretrizes para a adequação e/ou manutenção do sistema de iluminação;
- modelo estatístico.

### **1.4 Delimitações Da Pesquisa**

Os aspectos abordados no trabalho para delimitação da pesquisa são divididos em espacial e temporal.

Logo, este trabalho possui as seguintes delimitações:

- a) Aspecto espacial: A avaliação foi realizada nas salas de aula no campus da Benfica nos blocos mais recente e mais antigo da instituição de ensino superior. Dessa forma, a avaliação do conforto ambiental compreende tão somente a avaliação das condições de conforto lumínico, devido ao tempo limitado da pesquisa.
  
- b) Aspecto temporal: As medições foram realizadas durante o período de um mês, no turno da noite, pois é o horário mais desfavorecido, sendo considerado o melhor horário para avaliação lumínica. Destaca-se que as medições lumínicas não incluíram a análise do fator de luz diurna, e não buscaram avaliar o sistema de iluminação natural isolado.

### **1.5 Estrutura Do Trabalho**

Na introdução capítulo 1, há a introdução, contexto e justificativa e a importância do tema para o desenvolvimento dessa dissertação, bem como os objetivos.

No capítulo 2, é apresentado o referencial teórico, tratando dos conceitos e definições respectivos aos temas centrais: Aspectos Luminotécnicos, Conforto Lumínico, Conforto Visual, Conforto Ambiental nas Instituições de Ensino.

No capítulo 3, é apresentada a revisão bibliométrica em conjunto com o *software VOSviewer*.

No capítulo 4, é apresentada a metodologia utilizada nesta pesquisa, descrevendo como foram levantando os dados e como foram feitas as medições com o equipamento luxímetro do sistema de iluminação das edificações estudadas. Foi apresentada uma revisão normativa sobre Ergonomia NR 17 e Higiene Ocupacional NHO 11, destacando conceitos, metodologia de aplicação e diretrizes que devem ser adotadas para o ambiente construído e a utilização do *software* de simulação Relux.

No capítulo 5, são apresentados os resultados obtidos em campo, simulação e método estatístico. Os resultados das medições que foram realizadas com o equipamento luxímetro, cálculos e simulação com o *software relux* na instituição de ensino pública da UPE, relacionada a unidade POLI – Recife no bloco mais recente concentrado nas salas de aulas e na unidade Campus Garanhuns no setor administrativo, em paralelo com a lista de verificação do sistema de iluminação. A partir dos dados encontrados, o diagnóstico. Esse capítulo se encerra com a

apresentação das de um plano de manutenção do sistema e com um modelo padrão que possam contribuir com outras instituições de ensino.

Por fim, o capítulo 6 é destinado a considerações finais, onde se apresentam as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO**

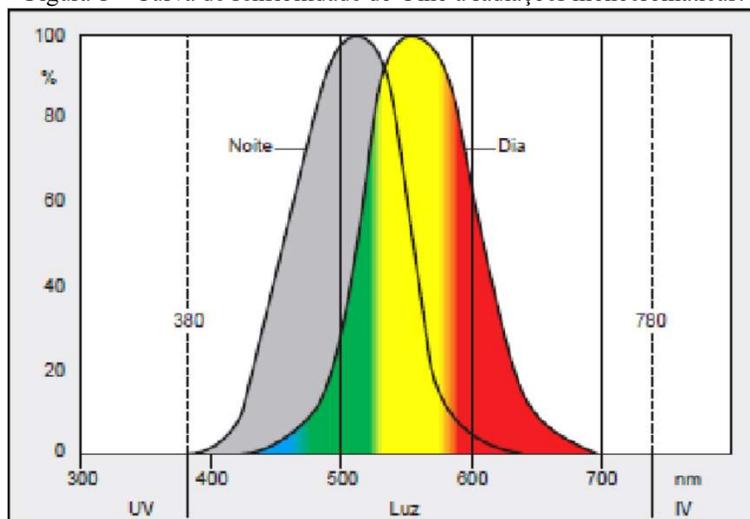
O presente referencial teórico apresenta os conceitos luminotécnicos, tipos de iluminação, conforto visual, legislação vigente e normas nacionais que abordam iluminação de ambientes de trabalho.

### **2.1 Conceitos Luminotécnicos**

O fato da luz estar presente no nosso cotidiano de forma tão presente a torna tão imperceptível que é difícil perceber o quanto ela afeta o aspecto visual quanto pela sua influência física e emocional nos seres humanos. Também afeta o padrão de sono, horas de trabalho, o nível de atenção e a saúde em geral. Por essas razões é imprescindível, não negligenciar a importância da luz nos projetos da arquitetura de edificações. Nesse sentido, na configuração do ambiente construído não se deve subestimar o uso adequado da iluminação, seja ela natural ou artificial, a fim de provocar não apenas boas experiências visuais, como nos aspectos fisiológicos do ser humano (FREITAS, 2012).

Nesse sentido, a sensibilidade da visão à luz varia não apenas com o comprimento de onda da radiação, mas também com a luminosidade. Segundo Osram (2016), a curva de sensibilidade do olho humano mostra que quando há pouca luz (como noite), a radiação de comprimento de onda mais curto (violeta e azul) produz uma percepção de luz maior, enquanto a radiação de comprimento de onda mais longo (laranja e vermelho), visto na (Figura 1). Portanto, a luz é uma onda eletromagnética que pode produzir a percepção visual. As ondas eletromagnéticas chamadas de luz têm frequências que variam de 380 a 780nm, uma faixa conhecida como espectro visível. As cores azul, vermelho e verde, quando somadas em quantidades iguais, definem a aparência da luz branca.

Figura 1 – Curva de sensibilidade do Olho a radiações monocromáticas.



Fonte: Manual Luminotécnico Prático, OSRAM (2016).

Logo, a luminotécnica trata-se do estudo de aplicação da iluminação artificial em ambientes internos e externos, considerando os aspectos ambientais e biofísicos da iluminação que são os efeitos da luz sobre os seres vivos e suas atividades cotidianas.

### 2.1.1 Luz e Cores

Há uma tendência a pensar que os objetos têm cores definidas. Na verdade, a aparência de um objeto é o resultado da luz incidente sobre ele. Sob luz branca, uma maçã parece vermelha porque tende a refletir a parte vermelha do espectro de radiação absorvendo outros comprimentos de onda de luz. Se usarmos um filtro para remover a parte vermelha da fonte de luz, a maçã reflete muito pouca luz e fica completamente preta. Podemos ver que a luz é composta de três cores primárias. Na figura 2, pode-se observar a combinação de vermelho, verde e azul permite obter o branco e a combinação de duas cores primárias produz cores secundárias, como magenta, amarelo e ciano. Diferentes doses das três cores primárias nos permitem obter outras cores de luz. Da mesma forma que surgem diferenças na visualização das cores ao longo do dia (diferenças da luz do sol ao meio-dia e noite), as fontes de luz artificiais também apresentam diferentes resultados. As lâmpadas incandescentes, por exemplo, tendem a reproduzir com maior fidelidade as cores vermelhas e amarela do que as cores verde e azul, aparentando ter uma luz mais “quente”.

Figura 2 – Composição das cores.



Fonte: Manual Luminotécnico Prático, OSRAM (2016).

Para obter iluminância suficiente do ambiente de trabalho, também é necessário considerar a aparência de cor das lâmpadas, que geralmente são divididas em três grupos de acordo com sua temperatura de cor correlacionada ( $T_{cp}$ ), conforme Figura 3. Para isso, a unidade considerada é em K, assim, quanto maior a temperatura da cor, mais branca é a tonalidade da luz. As cores quentes são relaxantes e não são indicadas para ambientes de trabalho, mas são indicadas para ambientes domésticos (como quartos). As cores intermediárias são interessantes em aplicações que não interferem na coloração dos objetos (como salões de beleza e museus). Cores frias são recomendadas para aplicações de escritórios e salas de aula.

Figura 3 - Aparência da cor e temperatura de cor correlata.

<i>Aparência da cor</i>	<i>Temperatura de cor correlata</i>
Quente	Abaixo de 3.300 K
Intermediária	3.300 a 5.300 K
Fria	Acima de 5.300 K

Fonte: FUNDACENTRO (2018).

O sistema visual humano não pode medir a luminosidade, a percepção da luminosidade é subjetiva, ela é percebida. A autora Innes (2014), deu o exemplo das velas, que parecem brilhantes em um quarto escuro, mas se tornam invisíveis se colocadas sob a luz do sol. A pré-avaliação da luminosidade espacial é inerente à escala de medição e afeta as condições de iluminação do ambiente, tornando flexível para os seres humanos a movimentação entre locais muito escuros e muito claros e como seus sistemas visuais se adaptarão. Para padronizar as unidades de grandezas da luminotécnica, descreve algumas unidades físicas (INNES, 2014).

### 2.1.2 Fluxo Luminoso

O fluxo luminoso é uma grandeza derivada da intensidade luminosa. É toda a energia radiante na forma de luz emitida por uma fonte luminosa medida em lúmens, na tensão nominal de funcionamento, (Figura 4). A sua unidade é utilizada em lúmen (lm) (MICALI, 2016).

Figura 4 – Fluxo Luminoso.



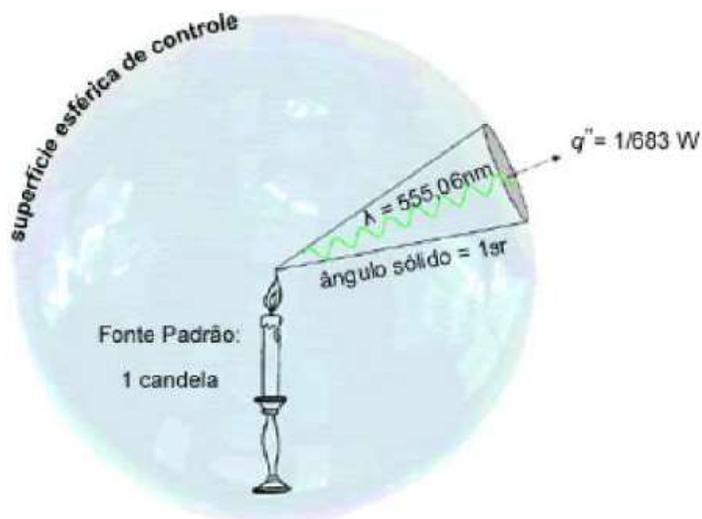
Fonte: Manual Luminotécnico Prático, OSRAM (2016).

Expressa em candelas, é a intensidade do fluxo luminoso de uma fonte de luz com refletor ou de uma luminária, projetado em uma determinada direção. Uma candela é a intensidade luminosa de uma fonte pontual que emite um fluxo luminoso de um lúmen em um ângulo sólido de um esferoradiano (OSRAM, 2016).

### 2.1.3 Intensidade Luminosa

Expressa em candela, é a intensidade do fluxo luminoso projetado em determinada direção por uma fonte de luz com refletor ou luminária. A candela é a intensidade luminosa de uma fonte de luz pontual que emite um fluxo luminoso de lúmen sobre um ângulo sólido de um esterradiano. É uma fonte de luz que irradia luz uniformemente em todas as direções. No fluxo luminoso, a distribuição assume a forma de uma esfera. No entanto, esse fator é quase impossível de ocorrer, pois os lúmens emitidos em cada direção precisam ser medidos, e essa direção é caracterizada por um vetor cujo comprimento representa a intensidade luminosa (Figura 5). Portanto, a potência da radiação luminosa é em uma única direção. A curva de distribuição luminosa é dada através do símbolo CDL e a unidade em candela (cd) (FREITAS, 2012).

Figura 5 – Definição de candela.



Fonte: Cassol (2009).

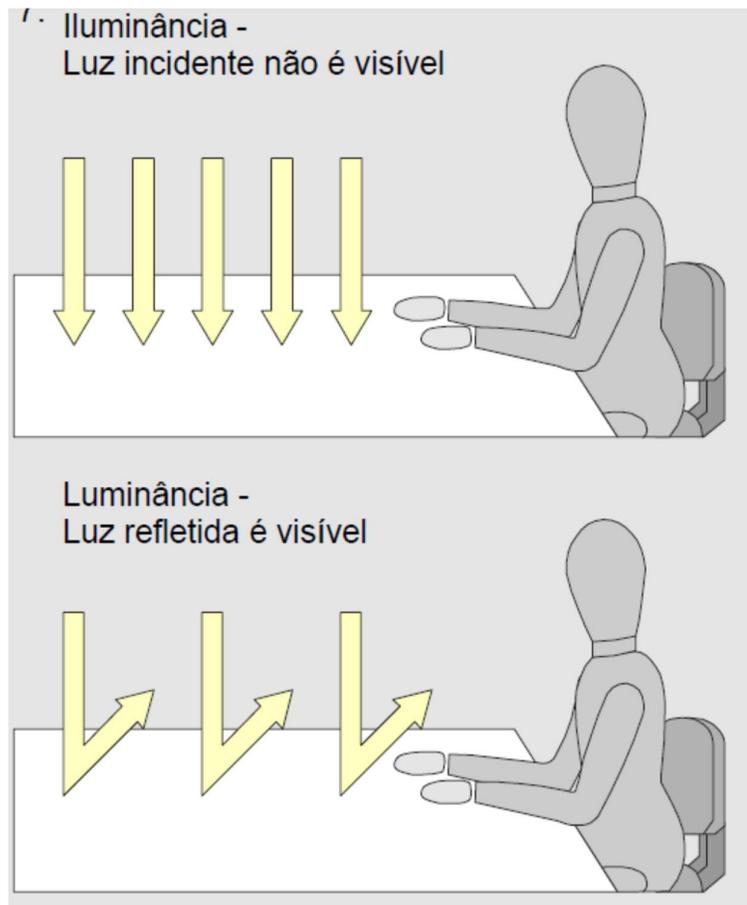
Para Cassol (2009), define-se candela como a intensidade luminosa, a mesma é dada em uma direção de uma fonte em que emite uma radiação monocromática com uma frequência  $540 \times 10^{12} \text{ Hz}$ , a intensidade energética nessa direção é de  $1/683 \text{ watt}$  (Figura 5).

### 2.1.4 Iluminância

Enquanto a luminância se relaciona com a luz produzida por uma fonte ou produzida por um a superfície, a iluminância descreve a luz que incide em uma superfície, como

mostra a Figura 6. A iluminância não é visível. O que vemos é a luminância. Sua unidade de medida é o lux.

Figura 6 – Iluminância e Luminância.



Fonte: Manual da Osram (2016).

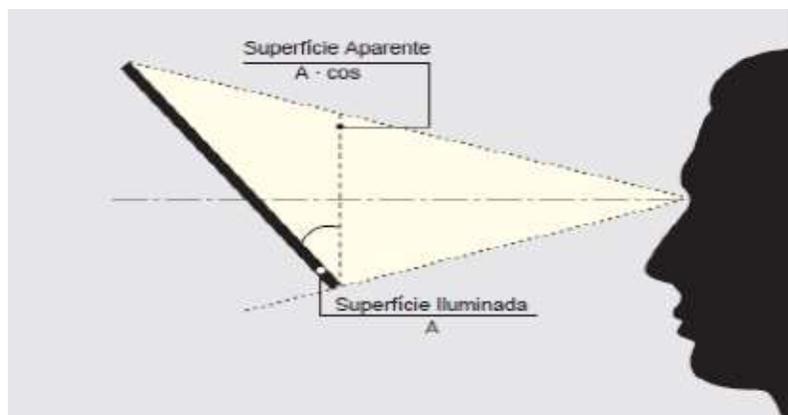
Esta relação luminosa é caracterizada por intensidade luminosa e o quadrado da distância na área da superfície. É importante ressaltar que é através da luminância que o homem enxerga. (PROSDOSSIMO, 2014).

### 2.1.5 Luminância

Segundo Freitas (2012), na luminância os raios não são perceptivos, só é possível detectar esses elementos quando o mesmo é refletido em superfícies e quando são transmitidos a sensação aos olhos humanos é de claridade. Figura 7. No entanto é a intensidade luminosa que provém de uma superfície, pela sua superfície aparente.

Como os objetos refletem a luz diferentemente uns dos outros, fica explicado porque a mesma Iluminância pode dar origem a Luminâncias diferentes. Vale lembrar que o Coeficiente de reflexão é a relação entre o Fluxo Luminoso refletido e o Fluxo Luminoso incidente em uma superfície (OSRAM, 2016).

Figura 7 – Representação da superfície aparente e ângulo.



Fonte: Manual da Osram (2016).

#### 2.1.6 Ofuscamento

De acordo com ISO 8995-1 (2013), o ofuscamento é a percepção visual criada por áreas brilhantes no campo de visão que podem ser experimentadas como ofuscamento desconfortável quanto ofuscamento inabilitador. Também pode ser causado por reflexos especulares, e é normalmente conhecido como reflexões veladoras ou ofuscamento refletido. É importante limitar o ofuscamento ao usuário para evitar erros, fadiga e acidentes. O ofuscamento inabilitador é mais comum na iluminação externa, mas também pode ser experimentado em iluminação pontual ou fontes brilhantes intensas, como uma janela em um espaço relativamente pouco iluminado. No local de trabalho, o ofuscamento desconfortável geralmente vem diretamente de luminárias ou janelas brilhantes. Quando os limites referentes ao ofuscamento desconfortável são resolvidos, o mesmo perde a potência de um elevado problema.

No entanto para a NHO 11 (2018), o ofuscamento é correlacionado a condição visual onde existe um desconforto ou redução de capacidade onde possui dificuldade em distinguir detalhes ou objetos, relacionados a uma distribuição irregular das luminâncias, resultando em contraste excessivo ou reflexões em superfícies especulares. No mesmo contexto, o ofuscamento é a sensação visual produzida por áreas brilhantes dentro do campo de visão, que

pode resultar em fadiga visual, erros e até mesmo acidentes. Pode ser classificado como desconfortável, inabilitador ou refletido em ambientes de trabalho.

### 2.1.7 Fotometria

Segundo Micai (2016), a fotometria compõe-se com uma série de métodos e técnicas de medida de grandezas luminosas, sendo assim, as variações de fluxo luminoso se transformam em grandezas elétricas e fotômetros, assim são os equipamentos utilizados para medições de nível de iluminação (Figura 8).

Figura 8 - Luxímetro



Fonte: extech lt300 (2020).

O luxímetro (Figura 8) é um equipamento utilizado para medir níveis de iluminamento nas unidades em lux e FC. Entretanto, as medidas são feitas na unidade em lux (lx). Este equipamento é usado tanto avaliar a iluminância, quanto a luminância (RODRIGUES; PIERRE, 2004).

## **2.2 Tipos De Iluminação**

Para uma melhor compreensão dos conceitos luminotécnicos, partindo do pilar de tipos de iluminação, é necessário obter o conhecimento sobre a diferença entre iluminação natural e artificial e a importância de cada uma no cotidiano.

### **2.2.1 Iluminação Natural**

A iluminação natural dentro do ambiente de trabalho são as mais indicadas, pelo aproveitamento de luz fornecida pelo sol. Porém este aproveitamento deve ser executado de forma correta, compondo-se nos projetos o uso apropriado da luz natural, através de aberturas zenitais, portas, janelas, telhas translúcidas, entre outros. A distribuição no espaço varia constantemente, porque a luz natural é pouco uniforme, tanto sua cor, como intensidade, e direção de distribuição, dessa forma sendo mais estimulante do que a luz artificial (TOLEDO, 2008).

### **2.2.2 Iluminação Artificial**

A iluminação artificial é toda e qualquer fonte de luz que é produzida através do homem. É distribuída através de luminárias, ou seja, esses elementos distribuem e filtram a iluminação proveniente de uma ou várias lâmpadas (PAIS, 2011).

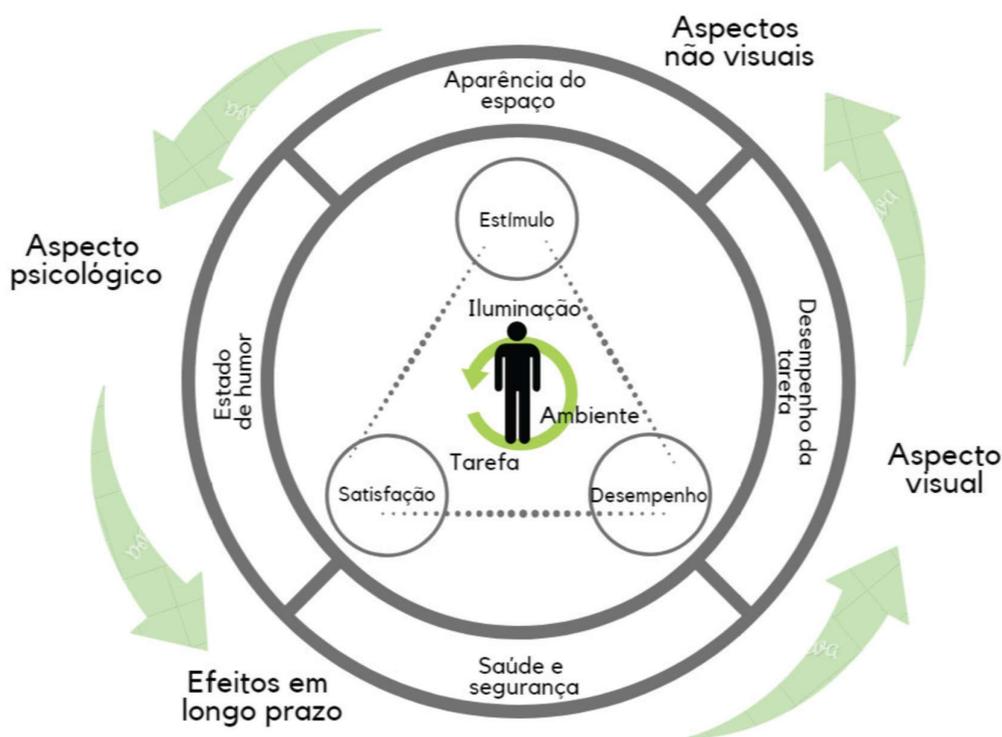
Os progressos da tecnologia da iluminação artificial, especialmente no controle do encandeamento, tornaram-se melhor os ambientes sob luz artificial, e a lâmpada fluorescente que tem uma cor aproximada da luz natural, pode ser usada em qualquer projeto. Administrações públicas e particulares também aderiram o conforto visual, com a iluminação artificial sem encandear suas atividades. Ela também reduz o impacto de luz natural em áreas próximas de aberturas, proporcionando valores de iluminância, com isso evita-se o contraste exagerado (TOLEDO, 2008).

## **2.3 Conforto Visual**

O conforto visual é um conjunto de características ambientais que o tornam agradáveis em termos de iluminação. Logo, o conforto visual pode ser retratado a relação entre a iluminação e a visibilidade de forma que um humano, não faça esforço e realize as tarefas sem necessitar de um complemento na visão (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997). Para

Shmid (2005), boas condições de conforto visual existem quando realiza o ajuste dos níveis absolutos e relativos das luminárias que estão a iluminar uma área da tarefa e/ou objeto. Logo, uma boa iluminação contribui para um bom conforto visual proporcionando bem-estar no psicológico em geral, uma boa produtividade e confiabilidade do desempenho da atividade que é realizada (BADIDA; KRÁLIKOVÁ; LUMNITZER, 2011). Na figura 9 segue o modelo do ciclo circadiano humano sob a ótica do conforto visual.

Figura 9 – Modelo de conforto visual



Fonte: Bortolan, Ferreira e Tezza (2019).

Pode-se encontrar conforto visual através da luz natural bem distribuída, iluminação artificial, uniformidade da luz, e a cor da luz. O desconforto visual, acontece quando tem a excessividade de brilho, iluminação não uniforme, a quantidade de lux necessária para execução das tarefas, que afeta diretamente o desempenho dos alunos em sala de aula. Tais desconfortos provoca dores de cabeça, cansaço visual, visão turva e/ou cansada (KAPOO; RAJ et al., 2021).

Nesse mesmo contexto os autores Bortolan, Ferreira e Tezza (2019), ressalta-se que iluminação afeta em muitos aspectos em relação ao desconforto visual, influenciando na ausência ou excessividade de iluminação, de forma que contribua com os sintomas em relação a cada tipo e/ou combinação de iluminação, das quais:

- Ausência de iluminação natural, provoca sintomas como: dificuldade de orientação temporal, dificuldade de sono, baixo nível de alerta, alteração de humor, ritmo biológico e irritação visual;
- Excesso de iluminação natural, provoca sintomas como: variações de luz, brilho e cor que impacta no conforto visual;
- Na iluminação artificial sob a ótica da intensidade luminosa, uniformidade luminosa, contrastes, excesso de contraste, ofuscamento, provoca sintomas como: Dores de cabeça e enxaqueca, dificuldade na leitura, estresse e ansiedade;
- Baixa iluminância, provoca: Estresse visual e desconforto visual;
- Iluminação artificial, provoca: Alta luminosidade: desconforto visual, brilho e ofuscamento.
- Baixa luminosidade: tensão nos olhos, incômodo, fadiga; muscular, desconforto e dificuldades na realização de tarefas;
- Alterações no ritmo circadiano: variações de temperatura, batimentos cardíacos, pressão sanguínea, sono, vigília, fome, produção hormonal e a carga de trabalho que leva ao desgaste.
- Saúde e produtividade.
- Combinação de iluminação natural e luminosidade baixa, provoca: Sono e insatisfação;
- Combinação de iluminação natural e alta luminosidade: Dores de cabeça, perda de desempenho visual, reflexos e ofuscamento. Aumento de reflexos e sombras que causam brilho e desconforto;
- Luminância de adaptação: Aumento de acuidade visual, sensibilidade aos contrastes e eficiência nas funções oculares.

Sendo assim, a qualidade da luz pode ser avaliada de acordo com o nível de conforto visual e desempenho exigido pela tarefa.

Deste modo, quando os alunos quando estão inseridos no ambiente escolar são influenciados pelas condições luminosas, pois em média os alunos tem permanência de 70% do tempo durante o dia em uma sala de aula (YUN SHANG CHIOU; SATRYO SAPUTRO; DANY PERWITA SARI, 2020). As salas de aulas desempenham um papel muito importante, desde que as condições de luminosas estejam em nível adequado durante todo o processo de aprendizagem na escola. O conforto visual em diferentes níveis de iluminação geralmente

influencia negativamente nosso comportamento e eficiência no trabalho (TUREKOVÁ; IVANA TUREKOVÁ I. LUKÁČOVÁ; DANKA; BÁNESZ; GABRIEL, 2019).

É dito por Lamberts et al., (1997 apud PAIS, 2011, p.13) que:

Conforto visual está relacionado com o conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com o menor risco de prejuízos à vista e com reduzidos riscos de acidentes. (LAMBERTS et al., 1997, apud PAIS, 2011, p. 13).

De acordo com a norma NBR 8995-1 (2013), para realizar uma tarefa é necessário que se tenha uma boa iluminação, dessa forma as tarefas serão realizadas com mais conforto e facilidade. Portanto, a iluminação dos ambientes deve ser atendida para assegurar dos aspectos quantitativos e qualitativos relativos ao conforto visual, desempenho visual e segurança visual.

Para a Norma de Higiene Ocupacional (NHO 11, 2018), a área da tarefa dos trabalhadores é a área parcial de um local de trabalho, onde será determinada uma tarefa visual e a mesma pode estar contida em um plano horizontal, vertical ou inclinado. No mesmo contexto a referida norma, cita que para a área de trabalho pode envolver várias tarefas visuais distintas, e as mesmas estão relacionadas com várias áreas de tarefas que são realizadas em um mesmo ambiente, podendo ou não ocorrer diferentes níveis de iluminação.

Sendo assim, um ambiente mais confortável apoiará o desempenho do aluno na aprendizagem. O ambiente de aprendizagem é um fator chave essencial na determinação do desempenho acadêmico dos alunos (IDRUS, RAHIM, HAMZAH, JAMALA, 2020).

## **2.4 Normativas Vigente Que Retratam A Iluminação Nos Ambientes De Trabalho**

A ergonomia é uma ciência recente. Sob o aspecto de locais de trabalho de iluminação, desde seu nascimento em 1949, os valores recomendados para as intensidades de luz hoje são dez vezes maiores (IIDA; BUARQUE, 2016).

### **2.4.1 NR 17 – Ergonomia**

A NR 17 caracterizada como Norma Geral pela Portaria MTP n.º 423 de 07 de outubro de 2021 o mesmo tem força de lei, na qual, estabelece parâmetros que permitem a adaptação das condições de trabalho.

Dessa forma, a NR 17 tem como objetivo de estabelecer diretrizes e requisitos que permitam a adaptação das condições de trabalho correlacionadas a características

psicofisiológicas dos trabalhadores fazendo com que proporcione conforto, segurança, saúde e um bom desempenho e eficiência no trabalho.

Logo, a Norma Regulamentadora de Ergonomia NR – 17, com o decorrer dos anos vem sofrendo alterações e atualizações. Nos dias atuais, a nova atualização é da Portaria MTP n.º 423 de 07 de outubro de 2021, onde comenta-se as questões de iluminação nos ambientes de trabalho, abordando da seguinte forma:

- 17.8.1 Em todos os locais e situações de trabalho deve haver iluminação, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade.
- 17.8.2 A iluminação deve ser projetada e instalada de forma a evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos.
- 17.8.3 Em todos os locais e situações de trabalho internos, deve haver iluminação em conformidade com os níveis mínimos de iluminamento a serem observados nos locais de trabalho estabelecidos na Norma de Higiene Ocupacional n.º 11 (NHO 11) da Fundacentro - Avaliação dos Níveis de Iluminamento em Ambientes Internos de Trabalho, versão 2018.

No item 17.8.5, ressalva que deve ser atendido os itens 17.8.3 e 17.8.4.2, em situações em que a normativa seja específica ou seja, com a devida justificativa técnica adequada não comprometerem a segurança ou a saúde dos trabalhadores.

Diante disso, os valores de iluminância média que são estabelecidos, diante de cada tarefa medido em campo, esses valores não podem ser abaixo dos valores dados na Seção 5 da norma ABNT NBR ISO:2013, independentemente do tempo e condições de instalação. A mesma recomenda que para as áreas externas ou entorno os níveis de iluminância devem ser mantidos e podem ser mais baixos que a iluminância da área da tarefa, porém não pode ser inferior aos valores dados de acordo com a Figura 10.

Figura 10 - Iluminância da área da tarefa e do entorno imediato.

<b>Iluminância da tarefa</b>	<b>Iluminância do entorno imediato</b>
<b>lux</b>	<b>lux</b>
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	Mesma Luminância da área da tarefa

Fonte: ABNT NBR ISO/8995-1 (2013).

As áreas onde têm um trabalho contínuo, a iluminância deve ser mantida, porém não pode ser inferior a 200 lux.

#### 2.4.2 Norma de Higiene Ocupacional – NHO 11

A NHO 11 (2018) estabelece critérios e procedimentos para a avaliação dos níveis de iluminação indicando parâmetros quantitativos e qualitativos no âmbito da iluminação interna dos ambientes de trabalho, voltados à segurança e ao desempenho eficiente do trabalho (FUNDACENTRO, 2018).

É a norma onde a mesma avalia os níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho. A mesma cancela e substitui a NHT 10-I/E de 1986, e entende-se que a presente norma traz melhoras nos aspectos qualitativos e quantitativos relacionados a iluminação interna nos ambientes de trabalho.

A presente norma tem como objetivo de estabelecer critérios e procedimentos, onde a avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos e conseqüentemente indicar os principais parâmetros que possam a vim a interferir tanto nos aspectos quantitativos, quanto nos qualitativos que estão correlacionados a iluminação interna dos ambientes de trabalho. No mesmo contexto, esta norma refere-se também a outros parâmetros onde podemos obter a detecção de não conformidades que possam comprometer as exigências de segurança e desempenho eficiente do trabalho.

A Norma de Higiene Ocupacional – NHO 11, estimula diferentes noções em relação a ângulo de corte que engloba, aparência da cor, área adjacente, área da tarefa, área de trabalho, iluminância, índice geral de reprodução de cor, luminância, nível de iluminação mínimo (E), refletância, reflexão veladora ou ofuscamento refletido, tarefa visual entre outros.

A norma aborda que para a avaliação do nível de iluminação, a medição deve ser medida de ponto a ponto em diferentes tarefas e a comparação deve ser analisada de acordo com os valores exigidos na NHO 11 da iluminância mínima (lux), dessa forma é concedida uma tolerância de 10% abaixo do valor estipulado da norma.

A iluminância que é medida de forma de um ponto a outro ponto na área de tarefa não pode ser menor que 70% da iluminância média, este valor é determinado de acordo com esta norma vigente. Os ambientes de trabalho devem ser iluminados o mais uniforme possível. Porém para uma atividade específica, o valor de iluminância mínimo exigido deve ser similar com as atividades referidas no quadro 1 dado pela norma NHO 11 (MTE, 2018). As áreas que são realizadas tarefas de forma continuada, o valor de iluminância não pode ser menor que 200 lux. Entretanto, para atividades que existam a iluminação suplementar é necessário que nestes casos verifique-se a iluminância nas áreas do entorno imediato. Portanto, a norma estipula

valores de iluminação do entorno onde não se deve ser menor que os valores da figura 11 a seguir:

Figura 11 - Iluminância do entorno imediato em função da iluminância da área da tarefa.

<i>Iluminância na área da tarefa (lux)</i>	<i>Iluminância no entorno imediato (lux)</i>
$\geq 750$	500
500	300
300	200
$\leq 200$	Mesma iluminância da área da tarefa

Fonte: FUNDACENTRO (2018).

## 2.5 Segurança Do Trabalho

Para alcançar o foco da pesquisa, é necessário apresentar os conceitos básicos de SST, além de aspectos importantes para a compreensão do trabalho, como acidente de trabalho e acidente de trabalho envolvendo iluminação inadequada.

### 2.5.1 A Segurança do Trabalho

Segundo Barkokébas, Rabbani e Vasconcelos (2009), a segurança do trabalho é a ciência que atua na prevenção dos acidentes de trabalhos, em conjunto com os aspectos de riscos ocupacionais. Para um melhor entendimento, a segurança do trabalho é um conjunto de medidas adotadas, onde estuda as condições materiais que compõem em risco a integridade física dos trabalhadores.

No mesmo contexto, o papel da segurança é proteger a vida, promovendo segurança e saúde ao trabalhador, esse é o objetivo principal do Programa Segurança e Saúde no Trabalhador dado pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Através do Decreto nº7.602 que foi assinado pela Presidente Dilma Rouseff, no dia 7 de novembro de 2011, foi formalizado o desenvolvimento do Plano Nacional de Segurança e Saúde do trabalho. No entanto, a Higiene

Ocupacional estuda os riscos ocupacionais que estão presentes no ambiente de trabalho, podendo provocar mudanças reversíveis ou eternamente na saúde do trabalhador. Já a Medicina do Trabalho averigua as consequências das situações materiais e ambiente sobre as pessoas. Portanto, o conjunto com a Segurança e a Higiene é de estabelecer condições de trabalho, onde não venha a gerar danos e doenças (BARKOKEBAS; RABBANI; VASCONCELOS, 2009).

### 2.5.2 Acidente de Trabalho

A norma britânica British Standard 8800 - BS8800, p.96 (1996) define o acidente como "um evento não planejado que resulta em morte, problemas de saúde, ferimentos, danos ou outros danos". Da mesma forma, a ISO 45001, é considerado aquele acidente que ocorre em pleno exercício do trabalho.

Além disso, o tópico que é cada vez mais importante em todo o mundo é a segurança no local de trabalho. As estatísticas da Organização Internacional do Trabalho (OIT) mostram que a cada 15 segundos um trabalhador morre por acidente de trabalho ou doença ocupacional. Isso significa 6.300 mortes por dia, para um total de 2,3 milhões de mortes por ano. Todos os anos, 313 milhões de trabalhadores masculinos e femininos sofrem acidentes de trabalho não fatais, o que significa que 860.000 pessoas sofrem lesões no trabalho todos os dias. e operar em uma forte cultura de segurança.

Segundo a Lei 8.213 de 24 de julho de 1991, define o conceito legal de acidente do trabalho como:

Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço de empresa ou de empregador doméstico ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho (BRASIL, 2020).

No mesmo contexto, a lei citada anteriormente considera também acidente do trabalho, as doenças ocupacionais, que são:

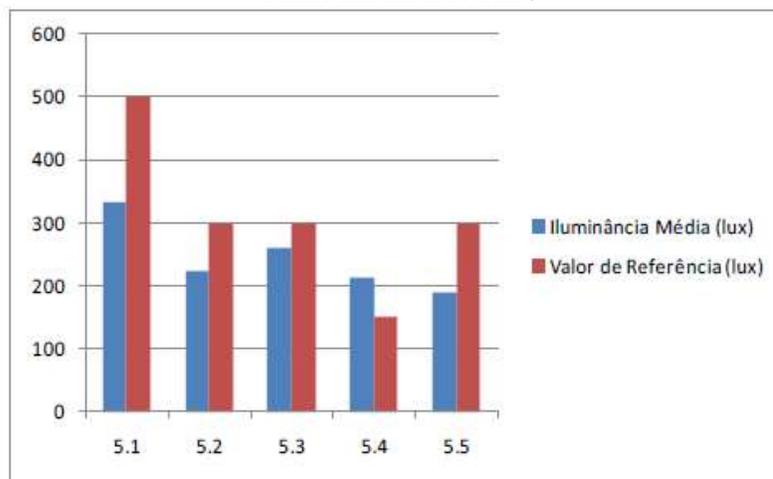
- Doença profissional, “é aquele produzido ou desencadeado pelo exercício de trabalho peculiar a determinada atividade e incluído na respectiva lista elaborada pelo Ministério do Trabalho e Previdência Social”;
- Doença do Trabalho, “adquiridos ou acionados devido a condições especiais onde o trabalho é realizado e está diretamente relacionado a ele, incluído na lista elaborada pelo Ministério do Trabalho e Previdência Social”.

### 2.5.3 A influência da Iluminação inadequada ligada ao Acidente de Trabalho

- Estudo de caso 1

Fiedler (2010), realizam um estudo de caso sobre análise ergonômica da Iluminação de ambientes internos de trabalho. Os pesquisadores realizaram as medições do nível de iluminância em vários locais de trabalho para realizarem as medições dos níveis de iluminação e as medições foram feitas em um plano horizontal utilizando o equipamento luxímetro, em concordância a norma da ABNT 5413 (1992). Bem como, os pesquisadores mediram pontos específicos nos pontos de trabalho sendo eles: salas de aula antigas, salas de aula novas, laboratório de ensino, sala dos vigilantes, centro de processamento de dados (Figura 12).

Figura 12- Gráfico comparativo entre os valores médios de iluminância e valores referência (ABNT, 1992), para os cinco ambientes do item 5.



Fonte: Fiedler (2010).

Por meio das medições realizadas, os ambientes denominados com numeração sendo para 5.1 para laboratório de ensino, 5.2 para sala de aula (edificação antiga), 5.3 para sala de aula (nova edificação), 5.4 para sala dos vigilantes (nova edificação), e o item 5.5 para o centro de processamento de dados. Dentro dos resultados obtidos pelas medições, apenas o item 5.4 estava de acordo com norma ABNT (1992), onde o mesmo atendia satisfatoriamente o valor médio de iluminância. Entretanto, os itens 5.1, 5.2, 5.3 e 5.5 o nível de iluminação é insuficiente, como visto na figura 12 (FIEDLER, 2010).

No mesmo contexto, os pesquisadores com base nos resultados dos níveis de iluminação, afirmam que a iluminação inadequada, sendo tanto por insuficiência, quanto por excesso de iluminação pode produzir alterações fisiológicas nos indivíduos a ela expostos podendo ocasionar desconforto, distração visual, irritação, cefaleias, imprecisão na realização de tarefas e conseqüentemente um acidente de trabalho. Lida e Buarque (2016) *apud* Grandjean (1998), asseguram que a iluminação deficiente assim como posto a fadiga visual e que são responsáveis por 20% de todos os acidentes. A fadiga visual, caracterizada pela irritação e lacrimejo ocular, que em graus mais avançados pode ocasionar a baixa visão e/ou a visão subnormal temporária, tendo em vista a dificuldade de discernimento de algum objeto ou elemento de risco como parte de uma iluminação ruim (FIEDLER, 2010).

- Estudo de caso 2

Queiroz, et al., (2010), realizou uma pesquisa no setor de internação feminina de um hospital público que atua nas áreas de urgência e emergência, o hospital é localizado no Colar Metropolitano do Vale do Aço (CMVA) pertencente ao Estado de Minas Gerais. Os pesquisadores avaliaram os níveis de iluminação em pontos específicos do local estudado, que foram na mesa de trabalho, local destinado à preparação dos medicamentos e as camas dos pacientes. Estes níveis foram analisados em conformidade com a Lei 6.514, Portaria 3.214, com a Norma Regulamentadora 17 (NR – 17) e a norma NBR 5.413/92.

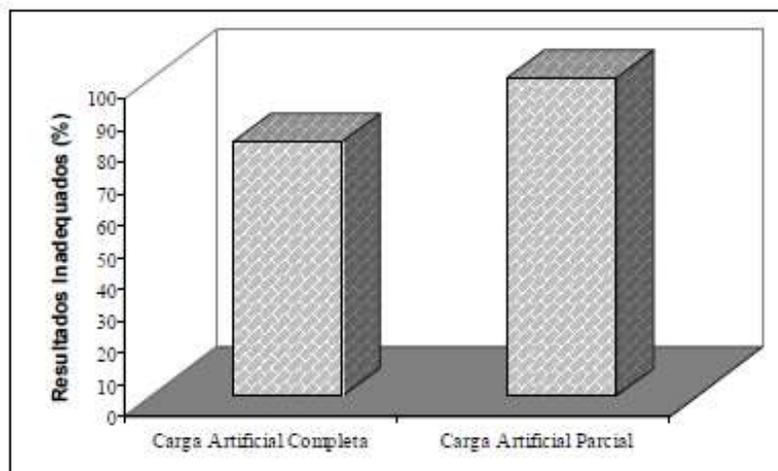
É importante ressaltar que essas avaliações foram feitas em março/2010, durante sete dias, no período de 7h até 15h, sendo utilizado três pontos de medição. Além disso, foram realizadas entrevistas com os colaboradores dos setores, buscando a identificação principal e queixas relacionadas ao estado de saúde. Foi mensurado na pesquisa que o local estudado, teria ocorrências de sinistros laborais a partir da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), pertinente a cada evento, disponibilizada pela Seção de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) do hospital. Os médicos utilizaram como indicadores a totalidade dos acidentes e foram classificados em com duas categorias distintas, sendo acidente Com Perda de Tempo (CPT) e Sem Perda de Tempo (SPT).

Neste mesmo contexto, por meio das medições que foram realizadas, foi verificado que os valores encontrados estavam abaixo dos limites determinado pela NBR 5.413/92, a mesma estava em vigor na época. Foi aplicado um questionário aos voluntários do setor, e diante disto, os pesquisadores relataram quais eram as principais queixas referidas, foi mencionado cefaleias, cansaço visual, fadiga crônica, dores no pescoço e ombros, fatores que estão ligados

diretamente na redução de produtividade e qualidade dos serviços que são prestados aos pacientes. Durante a pesquisa, verificou-se que além das ocorrências de sinistros laborais registradas, foi visto que 22,2% dos trabalhadores que tinham idade acima de 39 (trinta e nove) anos obteve da presbiopia, mais conhecida como “vista cansada”, a partir deste efeito surge a cefaleia que ocorre por vezes ardências e lacrimejamento durante a leitura.

As medições foram realizadas de dia para um melhor aproveitamento da iluminação natural e mesmo assim, obteve resultados de 100% e 80% de iluminâncias inferiores aos valores a norma NBR 5.413/92 estabeleceu. Para as condições de aproveitamento de carga artificial parcial e total (Figura 13), os resultados explicitaram a necessidade de uma adequação de carga de iluminação (QUEIROZ et al., 2010).

Figura 13 – Prevalência de resultados inadequados em relação ao nível de iluminamento.



Fonte: Queiroz et al., (2010).

Entrevistas com funcionários mostraram que houve alta predominância de queixas relacionadas a condições gerais de saúde, como dor de cabeça, cansaço físico e visual, irritabilidade, estresse e dor no pescoço e ombros (Figura 12). Queixas de dor de cabeça e cansaço visual indicado por 66,7% dos funcionários (Figura 13) sugeriu associação com o nível de iluminação precário (QUEIROZ et al., 2010).

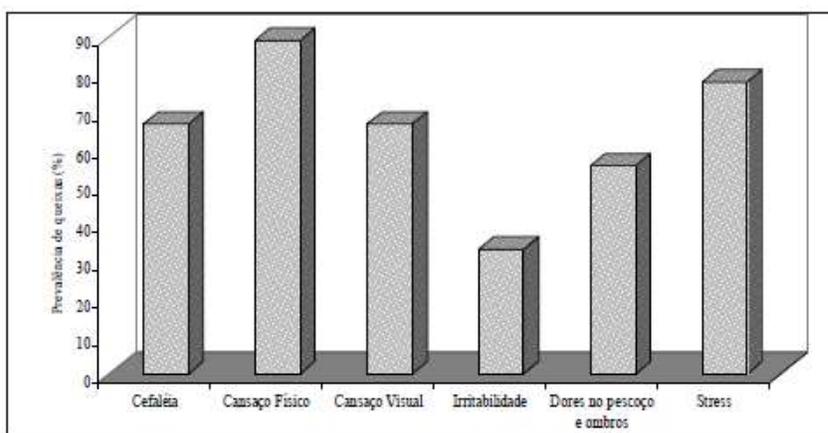
Figura 14 – Predominância de queixas entre os colaboradores da área de internação feminina.

<b>Queixas dos Funcionários</b>	<b>(%) Porcentagem de funcionários</b>
Cefaléia	66,7
Cansaço Físico	88,9
Cansaço Visual	66,7
Irritabilidade	33,3
Dores no pescoço e ombros	55,5
Stress	77,8

Fonte: Queiroz, et al (2010).

O cansaço físico, indicado por 88,9% dos entrevistados (Figura 14), provavelmente esteve associado a móveis inadequados, pouca iluminação, trabalho realizado em pé durante grande parte do dia de trabalho (QUEIROZ et al., 2010).

Figura 15 – Predominância de queixas entre os colaboradores da internação feminina.



Fonte: Queiroz et al. (2010).

Queiroz, et al., (2010), afirma que a dor no pescoço e ombro relatados por 55,5% dos trabalhadores (Figura 15) também sugeriu associação com pouca iluminação. Afirmar que a postura forçada para garantir os maiores detalhes de percepção em ambientes com iluminação inadequada causa a ocorrência desse tipo de lesão e pode até implicar ausências para tratamento de saúde.

Portanto, de acordo com a NR - 17, em todos os locais de trabalho deve haver iluminação natural ou artificial adequada, mas sempre adequada à natureza da atividade, que deve ser uniformemente distribuída e difusa, projetada e instalada, evitando ofuscamentos, reflexos, sombras e contrastes excessivos para que não contribua com ocorrência de LER/DORT (QUEIROZ et al., 2010).

## CAPÍTULO 3 - REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

Este capítulo apresenta os procedimentos adotados para o desenvolvimento do trabalho, que inclui as etapas de revisão da literatura utilizando a metodologia de Pesquisa Bibliométrica.

A pesquisa bibliométrica, possibilita a observação do estado da ciência e tecnologia por meio de toda a produção científica registrada em um repositório de dados. É um método que permite situar um país em relação ao mundo, uma instituição em relação a um país, e cientistas individuais em relação às próprias comunidades científicas. Baseia-se na contagem de artigos científicos, patentes e citações. Dependendo da finalidade do estudo bibliométrico, os dados podem ser tanto o texto que compõe a publicação como os elementos presentes em registros sobre publicações extraídos de base de dados bibliográficos, como nome de autores, título, fonte, idioma, palavra-chave, classificação e citações (RAO, 1986; ZHU et al., 1999). A bibliometria pode auxiliar na identificação de tendências de crescimento do conhecimento em determinada disciplina, dispersão e obsolescências de campos científicos, autores e instituições mais produtivos, e periódicos mais utilizados na divulgação de pesquisas em determinada área do conhecimento.

### 3.1 VOSviewer

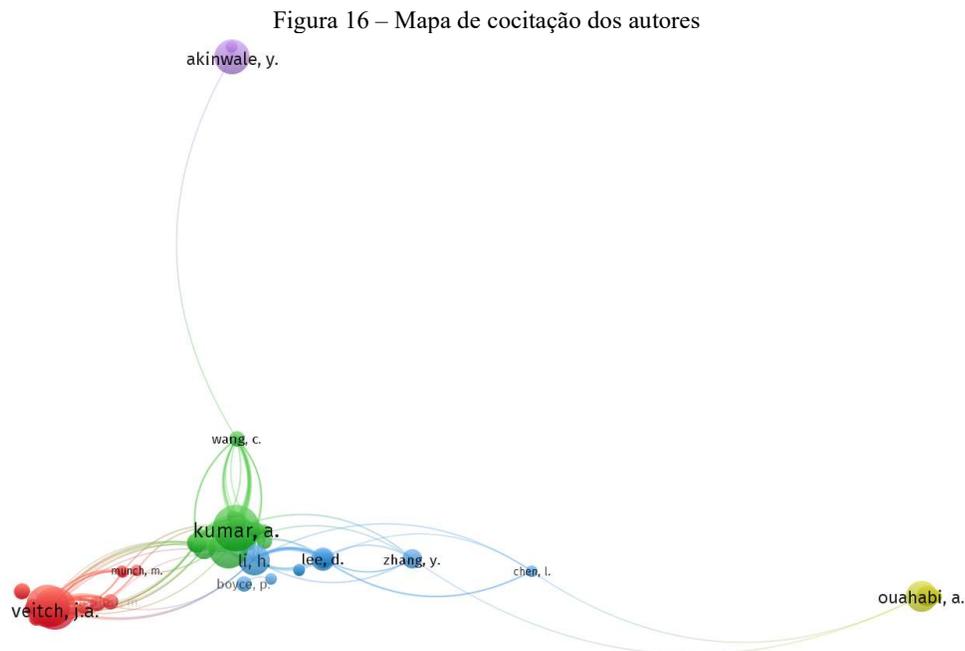
O *software VOSviewer*, basea-se no mapeamento bibliométrico dos dados aferidos nas bases consultadas.

Tal ferramenta presta especial atenção à representação gráfica de mapas bibliométricos, que é um importante tópico de pesquisa no campo da bibliometria. O *VOSviewer* foi usado, para construir gráficos de autores com base em dados de cocitações, autores e publicações (VAN ECK; WALTMAN, 2010).

O *VOSviewer* é usado para construir gráficos de autores a partir de dados de cocitações, autores e publicações. O software usa a técnica de mapeamento VOS, onde VOS significa *Visualization of Similarity*, e é usado para construir mapas baseados em distâncias onde a distância entre dois itens reflete a força da relação entre eles. Distâncias menores geralmente indicam relacionamentos mais fortes.

### 3.1.1 VOSviewer – cocitação dos autores

O VOSviewer identificou as redes de cocitações entre os autores relacionado ao tema de iluminação, conforto visual nas instituições de ensino, sendo considerado os autores mais citados entre o eles simultaneamente, Figura 15.



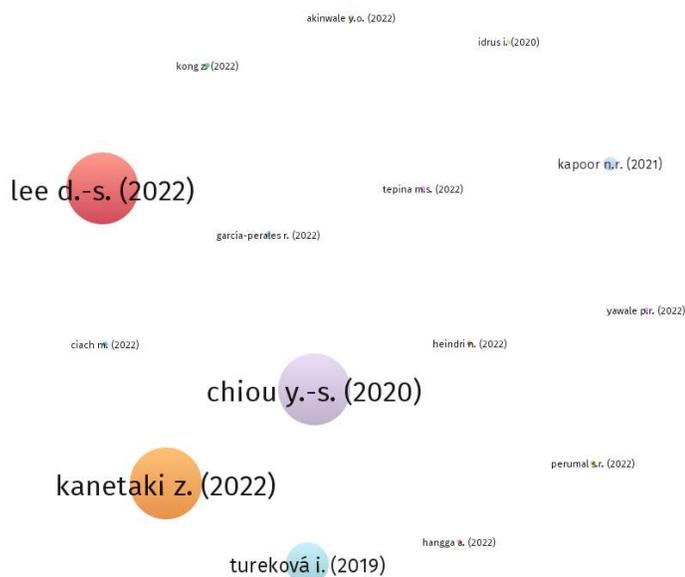
Fonte: Autora

O cluster foi dividido em um só grupo formado por essas ligações apresentada na Figura 16. O autor Kumar, A., é o autor mais cocitado, apresentando as ligações mais forte na rede e centralizada no cluster. O segundo mais cocitado é o Veitch, J. A, e os demais autores, também são cocitados entre si, mas obtendo uma ligação menor do que o cluster centralizado, com exceção do Akinwale, Y. que obteve apenas uma ligação e bem distante dos demais autores.

### 3.1.2 VOSviewer – cocitação dos Periódicos

Para esta etapa o VOSviewer gerou 14 Clusters, e todos estão sem ligação dividido pelos Clusters. Logo, foi gerado o mapa com mais relevantes periódicos dentro do contexto abordado, tendo como resultado na Figura 17.

Figura 17 – Cocitação dos periódicos



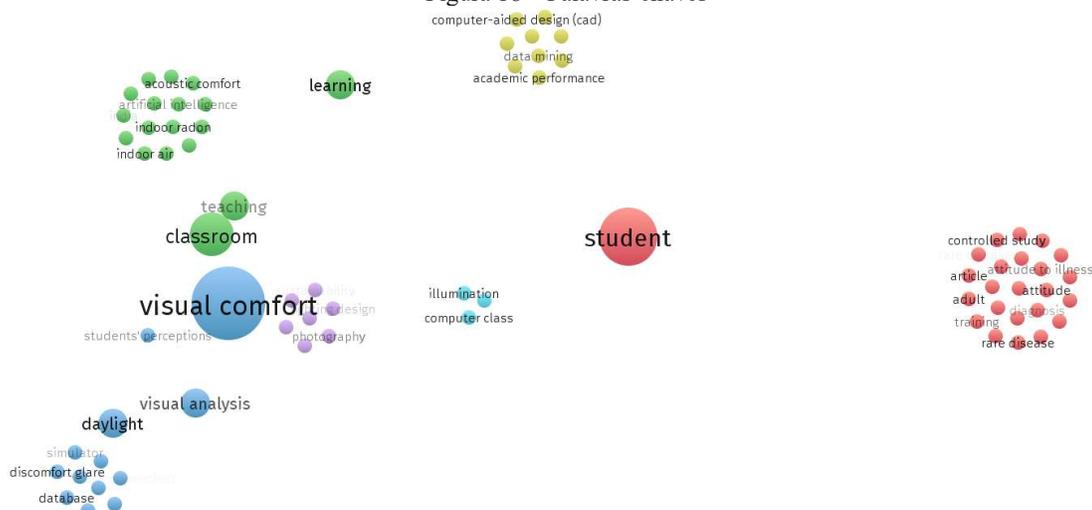
Fonte: Autora

O periódico mais citado foi Chiou (2020) com nove citações, seguido pelo Scopus. O segundo com mais citações foi o Kanetaki (2022), obtendo cinco citações e o Lee (2022) também acompanha a mesma quantidade de citações. Os demais, não foram citados, logo ficam mais distante e quase não aparece o círculo que representa o quantitativo de citações.

### 3.1.3 VOSviewer – palavras-chaves

Por fim, é apresentado as palavras-chaves mais relevantes destacadas dentro do assunto abordado desta pesquisa, Figura 18.

Figura 18 – Palavras-chaves

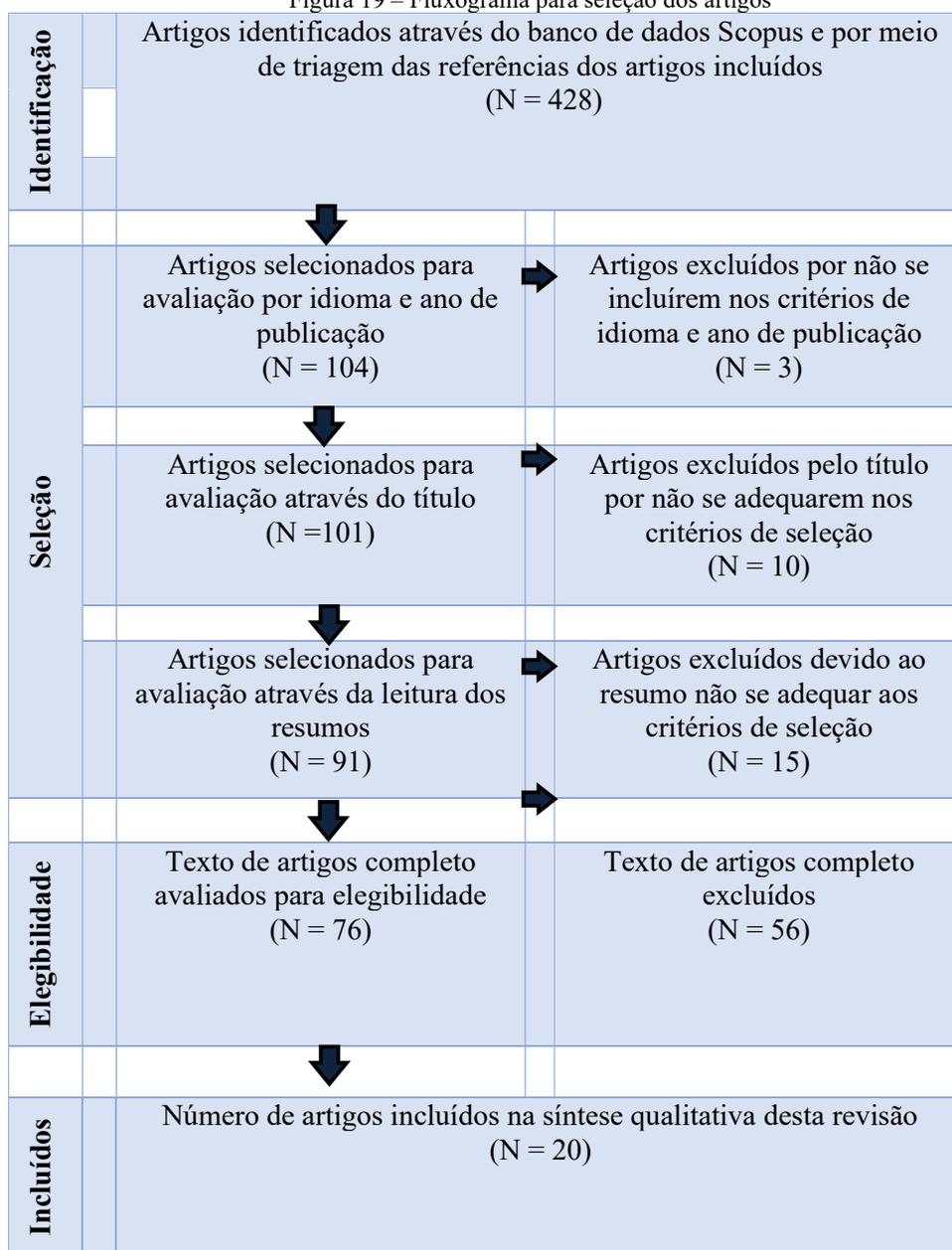


Fonte: Autora

A palavra-chave que apareceu com maior ocorrência nos periódicos foi a “Visual comfort”. E a palavra-chave que obteve maior força de link foi a “Student”, se destacando com 48 links do total de 76 itens e 6 Clusters.

Tendo em vista da realização da revisão bibliométrica, também foi realizada uma revisão integrativa compondo assim uma metodologia híbrida, de forma a combinar os estudos e integrar os resultados. Foi realizado a pesquisa, com a combinação de palavras-chave pré-estabelecidas, foram encontrados 428 artigos, distribuídos na base de dados Scopus, Capes, SciELO, Google Scholar e nas referências dos artigos selecionados para análise após a triagem. Dando continuidade ao processo de seleção, foram inseridos na pesquisa os critérios de ano (2007 a 2022) e idioma (português, inglês e espanhol), o número de artigos diminuiu para 104. Posteriormente, foram analisados os artigos selecionados por idioma e ano (excluídos 3), em seguida foi feita a seleção através da leitura dos títulos (excluídos 10), restando 91 trabalhos. Logo, foi feita a leitura dos 91 resumos (excluídos 15) e a leitura completa para inclusão dos estudos (excluídos 56). Por fim, com os critérios adotados, foram incluídos ao trabalho para análise dessa revisão 20 artigos. O processo de seleção dos artigos está ilustrado no fluxograma da Figura 19.

Figura 19 – Fluxograma para seleção dos artigos

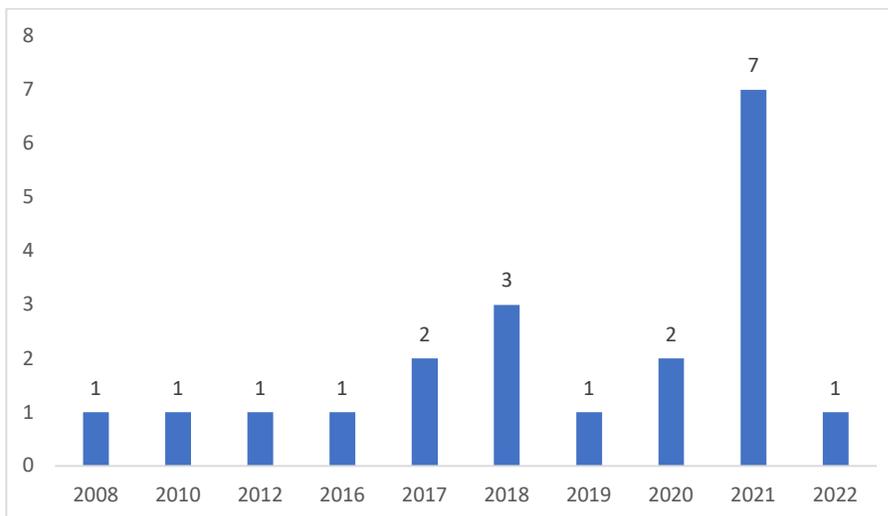


Fonte: Autora.

### 3.2 Caracterização dos estudos incluídos

Para realizar esta análise, foram investigados quatro parâmetros que caracterizam os estudos: artigos por ano de publicação, artigos por país de publicação, categorização dos artigos em relação à nacionalidade dos autores e as nuvens de palavras-chave mais recorrentes. Desta forma, os dados encontrados são apresentados na forma de um gráfico. A Figura 20 mostra o número de publicações de acordo com os critérios de inclusão.

Figura 20 – Número de publicações por ano

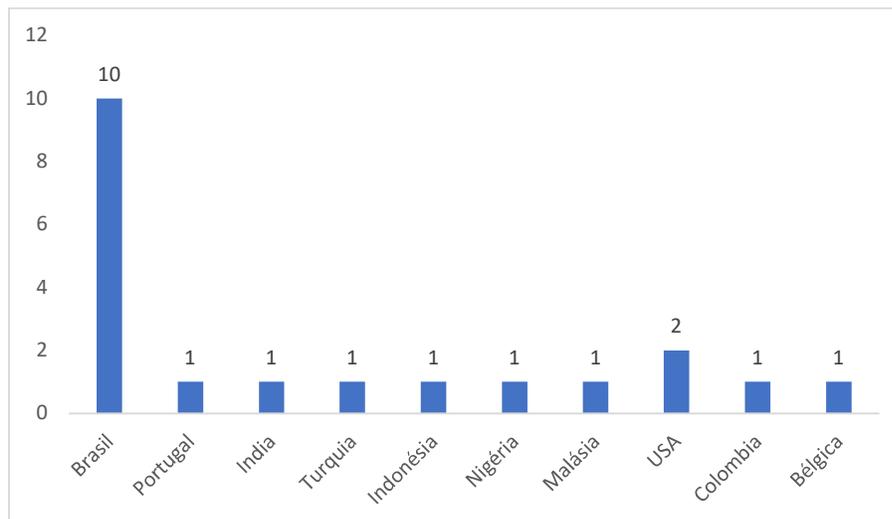


Fonte: Autora.

Visto que, a partir do ano 2008 até 2022 está havendo um crescimento bastante considerável nas publicações, destaca-se o ano de 2021 com o período de maior produção (7 artigos), chegando a ser o ano com mais publicações em relação aos anos de 2008. Nesse sentido, é visto que gráfico indica a discussão sobre a problemática do sistema de iluminação em instituições de ensino de superior vem ganhando um espaço e tendo um grande avanço nas pesquisas.

A Figura 21 mostra o número de publicações obtidas por cada país entre 2008 e 2022, reiterando assim o interesse de cada país pelo tema abordado neste trabalho.

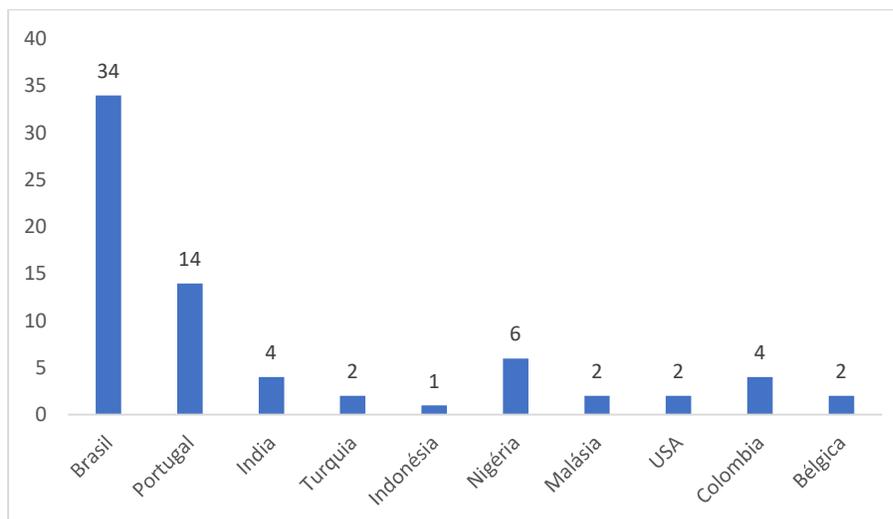
Figura 21 – Número de publicações por país



Fonte: Autora.

De acordo com a Figura 21, o Brasil é o país com maior número de publicações, respondendo por 50% do total. Notou-se que os Estados Unidos é o país que mais se discute essa questão. Outros países, como Portugal, Índia, Turquia, Indonésia, Nigéria, Malásia, Colômbia e Bélgica, mostram que os países que mais debatem o tema são Brasil e Estados Unidos. Em relação a quantitativos a figura 22, apresenta o país de origem de cada autor vinculado as publicações de trabalhos técnicos.

Figura 22 – País dos autores vinculados às publicações



Fonte: Autora.



temática do presente estudo. A seguir o quadro 2 mostra os objetivos, a metodologia, os benefícios e os obstáculos encontrados para implantação de um sistema.

Quadro 1 – Características dos trabalhos técnicos

Fonte: Autora.

Nº	AUTORES / ANO	LOCAL DE TESTE	OBJETIVOS	METODOLOGIA
1	Roberta Consentino Kronka Mülfarth (2018)	Instituição de ensino superior - Salas de aula	É obter um facilitador de critérios inserido para adequação e conforto nos projetos	Norma aplicada como método ISO 8995-1/2013
2	Eduardo Nunes de Magalhães e Ester Melo Vieira (2017)	Instituição de ensino superior	Avaliar o ambiente e os postos de trabalho – salas de aulas (docente e discente), técnicos administrativos	Lista de verificação, medições com luxímetro, Medições com dosímetro, de acordo com os padrões estabelecidos pela Norma N17 - Ergonomia
3	Yun Shang Chiou; Satryo Saputro E Dany Perwita Sari (2020)	Instituição de ensino Superior	Avaliação do conforto luminoso e visual nas salas de aulas	Estudo de campo. Avaliação conforto visual em salas de aula de universidades modernas, considerando três superfícies de trabalho: mesa do aluno, quadro branco e tela do projetor.
4	William Felipe Wolf, et. al., (2020)	Instituição de ensino superior	Estudo de caso e análise ergonômica do trabalho	Análise quantitativa realizada internacionalmente. A partir das pesquisas realizadas, dados coletados a partir de uma análise com docentes e discentes.
5	Idrus, Irnawaty; Rahim, Ramli; Hamzah, Baharuddin; Jamala, , Nurul (2020)	Instituição de ensino	Desenvolver um método alternativo de avaliação do conforto visual baseado nas percepções dos alunos em sala de aula com luz natural.	Coleta de percepções dos alunos e dados de iluminância da luz do dia nas salas de aula.
6	Kapoor, N.R.; Kumar, A.; Alam, T.; Kumar, A.; Kulkarni, K.S.; Blecich, P. (2021)	Escolas / salas de aula indígenas	Discute sistematicamente os parâmetros do IEQ relacionados a estudos realizados em escolas indígenas salas de aula nos últimos quinze anos	Artigo de revisão indica que estudos de parâmetros de IEQ em edifícios escolares indianos são tortuosos, espalhados, inadequados e desorganizados.
7	LBoliveira, et. al.	Instituição de ensino superior – Circulação	Projeto retrofit do sistema de iluminação da circulação da instituição de ensino superior	Na metodologia foram realizados ensaios nas lâmpadas e duas simulações utilizando o software DIALux. Em seguida foi levantada comparações para simulação posterior no software.

8	Farzam Kharvari e Masoumeh Rostami Moez (2021)	Instituição de ensino superior - Salas de aula	Avaliação comportamental em duas salas de aula em diferentes ângulos no campo de visão	Questionário, medições de iluminância e confiabilidade do questionário
9	MF Setiawan (2021)	Instituição de ensino superior - Estúdio de desenho	Medir e avaliar a intensidade de iluminação do espaço do estúdio de desenho	Lista de verificação das condições existentes e Métodos avaliativos (lúmens)
10	Sholanke, Anthony et.al., (2021)	Conforto visual e ambiente	Analisar equipamentos destinados a medição de iluminação, diretrizes no projeto de iluminação, avaliar os efeitos da iluminação artificial nos postos de trabalho e os efeitos que a iluminação artificial causa nos humanos	Revisão da Literatura
11	Tureková, Ivana Tureková I.; Lukáčová, Danka; Báñez, Gabriel. (2019)	Instituição de ensino superior	Propor reações subjetivas aos alunos em relação a possíveis Melhorias pela janela como um dos fatores que influenciam o estado de bem-estar dos alunos e também serve como prevenção contra a fadiga ocular, especialmente ao trabalhar no computador.	Método qualitativo. Avaliação do estado real de iluminação sala de aula por meio de medição exata da luz solar e composto iluminação.
12	Asiri Jayawardena, David Duffy, e Joseph M. Manahan (2017)	Conforto visual	Avaliou-se a possibilidade de reduzir o risco das principais causas de riscos ocupacionais por meio da aplicação efetiva da iluminação.	Métricas para quantificar esses mecanismos, desempenho visual relativo (RVP), luminância mesópica e eficácia de aplicação do sistema de luminárias (LSAE) - foram revisadas e aplicadas no contexto de instalações de iluminação.
13	Andrés Eduardo Nieto Vallejo; et. al., (2021)	Instituição de ensino - Sala de aula	O objetivo é um projeto de um sistema de iluminação dinâmica capaz de ajustar a temperatura de um núcleo entre 2500 K e 6500 K e os níveis de iluminação em uma faixa entre 0 lx e 800 lx para aumentar a atenção sustentada e seletiva.	Exploratória com abordagem empírico-analítica
14	Patrick Van der Stuyfte; Pol De VosII (2008)	Conforto visual	Requalificação dos níveis de iluminância no ambiente	Revisão da literatura
15	Bortolan, Giovana Mara Zugliani; Ferreira, Marcelo Gitirana Gomes e	Conforto e Desconforto. Revisão da Literatura.	Revisar os principais conceitos e modelos sobre conforto e desconforto	Revisão da literatura. Elaboração de um modelo de conforto e desconforto visual

	Tezza, Rafael (2019)			
16	Oliveira, Lorryne Gripp Louback Alves (2016)	Conforto visual	Diretrizes e compreensão das melhores condições de um ambiente construído que interfere diretamente na qualidade de vida, pois influencia a saúde física e mental	A pesquisa tem abordagem qualitativa fenomenológica e caráter exploratório e descritivo
17	Gomes, L. B. N., Lucena, A. D., & Oliveira, F. N. (2022).	Salas de aula de uma instituição de ensino superior	O objetivo dessa pesquisa foi analisar os níveis de iluminação de salas de aula	Análise, levantamento da planta baixa do prédio analisado, medições do local e medições lumínicas, identificação de adequações à norma e sugestões de melhorias para atendimento ao disposto na norma.
18	Leticia Pereira Andrade e Fabiana Padilha Montanheiro (2021)	Instituição de Ensino superior - Quatro laboratórios de projetos	O objetivo da pesquisa foi verificar e comparar os dados aos critérios de conforto lumínico estabelecidos pela NHO 11:18 (Norma de Higiene Ocupacional de 2018).	Avaliou a partir de levantamentos de dados quantitativos (luxímetro ITLD 260) e qualitativos (através de aplicação de questionários dirigidos aos estudantes) a qualidade e o desempenho da iluminação.
19	Ingrid Losekan et. al., (2021)	Instituição de ensino	Identificar os principais condicionantes ergonômicos impostos aos professores da rede de ensino no que se refere à organização do trabalho	Revisão Sistemática - PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)
20	Jaqueline Brito Vidal Batista, et. al., (2010)	Instituições de ensino	O objetivo é a necessidade de um ambiente de trabalho confortável, em que o professor possa desempenhar favoravelmente suas funções, e a importância disso para sua saúde.	Análise qualitativa e quantitativa. Foram analisados o conforto ambiental (temperatura, ruído e iluminação). A análise quantitativa foi por meio da análise das medições, sendo avaliada o conforto ambiental (ruído, temperatura e iluminância).

O quadro 2 (Apêndice 1), apresenta o fundamento do estudo proposto, uma vez que fornece os resultados de maneira sucinta e avalia as normas, metodologias e tecnologias utilizadas em decorrência desses resultados. É possível observar os objetivos de cada estudo, a metodologia utilizada para atender aos objetivos proposto, destacando a importância do conforto luminoso e a utilização das tecnologias para otimização do sistema de iluminação como uma ferramenta de manutenção no decorrer do trabalho. Também foi possível verificar que aproximadamente 50% dos trabalhos abordaram a importância do conforto luminoso em instituições de ensino superior e 30% utilizaram a tecnologia de simulação para avaliação e monitoramento do sistema lumínico.

### 3.3 Análise dos resultados da revisão

Após a reunião de informações através das revisões realizadas (quadro 2), foram analisados os trabalhos técnicos em relação aos seus objetivos, a metodologia utilizada, a avaliação dos sistemas, a participação do docente, discente e servidores. O estudo de cada metodologia foi de acordo com a estrutura das diretrizes sobre sistemas de iluminação, simulação, avaliação e método, normativas de segurança e saúde do trabalho, ergonomia, conforto ambiental, iluminância, iluminação artificial, eficiência, projeto luminotécnico, educação e diretrizes de plano de manutenção.

Tabela 1 – Estrutura das informações técnicas encontradas

TEMÁTICAS ABORDADAS	CARACTERÍSTICAS	REFERÊNCIAS
<b>Avaliação</b>	NR17; NHO 11; ISO8995:2015; Normas internacionais; Lista de verificação.	[1][2][4][8][9][10]
<b>Educação</b>	Instituições de ensino superior	[1] [2][17][18][20] [8][9][10]
<b>Coleta dos Dados</b>	Equipamento Luxímetro, registros fotográficos.	[1] [5] [6][10][12]
<b>Estudo de caso</b>	Sistema de iluminação, salas de aulas, Laboratórios, docentes, discentes e servidores.	[1] [2][3][4][5][6][7][8][9][10][11][12][13][14][15][16][17][20][18][19][20]
<b>Diretrizes e/ou plano de manutenção do sistema de iluminação</b>	Simulação; Ação Preventiva e Corretiva; Melhoria Contínua.	[1] [16][17][20][18][19][20]
<b>Outros</b>	Revisões bibliográficas	[2]

Fonte: Autora.

Para analisar as principais avaliações, coleta de dados, local, estudos de caso e barreiras da importância de um sistema de iluminação que seja adequado perante a norma NHO11, foram examinadas as características dos estudos incluídos. Para isso, foi necessário separar as temáticas

abordadas por cada trabalho, assim a Tabela 1 ilustra os tópicos e quantidades associadas a cada fase do sistema.

## **CAPÍTULO 4 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Neste foi realizado uma revisão normativa, posteriormente foi elaborado um checklist (lista de verificação) com base na norma da Fundacentro NHO 18 na qual deu partido para o estudo realizado em campo avaliando as salas de aula, utilizando o equipamento Luxímetro.

### **4.1 Revisão Normativa**

Nesta etapa foram analisadas as principais normas e procedimentos referentes à iluminação de ambiente laboral, as normas NR 17 (Norma Regulamentadora – Ergonomia) e Norma de Higiene Ocupacional nº 11 (NHO 11) – Avaliação dos Níveis de Iluminamento em Ambientes de Trabalhos Internos. O objetivo dessa revisão foi o conhecimento de parâmetros para a avaliação dos sistemas e subsistemas analisados e incluídos para análise. Ao considerar as condições atuais das instituições públicas de ensino superior brasileiras, levantou-se a hipótese de que a utilização de softwares de simulação de fácil interoperabilidade seria um meio rápido e fácil para avaliação de sistemas de iluminação, de modo a auxiliar a gestão da manutenção do patrimônio universitário. Neste contexto, a pesquisa dispôs analisar a eficácia da simulação computacional para avaliação do sistema de iluminação das salas de aula e do setor administrativo como um meio alternativo de diagnóstico e de auxílio à manutenção. Para tanto, utilizou-se como referencial, a comparação com os resultados oriundos da avaliação da iluminação sob a perspectiva normativa.

Com o avanço da tecnologia dos sistemas de iluminação, especialmente com a tecnologia LED, as normas técnicas tiveram que ser atualizadas e revisadas. Assim aconteceu com a NR 17 (Norma Regulamentadora – Ergonomia) e a Norma de Higiene Ocupacional nº 11 (NHO 11) – Avaliação dos Níveis de Iluminamento em Ambientes de Trabalhos Internos. A NR 17 trata da ergonomia no trabalho, esta que faz vínculo com a NHO 11, que estabelece critérios e procedimentos técnicos para avaliação e medida dos níveis de iluminamento em ambientes internos. A norma NHO 11 definem critério a ser obedecido em questão de intensidade luminosa em lux, ofuscamento, ângulo, temperatura de cor e IRC (índice de reprodução de cor). Para cada tipo de empresa, comércio, supermercados, indústria, instituições de ensino, hospitais, entre outras, são exigidos parâmetros diferenciados.

Em 2013, a norma de iluminação brasileira deixou de ser a NBR5413 de 1992, sendo substituída pela NBR ISO CIE 8995-1, que trouxe maior clareza em relação aos níveis de iluminamento mínimos em LUX e ainda adicionou outros critérios como qualidade da luz

(IRC/RA), contraste, sombras excessivas, ofuscamento, cintilação, efeito estroboscópico e direcionalidade entre outros.

Em 2018 a Fundacentro, órgão ligado ao Ministério do trabalho, criou a Norma de Higiene Ocupacional NHO 11 com o objetivo de estabelecer critérios e procedimentos para avaliação dos níveis de iluminação mínimos exigidos pela NBR 8995-1. Logo após sua publicação, a NR 17 também foi atualizada, fazendo vínculo com a NHO 11. Logo, os critérios mais relevantes desta norma são as métricas e pontos de avaliação das luminárias, a qual tem subitens necessários para a avaliação.

A pesquisa bibliométrica é uma modalidade de pesquisa, que deve-se buscar a ampliação do conhecimento, e que busca entender e atribuir alguma logicidade a um grande corpus documental.

Dessa forma, o para planejamento e prosseguindo do presente estudo foi desenvolvido um protocolo de pesquisa (Apêndice 2), apresentando as definições dos objetivos, dos aspectos a serem abordados e das palavras-chave que foram utilizadas para o processo de coleta e análise dos estudos.

Após a identificação e definição das palavras-chave no estudo primário, pesquisas na literatura foram realizadas para encontrar documentos de periódicos relevantes acerca da análise e avaliação da iluminação artificial em instituições de ensino superior. A metodologia, bibliométrica, utilizada para a realização dessa pesquisa seguiu de forma híbrida. Os artigos encontrados foram pesquisados nas bases de dados SCOPUS, SCIELO, e através da plataforma brasileira CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

As *strings* de busca utilizadas basearam-se na identificação e definição das palavras-chaves no estudo primário.

As palavras-chave definidas em inglês, por motivo de abrangência, foram: ergonomics lighting; Occupational health and safety; illuminancia; occupational disease; Educational institution; indoor comfort; performance; visual comfort; reflections; glare; visual Health. Utilizando a combinação dessas palavras-chave com o descritor booleano “AND” e “OR”. Adicionalmente foi feita a revisão das referências dos artigos selecionados e incluídos nessa revisão.

#### **4.2 Caracterização Do Objeto Estudado**

A Universidade de Pernambuco – UPE é uma instituição de ensino superior que se estende por várias regiões do estado de Pernambuco através de um agrupamento de campos,

que são 19 unidades de ensino e 5 órgãos centrais e 16 órgãos suplementares que compõem a UPE de ensino divididas pelo Recife, Região Metropolitana.

Por meio de observações comportamentais e de conforto lumínico, a principal hipótese de que os sistemas de iluminação nas instituições de ensino superior dos *Campus* apresentam deficiência aos requisitos normativos. Por essa razão, o estudo tem como objeto de estudo o campus da POLI, o bloco IK e o bloco A, e o campus Garanhuns do bloco administrativo onde está localizado os servidores.

Por se tratar de duas instituições distintas, mesmo fazendo parte de uma mesma rede, todo o sistema de iluminação não segue um padrão, então foi levantada a hipótese de que o sistema de iluminação é deficiente, de modo a justificar a necessária avaliação quali-quantitativa do sistema de iluminação e dos postos de trabalho, denominado como área da tarefa.

A partir dos resultados obtidos, diretrizes de iluminância serão criadas e como auxílio o software de simulação que propõe em contribuir no modelo padrão de ambiental laboral para que possa ser aplicada a todas as unidades e/ou campus de instituições de ensino que atendendo assim, os requisitos normativos para que seja adotado nas instituições a serem construídas e para que haja a manutenção e/ou troca do sistema atendendo assim os requisitos normativos.

#### 4.3.1 Caracterização Da Amostra - Unidade POLI /UPE

A Escola Politécnica de Pernambuco – POLI concentra 18 cursos de engenharias da UPE, estando localizada na Rua Benfca, 455 – no bairro da Madalena, zona oeste do Recife.

O campus da POLI ocupa 9,3 mil metros quadrados, possui 10 blocos de edifícios e cerca de 100 salas de aula e laboratórios. A instituição também oferece sete cursos de especialização, oito programas de Pós-graduação *stricto sensu* e *lato sensu* e Doutorado. A instituição de ensino superior tem uma média de 3.905 de alunos vinculados. A figura 24 apresenta uma planta baixa esquemática, que ilustra a instituição de ensino subdividida em blocos de acordo com cada função.

Figura 24 - Planta baixa esquemática da instituição de ensino

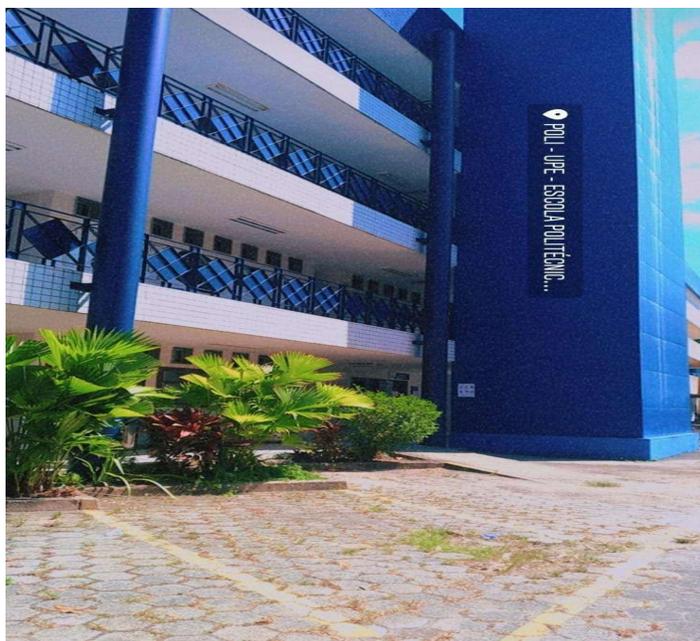


Fonte: Autora.

Os blocos em destaque referem-se ao bloco IK, a construção mais recente do campus, e o bloco A, a construção mais antiga do campus. Tais blocos foram selecionados como objeto de estudo, por apresentarem características peculiares a edifícios de idades diferentes, mas que representam os demais blocos do campus.

O bloco IK (Figura 25) possui quatro andares e consiste basicamente de salas de aulas, laboratórios, programa de pós-graduação em Engenharia Civil, sala de professores, sala de videoconferência e banheiros.

Figura 25 – Fachada frontal do Bloco IK.



Fonte: Autora

O bloco mais recente, IK é caracterizado por dois blocos unificados, o bloco I, fundado em 1998, e o bloco K, construído em 2006. O acesso aos andares do bloco IK é feito por elevador e/ou escada.

O prédio mais antigo da instituição de ensino, conhecido como Bloco mais antigo, A, tem originou-se no *Campus* de Benfica da Escola Politécnica de Pernambuco. O bloco possui um valor histórico para Universidade de Pernambuco, no qual é utilizado pela Instituição de Ensino Superior desde o ano de 1937 (SANTOS, 1991).

O Bloco A (figura 26), constitui-se a um edifício não residencial para fins especiais e é o bloco mais antigo da instituição Faculdade de Engenharia. O bloco é composto por um piso térreo e um piso superior, correspondendo à área total de piso de 310,00 metros quadrados onde se localiza o PEC, bem como a administração (pav. térreo) e o auditório (pav. superior).

Figura 26 – Fachada frontal do Bloco A



Fonte: Autora

#### 4.3.2 Especificações Das Luminárias E Lâmpadas Do Bloco IK E Bloco A

O sistema de Iluminação das salas do Bloco IK da instituição de ensino superior, é composta por luminárias TBS050LED da marca Philips, utilizando luminárias de sobrepor ao forro. Para tanto, essas luminárias foram desenvolvidas para um sistema de iluminação de interiores comerciais, onde também são utilizadas em ambientes educacionais. Esta luminária é uma linha modular econômica própria para ser utilizada com lâmpadas LED tubulares de 16, 20, 32 ou 40W. A TBS pode ser embutida em qualquer tipo de forro e tem a vantagem de possuir, economia de energia, excelente rendimento luminoso e fácil instalação.

#### 4.3.3 Método de observação - Medição Dos Níveis De Iluminamento

A pesquisa de campo contemplou uma avaliação quali-quantitativa. Primeiramente, foram realizadas observações com auxílio de uma lista de verificação, fundamentada na NHO11.

Além de campo para observações, a lista de verificação contemplou campos destinados ao número de referência do item normativo, à descrição do item normativo e à situação, se Conforme (CO), Não Conforme (NC) ou Não se Aplica (N/A).

A avaliação qualitativa consistiu em verificar condições gerais e específicas da iluminação, como: os tipos de lâmpadas, que podem prejudicar o conforto e a sensação percebida; o ofuscamento, que é a condição de desconforto ou redução da capacidade de diferenciar os objetos; as zonas de transição entre ambientes internos e externos, que é a diferença dos níveis de iluminamento da área de trabalho e da área externa; as aparências da cor, que são as temperaturas de cores das lâmpadas; a existência de cintilação, que corresponde a variações de brilho aparente ou de cor de uma fonte luminosa que é percebida visualmente; e o efeito estroboscópico, que é quando ocorre uma fonte de luz pulsante iluminando um objeto em movimento.

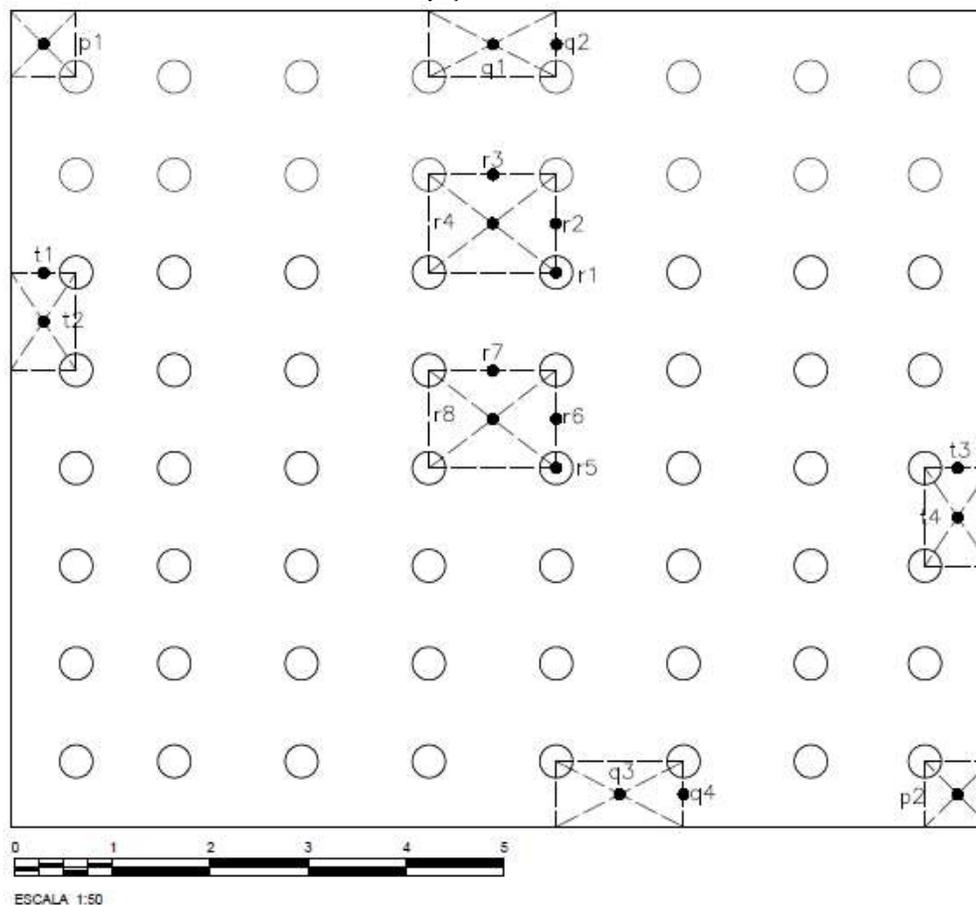
#### 4.3.4 Repetição e Constatação - Medição Dos Níveis De Iluminamento

A análise quantitativa abrangeu estratégias de medição e a quantificação de lux, com o uso do luxímetro. A estratégia de medição foi subdividida em duas etapas: a medição dos pontos para a iluminância média do ambiente e medição ponto a ponto das áreas de tarefa.

Segundo Setiawan (2021), o ambiente deve ser avaliado na sua condição típica, para que a avaliação seja eficiente. Mimoso (2018) ainda ressalta que o objeto avaliado, deve estar na sua “pior” condição, visto que assim, os resultados poderão replicar para todo o sistema de iluminação do objeto estudado. Nesse sentido, as medições foram realizadas no horário de funcionamento das aulas noturnas, sendo o pior condição considerado o período mais desfavorável, em termos de iluminação natural, ou seja, na conta de incidência solar direta, acarretando no aumento da temperatura, e as janelas sejam dotadas de película preta permanecendo fechada.

A medição dos pontos para a iluminância média do ambiente tomou como base a Figura 27, sendo necessário o uso do tripé para apoiar o luxímetro. A malha para identificação dos pontos foi desenhada no AutoCad 2D, sendo composta por 18 pontos de medição.

Figura 27 – Ambiente de trabalho de área retangular, iluminado com fontes de iluminação com padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras



Fonte: FUNDACENTRO (2018), adaptado pela autora (2022).

As salas estudadas possuem uma área de trabalho da área retangular, com luminárias padrão retangular e que estão simetricamente espaçadas por mais de duas filas. Para essa conformação, levando-se em considerações questões de similaridade, a NHO11 determina a seguinte forma para iluminância média:

$$\bar{I} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + t(M-1) + P}{NM}$$

Sendo:

N = Quantidade de luminárias por fila

M = Número de filas.

Para a estratégia de medição ponto a ponto, foram definidos 38 pontos distintos, correspondentes as áreas de tarefas. Para fins de comparação aos valores medidos nesses 38 pontos, a NHO11 determina os valores mínimos de iluminância em função do tipo de ambiente, tarefa ou atividade. Para a pesquisa, foi considerada área de construção educacional de ensino superior, salas de aulas para adultos, tendo 500 lux como valor de referência.

#### 4.3.5 Avaliação Por Simulação Computacional

Para a simulação, foi utilizado o *software Relux Desktop*. E a partir do *plugin Relux CAD* a planta baixa da instituição foi exportada em formato .dwg para ser manipulada no *Relux*.

Inicialmente foram inserido o pé-direito e a planta baixa da sala de aula, o quantitativo e as especificações das luminárias e das lâmpadas, a relação do ambiente com o exterior (iluminação natural) e as aberturas (portas e janelas) (Figura 28). A partir dos dados de entrada, foi iniciado o processo de cálculo da iluminação onde foram consideradas a incidência direta e a contribuição das reflexões sobre o plano de trabalho, sendo os resultados disponibilizados por imagens em 2D, em 3D e renderizadas.

Figura 28 – Imagem da planta baixa como dado de entrada gerada no Relux



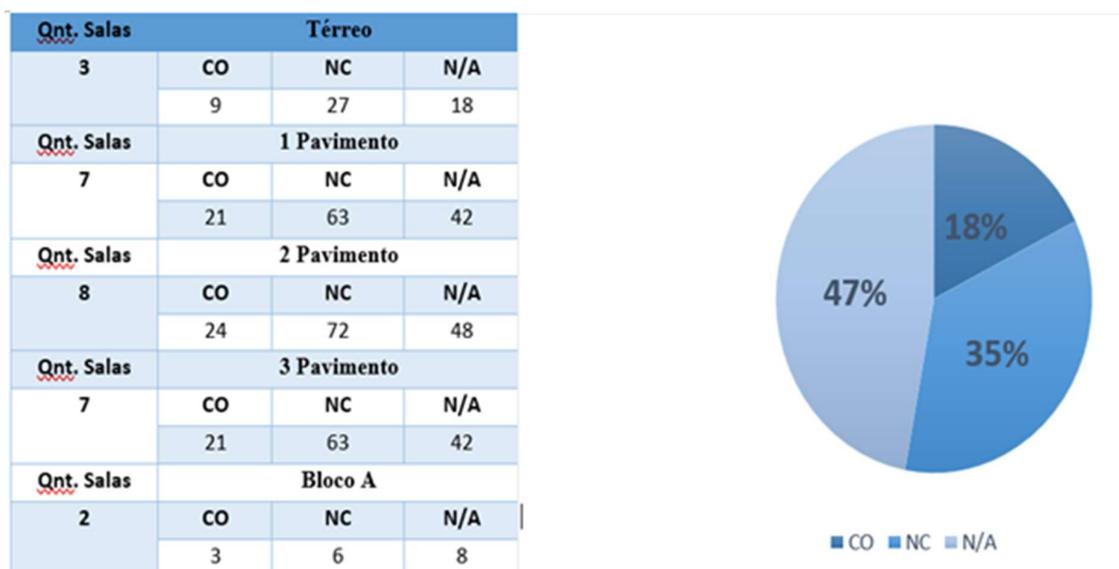
Fonte: Autora

## CAPÍTULO 5 – RESULTADOS FINAIS

### 5.1 Análise Qualitativa – Estudo De Campo

A Figura 29 apresenta o quantitativo e o gráfico com os percentuais de itens em conformidade (CO), não conformidade (NC) e não aplicáveis (N/A) verificados no bloco mais recente – IK e no bloco mais antigo – A, com o uso da lista de verificação para avaliação qualitativa.

Figura 29 – Análise qualitativa das salas de aula



Fonte: Autora

Verificou-se que 18% dos itens aplicados estão em conformidade, sendo possível identificar a inexistência da cintilação perceptível no ambiente laboral e a manutenção de limpeza nas áreas de trabalho, bem como nas bancadas e pisos.

Em relação aos itens em não conformidade (NC), representados por 35% dos itens aplicados, referem-se à presença de lâmpadas queimadas e à morosidade na troca de lâmpadas; excesso de iluminação natural e áreas de sombra, provocando contraste excessivo das áreas adjacentes; e ausência de sinalização de segurança.

Nesse sentido, é importante destacar que essas inconsistências, como o reflexo excessivo no mobiliário, podem ocasionar doenças, além de cansaço visual, surgimento de

cefaleia, além de ocorrer, às vezes, ardência e lacrimejamento durante a leitura (SANT'ANNA et al., 2003).

Constatou-se também, que o sistema de iluminação e a gestão da manutenção das salas de aula devem ser objetos de atenção, uma vez que impacta diretamente nas condições de trabalho e na produtividade do usuário. Todos os anexos da lista de verificação estão apresentados nos apêndices.

#### 5.1.1 Escola Politécnica de Pernambuco – Bloco Recente IK

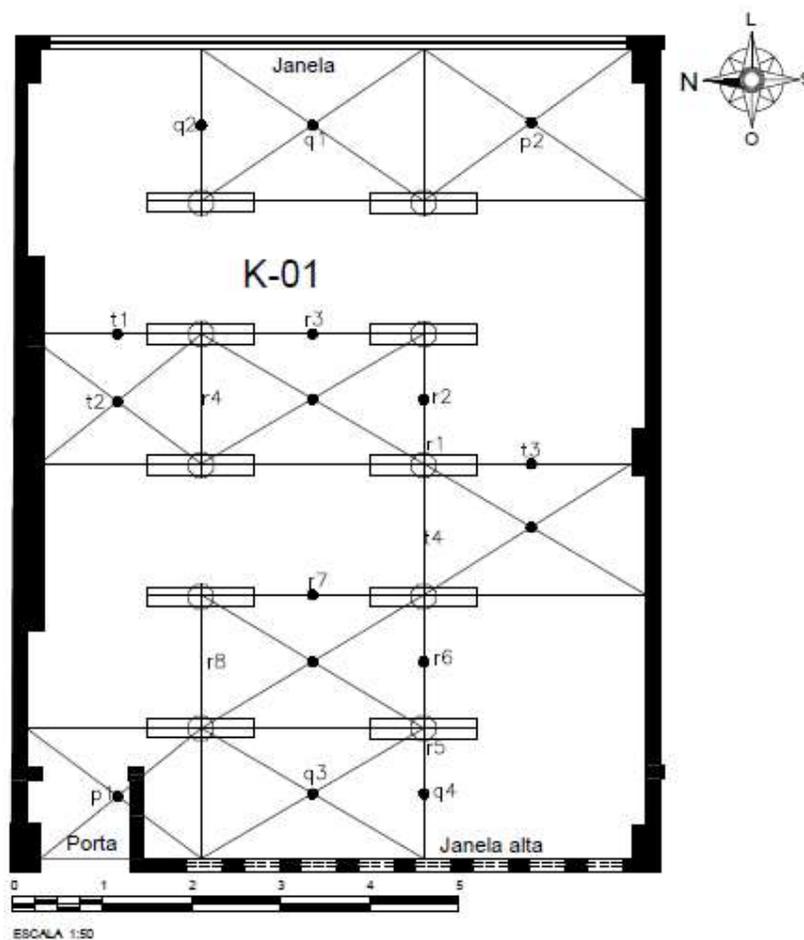
- **Térreo**

- *Sala de aula 01*

Todas as salas de aulas estudadas possuem o mesmo dimensionamento de 6.95m x 9.09m e o pé direito de 3.00. Nota-se as carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas.

Considerando os modelos para determinação da iluminância média apresentados na NHO 11, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como área retangular, iluminado com fontes de iluminação retangular com padrão regular e simetricamente espaçadas em duas fileiras. Na Figura 30, é apresentada a estratégia de medição da iluminância média realizada na sala de aula.

Figura 30 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 30.

Tabela 2 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K – 01 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	185	209,5
p2	234	
t1	322	335
t2	245	
t3	385	
t4	388	
q1	421	373,5
q2	381	
q3	394	
q4	298	
r1	420	

r2	411	
r3	398	
r4	355	404,5
r5	490	
r6	353	
r7	351	
r8	458	

---

Autora

A partir dos resultados obtidos na Tabela 2, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{405 (10 - 1) (2 - 1) + 374 (10 - 1) + 335 (2 - 1) + 374}{10.2} = 386$$

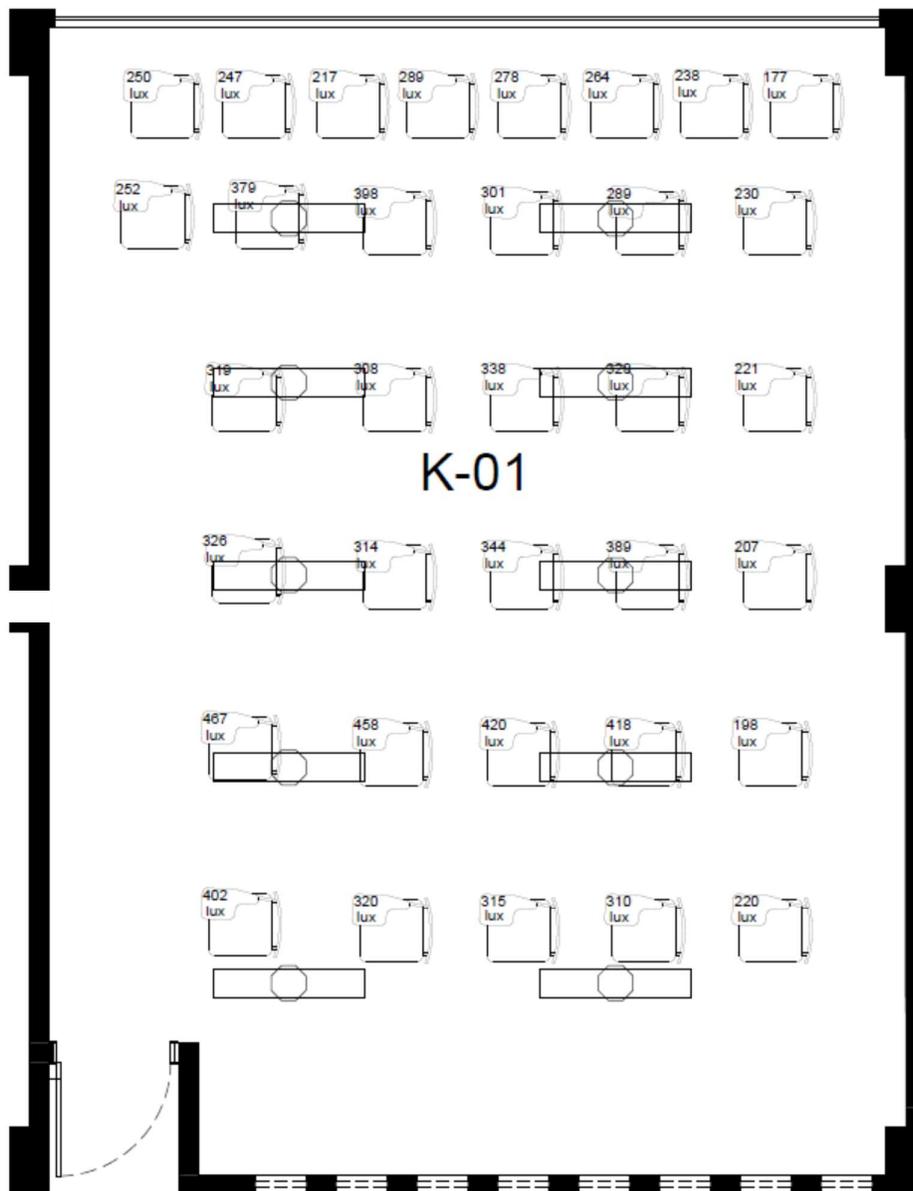
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 386 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 270 \text{ lux.}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 270 lux.

A Figura 31 apresenta as medições realizadas ponto a ponto nas áreas de tarefa, utilizando o luxímetro sobre a carteira onde os usuários costumam usar notebooks e cadernos. Foram avaliados 34 pontos distintos, todos localizados em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram realizadas em situação típica e na situação mais desfavorável.

Figura 31 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 270 lux. Na Figura 32, verificam-se valores inferiores a 270 lux, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1, tendo sido o resultado satisfatório, de modo a evitar contrastes excessivos.

*- Sala de aula 02*

Na sala de aula 02, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas.

Como mencionado anteriormente, como a entrada do sol pode aumentar muito a temperatura do ambiente, a luz natural da manhã é muitas vezes bloqueada pelo fechamento parcial de janelas baixas equipadas com películas pretas. Sendo necessário a utilização da luz complementar a iluminação artificial. A temperatura à tarde fica mais amena e as janelas são mantidas entre abertas, como mostra a Figura 32.

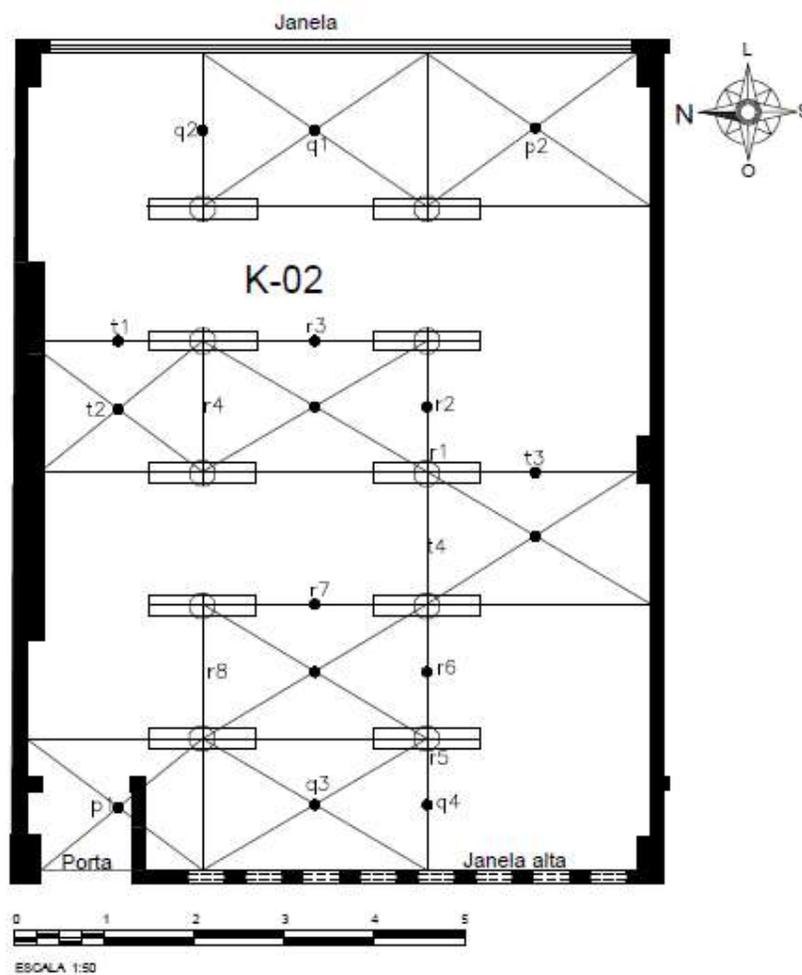
Figura 32 – Objeto de estudo – Sala de aula



Fonte: Autora.

Levando em consideração o modelo proposto no NHO 11 para determinação da iluminância média, analisamos o ambiente da sala de aula e o descrevemos como uma área retangular iluminada por um padrão regular de fontes de luz retangulares, distribuídas simetricamente em duas fileiras. Na Figura 33 é mostrada a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 33 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 33.

Tabela 3 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K – 02 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	138	<b>194</b>
p2	249	
t1	295	<b>284</b>
t2	287	
t3	205	
t4	349	
q1	303	<b>287</b>
q2	310	
q3	290	

q4	245	
r1	488	<b>384</b>
r2	438	
r3	403	
r4	375	
r5	361	
r6	320	
r7	312	
r8	374	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 3, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{384 (10 - 1) (2 - 1) + 287 (10 - 1) + 284 (2 - 1) + 194}{10.2} = 325.85$$

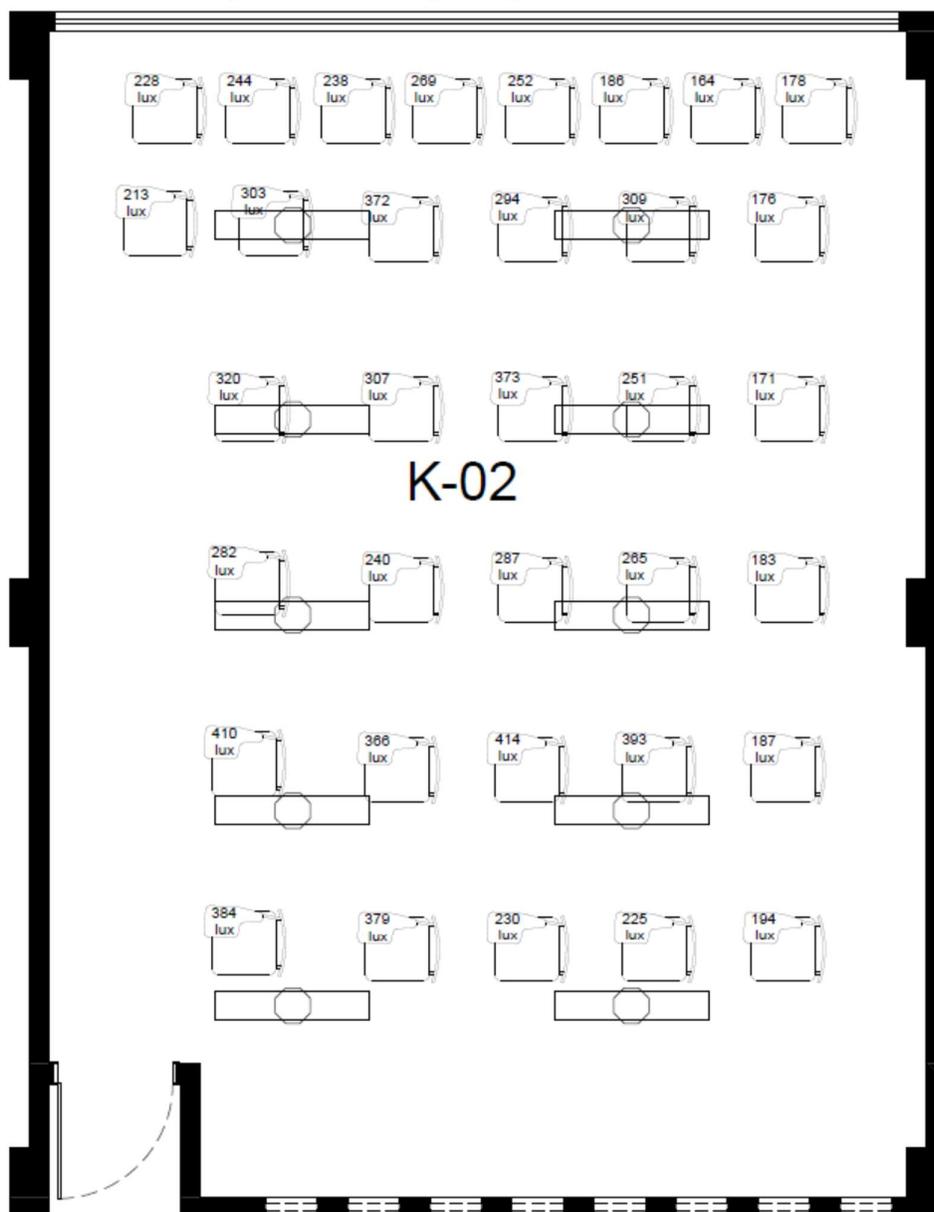
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 325.85 lux, entende-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 228.095 \text{ lux.}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 228.095 lux.

A seguir é apresentado as medições realizadas ponto a ponto nas áreas de tarefa, utilizando o luxímetro sobre as carteiras onde os usuários costumam utilizarem, vista na Figura 34. Foram avaliados 34 pontos distintos, todos localizados em frente ao quadro branco.

Figura 34 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

De acordo com Quadro 1 da NHO 11, o valor recomendado é de 500 lux com índice de reprodução de cor de 80 para a atividade e ambiente considerados. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 228.095 lux. Na Figura 34, verificam-se valores inferiores, chegando até 164 lux, resultando em baixa uniformidade de iluminação e áreas com sombras.

Outro critério observacional especificado no NHO 11 é que a razão entre o maior valor medido na área de tarefa e a iluminância ambiente média (IM) não deve exceder a razão de 5:1 obtendo resultados insatisfatórios para evitar contraste excessivo.

*- Sala de aula 03*

Na sala de aula K-03, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas.

Como a entrada do sol é bastante intensa nessa sala, todas as janelas mantêm fechadas, acarretando em um aumento de temperatura do ambiente, e a maior utilização do sistema de iluminação artificial, mantendo apenas a incidência de luz natural nas janelas altas. É perceptível que para a utilidade da sala é necessário que as luzes estejam acessas. Vale ressaltar que a temperatura à tarde fica mais amena e as janelas são mantidas fechadas, como mostra a Figura 35.

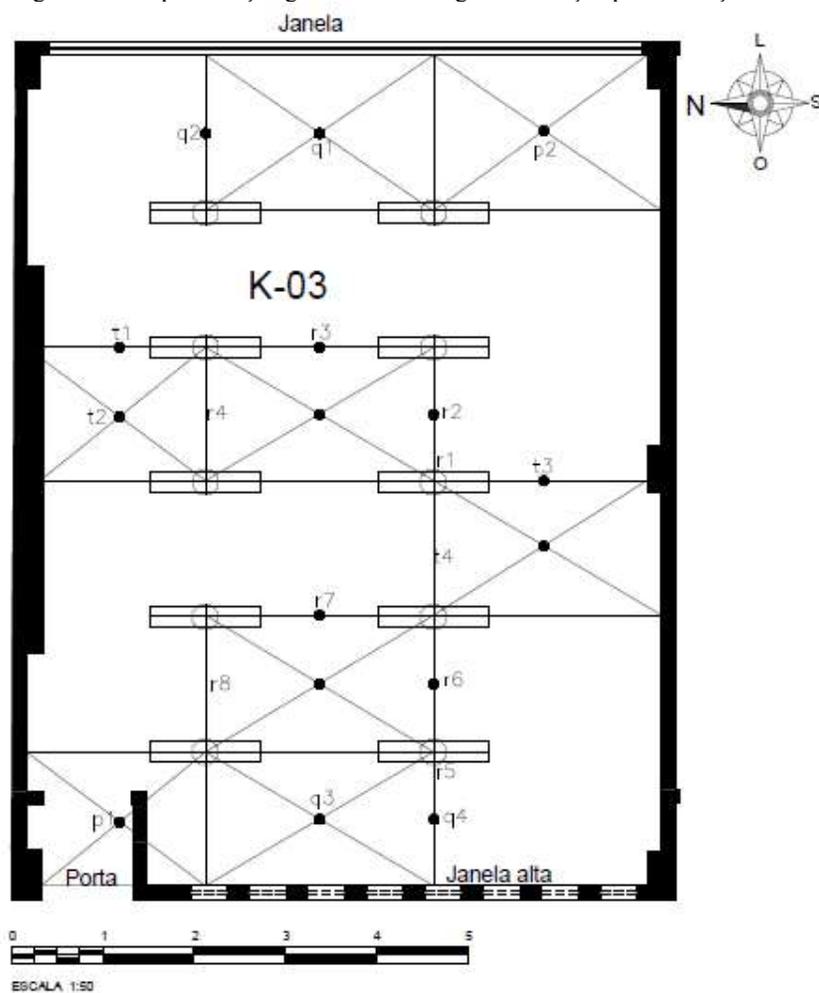
Figura 35 – Objeto de estudo – Sala de aula



Fonte: Autora.

Considerando os modelos para determinação da iluminância média apresentados na NHO 11, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como área retangular, iluminado com fontes de iluminação retangular com padrão regular e simetricamente espaçadas em duas fileiras. Na Figura 36, é apresentada a estratégia de medição da iluminância média realizada na sala de aula.

Figura 36 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 36.

Tabela 4 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K – 03 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	179	<b>206</b>
p2	233	
t1	219	<b>940</b>
t2	208	
t3	211	
t4	302	
q1	310	<b>330</b>
q2	325	

q3	305	
q4	379	
r1	320	<b>302</b>
r2	318	
r3	342	
r4	315	
r5	287	
r6	299	
r7	226	
r8	302	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 4, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{302 (10 - 1) (2 - 1) + 330 (10 - 1) + 940 (2 - 1) + 206}{10.2} = 341.7$$

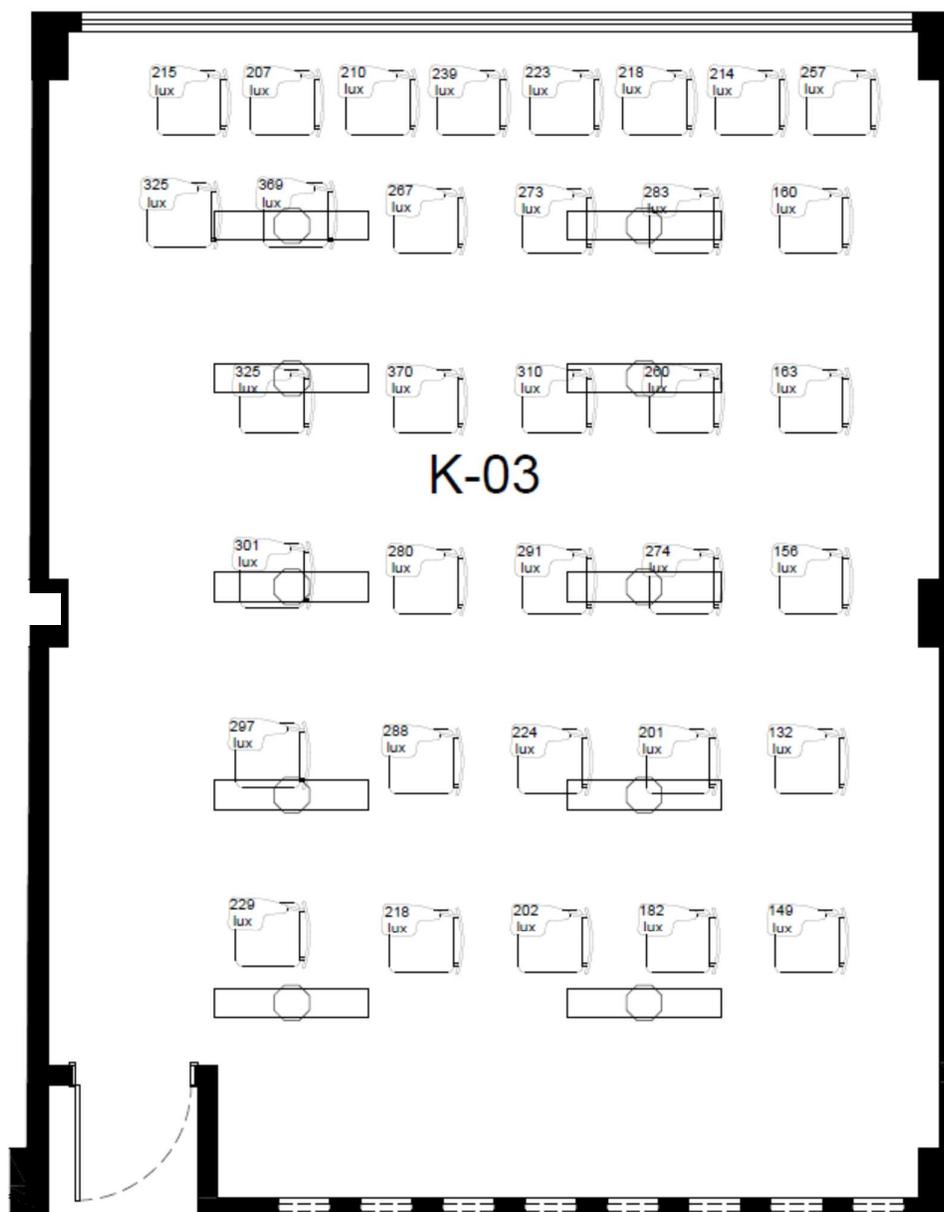
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 341.7 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 239.19 \text{ lux.}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 239.19 lux.

A Figura 37 apresenta as medições realizadas ponto a ponto nas áreas de tarefa, utilizando o luxímetro sobre a carteira onde os usuários costumam usar notebooks e cadernos. Foram avaliados 34 pontos distintos, todos localizados em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram realizadas em situação típica e na situação mais desfavorável.

Figura 37 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 239.19 lux. Na Figura 37, verificam-se valores inferiores a 239.19 lux, chegando até 132 lux, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

Na Tabela 5, apresenta um resumo de todos os dados das salas de aula do pavimento térreo.

Tabela 5 – Dados gerais das salas de aula 01 a 03 – Pav.térreo

Contexto		Tipo de ambiente		
		Instituição de ensino superior - Campus Benfica		
		Salas de aula - Bloco mais Recente IK		
Uso da sala		Sala 01	Sala 02	Sala 03
Iluminância média do ambiente		386	325,85	341,7
Iluminância média da área da tarefa		270	228,095	239,19
Iluminância (segundo a NHO 11)	Acima da norma	–	–	–
	Conforme a norma	–	–	–
	Abaixo da norma	X	X	X
Tipo de Lâmpada		Fluorescent e TBS050	Fluorescente TBS050	Fluorescente TBS050
Luminárias	Capacidade de lâmpada por luminária	2	2	2
	Quantidade de luminária	10	10	10
Quantidade de lâmpadas		20	20	20
Refletância da superfície (branca, clara, média e escura)	Parede	Branca	Branca	Branca
	Piso	Média	Média	Média
	Teto	Branca	Branca	Branca
	Quadro	Branca	Branca	Branca
Janelas / Aberturas	Vidro	X	X	X
	Persiana			
	Película	X	X	X

Fonte: Autora

Observa-se que os valores médios das salas de aulas 01 a 03, estão abaixo do permitido e recomendado pela norma técnica de avaliação. Logo, as salas deverão receber manutenção e troca das luminárias.

- **1º Pavimento**

- *Sala de aula 04*

Na sala de aula K-04, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está

sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão.

Como mencionado anteriormente, a entrada do sol é bastante intensa nessa sala, por esse motivo todas as janelas mantêm fechadas, acarretando em um aumento de temperatura no ambiente, e a maior utilização do sistema de iluminação artificial, permanecendo apenas a incidência de luz natural nas janelas altas. É perceptível que para a usabilidade da sala de aula é necessário que as luzes estejam acessas. Vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite e a partir do entardecer que a temperatura fica mais amena e as janelas são mantidas fechadas com as películas, como mostra a Figura 38.

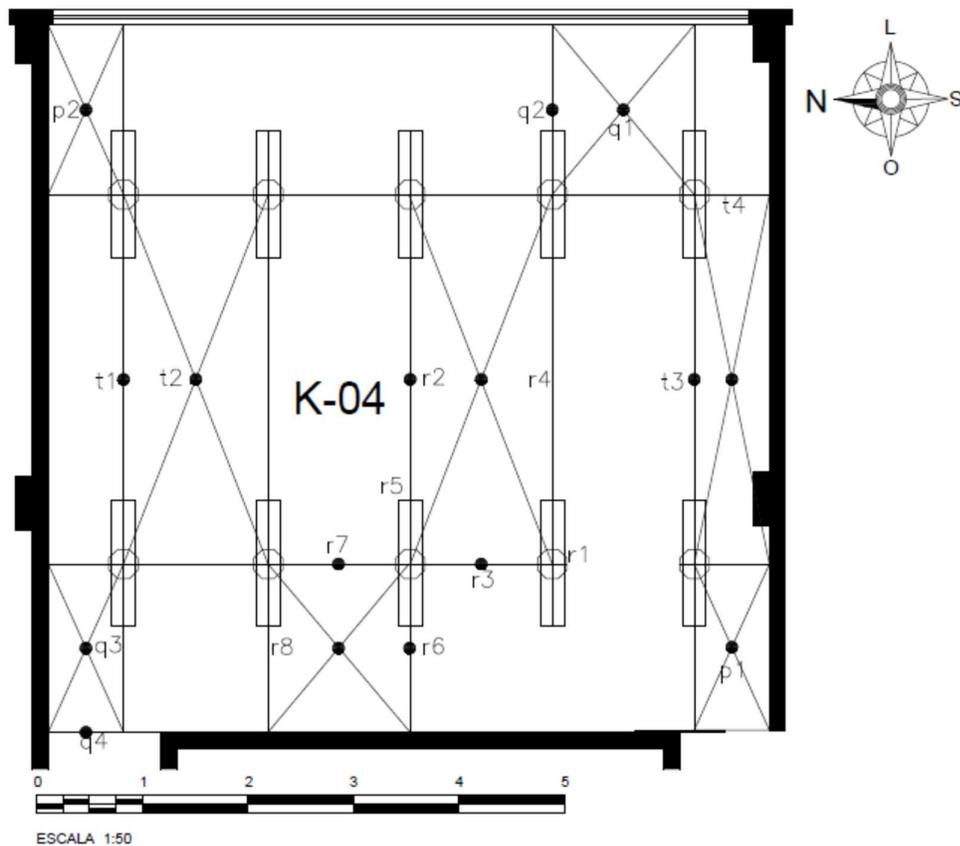
Figura 38 – Objeto de estudo – Sala de aula



Fonte: Autora.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 39 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 39 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 39.

Tabela 6 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K – 04 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	317	<b>288</b>
p2	238	
t1	333	<b>304</b>
t2	348	
t3	250	
t4	285	
q1	248	<b>288</b>
q2	255	
q3	315	
q4	332	
r1	375	<b>347</b>

r2	358
r3	322
r4	318
r5	410
r6	315
r7	355
r8	320

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 6, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{347 ( 10 - 1 ) ( 2 - 1 ) + 288 ( 10 - 1 ) + 304 ( 2 - 1 ) + 278}{10.2} = 314.85$$

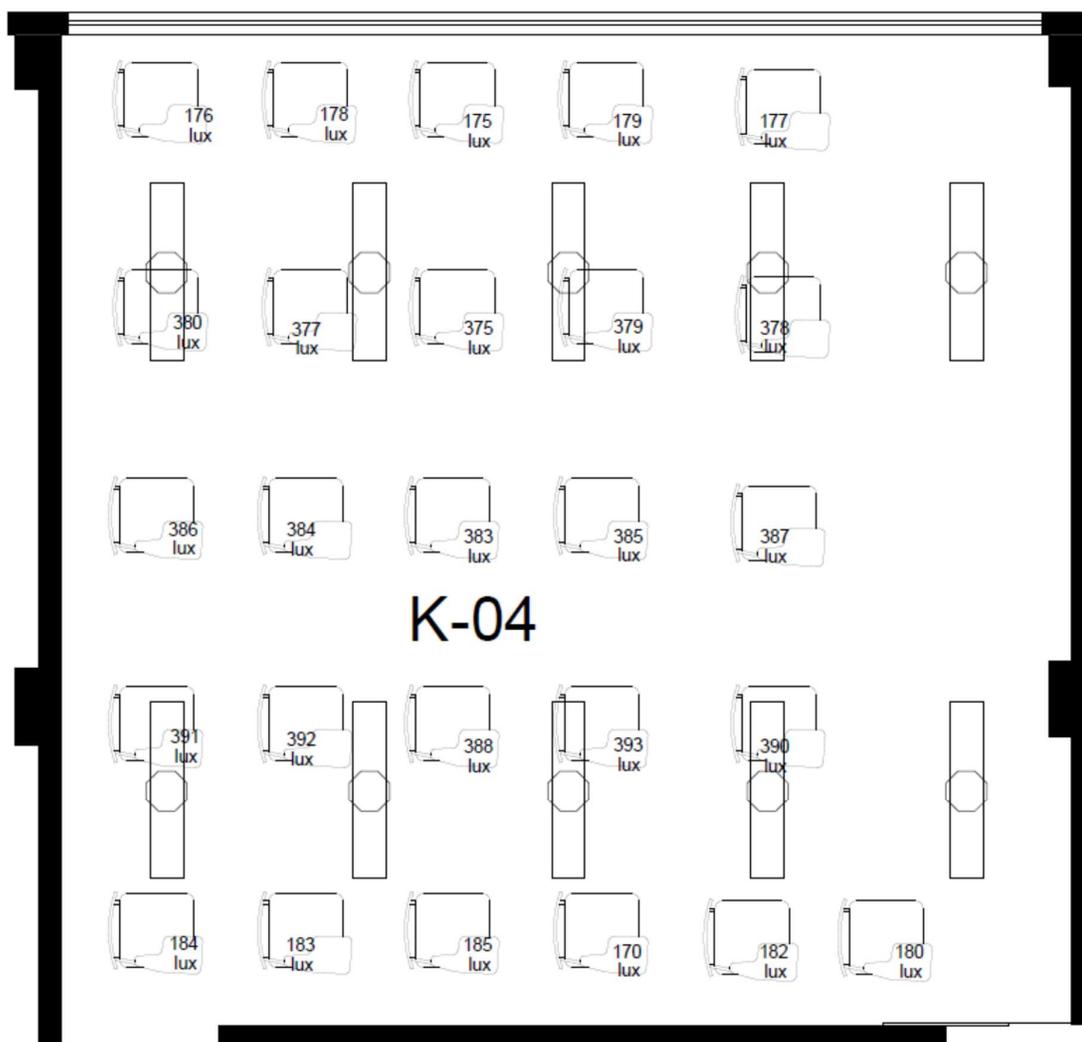
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 448,096 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 219.57 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 219.57 lux.

A Figura 40 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 40 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Bem como, para a atividade e o ambiente deve ser considerado o valor recomendado de 500 lux e cujo índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Portanto, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 219.57 lux. Na Figura 40, verificam-se valores inferiores a 219.57 lux, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

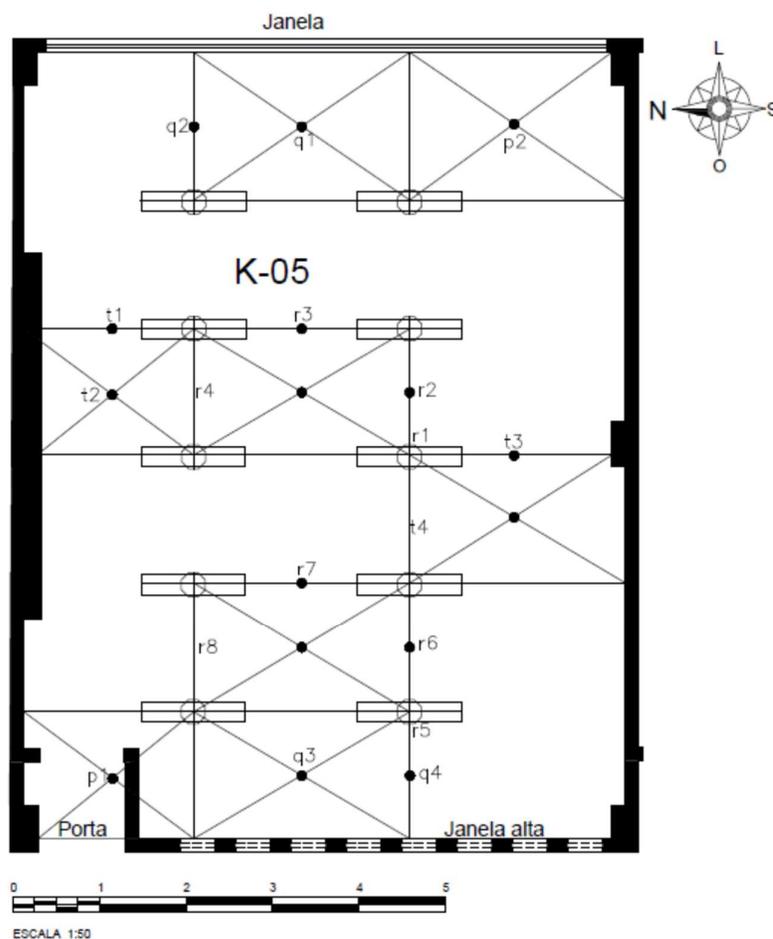
Em síntese, outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

- Sala de aula 05

Na sala de aula K-05, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 41 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 41 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 41.

Tabela 7 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K – 05 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	130	<b>188</b>
p2	245	
t1	308	<b>231</b>
t2	245	
t3	148	
t4	221	
q1	297	<b>297</b>
q2	278	
q3	310	
q4	303	
r1	410	<b>379</b>
r2	398	
r3	409	
r4	375	
r5	388	
r6	340	
r7	348	
r8	359	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 7, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{379 (10 - 1) (2 - 1) + 297 (10 - 1) + 231 (2 - 1) + 188}{10.2} = 325.15$$

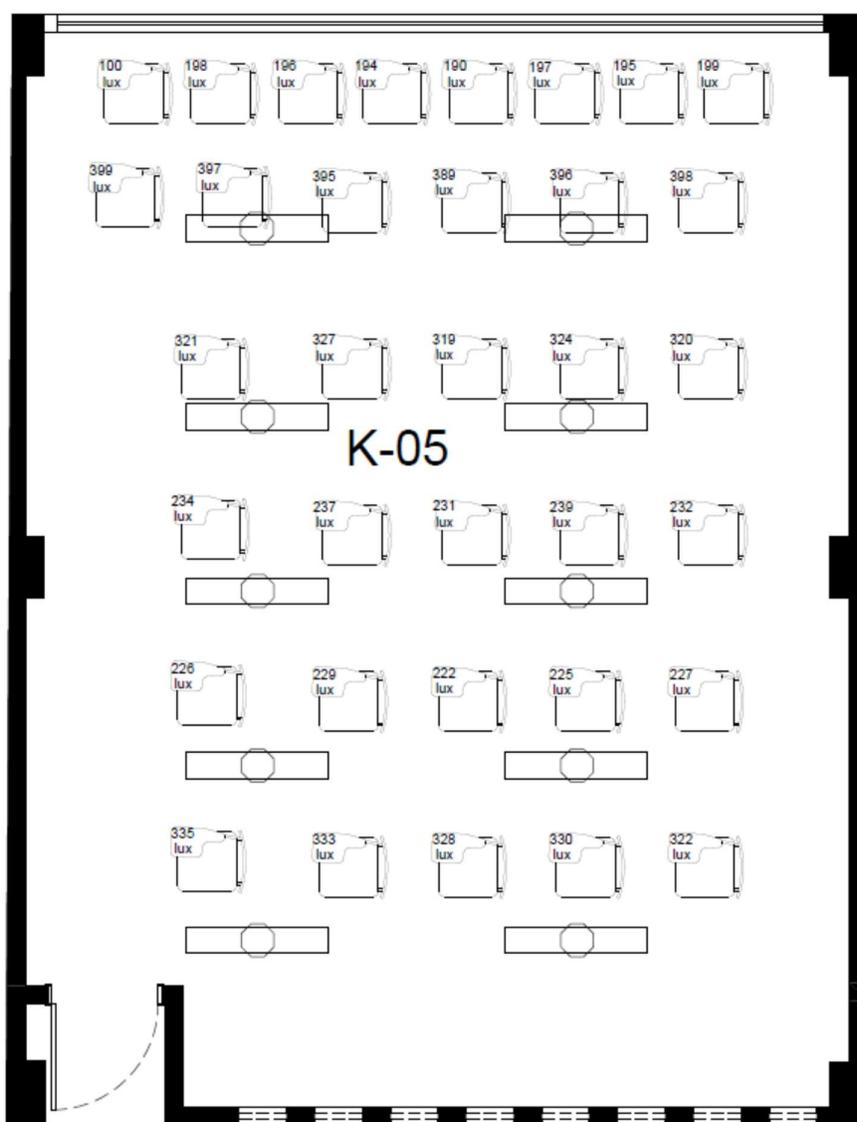
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 325.15 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 227.61 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 227.61 lux.

A Figura 42 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 42 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 227.61 lux. Na Figura 42, verificam-se valores inferiores a 227.61 lux, chegando até 100 lux, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

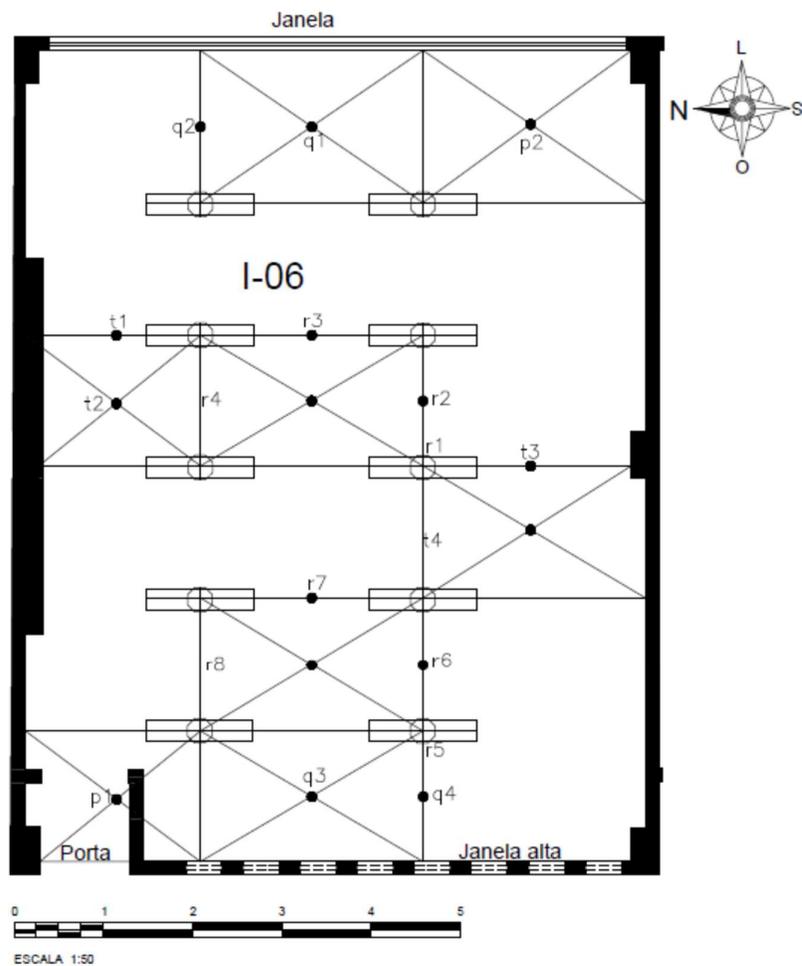
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

*- Sala de aula 06*

Na sala de aula I-06, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 43 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 43 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 43.

Tabela 8 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I – 06 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	115	<b>165</b>
p2	245	
t1	280	<b>242</b>
t2	278	
t3	199	
t4	210	
q1	299	<b>274.25</b>

q2	245	
q3	287	
q4	266	
r1	340	<b>361</b>
r2	320	
r3	358	
r4	361	
r5	378	
r6	365	
r7	375	
r8	390	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 8, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{361 (10 - 1) (2 - 1) + 274.25 (10 - 1) + 242 (2 - 1) + 165}{10.2} = 306.21$$

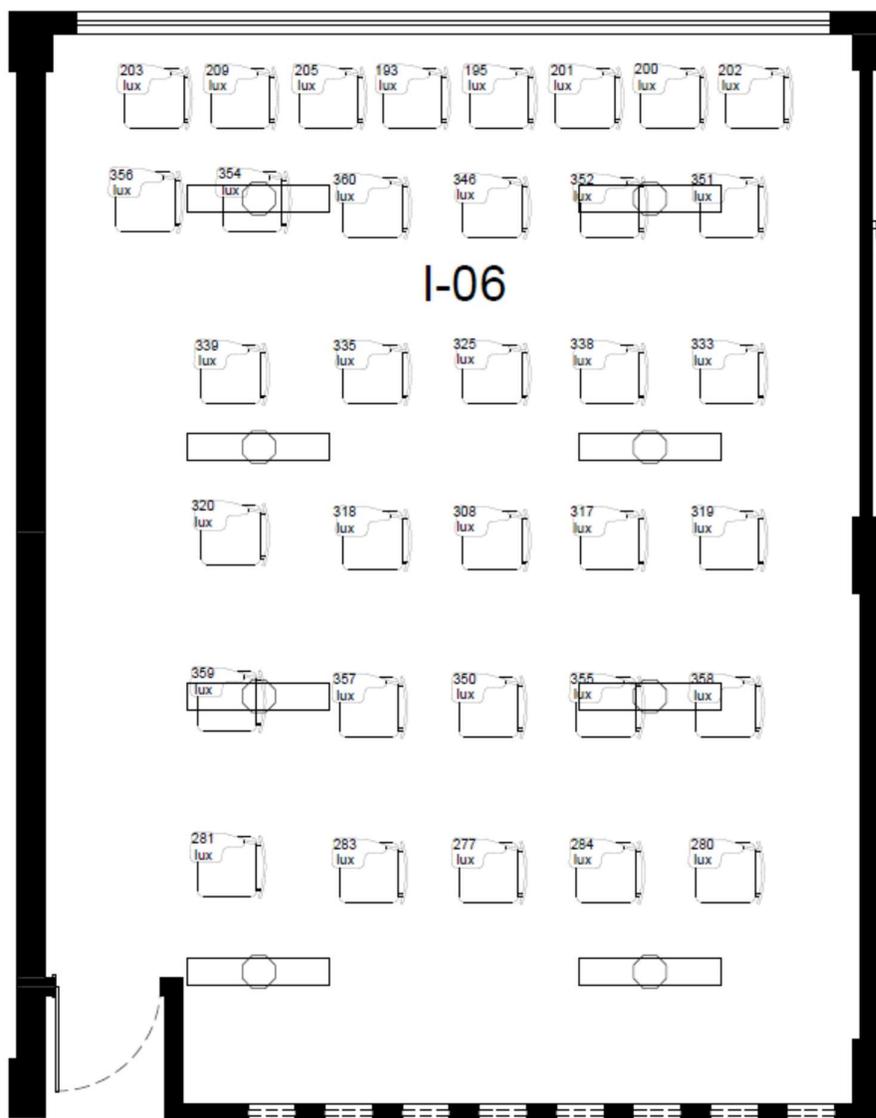
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 325.15 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 214.35 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 214.35 lux.

A Figura 44 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 44 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 214.35 lux. Na Figura 44, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

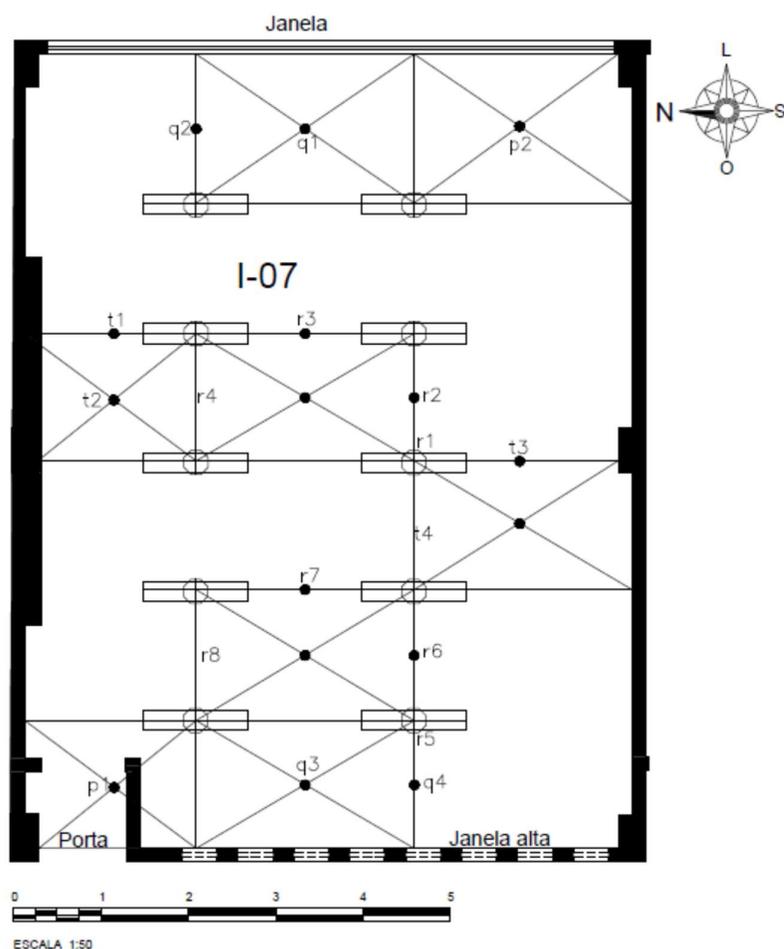
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

- Sala de aula 07

Na sala de aula I-07, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 45 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 45 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 45.

Tabela 9 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I – 07 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	120	<b>171</b>
p2	222	
t1	320	<b>298.25</b>
t2	318	
t3	288	
t4	267	
q1	251	<b>252</b>
q2	245	
q3	279	
q4	231	
r1	420	<b>394.25</b>
r2	415	
r3	408	
r4	398	
r5	395	
r6	385	
r7	368	
r8	365	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 9, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{394.25 (10 - 1) (2 - 1) + 252 (10 - 1) + 298.25 (2 - 1) + 171}{10.2} = 314.28$$

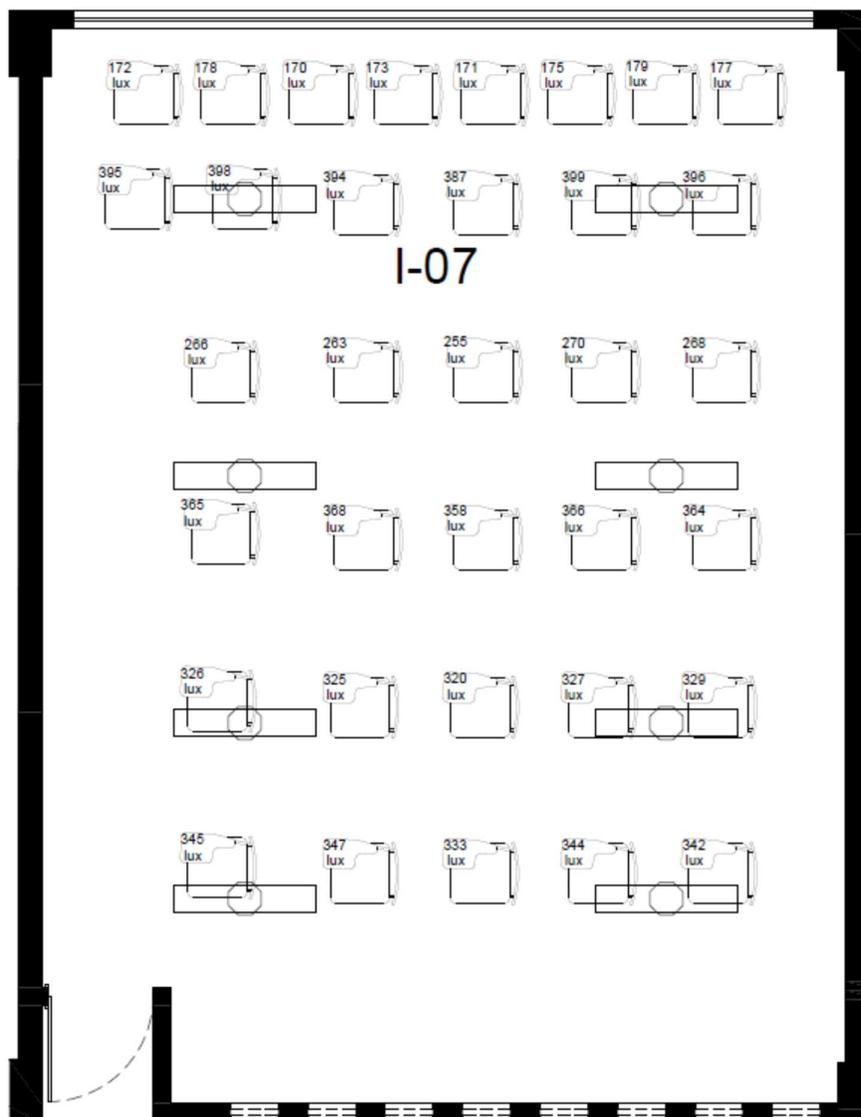
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 325.15 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 220 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 220 lux.

A Figura 46 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 46 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite

uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 220 lux. Na Figura 46, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

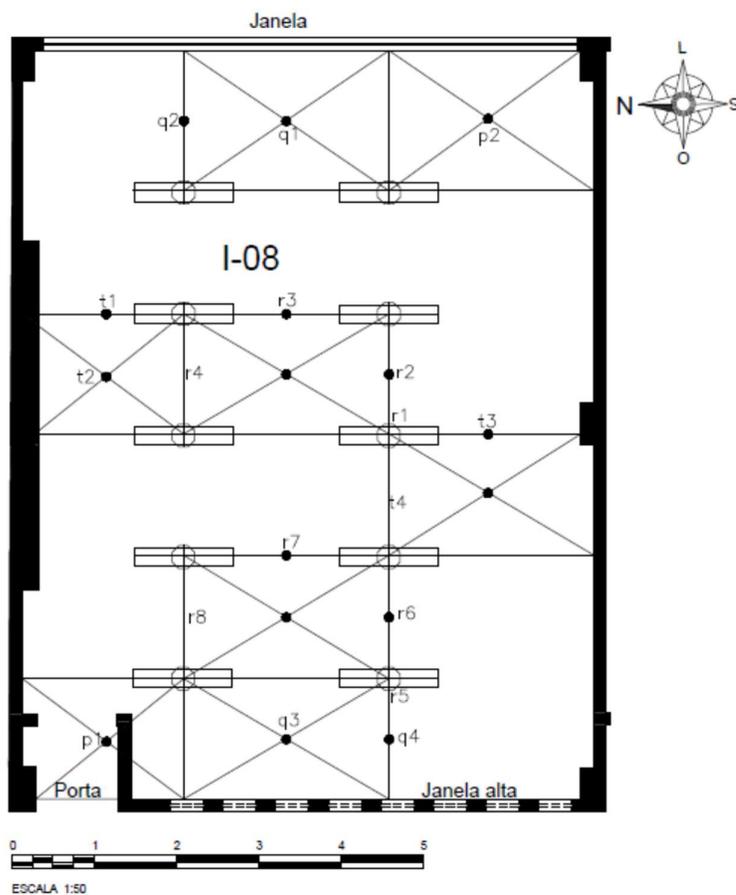
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

*- Sala de aula 08*

Na sala de aula I-08, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 47 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 47 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 10 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 47.

Tabela 10 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I – 08 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	144	<b>177</b>
p2	210	
t1	310	<b>270</b>
t2	250	
t3	262	
t4	256	
q1	288	<b>275</b>
q2	297	

q3	281	
q4	233	
r1	428	<b>384.38</b>
r2	365	
r3	366	
r4	372	
r5	430	
r6	361	
r7	378	
r8	375	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 10, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{384.38 (10 - 1) (2 - 1) + 275 (10 - 1) + 270 (2 - 1) + 177}{10.2} = 302.87$$

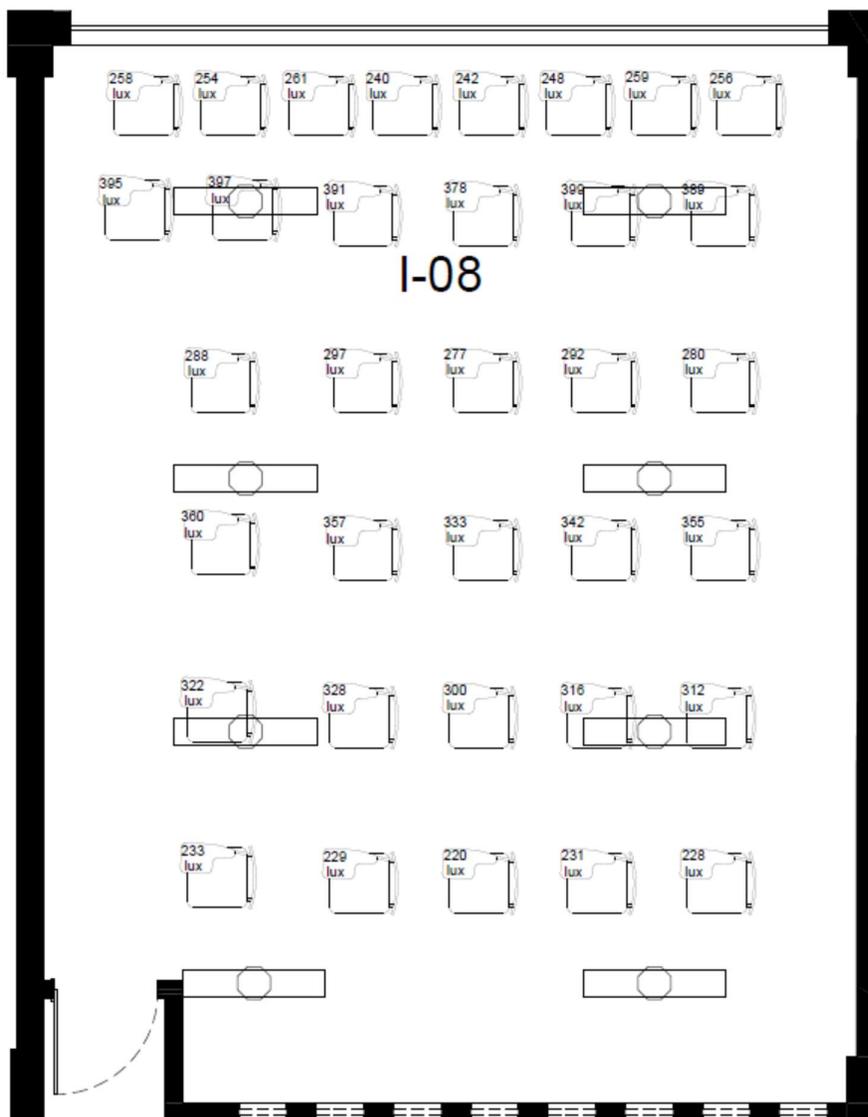
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 325.15 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 212.09 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 212.09 lux.

A Figura 48 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 48 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 212.09 lux. Na Figura 48, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

Na Tabela 11, apresenta um resumo de todos os dados das salas de aula do 1º Pav.

Tabela 11 – Dados gerais das salas de aula 04 a 08 – 1º Pav.

Contexto		Tipo de ambiente				
		Instituição de ensino superior				
		Salas de aula - Unidade POLI - UPE				
Uso da sala		Sala 04	Sala 05	Sala 06	Sala 07	Sala 08
Iluminância do ambiente		314,85	325,15	306,21	314,28	302,87
Iluminância da área da tarefa		219,57	227,61	214,35	220	212,09
Iluminância (segundo a NHO 11)	Acima da norma	–	–	–	–	–
	Conforme a norma	–	–	–	–	–
	Abaixo da norma	X	X	X	X	X
Tipo de Lâmpada		Fluoresce nte TBS050	Fluoresce nte TBS050	Fluoresce nte TBS050	Fluoresce nte TBS050	Fluoresce nte TBS050
Luminárias	Capacidade de lâmpada por luminária	2	2	2	2	2
	Quantidade de luminária	10	10	10	10	10
Quantidade de lâmpadas		20	20	20	20	20
Refletância da superfície (branca, clara, média e escura)	Parede	Branca	Branca	Branca	Branca	Branca
	Piso	Média	Média	Média	Média	Média
	Teto	Branca	Branca	Branca	Branca	Branca
	Quadro	Branca	Branca	Branca	Branca	Branca

Janelas / Aberturas	Vidro	X	X	X	X	X
	Persiana					
	Película	X	X	X	X	X

Fonte: Autora

Observa-se que a média da iluminância e área das tarefas das salas de aulas do 1º pavimento, apresentam deficiência em relação ao conforto luminoso. Logo, quando a norma recomenda a média de 500 lux, tendo em vista que, pode ser considerado 10% a menos do valor, ainda encontram-se com deficiência no conforto luminoso.

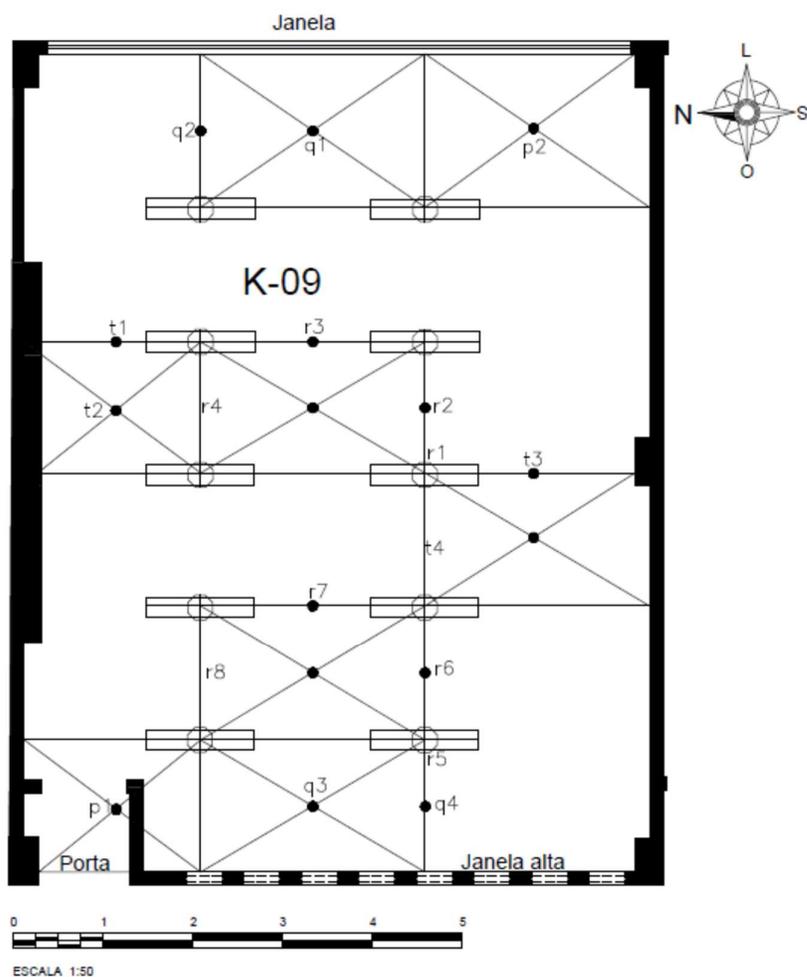
- **2º Pavimento**

- *Sala de aula 09*

Na sala de aula K-09, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 49 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 49 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 12 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 49.

Tabela 12 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K- 09 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	155	<b>206</b>
p2	256	
t1	221	<b>269</b>
t2	303	
t3	254	
t4	298	
q1	410	<b>345.25</b>

q2	389	
q3	295	
q4	287	
r1	425	<b>399</b>
r2	412	
r3	415	
r4	455	
r5	397	
r6	344	
r7	351	
r8	392	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 12, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{399 (10 - 1) (2 - 1) + 345.25 (10 - 1) + 269 (2 - 1) + 206}{10.2} = 358.66$$

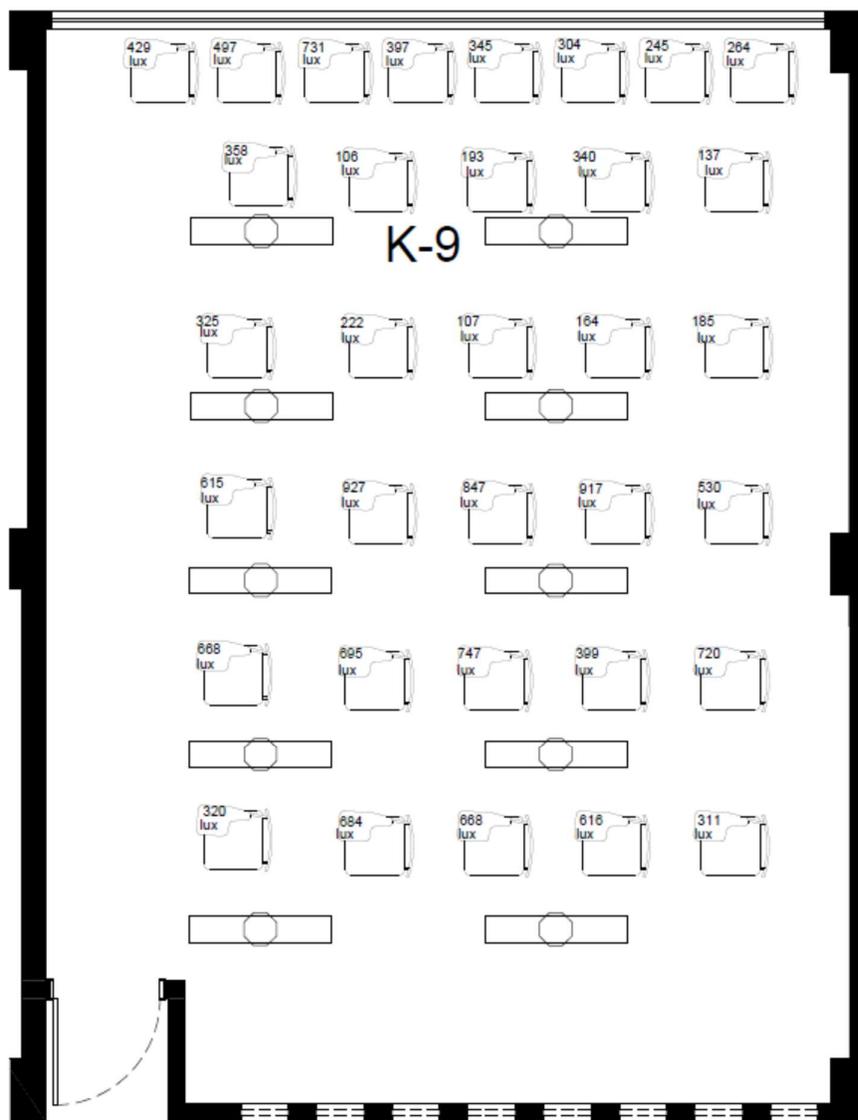
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 325.15 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 251.06 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 251.06 lux.

A Figura 50 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 50 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 251.06 lux. Na Figura 50, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

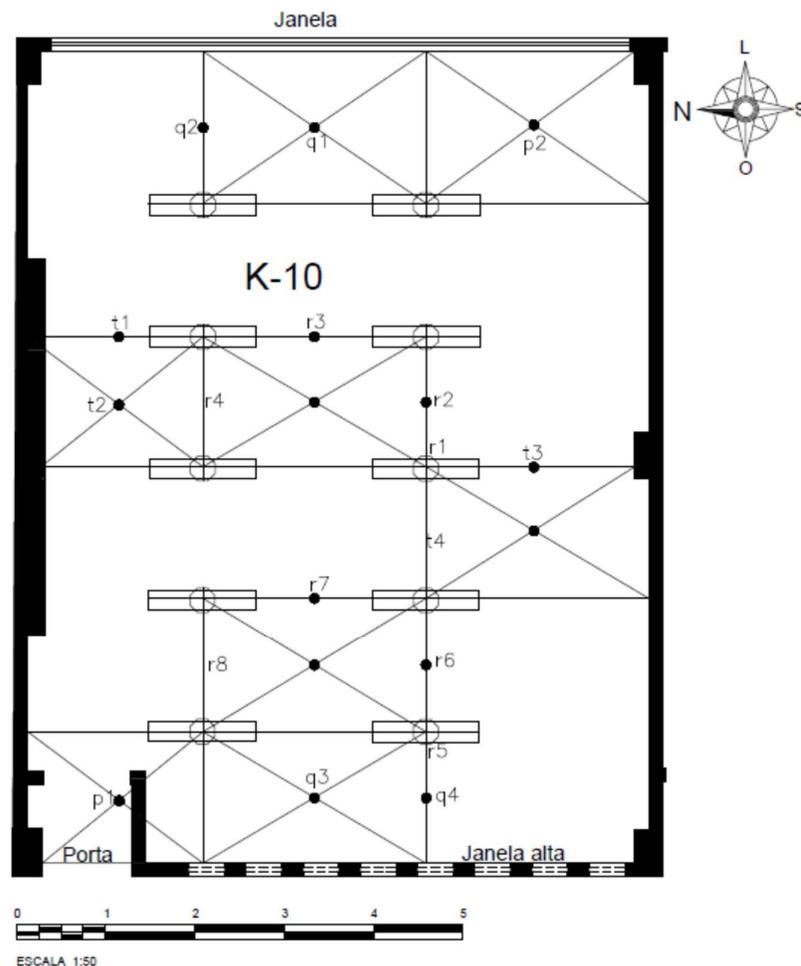
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

- Sala de aula 10

Na sala de aula K-10, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 51 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 51 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 13 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 51.

Tabela 13 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K– 10 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	150	<b>183</b>
p2	215	
t1	322	<b>237</b>
t2	213	
t3	201	
t4	210	
q1	277	<b>246</b>
q2	251	
q3	247	
q4	208	
r1	395	<b>363</b>
r2	356	
r3	358	
r4	320	
r5	430	
r6	388	
r7	326	
r8	331	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 13, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{363 (10 - 1) (2 - 1) + 246 (10 - 1) + 237 (2 - 1) + 183}{10.2} = 295.05$$

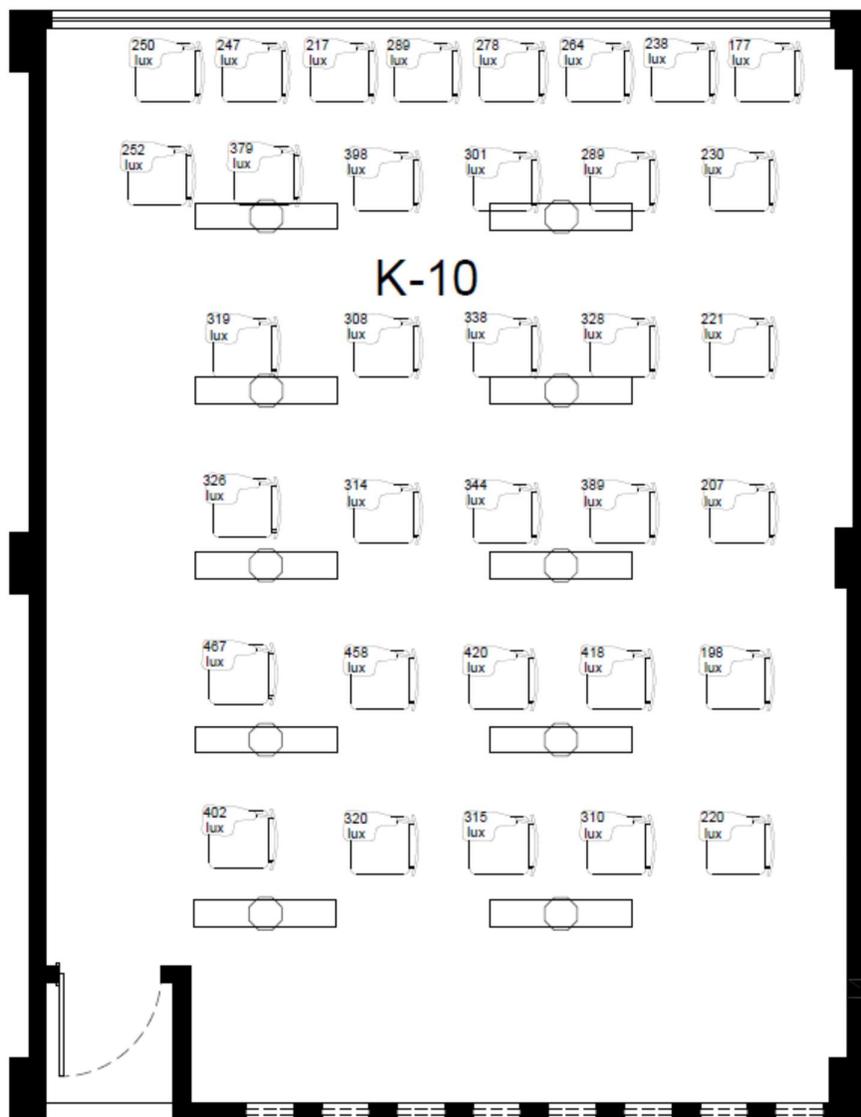
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 295.05 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 206.54 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 206.54 lux.

A Figura 52 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 52 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite

uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 206.54 lux. Na Figura 52, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

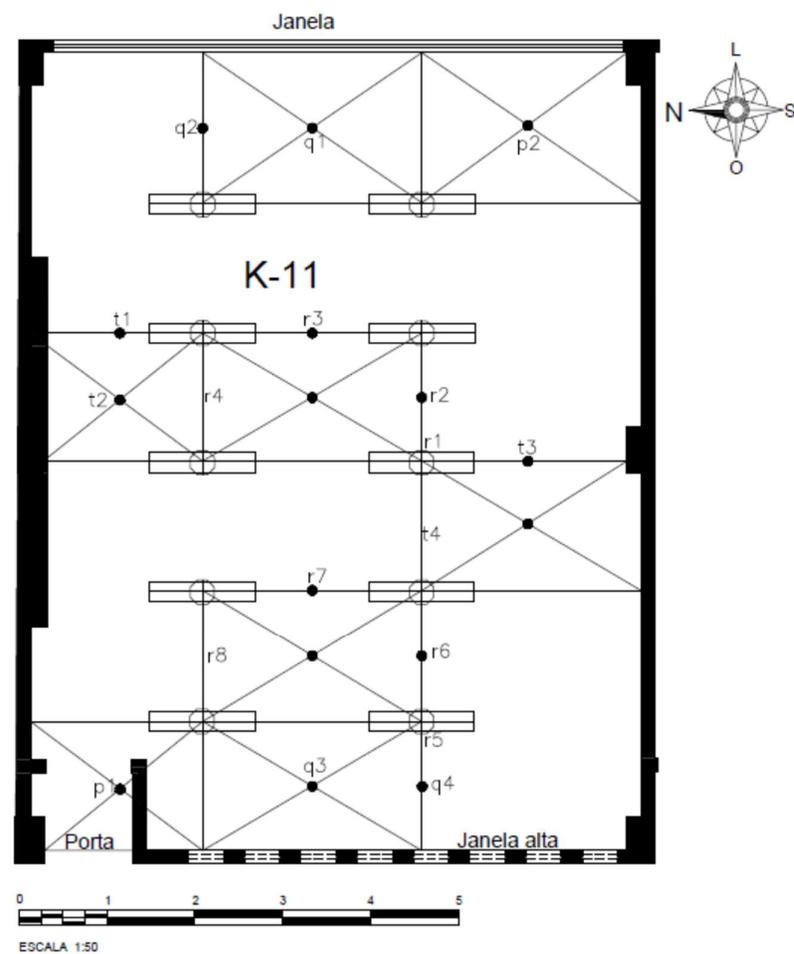
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

#### *- Sala de aula 11*

Na sala de aula K-11, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 53 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 53 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 14 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 53.

Tabela 14 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K- 11 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	200	<b>218</b>
p2	235	
t1	278	<b>252</b>
t2	266	
t3	261	
t4	201	
q1	354	<b>266</b>
q2	248	

q3	237	
q4	225	
r1	405	<b>385.38</b>
r2	401	
r3	396	
r4	387	
r5	375	
r6	371	
r7	366	
r8	382	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 14, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{385.38 (10 - 1) (2 - 1) + 266 (10 - 1) + 252 (2 - 1) + 218}{10.2} = 316.62$$

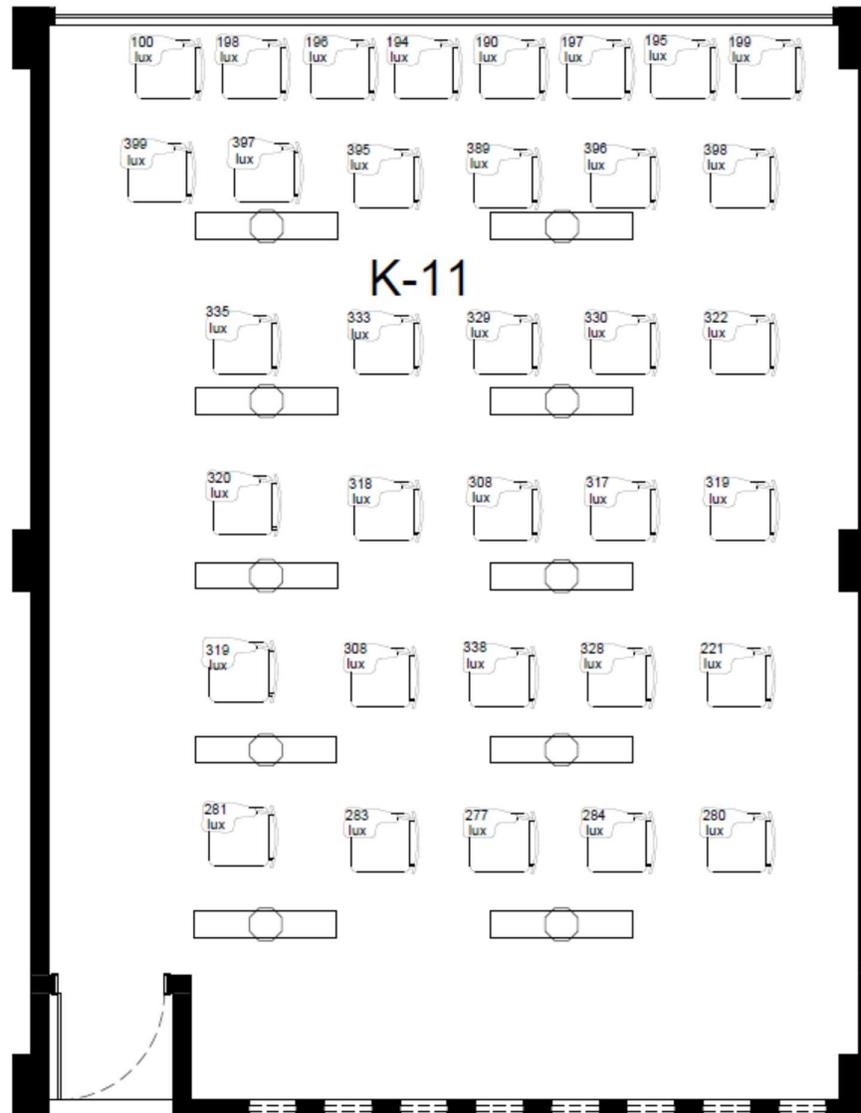
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 316.62 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 221.63 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 221.63 lux.

A Figura 54 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 54 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 221.63 lux. Na Figura 54, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

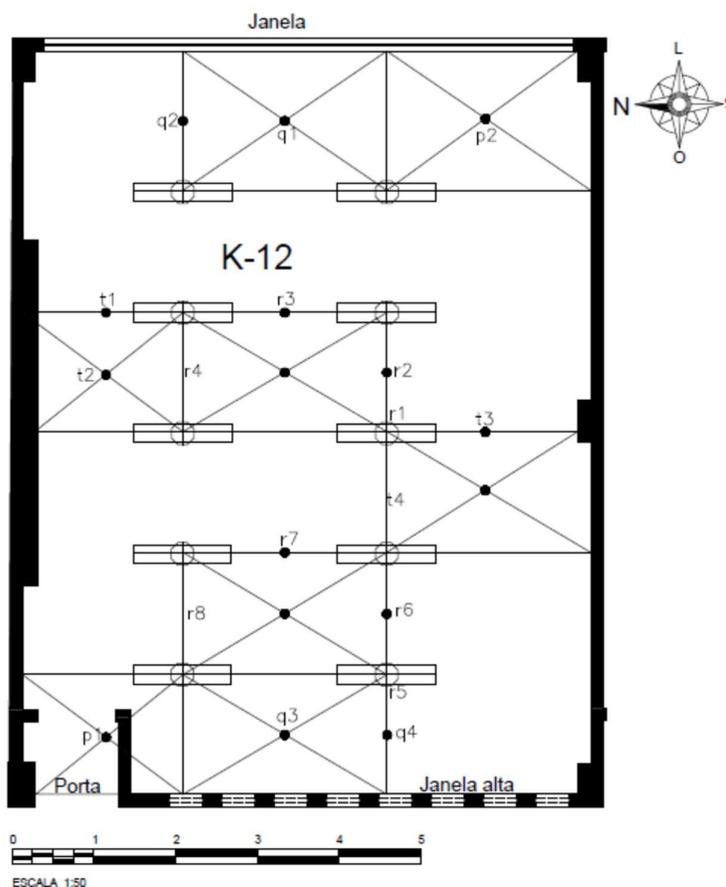
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

- Sala de aula 12

Na sala de aula K-12, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 55 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 55 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 15 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 55.

Tabela 15 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K- 12 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	187	<b>204</b>
p2	221	
t1	344	<b>296.25</b>
t2	302	
t3	297	
t4	242	
q1	285	<b>263.25</b>
q2	272	
q3	261	
q4	235	
r1	407	<b>376</b>
r2	393	
r3	386	
r4	377	
r5	369	
r6	361	
r7	358	
r8	352	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 15, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{376 (10 - 1) (2 - 1) + 263.25 (10 - 1) + 296.25 (2 - 1) + 204}{10.2} = 312.68$$

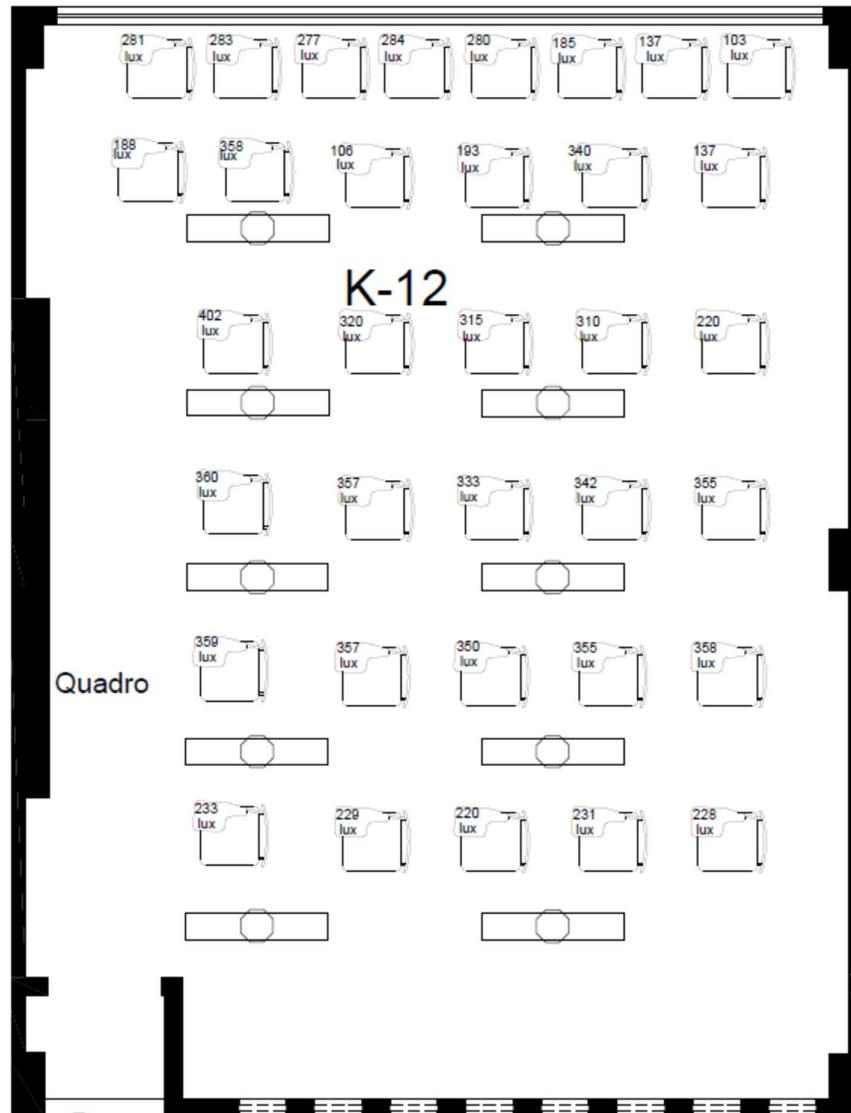
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 312.68 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 218.88 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 218.88 lux.

A Figura 56 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 56 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa

medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 218.88 lux. Na Figura 56, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

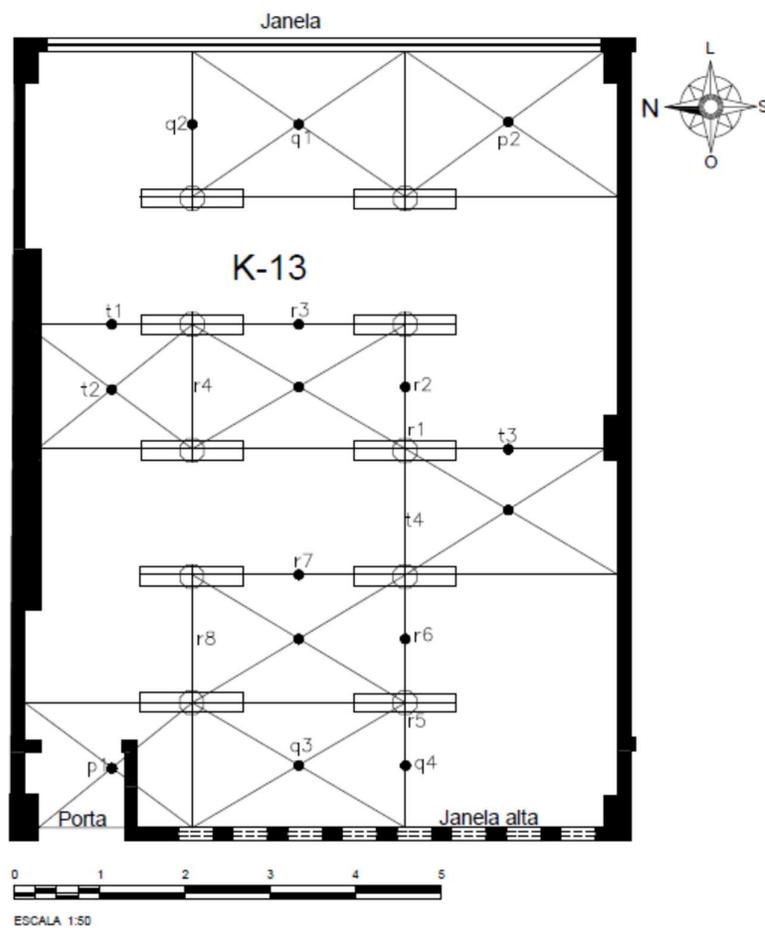
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

*- Sala de aula 13*

Na sala de aula K-13, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 57 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 57 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 16 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 57.

Tabela 16 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K- 13 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	207	<b>181</b>
p2	155	
t1	284	<b>256</b>
t2	266	
t3	255	
t4	218	
q1	275	<b>279</b>
q2	288	
q3	270	

q4	281	
r1	396	<b>367.25</b>
r2	392	
r3	381	
r4	378	
r5	376	
r6	223	
r7	387	
r8	405	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 16, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{367.25 (10 - 1) (2 - 1) + 279 (10 - 1) + 256 (2 - 1) + 181}{10.2} = 312.66$$

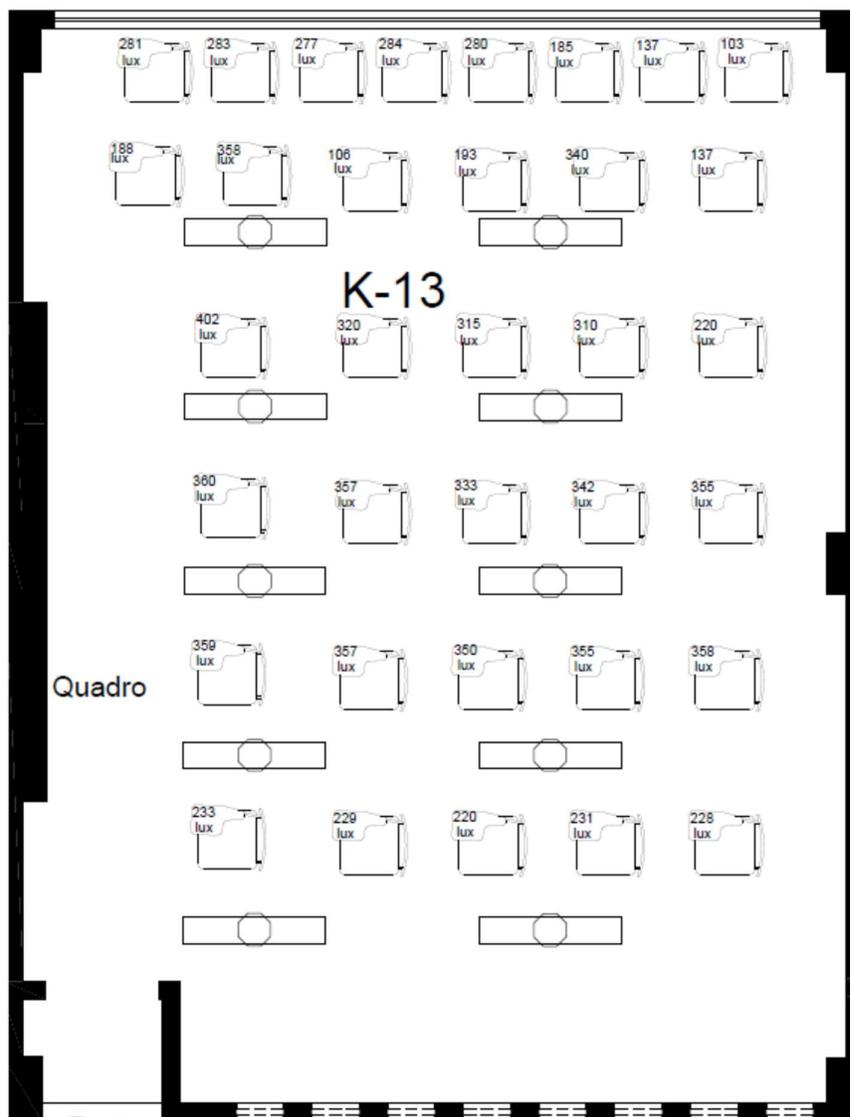
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 312.66 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 218.86 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 218.86 lux.

A Figura 58 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 58 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 218.86 lux. Na Figura 58, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

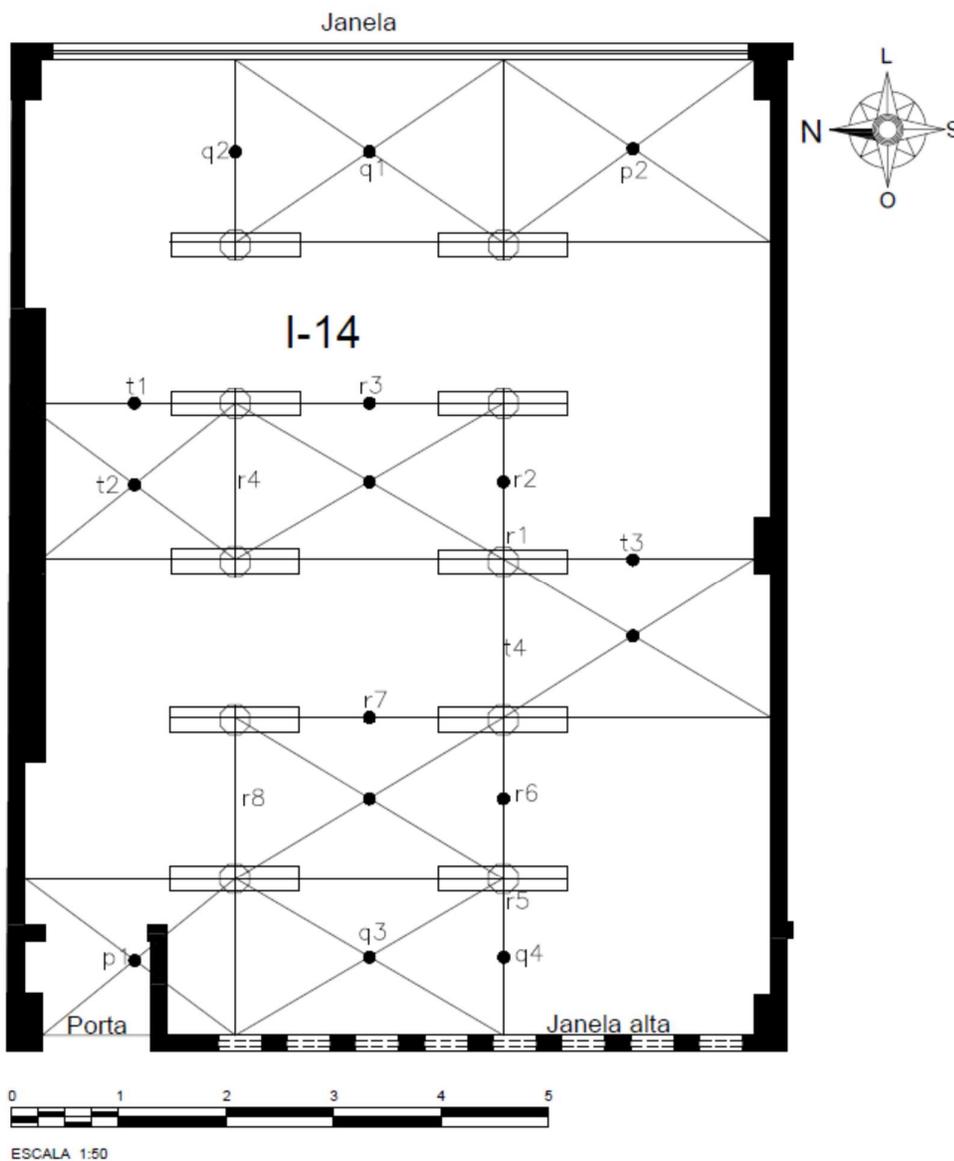
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

- *Sala de aula 14*

Na sala de aula I-14, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 59 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 59 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 17 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 59.

Tabela 17 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I- 14 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	214	<b>222</b>
p2	230	
t1	293	<b>271</b>
t2	281	
t3	287	

t4	222	
q1	284	<b>272</b>
q2	272	
q3	267	
q4	264	
r1	367	<b>341.38</b>
r2	361	
r3	352	
r4	251	
r5	341	
r6	338	
r7	335	
r8	386	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 17, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{341.38 (10 - 1) (2 - 1) + 272 (10 - 1) + 271 (2 - 1) + 222}{10.2} = 300.67$$

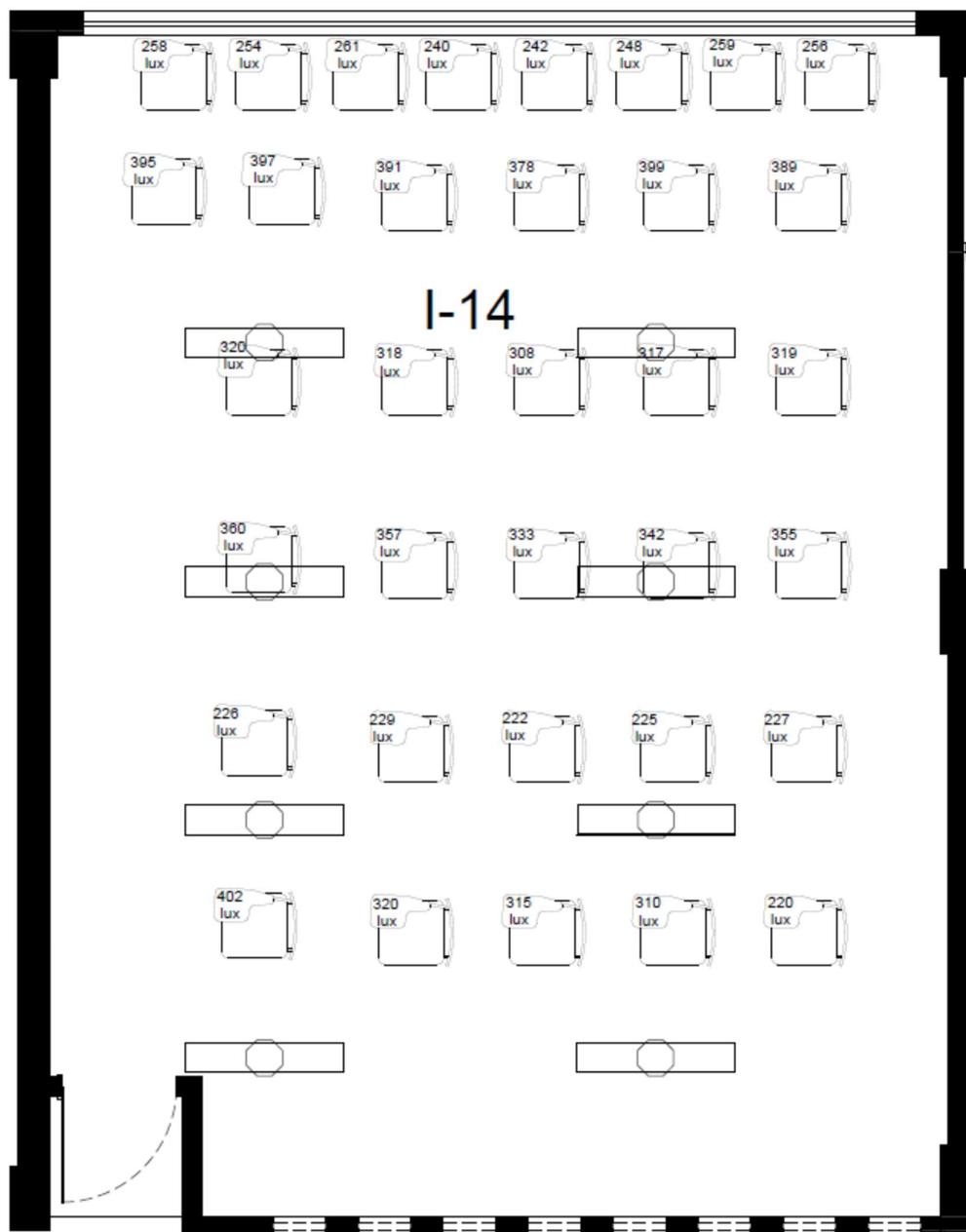
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 300.67 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 210.47 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 300.67 lux.

A Figura 60 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 60 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 210.47 lux. Na Figura 60, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

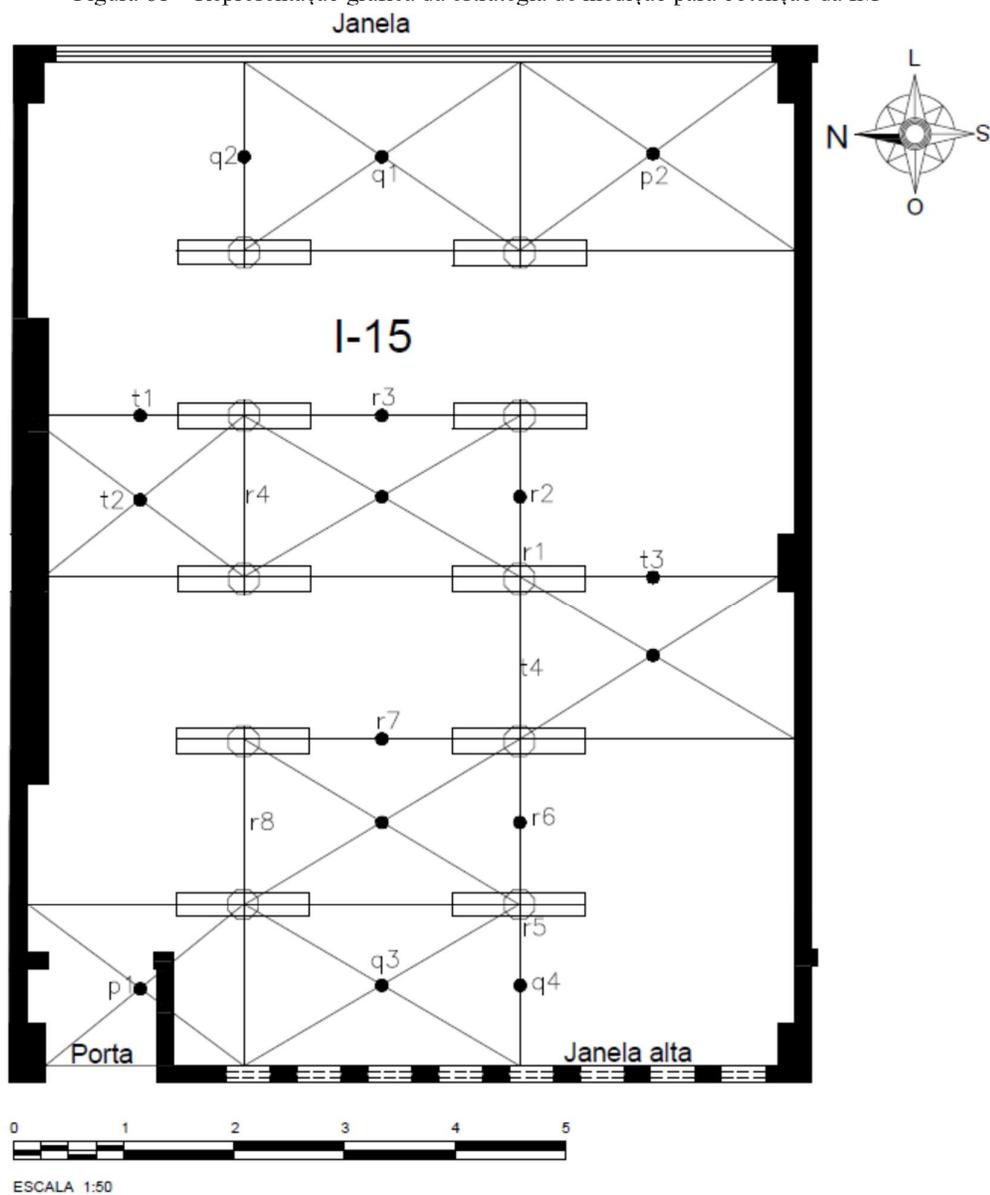
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

*- Sala de aula 15*

Na sala de aula I-15, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 61 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 61 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 18 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 61.

Tabela 18 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I- 15 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	127	<b>185</b>
p2	242	
t1	321	<b>301</b>
t2	318	
t3	308	

t4	255	
q1	271	<b>263</b>
q2	238	
q3	326	
q4	242	
r1	391	<b>373</b>
r2	383	
r3	385	
r4	371	
r5	366	
r6	359	
r7	349	
r8	380	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 18, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{373 (10 - 1) (2 - 1) + 263 (10 - 1) + 301 (2 - 1) + 185}{10.2} = 310.5$$

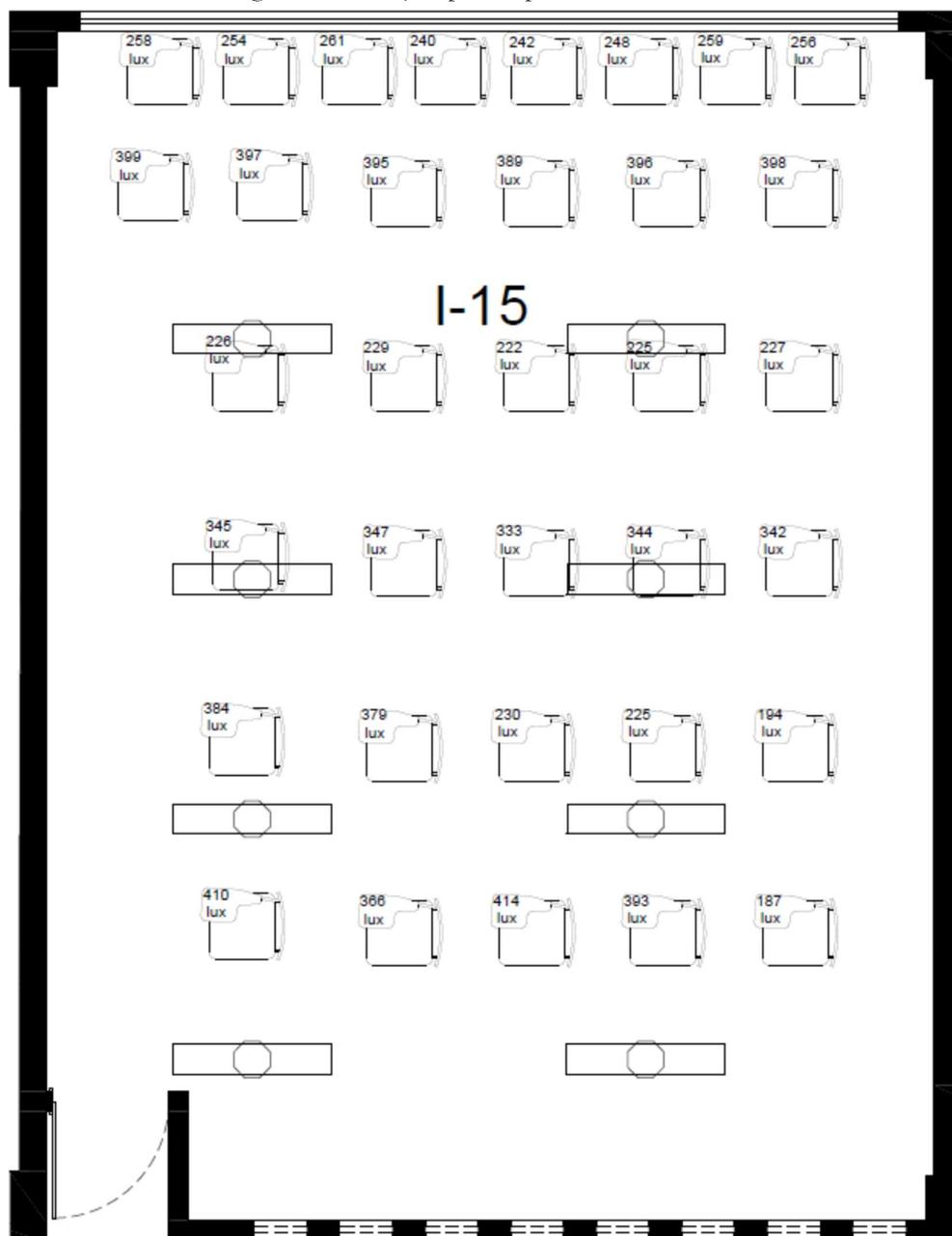
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 310.5 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 217.35 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 310.5 lux.

A Figura 62 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 62 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 217.35 lux. Na Figura 62, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

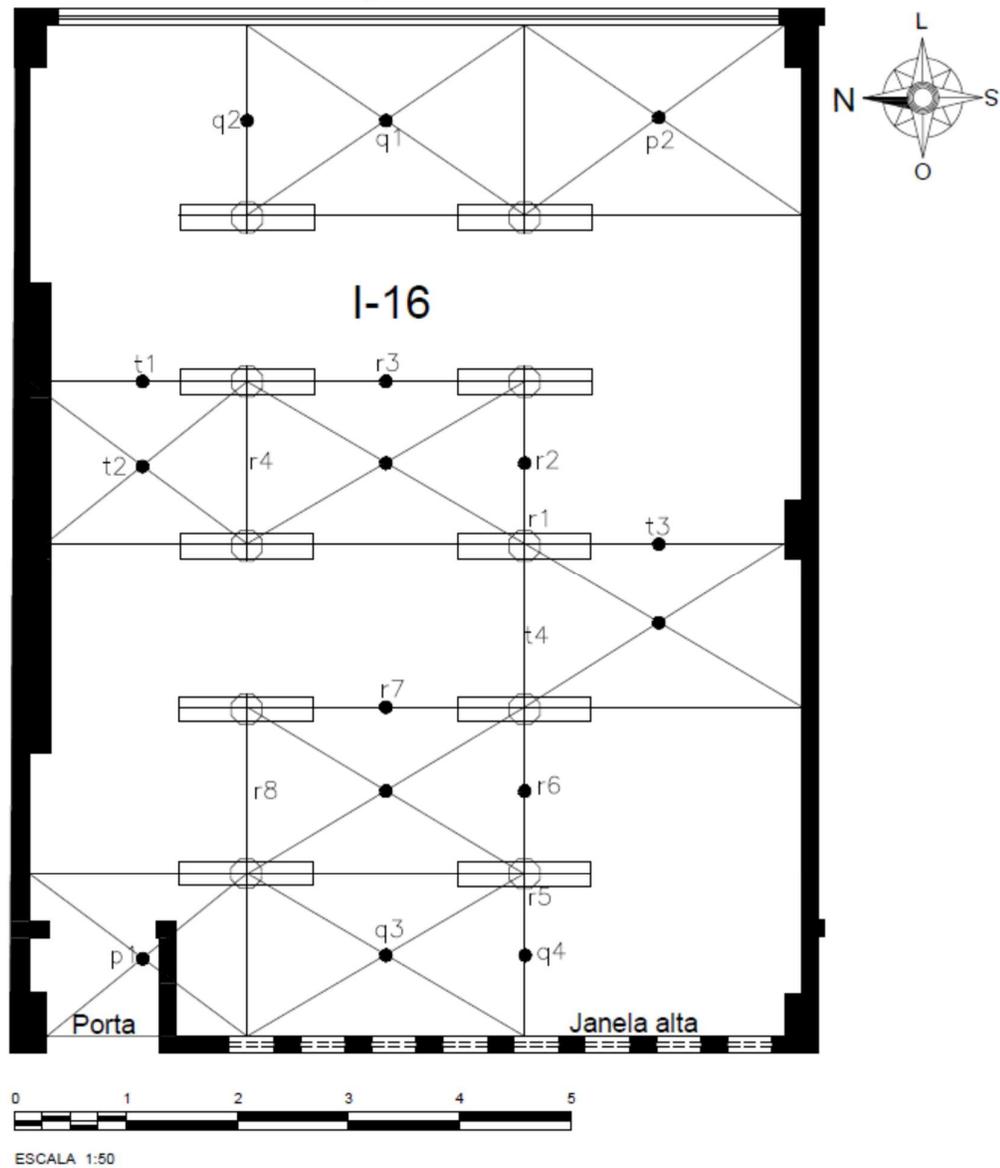
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

*- Sala de aula 16*

Na sala de aula I-16, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 63 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 63 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM  
Janela



Fonte: Autora.

A Tabela 19 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 63.

Tabela 19 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I- 16 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	293	<b>256</b>
p2	218	
t1	188	<b>205</b>
t2	201	
t3	232	

t4	198	
q1	170	<b>211</b>
q2	133	
q3	258	
q4	281	
r1	310	<b>258</b>
r2	305	
r3	230	
r4	215	
r5	297	
r6	248	
r7	235	
r8	220	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 19, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{258 (10 - 1) (2 - 1) + 211 (10 - 1) + 205 (2 - 1) + 256}{10.2} = 234.1$$

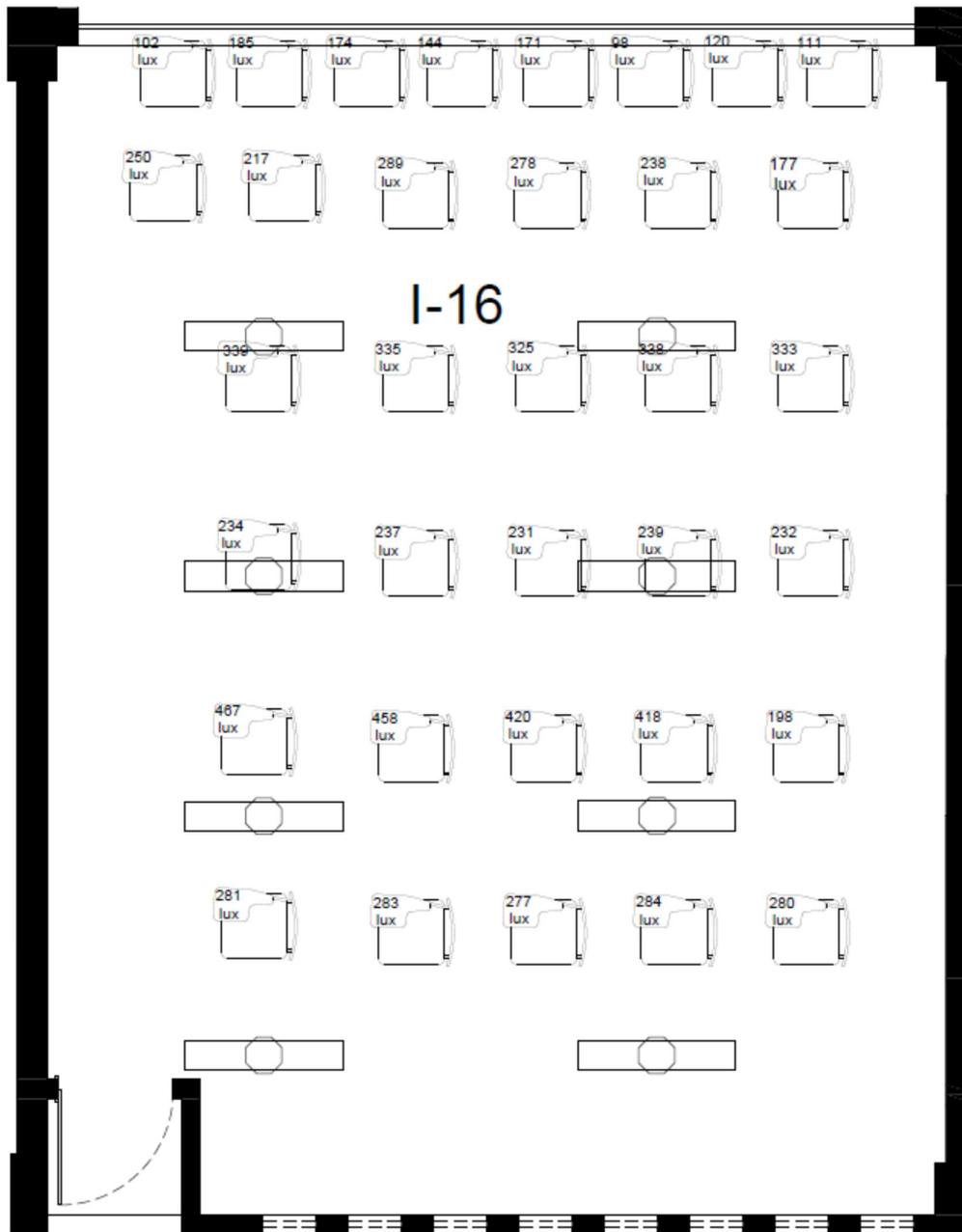
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 234.1 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 163.87 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 234.1 lux.

A Figura 64 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 64 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 234.1 lux. Na

Figura 64, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

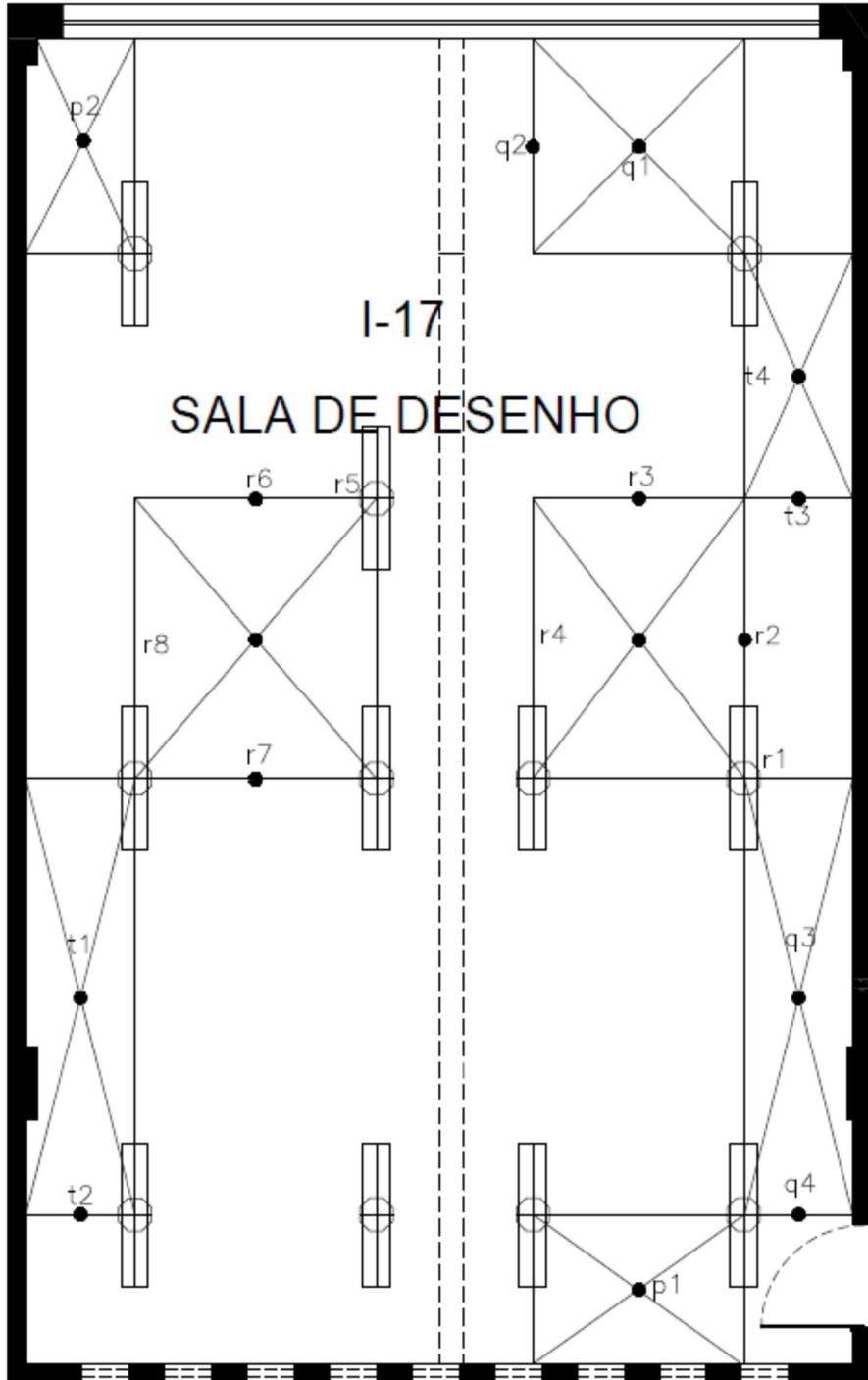
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

*- Sala de aula 17*

Na sala de aula I-17, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 65 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 65 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 20 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 65.

Tabela 20 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I- 17 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	110	<b>159</b>
p2	208	
t1	221	<b>292</b>
t2	310	
t3	315	
t4	320	
q1	352	<b>319.25</b>
q2	303	
q3	315	
q4	307	
r1	320	<b>318</b>
r2	398	
r3	311	
r4	255	
r5	390	
r6	359	
r7	252	
r8	259	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 20, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{318 (10 - 1) (2 - 1) + 319.25 (10 - 1) + 292 (2 - 1) + 159}{10.2} = 309.31$$

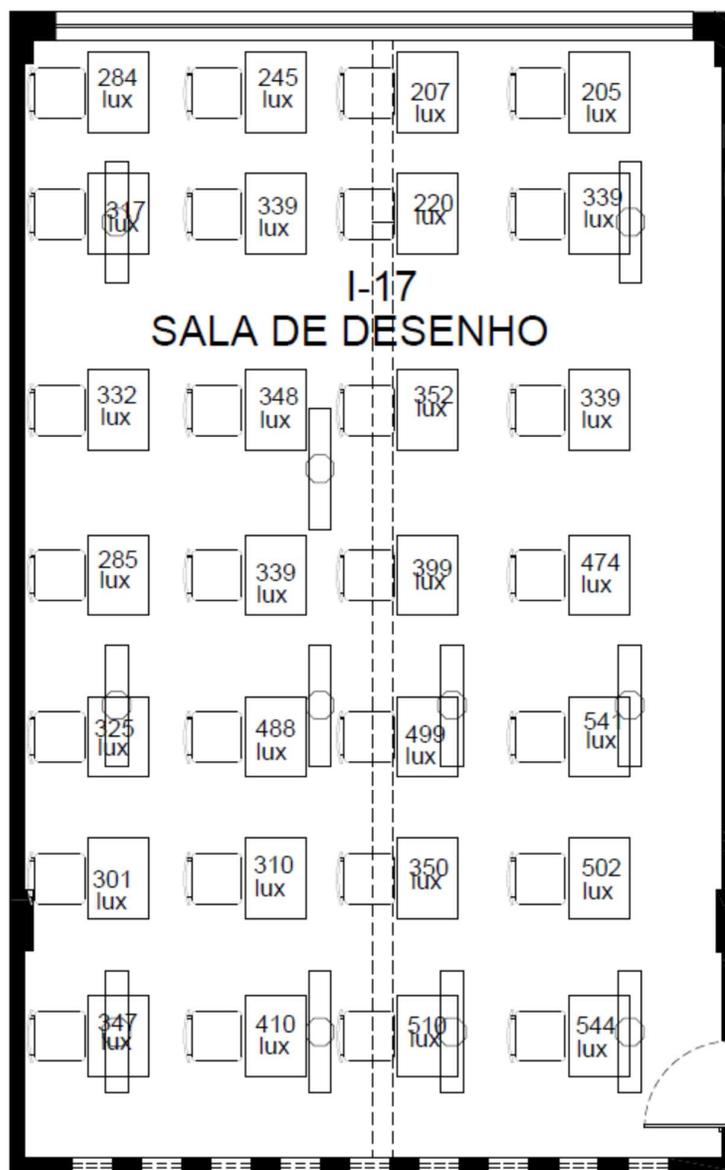
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 309.31 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 163.87 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 163.87 lux.

A Figura 66 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 66 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite





escur a)										
Janelas / Aberturas	Vidro	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Persiana									
	Película	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: Autora

Observa-se que as salas de aulas do 2º Pavimento, também encontram-se abaixo da permitido e recomendado pela norma. Logo, o conforto visual é comprometido, pois não está atingindo o mínimo recomendado.

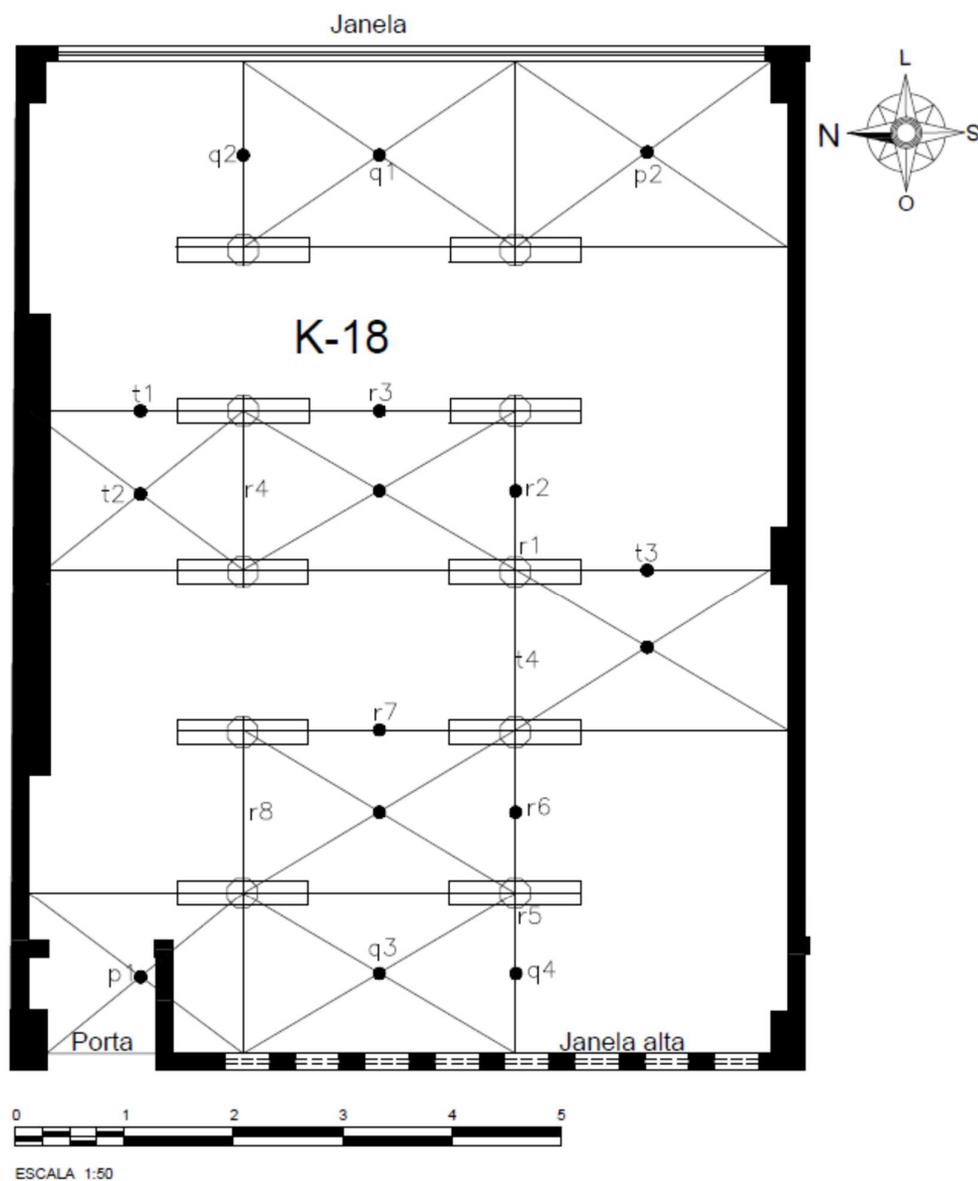
- **3º Pavimento**

- *Sala de aula 18*

Na sala de aula K-18, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 67 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 67 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 22 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 67.

Tabela 22 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K- 18 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	122	<b>165</b>
p2	207	
t1	298	<b>261</b>
t2	227	
t3	248	

t4	269	
q1	320	<b>308</b>
q2	315	
q3	307	
q4	288	
r1	410	<b>370.25</b>
r2	408	
r3	393	
r4	376	
r5	366	
r6	330	
r7	337	
r8	342	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 22, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{370.25 (10 - 1) (2 - 1) + 308 (10 - 1) + 261 (2 - 1) + 165}{10.2} = 326.51$$

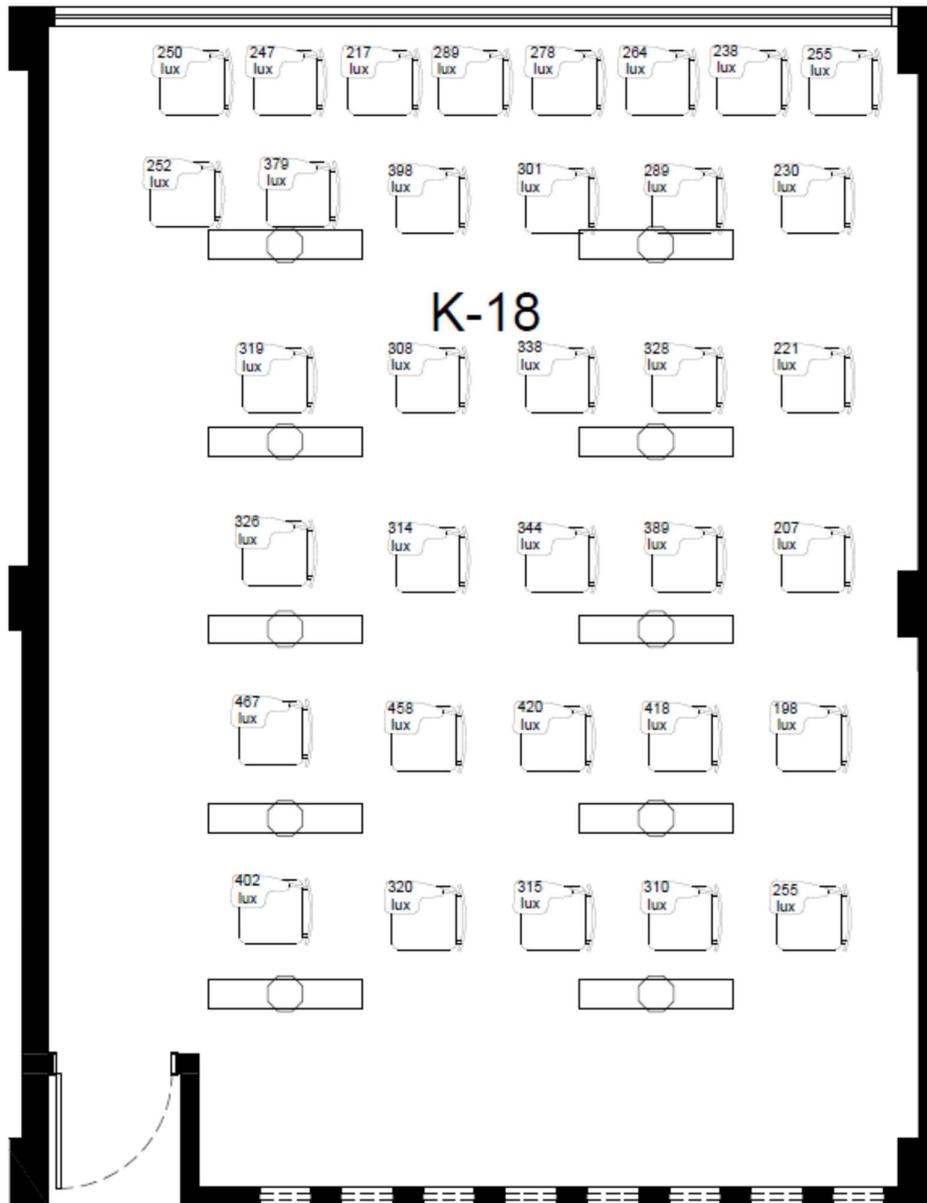
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 326.51 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 228.56 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 228.56 lux.

A Figura 69 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 68 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 228.56 lux. Na Figura 68, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

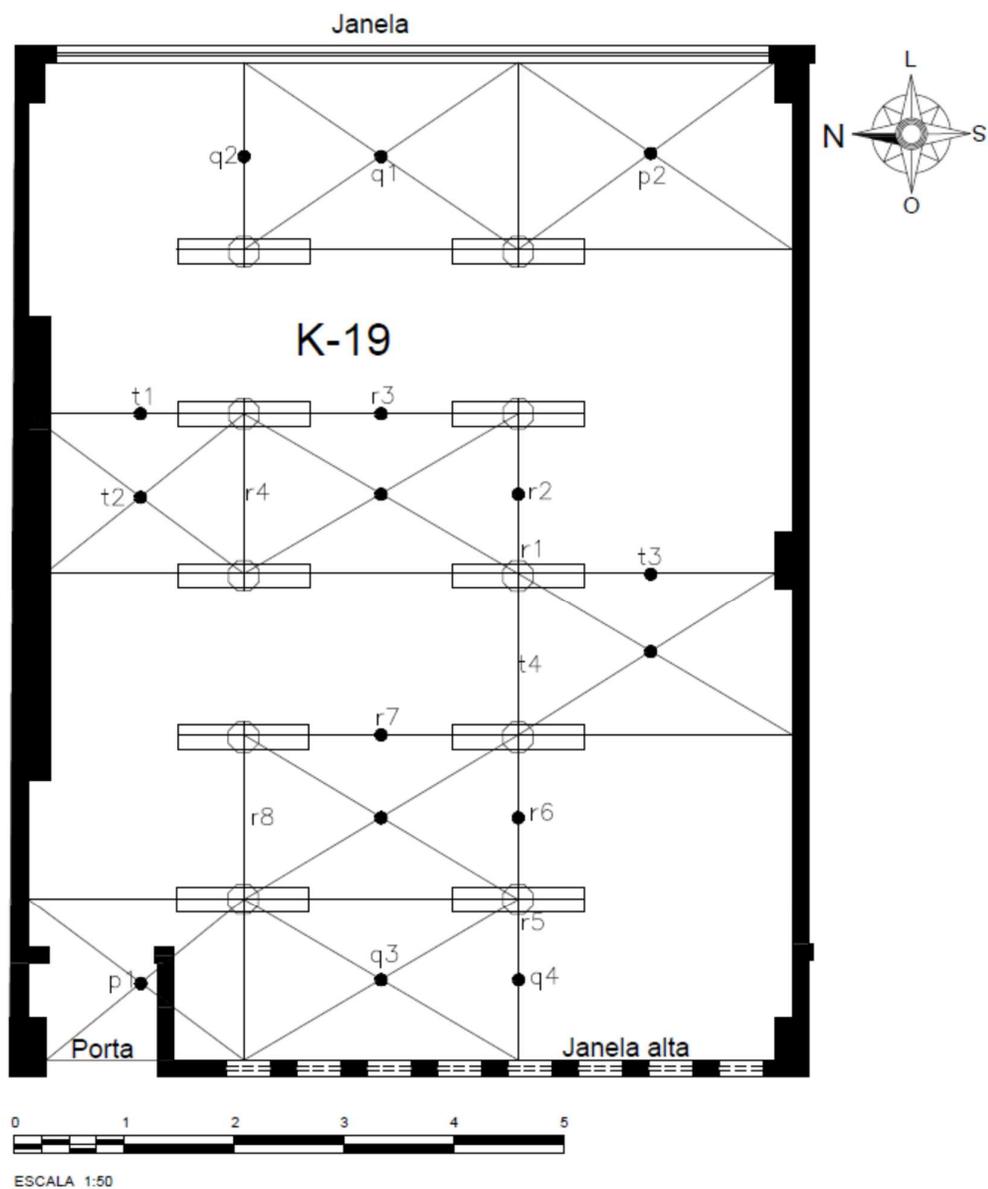
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispendo de um resultado insatisfatório.

*- Sala de aula 19*

Na sala de aula K-19, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 69 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 69 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 23 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 69.

Tabela 23 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K- 19 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	115	<b>193</b>
p2	270	
t1	299	<b>263</b>
t2	230	

t3	252	
t4	271	
q1	315	<b>316.75</b>
q2	303	
q3	301	
q4	348	
r1	417	<b>369</b>
r2	403	
r3	391	
r4	360	
r5	367	
r6	335	
r7	330	
r8	347	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 23, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{369 (10 - 1) (2 - 1) + 316.75 (10 - 1) + 263 (2 - 1) + 193}{10.2} = 331.39$$

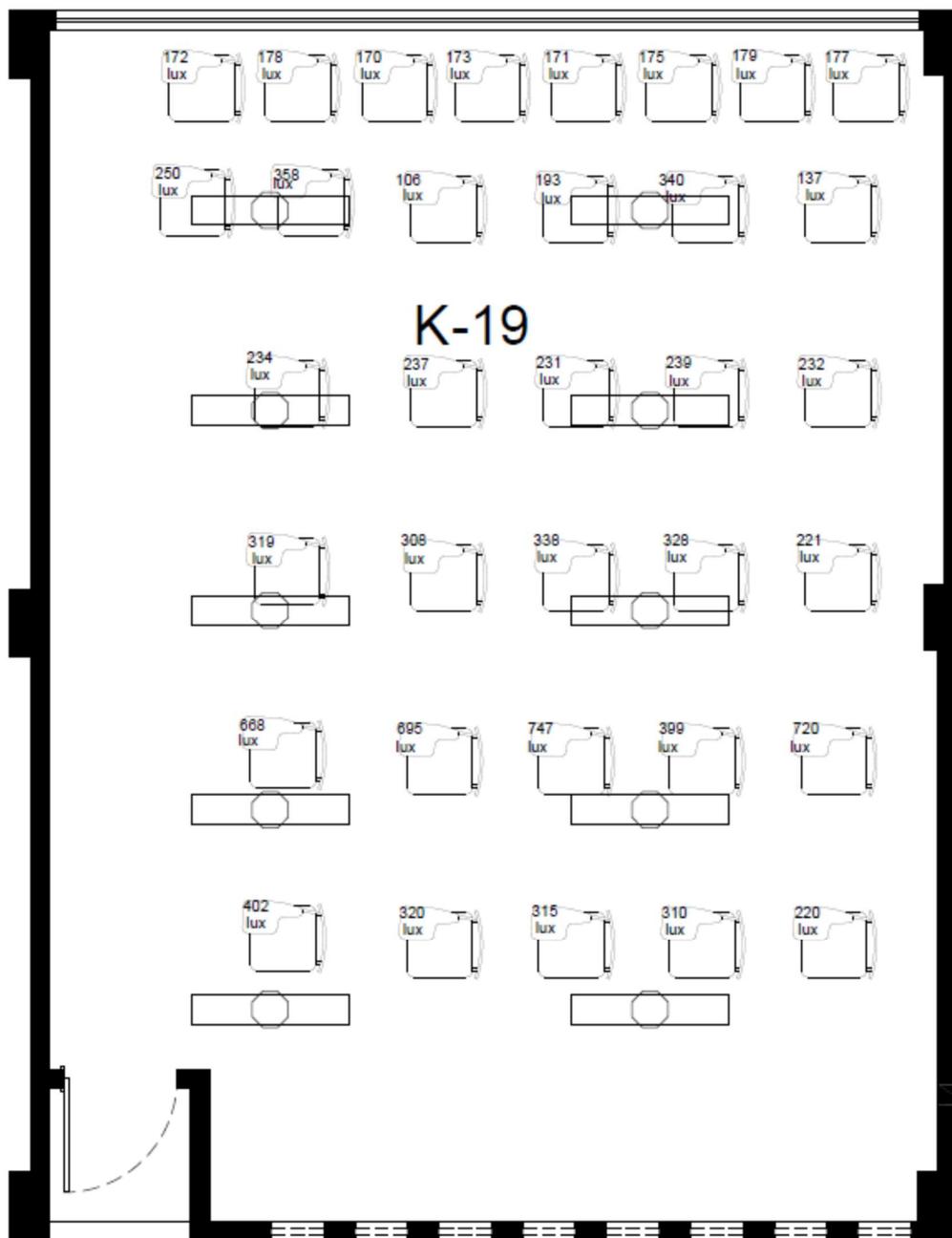
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 326.51 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 231.97 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 231.97 lux.

A Figura 70 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 70 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 231.97 lux. Na

Figura 70, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

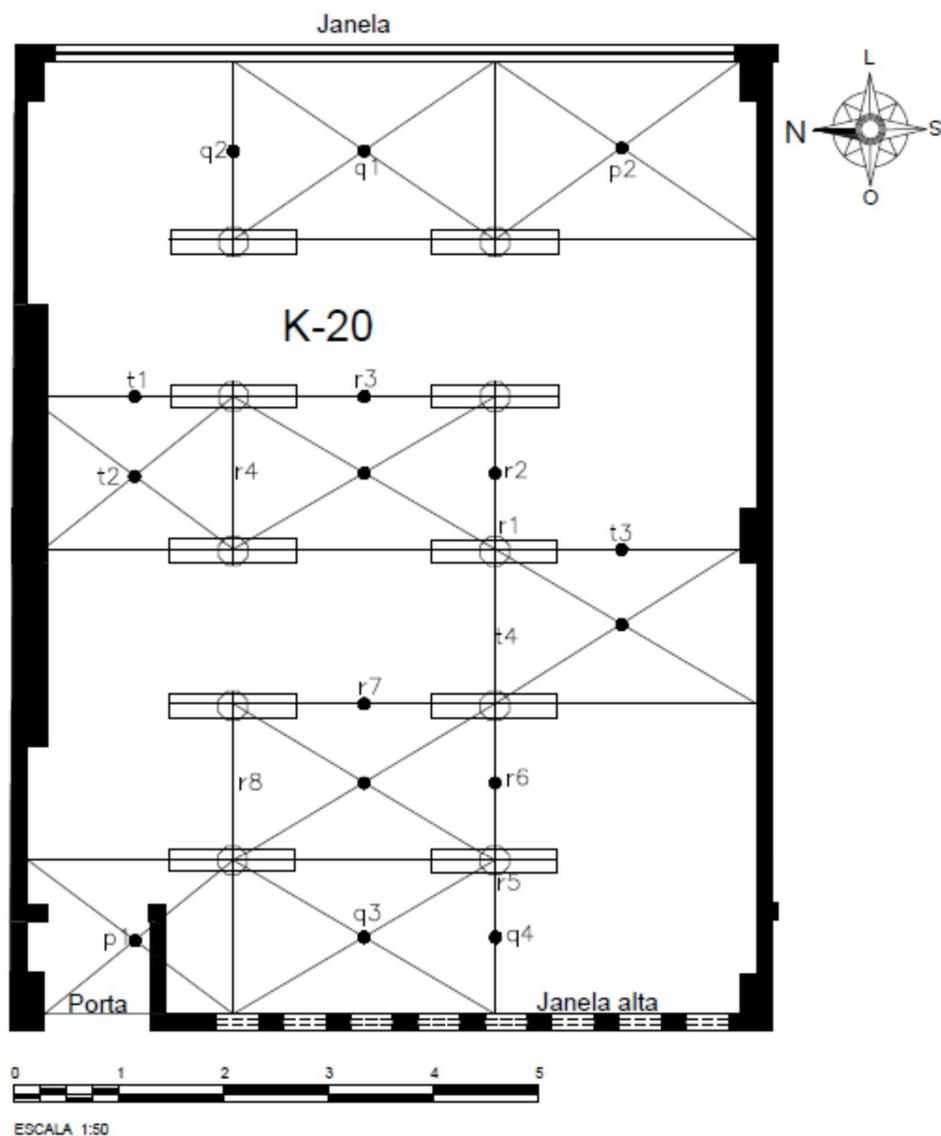
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

*- Sala de aula 20*

Na sala de aula K-20, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 71 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 71 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 24 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 71.

Tabela 24 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K-20 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	138	<b>168</b>
p2	197	
t1	240	<b>240</b>
t2	231	
t3	230	

t4	257	
q1	360	<b>335.25</b>
q2	352	
q3	327	
q4	302	
r1	412	<b>359</b>
r2	400	
r3	398	
r4	370	
r5	363	
r6	325	
r7	307	
r8	296	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 24, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{359 (10 - 1) (2 - 1) + 335.25 (10 - 1) + 240 (2 - 1) + 168}{10.2} = 332.81$$

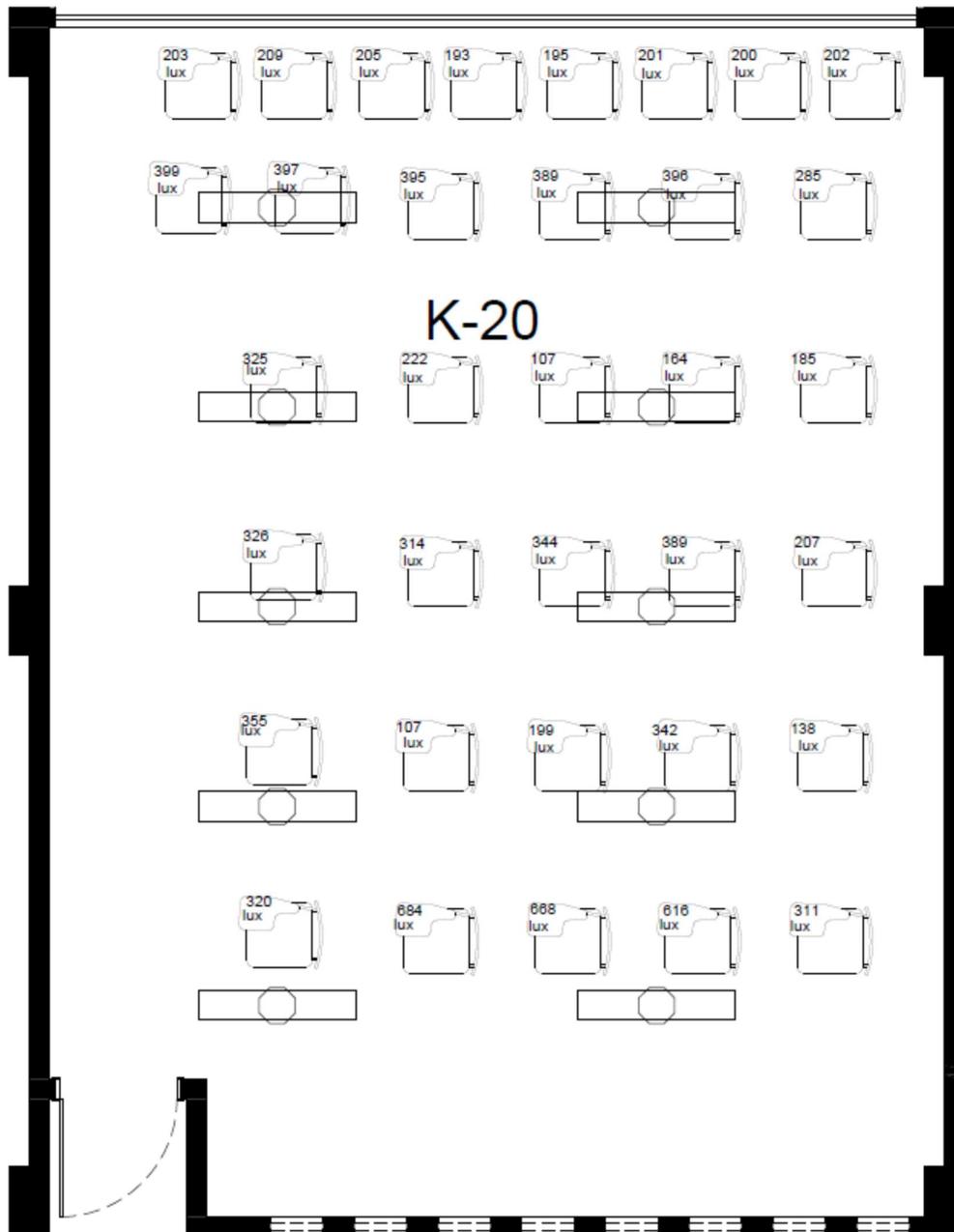
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 332.81 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 232.97 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 232.97 lux.

A Figura 72 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 72 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 232.97 lux. Na

Figura 72, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

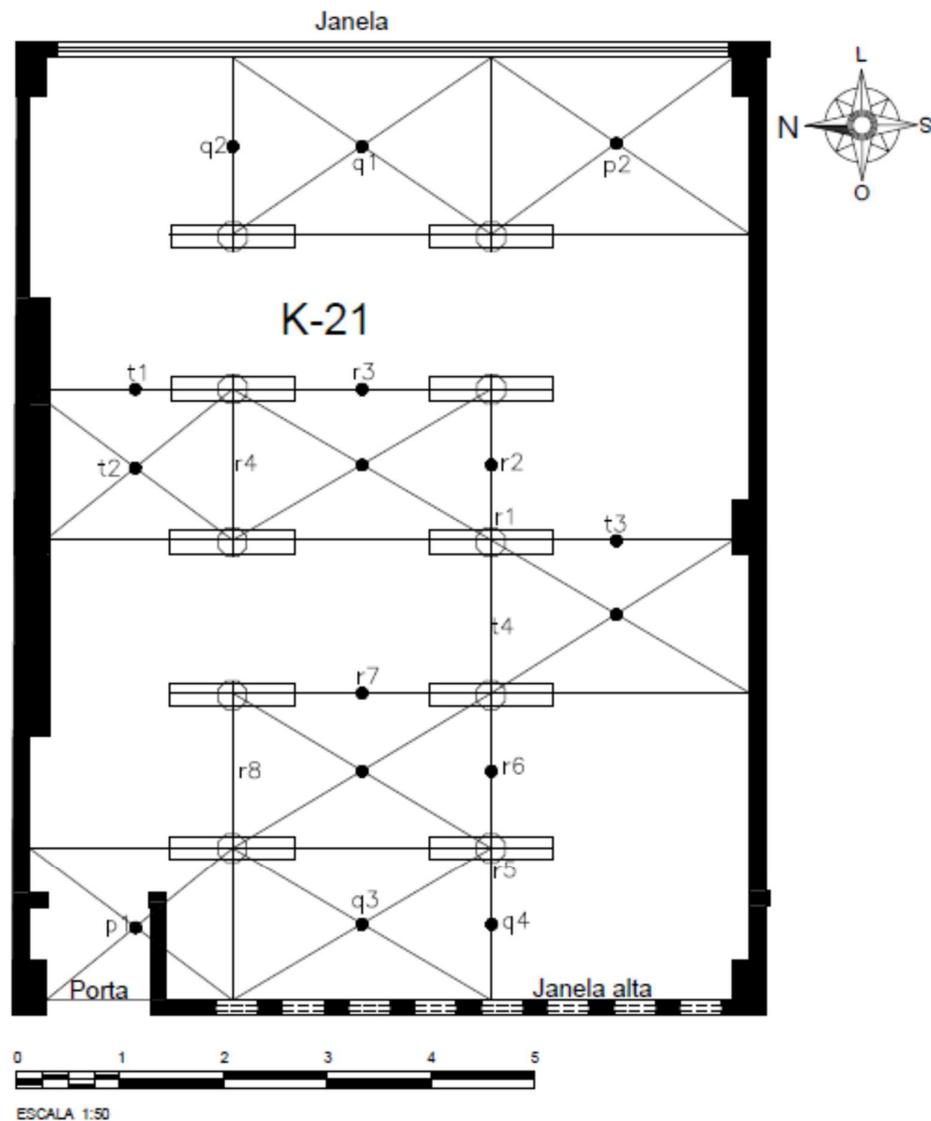
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

*- Sala de aula 21*

Na sala de aula K-21, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 73 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 73 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 25 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 73.

Tabela 25 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala K- 21 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	250	<b>226</b>
p2	201	
t1	274	<b>265.25</b>

t2	265	
t3	252	
t4	270	
q1	353	<b>332</b>
q2	342	
q3	325	
q4	306	
r1	400	<b>359</b>
r2	395	
r3	391	
r4	363	
r5	377	
r6	325	
r7	317	
r8	302	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 25, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{359 (10 - 1) (2 - 1) + 332 (10 - 1) + 265.25 (2 - 1) + 226}{10.2} = 335.52$$

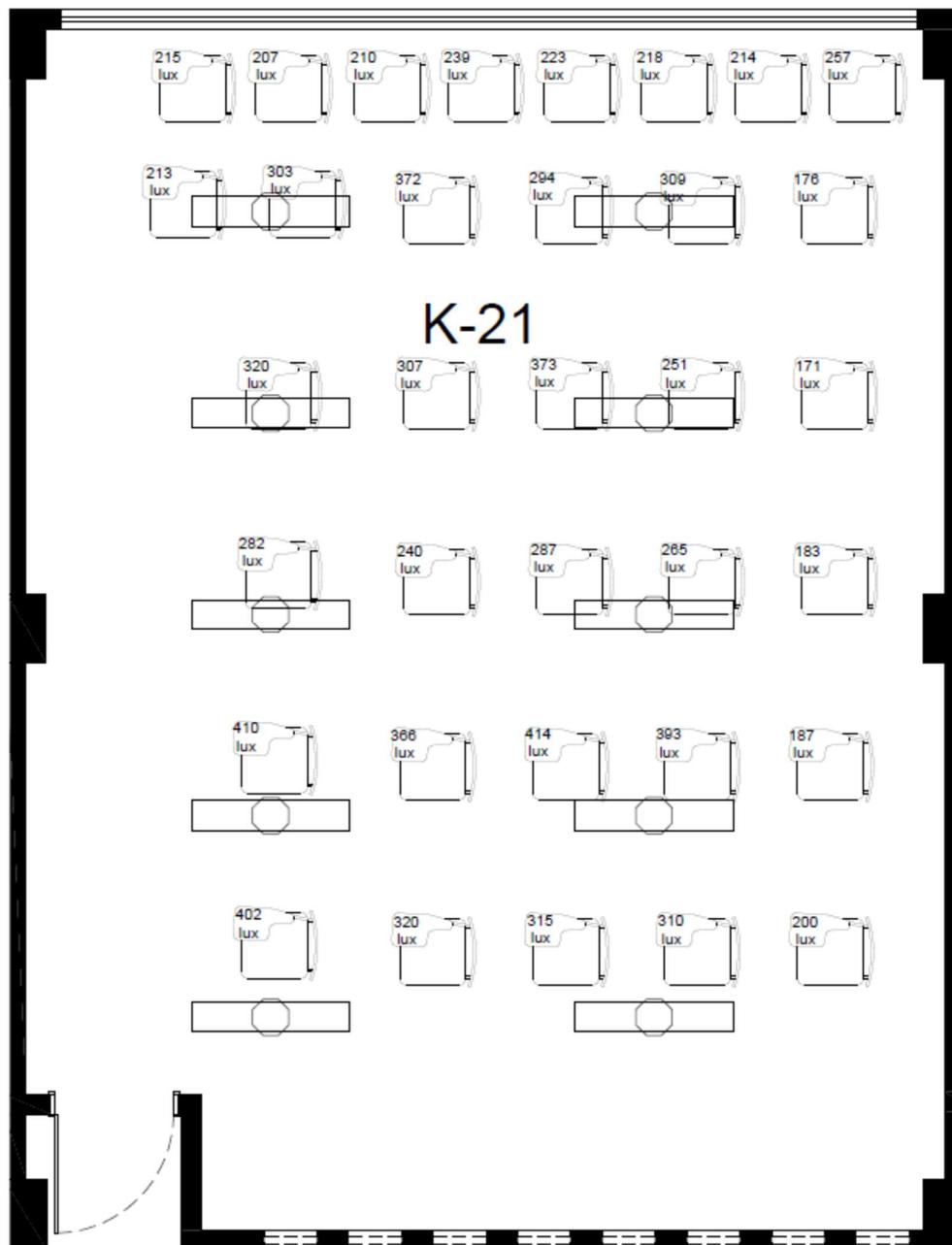
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 335.52 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 234.86 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 234.86 lux.

A Figura 74 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 74 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 234.86 lux. Na Figura 74, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

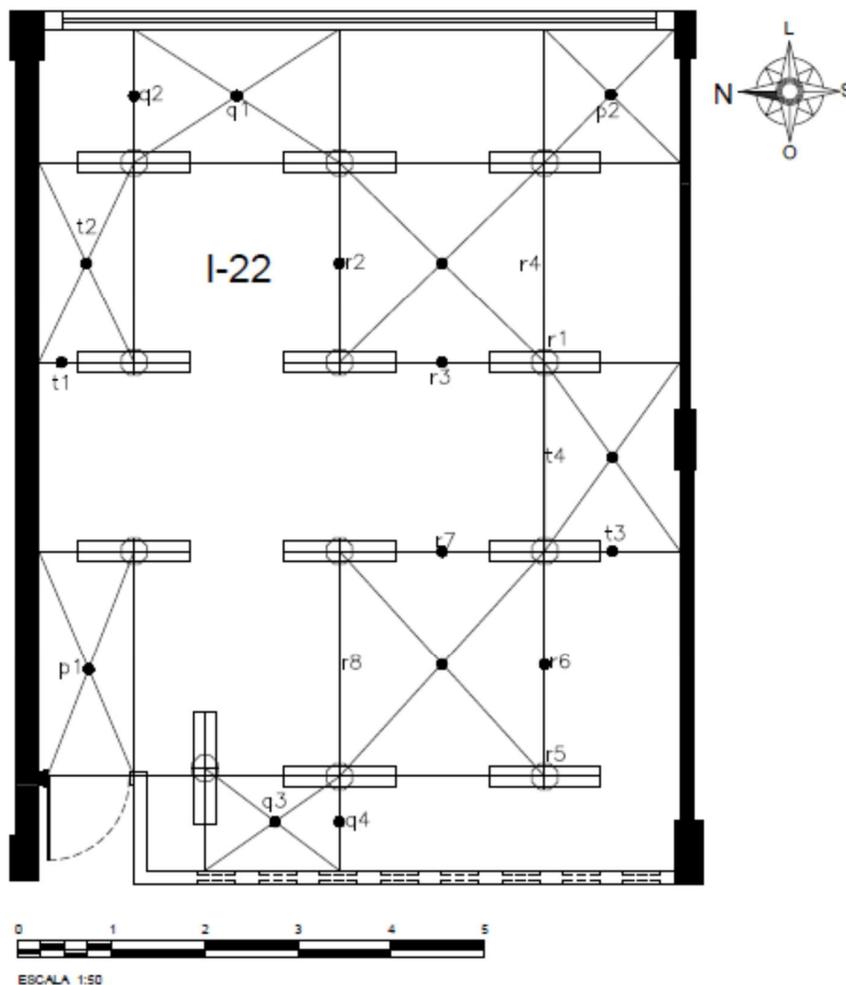
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

*- Sala de aula 22*

Na sala de aula I-22, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 75 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 75 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 26 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 75.

Tabela 26 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I- 22 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	225	<b>210</b>
p2	195	
t1	267	<b>255.5</b>
t2	256	
t3	242	
t4	257	
q1	351	<b>325.25</b>

q2	337	
q3	316	
q4	297	
r1	392	<b>370</b>
r2	390	
r3	386	
r4	380	
r5	374	
r6	332	
r7	308	
r8	395	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 26, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{370 (10 - 1) (2 - 1) + 325.25 (10 - 1) + 255.5 (2 - 1) + 210}{10.2} = 336.14$$

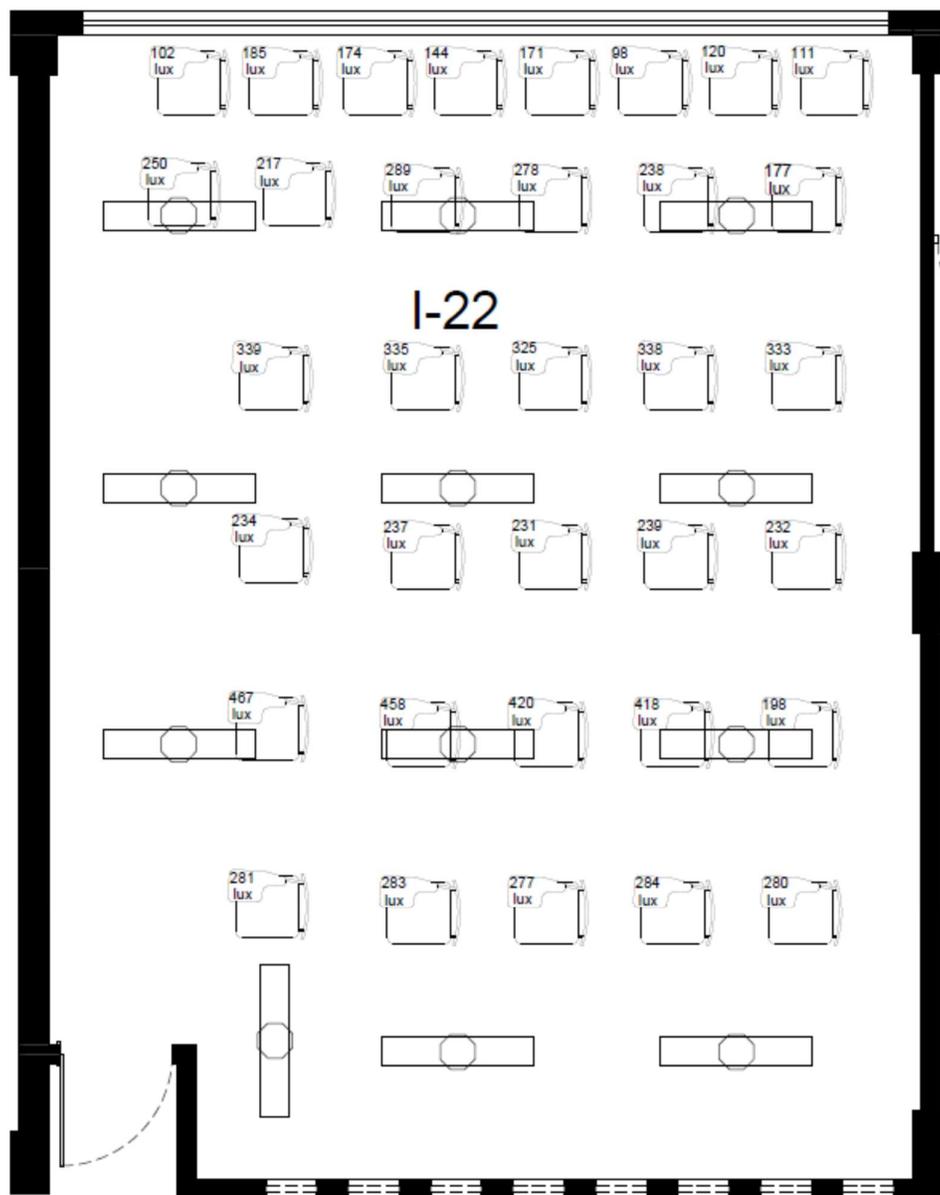
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 336.14 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 235.30 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 235.30 lux.

A Figura 76 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 76 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 235.30 lux. Na Figura 76, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

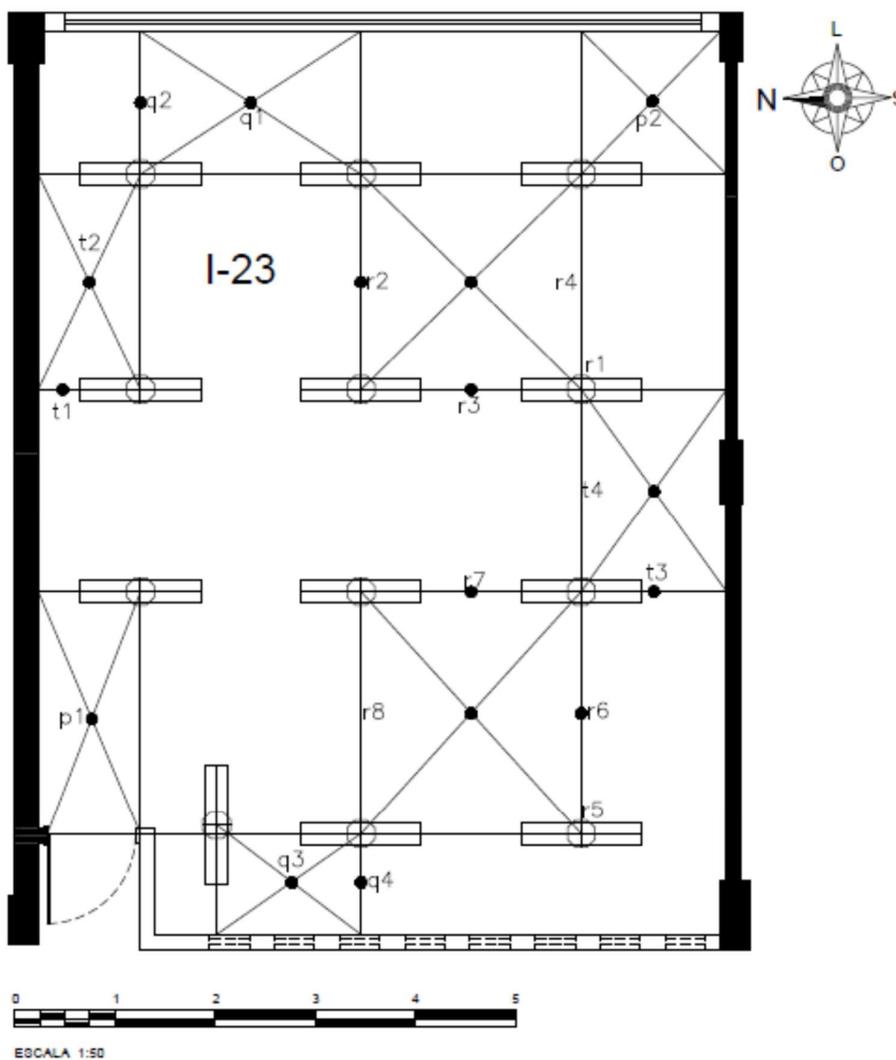
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

*- Sala de aula 23*

Na sala de aula I-23, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 77 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 77 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 27 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 77.

Tabela 27 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I-23 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	238	<b>209</b>
p2	179	
t1	271	<b>271.25</b>
t2	238	
t3	266	

t4	310	
q1	251	<b>348</b>
q2	248	
q3	315	
q4	308	
r1	415	<b>364</b>
r2	397	
r3	389	
r4	376	
r5	371	
r6	327	
r7	312	
r8	321	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 27, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{364 (10 - 1) (2 - 1) + 348 (10 - 1) + 271.25 (2 - 1) + 209}{10.2} = 344.41$$

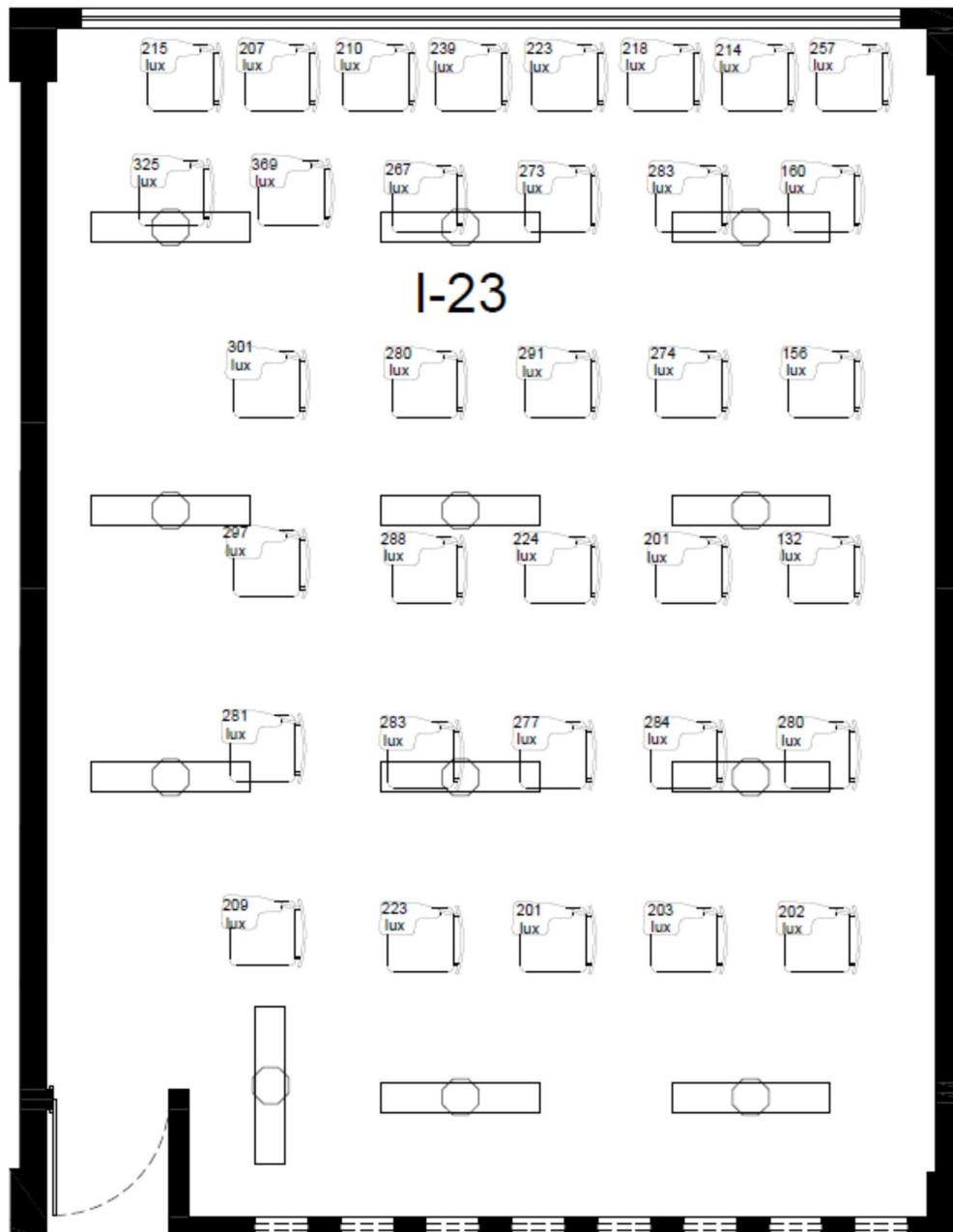
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 344.41 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 241.09 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 241.09 lux.

A Figura 79 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 78 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 241.09 lux. Na Figura 78, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

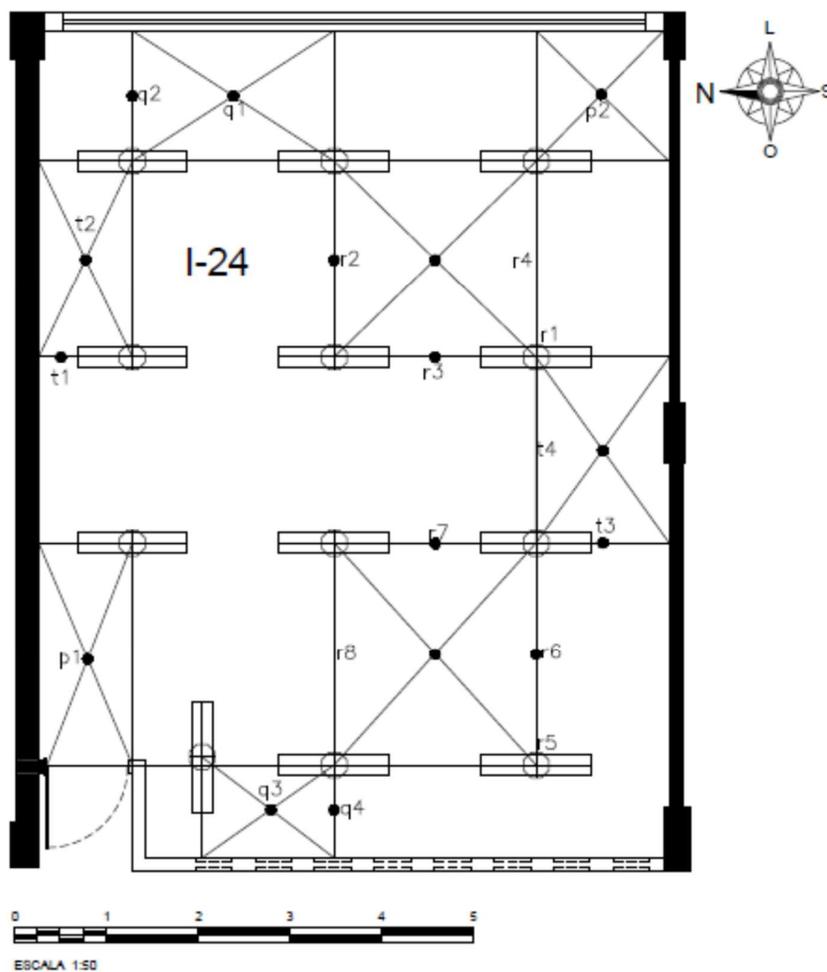
Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

*- Sala de aula 24*

Na sala de aula I-24, é perceptível que há carteiras dos discentes, janelas baixas, birô do docente, quadro branco, luminárias e janelas altas. Percebe-se que há uma incidência de luz natural nas duas laterais da sala de aula, no entanto a lateral com as janelas com películas está sendo mantidas fechadas. As salas possuem as mesmas dimensões e configurações, e mantendo o mesmo padrão, vale ressaltar que medição foi realizada no período da noite.

Levando em consideração o modelo proposto na NHO 11 para determinação da iluminância média, o ambiente da sala de aula foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas fileiras. A Figura 79 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 79 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 28 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 79.

Tabela 28 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais da sala I- 24 (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	144	<b>177</b>
p2	210	
t1	310	<b>269.5</b>
t2	250	
t3	262	
t4	256	
q1	288	<b>274.5</b>

q2	297	
q3	281	
q4	233	
r1	428	<b>396.88</b>
r2	365	
r3	366	
r4	372	
r5	430	
r6	361	
r7	378	
r8	375	

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 28, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

$$IM = \frac{396.88 (10 - 1) (2 - 1) + 274.5 (10 - 1) + 269.5 (2 - 1) + 177}{10.2} = 324.45$$

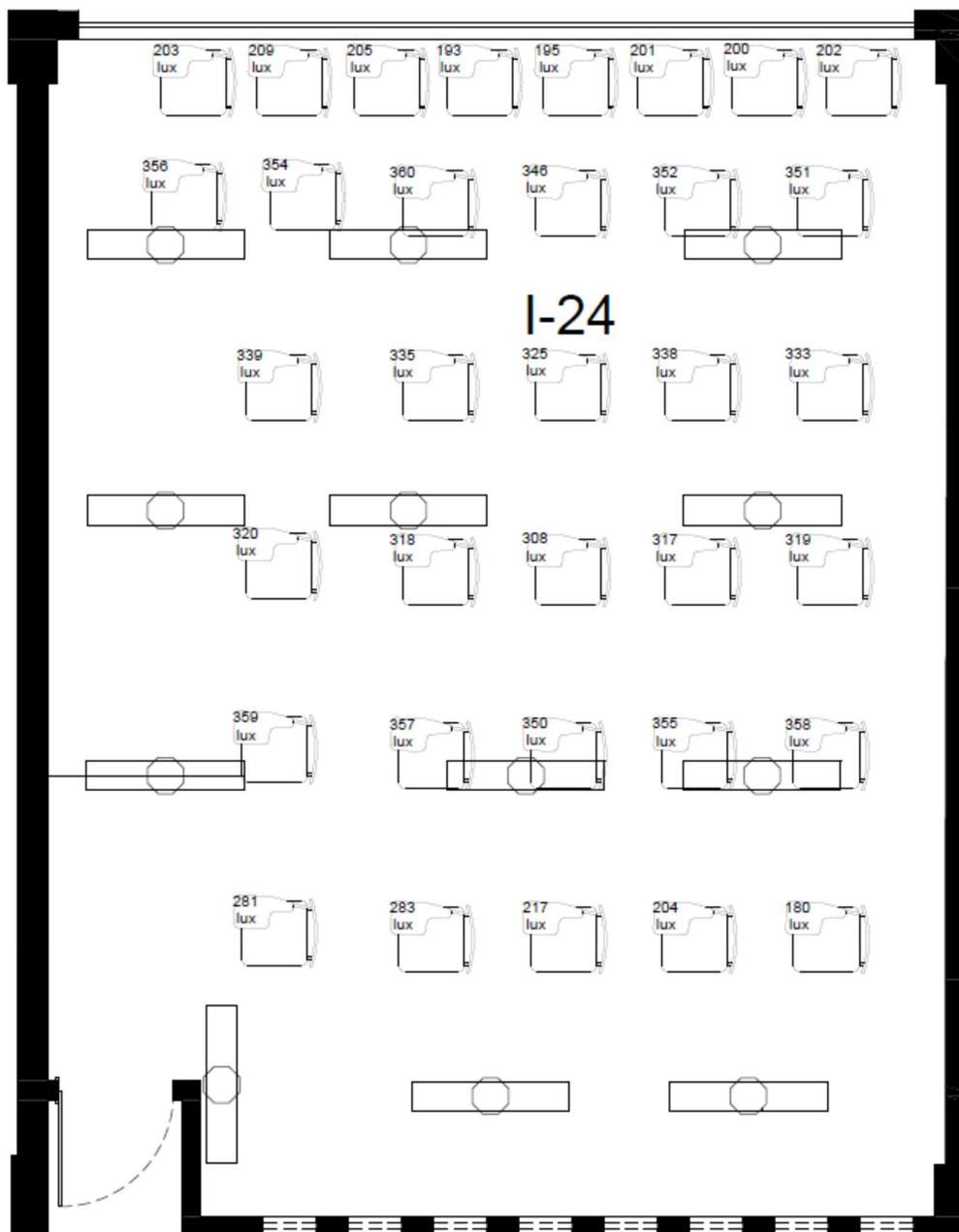
Considerando a média encontrada, a NHO 11 indica que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da média, de forma a buscar um ambiente uniforme e evitar contrastes. Dessa forma, considerando que a iluminância média foi de 324.45 lux, sabe-se que:

$$70\% \text{ da IM} = 227.12 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas por medições ponto a ponto, não podem ser inferiores a 227.12 lux.

A Figura 80 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 34 pontos diferentes, todos em frente ao quadro branco. É importante ressaltar que as medições foram feitas em cenários típicos e de pior caso.

Figura 80 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não devem ser inferiores a 70% da IM, equivalente a 227.12 lux. Na Figura 80, verificam-se valores inferiores a IM, contribuindo para uma iluminação com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

Outro critério de observação especificado na NHO 11 é que a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1 dispondo de um resultado insatisfatório.

Na Tabela 29, apresenta um resumo de todos os dados das salas de aula do 3º Pav.

Tabela 29 – Dados gerais das salas de aula 18 a 24 – 3º Pav.

Contexto		Tipo de ambiente						
		Instituição de ensino superior						
		Salas de aula - Unidade POLI - UPE						
Uso da sala		Sala 18	Sala 19	Sala 20	Sala 21	Sala 22	Sala 23	Sala 24
Iluminância do ambiente		326,5 1	331,3 9	332,8 1	335,5 2	336,1 4	344,4 1	324,4 5
Iluminância da área da tarefa		228,5 6	231,9 7	232,9 7	234,8 6	235,3	241,0 9	221,1 2
Iluminância (segundo a NHO 11)	Acima da norma	–	–	–	–	–	–	–
	Conforme a norma	–	–	–	–	–	–	–
	Abaixo da norma	X	X	X	X	X	X	X
Tipo de Lâmpada		Fluor escent e TBS0 50						
Luminárias	Capacidade de lâmpada por luminária	2	2	2	2	2	2	2

	Quantidade de luminária	10	10	10	10	10	10	10
Quantidade de lâmpadas		20	20	20	20	20	20	20
Refletância da superfície (branca, clara, média e escura)	Parede	Branc a						
	Piso	Média						
	Teto	Branc a						
	Quadro	Branc a						
Janelas / Aberturas	Vidro	X	X	X	X	X	X	X
	Persiana							
	Película	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: Autora

Na Tabela 29, nota-se que os valores médios calculados não estão conforme recomendados pela norma, estando abaixo dos 500 lux, e abaixo da tolerância dos 10% permitido pela norma. Logo, as salas de aulas 18 a 24, encontram-se com deficiência na iluminância, proporcionando o desconforto visual para os discentes e docentes.

### 5.1.2 Escola Politécnica de Pernambuco – Bloco Antigo A

#### - Foyer / Auditório

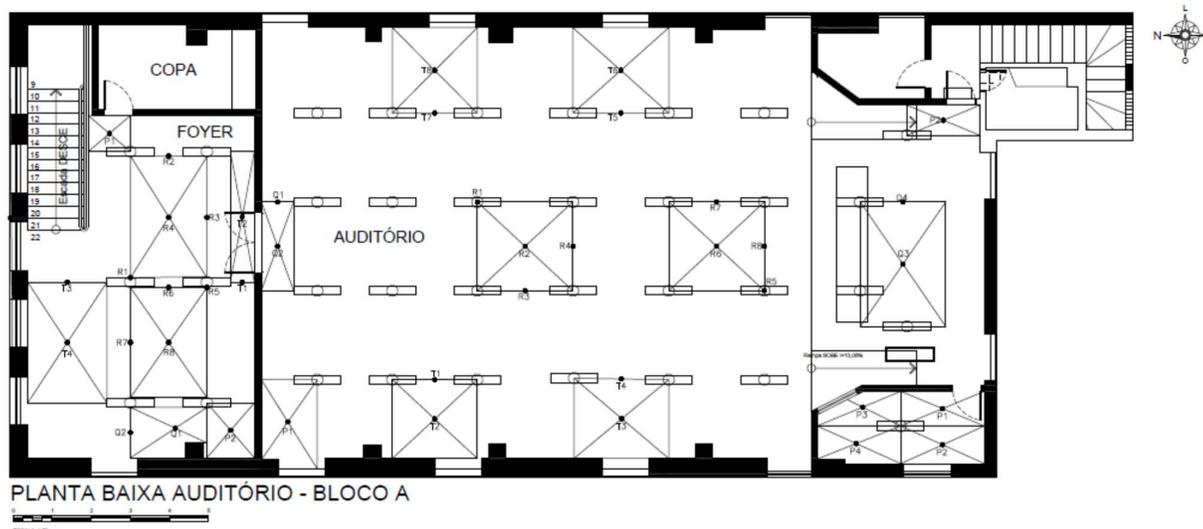
O Foyer do bloco A, fica no primeiro pavimento do bloco A, sendo considerado utilizado muitas vezes como sala espera e coffee break. Mesmo não havendo uma grande permanência de alunos e professores neste ambiente, foi necessário avalia-lo, pois ele faz parte do auditório. Assim como o Foyer, o auditório também foram avaliados metricamente, pois nele se encontra grandes eventos da instituição, premiações, colação de grau, oficinas, palestras, entre outros.

Nestes ambientes, é encontrado janelas com cortinas persianas fechadas e que sempre as mantém fechadas, algumas delas precisam de troca e/ ou manutenção. A medição ocorreu no

período da noite, sendo considerado a pior situação, que para a realização das medições é favorável.

Para determinação da iluminância média, o ambiente foi analisado e caracterizado como uma área retangular iluminada por fontes de luz retangulares com padrão regular e distribuídas simetricamente em duas ou mais fileiras. A Figura 81 mostra a estratégia de medição de iluminância média implementada em uma sala de aula.

Figura 81 – Representação gráfica da estratégia de medição para obtenção da IM



Fonte: Autora.

A Tabela 30 apresenta os resultados obtidos nos pontos indicados na Figura 81.

Tabela 30 – Resultados das medições dos pontos e médias parciais do Foyer / Auditório (POLI)

Ponto	Resultado (Lux)	Média	Ponto	Resultado (Lux)	Média Aritmética
p1	221	<b>219,5</b>	p1	228	<b>283</b>
p2	217,3		p2	338	
t1	337	<b>281,75</b>	t1	479	<b>422,25</b>
t2	249		t2	265	
t3	286		t3	464	
t4	255		t4	481	
q1	302	<b>314,75</b>	q1	493	<b>401,75</b>
q2	463		q2	398	
q3	255		q3	290	
q4	239		q4	426	
r1	485	<b>405,05</b>	r1	547	<b>503,88</b>
r2	310,2		r2	438	

r3	366	r3	541
r4	376,2	r4	410
r5	398	r5	554
r6	464	r6	455
r7	414	r7	567
r8	427	r8	492

Fonte: Autora.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 30, foi calculada a média dos níveis de iluminância de todos os pontos medidos, dada por:

Média da Iluminância Foyer:

$$IM = \frac{405.05 (10 - 1) (2 - 1) + 314.75 (10 - 1) + 281.75 (2 - 1) + 219.5}{10.2} = 348.95$$

Média da Iluminância Auditório:

$$IM = \frac{503.88 (10 - 1) (2 - 1) + 401.75 (10 - 1) + 422.25 (2 - 1) + 283}{10.2} = 442.80$$

Sabe-se que a partir da média encontrada, deve-se calcular os 70% em cima da média, logo as medidas avaliadas ponto a ponto nas áreas de tarefa não podem chegarem a serem inferiores à média calculada. A iluminância média do Foyer foi de 348.95 lux, e a iluminância do Auditório foi de 442.80, logo:

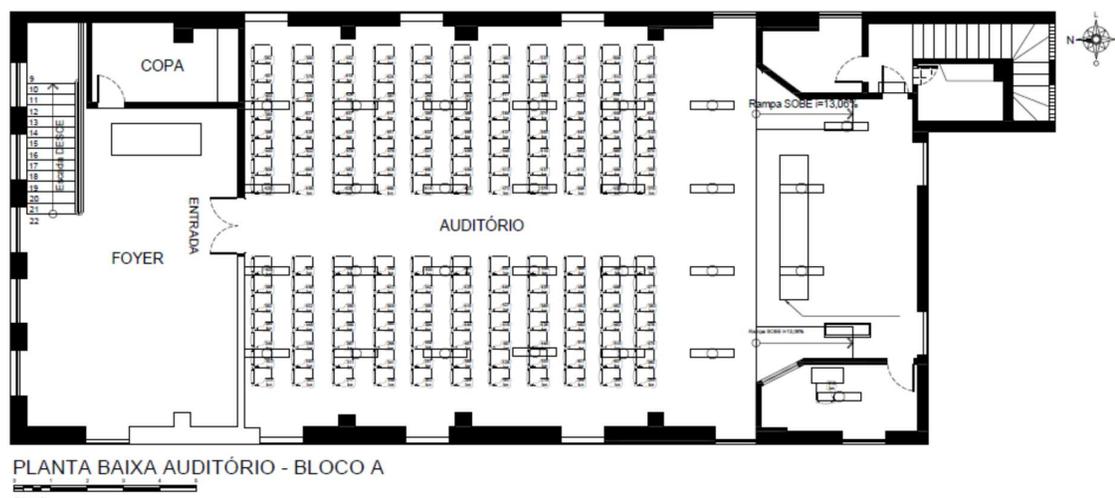
$$70\% \text{ da IM do Foyer} = 244.27 \text{ lux}$$

$$70\% \text{ da IM do Auditório} = 309.96 \text{ lux}$$

Ou seja, os valores da iluminância nas áreas de tarefa, obtidas pelas medições ponto a ponto, no Foyer e no Auditório não podem ser inferiores tanto a 244.27 para o Foyer e 309.96 lux para Auditório.

A Figura 82 apresenta as medições ponto a ponto realizada na área de tarefas usando o equipamento luxímetro o medidor de luz nas áreas da tarefa (áreas de trabalho) onde os usuários normalmente usam cadernos e notebooks. Foram avaliados 165 pontos distintos.

Figura 82 – Medições ponto a ponto das áreas de tarefa



Fonte: Autora.

Com base no Quadro 1 da NHO 11, para a atividade e o ambiente considerados como é dentro de uma instituição de ensino e acontece oficinas e demais eventos, o valor recomendado é de 500 lux, dentro do ambiente educacional e o índice de reprodução de cor é 80. No entanto, a norma permite uma tolerância de até 10% abaixo desse valor. Além disso, os valores das áreas da tarefa medidos ponto a ponto não deve ser inferiores a 70% da IM, equivalente a Foyer 244.27 lux e Auditório 309.96 lux. Na Figura 82, apresenta os valores, sendo 190 lux o menor valor, ou seja, os ambientes encontram-se com uniformidade deficiente e áreas com sombras.

Outro critério de observação e adotado pela norma, é a proporção do valor mais alto medido na área de tarefa para a iluminância média do ambiente (IM) não deve exceder a proporção de 5:1, logo fazendo esse cálculo da proporção, o resultado é insatisfatório, confirmando a deficiência de iluminância nos ambientes e nas áreas da tarefa.

Na Tabela 31, apresenta um resumo de todos os dados do Bloco A no 1º Pav.

Tabela 31 – Dados gerais do Foyer e Auditório do Bloco A – 1º Pav.

Contexto		Tipo de ambiente	
		Instituição de ensino superior	
		Bloco A - Foyer / Auditório - Unidade POLI - UPE	
Uso da sala		Foyer	Auditório
Iluminância do ambiente		348,95	442,8
Iluminância da área da tarefa		244,27	309,96
Iluminância (segundo a NHO 11)	Acima da norma	–	–
	Conforme a norma	–	–
	Abaixo da norma	X	X
Tipo de Lâmpada		Fluorescente TBS050	Fluorescente TBS050
Luminárias	Capacidade de lâmpada por luminária	2	2
	Quantidade de luminária	6	29
Quantidade de lâmpadas		12	58
Refletância da superfície (branca, clara, média e escura)	Parede	Branca	Branca
	Piso	Média	Média
	Teto	Branca	Branca
	Quadro	Branca	Branca
Janelas / Aberturas	Vidro	X	X
	Persiana	X	X
	Película	X	X

Fonte: Autora

Na Tabela 31 do Bloco A, nota-se que as médias da iluminância e áreas da tarefa também estão com deficiência, iguais as salas de aula do bloco IK. Como o sistema de iluminação destes blocos estão padrão, obtendo os mesmos tipos de lâmpadas e luminárias, todos encontram-se com deficiência na iluminância, em função disso, os alunos obtêm do desconforto visual.

## 5.2 Simulação *Software Relux*

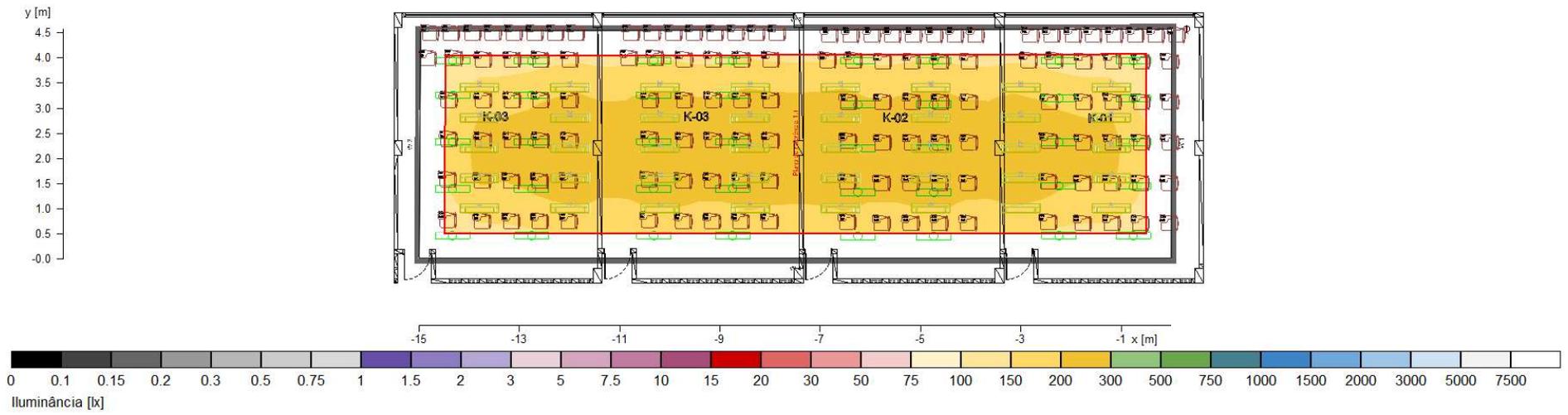
A simulação do ambiente foi realizada fazendo uso do *software Relux Professional*, desenvolvido pela Informatik AG. O *software* é disponibilizado na internet, de maneira gratuita, e é utilizado como ferramenta para o estudo da iluminação artificial e natural, podendo simular as características de fontes de luz e materiais. O *Relux* possui uma interface de rápido aprendizado, com comandos e recursos fáceis de absorver para modelagem 3D do ambiente (LIMA; GARROCHO, 2006).

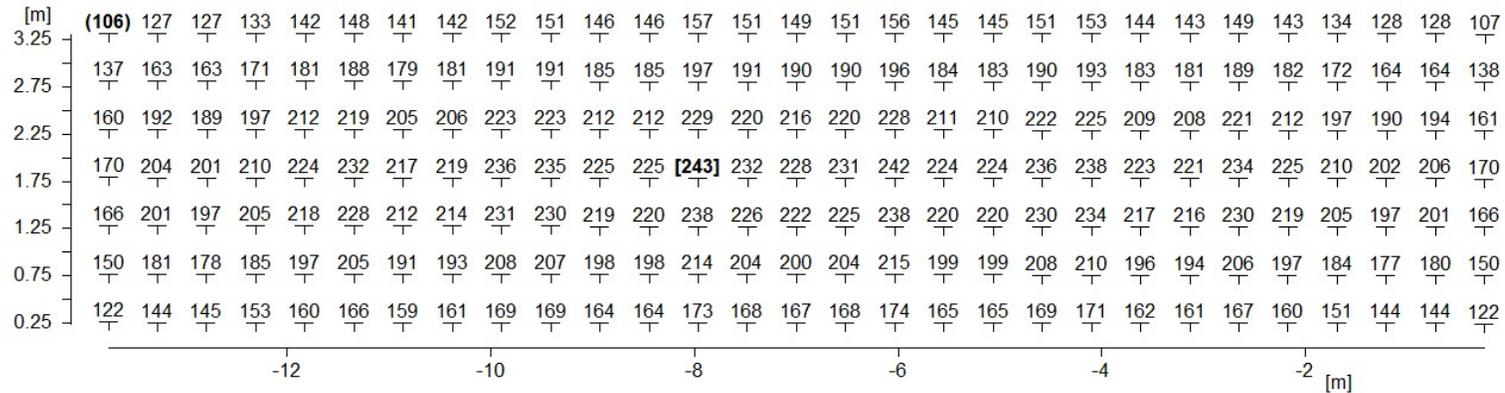
Como resultado das simulações, a Figura 83 apresentada a planta baixa com variações de cores sólidas que são denominadas de curvas isolux, a imagem acompanha uma escala gráfica onde apresenta uma variação de números dada em lux gerada próprio *software*. Abaixo, é apresentada com os valores de iluminância média mínimo e máximo, sendo destacados em negrito.

Como resultado das simulações, a Figura 84 apresentada a planta baixa do bloco IK - Térreo com variações de cores sólidas que são denominadas de curvas isolux, a imagem acompanha uma escala gráfica onde apresenta uma variação de números dada em lux gerada próprio *software*. Abaixo, é apresentada com os valores de iluminância média mínimo e máximo, sendo destacados em negrito.



Figura 83 – Imagens dos resultados da simulação - Bloco IK – Térreo.





Iluminância [lx]

Altura do plano de referência	:	0.75 m
Iluminância média	Em	: 188 lx
Iluminância mínima	Emin	: 106 lx
Iluminância máxima	Emax	: 243 lx
Uniformidade Uo	Emin/Em	: 1 : 1.78 (0.56)
Uniformidade Ud	Emin/Emax	: 1 : 2.29 (0.44)

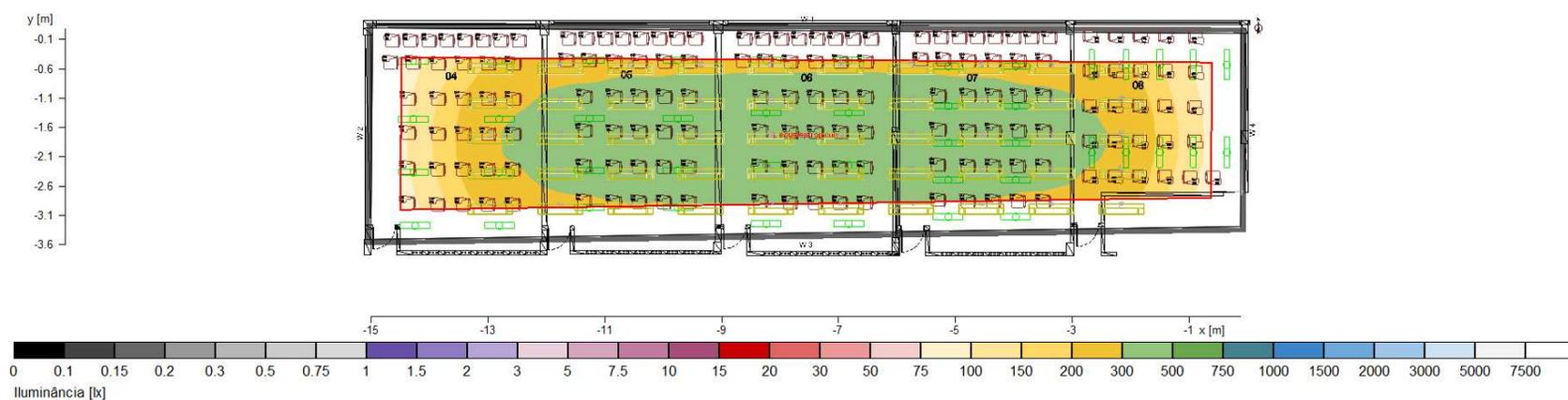


Fonte: Autora

Como mencionado anteriormente, a Figura 83 possui uma escala gráfica de cores e números. A numeração desta escala é dada em lux e as cores representativas para que visualmente seja possível visualizar as áreas de sombreamento e a não uniformidade existente, tendo em vista que chegou bem próximo da média avaliada tecnicamente através do equipamento luxímetro. Como resultado, a simulação trouxe a iluminância mínima de 106 lux e máxima de 243 lux. Na medição técnica, a iluminância média foi de 351,18 lux, sendo assim, houve uma variação em média de 31% entre a média coletada e a média máxima da simulação.

Como resultado das simulações, a Figura 84 apresenta a planta baixa do bloco IK – 1 Pavimento com variações de cores sólidas que são denominadas de curvas isolux, a imagem acompanha uma escala gráfica onde apresenta uma variação de números dada em lux gerada próprio software. Abaixo, é apresentada com os valores de iluminância média mínimo e máximo, sendo destacados em **negrito**.

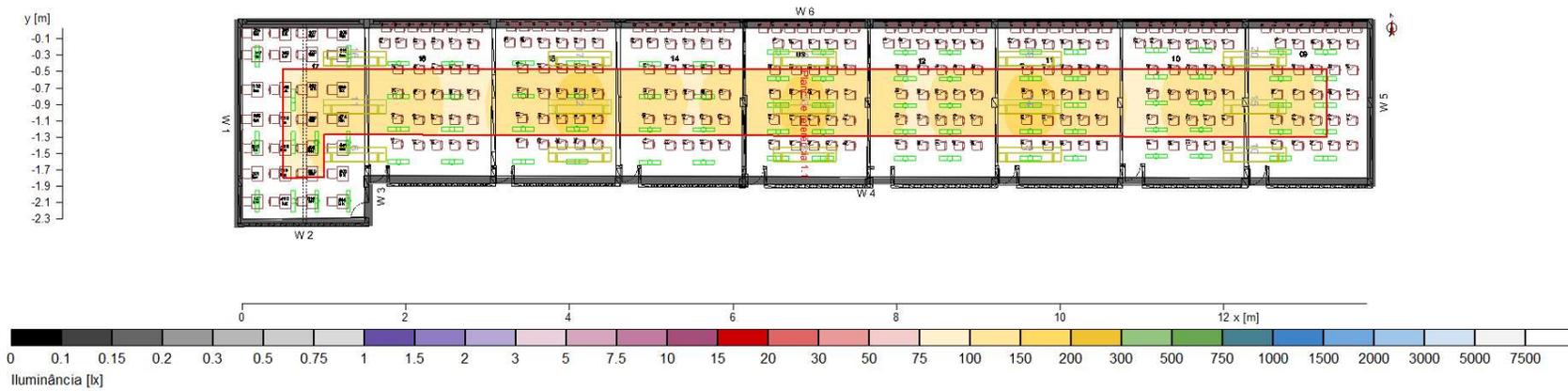
Figura 84 – Imagens dos resultados da simulação – Bloco IK – 1 Pavimento.

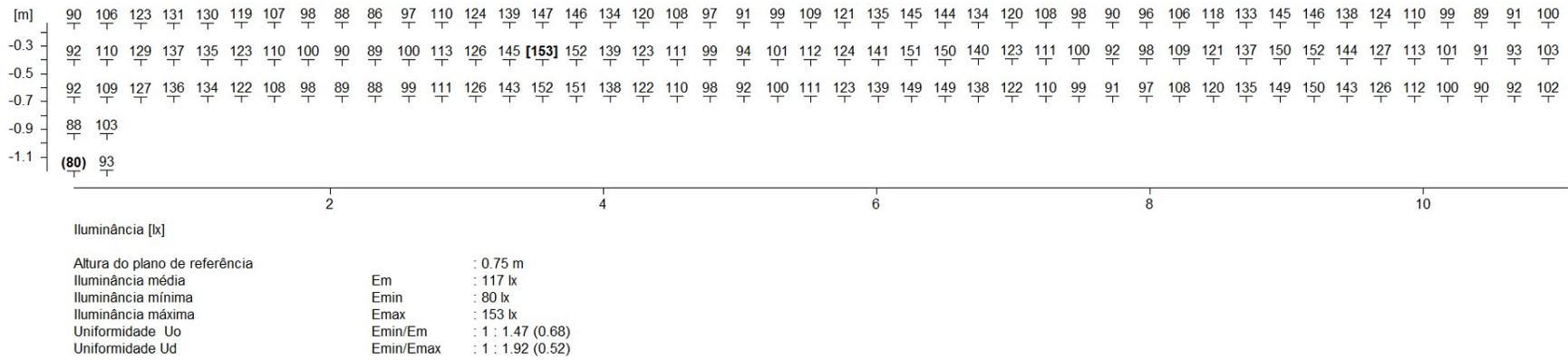




Como resultado das simulações, a Figura 85 apresenta a planta baixa do bloco IK – 2 Pavimento com variações de cores sólidas que são denominadas de curvas isolux, a imagem acompanha uma escala gráfica onde apresenta uma variação de números dada em lux gerada próprio software. Abaixo, é apresentada com os valores de iluminância média mínimo e máximo, sendo destacados em **negrito**.

Figura 85 – Imagens dos resultados da simulação - Bloco IK – 2 Pavimento.



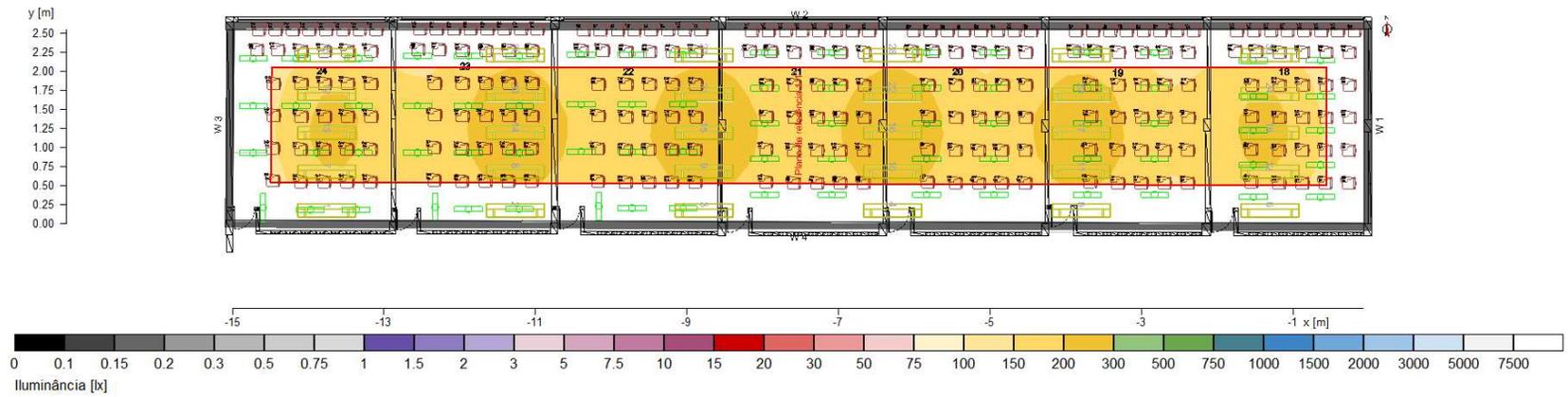


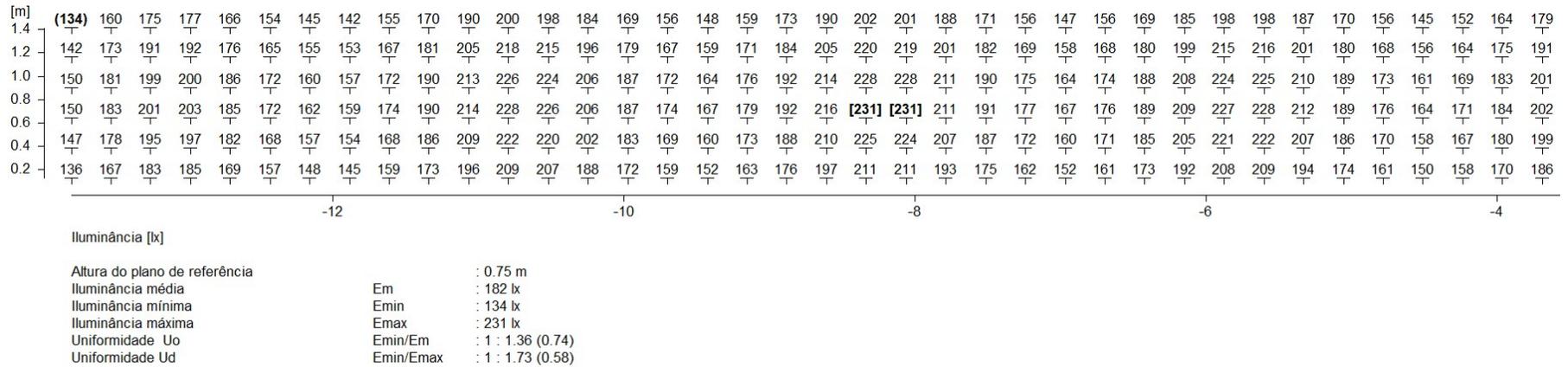
Fonte: Autora

A Figura 85 apresenta, a escala gráfica de cores e números dado em lux. Percebe-se que de acordo com as cores e a escala nas laterais e meio, houve uma variação de sombreamento permanecendo entre 150 e 250 lux. O resultado da simulação trouxe a iluminância mínima de 80 lux e máxima de 153 lux. Na medição técnica, a iluminância média foi de 305,58 lux, sendo assim, houve uma variação 50 %, sendo uma variação alta, para menos em relação as áreas média coletadaentre e a média máxima da simulação.

A Figura 86 apresenta a planta baixa do bloco IK – 3 Pavimento com variações de cores sólidas que são denominadas de curvas isolux, a imagem acompanha uma escala gráfica onde apresenta uma variação de números dada em lux gerada próprio software. Abaixo, é apresentada com os valores de iluminância média mínimo e máximo, sendo destacados em negrito.

Figura 86 – Imagens dos resultados da simulação - Bloco IK – 3 Pavimento.



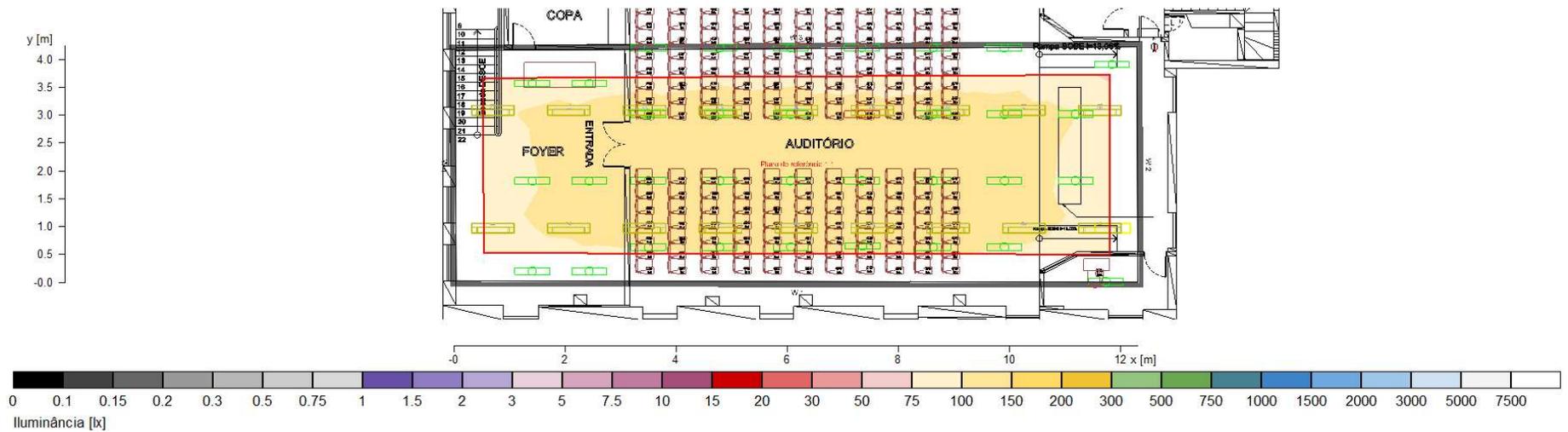


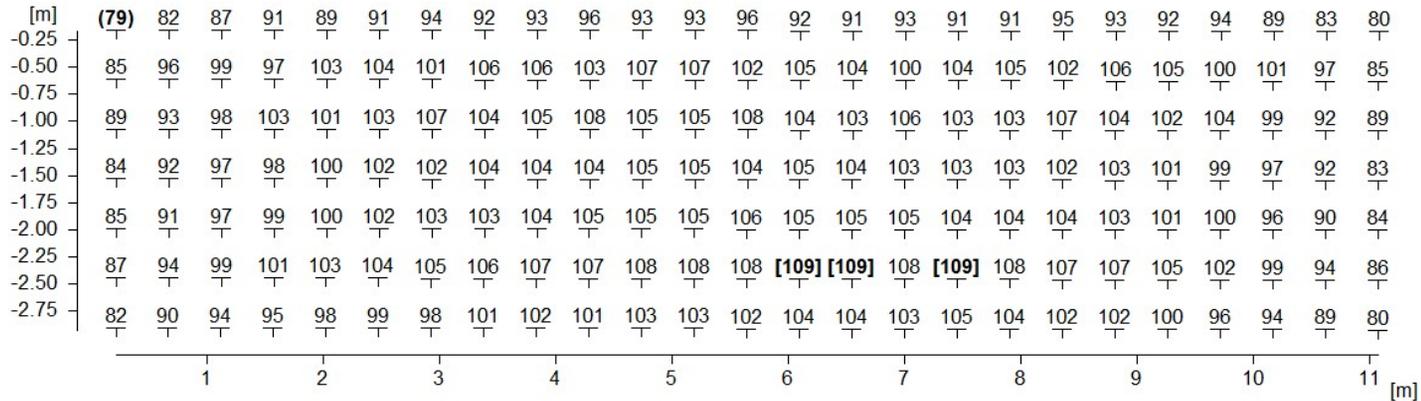
Fonte: Autora

A Figura 86 apresenta, a escala gráfica de cores e números dado em lux. Percebe-se que de acordo com as cores e a escala no meio, houve uma variação de lux de até 300 lux de acordo com escala e em suas áreas adjacentes, um pouco de sombreamento, no entanto se permaneceu entre 200 e 300 lux. O resultado da simulação trouxe a iluminância mínima de 134 lux e máxima de 231 lux, sendo destacada duas vezes na tabela da simulação. Na medição técnica, a iluminância média foi de 333,04 lux, sendo assim, houve uma variação 30 %, variação moderada para menos, em relação as áreas média coletada, e entre a média máxima da simulação.

A Figura 87 apresenta a planta baixa do bloco A – Foyer e Auditório, com variações de cores sólidas que são denominadas de curvas isolux, a imagem acompanha uma escala gráfica onde apresenta uma variação de números dada em lux gerada próprio software. Abaixo, é apresentada com os valores de iluminância média mínimo e máximo, sendo destacados em **negrito**.

Figura 87 – Imagens dos resultados da simulação - Bloco A – Foyer / Auditório.





Illuminância [lx]

Altura do plano de referência	:	0.75 m
Illuminância média	Em	: 99 lx
Illuminância mínima	Emin	: 79 lx
Illuminância máxima	Emax	: 109 lx
Uniformidade Uo	Emin/Em	: 1 : 1.25 (0.80)
Uniformidade Ud	Emin/Emax	: 1 : 1.38 (0.73)



Fonte: Autora

A Figura 87 apresenta, a escala gráfica de cores e números dado em lux. Percebe-se que de acordo com as cores e a escala no meio, houve uma variação de lux de até 75 á 300 lux de acordo com escala e em suas áreas adjacentes, propiciando sombreamento. O resultado da simulação apareceu na tabela o número 109 lux 3 vezes, logo dentro do cálculo luminotécnico é visto que de acordo com o valor recomendado pela NHO 11, esta área encontra-se com uma grande deficiência luminosa. A iluminância mínima foi de 79 lux e máxima de 109 lux. Na medição técnica, a iluminância média foi de 395. 88 lux, sendo assim, houve uma variação 72 %, passando em mais da metade, em relação as áreas média coletada, e entre a média máxima da simulação.

Na Figura 88, percebe-se que ao inserir os dados para simulação tem as opções já com os valores determinantes para calcular os ambientes de forma correta, seguindo os padrões normativos brasileiro, mesmo sendo um software internacional, sua calibração está destinada a avaliação dos níveis de iluminância de acordo com as normativas.

Figura 88 – Valores em lux considerado para realização do cálculo luminotécnico.

- Relux

Novo projeto

Planejamento de luzes e sensores no interior

Editar valores nominais

Filtro

Apenas favoritos

Abrir grupos

Fechar grupos

Mostrar condições específicas

Administrador modelos

SN EN 12464-1 (8.2011)

Criar modelo

Apagar modelo

Utilização	Em [...]	Uo	UGRL	Ra	Altura do ...	
<b>Instalações para formação</b>						
<b>5.35: Jardim de infância, escolas pré-escolares (escolas de educação pré-escolar)</b>						
<b>5.36: Centros de formação</b>						
5.36.1: Salas de aula, salas de seminários	300	0.60	19	80		---
5.36.2: Salas de aula para educação de adulto e aulas ...	500	0.60	19	80		---
5.36.3: Salas de aula	500	0.60	19	80		---
5.36.4: Quadros de parede verdes, pretos, quadros bra...	500	0.70	19	80		---
5.36.5: Mesa de demonstração	500	0.70	19	80		---
5.36.6: Salas de desenho	500	0.60	19	80		---
5.36.7: Salas de desenho em escolas de arte	750	0.70	19	90		---
5.36.8: Salas para desenho técnico	750	0.70	16	80		---
5.36.9: Salas de prática e laboratórios	500	0.60	19	80		---
5.36.10: Recintos de trabalhos manuais	500	0.60	19	80		---
5.36.11: Centros escolares oficinais	500	0.60	19	80		---
5.36.12: Salas para prática de música	300	0.60	19	80		---
5.36.13: Salas de computadores (controlados por menu)	300	0.60	19	80		---
5.36.14: Laboratórios de língua	300	0.60	19	80		---
5.36.15: Oficinas e salas de preparação	500	0.60	22	80		---
5.36.16: Pavilhões de entrada	200	0.40	22	80		---
5.36.17: áreas de circulação, corredores	100	0.40	25	80		---
5.36.18: Escadas	150	0.40	25	80		---
5.36.19: Salas de convívio para alunos / estudantes e s...	200	0.40	22	80		---
5.36.20: Sala de professores	300	0.60	19	80		---
5.36.21: Bibliotecas: Estantes para livros	200	0.60	19	80		---

**Áreas principais**

Perfil

Instalações para form...

N.º de ref.: Perfil alterado

Em [lx] 386.00

Uo 0.60

UGRL 19

GRL 0

Ra 80

Altura do plano de 0.75

Ec [lx] 50.00

Uo (cilindrico) 0.10

**Paredes**

Em [lx] 50.00

Uo 0.10

**Perfil**

O nome do perfil de utilização

Comentário relativo ao perfil de utilização:

Cancelar OK

Fonte: Autora

Em virtude dos resultados dado pela simulação e inserido dados de acordo com o que foi coletado dados existentes, é visto que embora o local não esteja de acordo com a norma recomendada, o software segue os valores de recomendações de acordo com a norma, visto que para fins de cálculo de tomada de decisões ágeis, o software é confiável e atende os requisitos.

O relatório emitido pelo software *Relux Desktop* tem como objetivo apresentar de forma mais clara como são realizados os cálculos de iluminação, e apontar os valores de referência dados pela simulação, mostrando conjuntamente o modelo e tipo de luminárias.

### **5.3 Calibração Do Modelo**

#### **5.3.1 Método Estatístico**

Na análise dos dados foram obtidas as estatísticas descritivas média e desvio padrão das medidas da leitura do aparelho por bloco, andar e sala e por bloco, andar e região da sala. Para as medidas por bloco e andar foram obtidas as médias do aparelho e as diferenças entre as citadas médias e os valores do simulador. Foi utilizado o teste t-Student de uma amostra para o teste de diferença significativa para as médias em relação aos valores do aparelho.

As estimativas do valor do simulador foi obtida como sendo a média dos valores do aparelho mais a diferença entre as referidas médias e os valores do simulador.

Para se estimar a média dos valores do aparelho como função do simulador ajustada uma regressão linear tomando-se por base os 9 pontos (médias do aparelho por bloco e andar e os 9 valores respectivos do simulador).

Os dados foram digitados na planilha EXCEL e o programa utilizado para obtenção dos cálculos estatísticos foi o IMB SPSS na versão 25.

#### **5.3.2 Resultados**

Na Tabela 32 se apresenta a média e desvio padrão das medidas realizadas pelo aparelho (Luxímetro) por bloco, andar e sala. Desta tabela se ressalta que: no bloco K das 12 salas existentes a média mais elevada (360,5) correspondeu a sala 1 do térreo, seguida da sala 1 do 2º andar (336,6) e a menos elevada foi sala 3 do térreo (282,2), seguida da sala 2 do 2º andar (288,8) e as medias das demais salas variaram de 305,8 a 319,0. No bloco I, a média mais elevada ocorreu na sala 1 do 2º andar (317,1) e a menos elevada sala 4 do 2º andar (235,1) e as demais médias variaram de 294,7 a 316,7. No bloco A, as médias tiveram uma variação bem elevada, sendo 428,8. No Auditório (sala 2), foi 336,9 no FOYER (sala 1) e foi 150,5 na sala

técnica/auditório. A variabilidade expressa pelos valores do desvio padrão se mostraram bastante reduzidas desde que a referida medida foi inferior a 1/3 das médias correspondentes.

Tabela 32 – Média e desvio padrão das medidas realizadas pelo aparelho (Luxímetro) por bloco, andar e sala

<b>Bloco</b>	<b>Andar</b>	<b>Sala 1</b>	<b>Sala 2</b>	<b>Sala 3</b>	<b>Sala 4</b>	<b>Sala 5</b>
		Média ± DP				
K	Térreo	360,5 ± 79,0	319,0 ± 83,2	282,2 ± 55,2		
K	1º andar	316,3 ± 45,6	306,2 ± 83,5			
K	2º andar	336,6 ± 82,3	288,8 ± 80,37	310,4 ± 76,8	313,8 ± 66,7	
K	3º andar	309,1 ± 74,8	314,1 ± 71,6	305,8 ± 76,7		
I	1º andar	293,4 ± 75,7	316,4 ± 84,1	311,4 ± 78,0		
I	2º andar	302,1 ± 77,6	296,9 ± 52,7	311,4 ± 73,0	235,1 ± 49,0	294,7 ± 69,3
I	3º andar	317,1 ± 57,1	316,7 ± 64,2	307,3 ± 64,9		
A	1º andar <sup>(1)</sup>	336,9 ± 89,8	428,8 ± 100,4	150,5 ± 34,4		

Fonte: Autora

As salas 1, 2 e 3 do bloco A foram denominadas respectivamente de: FOYER, Auditório e sala técnica/auditório.

Na Tabela 33 se apresenta a média e desvio padrão das medidas realizadas pelo aparelho (Luxímetro) por bloco, andar e região independente da sala. Desta tabela pode ser verificado que: as médias da região R variaram de 331,4 a 380,7 nos blocos K e I e 452,8 no bloco A. Na região T as médias variaram de 254,3 a 284,7 nos blocos K e I foi 359,5. No bloco A, na região Q as médias variaram de 266,8 a 330,1 e nos blocos K e I foi 358,3. No bloco A, na região P as médias variaram de 171,0 a 232,5 e nos blocos K e I foi 200,8. No bloco A, as médias de todos os blocos e andares foram correspondentemente menos elevadas na região P e mais elevadas na região R.

Tabela 33 – Média e desvio padrão das medidas dos aparelhos por bloco, andar e regiões das salas

Bloco	Andar	Região da sala			
		R	T	Q	P
		Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
K	Térreo	363,2 ± 65,5	284,7 ± 67,6	330,1 ± 51,7	203,0 ± 42,7
K	1º andar	362,5 ± 34,0	267,3 ± 65,4	292,3 ± 29,5	232,5 ± 77,1
K	2º andar	380,7 ± 30,9	263,3 ± 45,5	280,1 ± 57,8	202,4 ± 37,2
K	3º andar	366,0 ± 35,4	254,3 ± 25,5	319,8 ± 22,7	174,8 ± 60,5
I	1º andar	379,8 ± 26,9	269,8 ± 38,4	266,8 ± 24,8	171,0 ± 50,0
I	2º andar	331,4 ± 60,7	264,7 ± 45,3	268,5 ± 50,3	200,4 ± 55,2
I	3º andar	364,0 ± 35,3	264,0 ± 18,4	312,4 ± 34,4	214,7 ± 27,4
A	1º andar	452,8 ± 74,7	359,5 ± 100,3	358,3 ± 98,6	200,8 ± 69,6

Fonte: Autora

Na Tabela 34 se apresenta a média e desvio padrão das medidas realizadas pelo aparelho, os valores do simulador do aparelho, a diferença entre as médias do aparelho e o valor do simulador por bloco e andar. Desta tabela se enfatiza que: as médias das medidas realizadas pelo aparelho foram maiores do que os valores do simulador exceto no 1º andar do bloco K e 1º andar do bloco I. Desconsiderando o sinal da diferença os valores das mesmas foram menos elevadas no: 1º andar do bloco K (50,7), 1º andar do bloco I (54,9) e mais elevadas: no 1º andar do bloco A (255,4) e 2º andar do bloco K (159,4). Para cada bloco e andar se comprovam diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) entre as médias das medidas do aparelho e os valores do simulador.

Para estimar os valores do simulador por bloco e sala, foi realizado da seguinte forma:

Valor do simulador<sub>estimado 1</sub> = média dos valores do aparelho – diferenças obtidas na coluna 5 da Tabela 34. E para estimar o fator de calibração, foi obtido os valores do simulador por bloco e sala da seguinte forma:

Fator de calibração = valor do simulador/média das medidas do aparelho

Valor do simulador<sub>estimado 1</sub> = média dos valores do aparelho x valores obtidos na coluna 7.

Tabela 34 – Média e desvio padrão das medidas dos aparelhos por bloco, andar e sala

Bloco	Andar	Medida pelo	Simulador	Diferenças média	Valor p <sup>(2)</sup>	Fator calibração 2 <sup>(3)</sup>
		aparelho		(1)		
		Média ± DP	Valor	Aparelho - simulador		
K	Térreo	320,6 ± 79,0	243,0	77,6	< 0,001*	0,76
K	1º andar	311,3 ± 66,9	362,0	- 50,7	< 0,001*	1,16
K	2º andar	312,4 ± 77,1	153,0	159,4	< 0,001*	0,49
K	3º andar	309,7 ± 73,1	231,0	78,7	< 0,001*	0,75
I	1º andar	307,1 ± 78,5	362,0	- 54,9	< 0,001*	1,18
I	2º andar	288,0 ± 69,4	153,0	135,0	< 0,001*	0,53
I	3º andar	313,7 ± 61,2	231,0	82,7	< 0,001*	0,74
A	1º andar	364,4 ± 122,1	109,00	255,4	< 0,001*	0,30

Autora

Na Tabela 34, apresenta uma diferença significativa de 5%. Logo, a primeira coluna apresenta as diferenças entre as médias do aparelho por bloco e andar menos os valores do simulador. Na segunda coluna, foi utilizado o Teste t-Student para uma amostra. E na terceira coluna, divide-se o valor da média do aparelho pelo fator de correção, onde obtém o valor do simulador estimado.

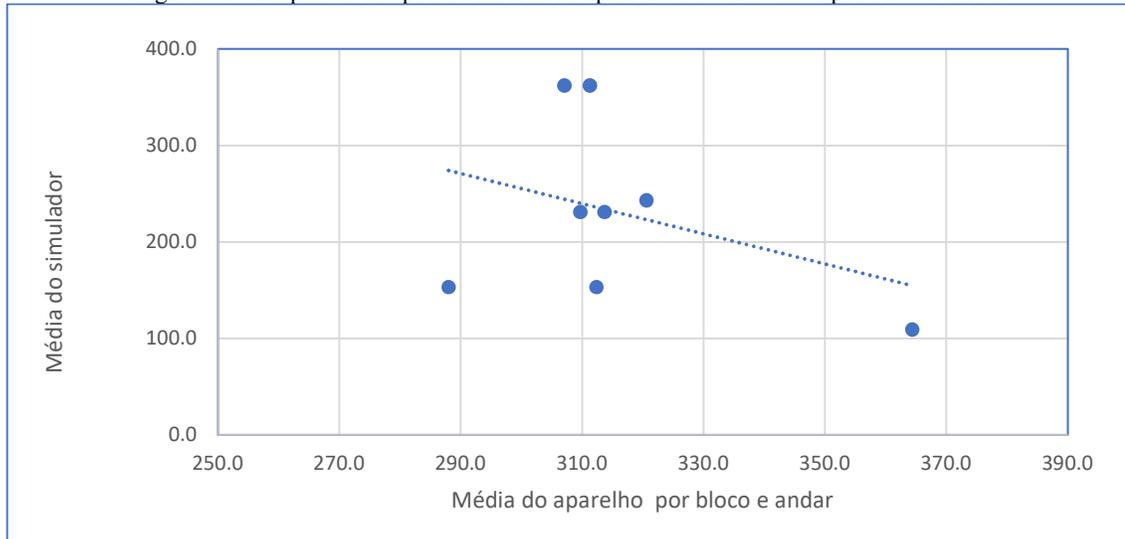
Para estimar o valor do simulador por bloco e sala foi realizado a regressão do valor do simulador como função da média dos pontos do aparelho por bloco e andar (Figura 90). Logo, a equação estimada foi:

Valor do Simulador<sub>estimado3</sub> = 724,075 – 1,562 x média dos pontos do aparelho

O valor do R<sup>2</sup> = 0,131;

Significância do coeficiente angular: p = 0,378 (não significativo).

Figura 90 – Dispersão dos pontos médios do aparelho e do simulador por bloco e andar



Autora

Na Figura 90, apresenta o gráfico de dispersão dos 9 pontos relativos às médias dos valores do aparelho para os blocos e andares analisados.

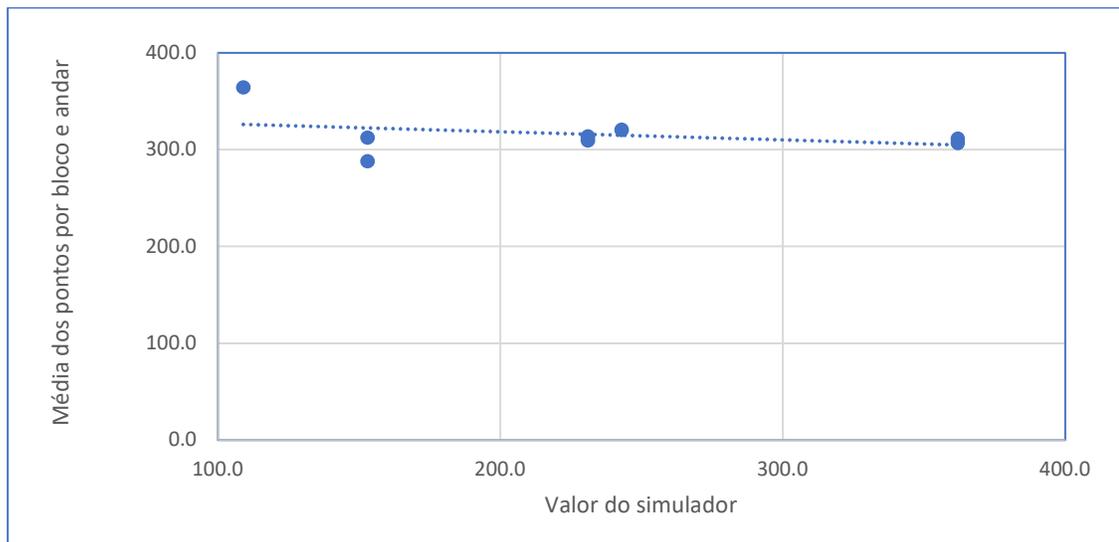
Na Figura 91, apresenta a regressão do valor do aparelho como função do valor do simulador por bloco e andar, obtendo a equação estimada, dada:

Medida média do aparelho<sub>estimado</sub> = 325,26 – 0,084 x valor do simulador

O valor do  $R^2 = 0,131$ ;

Significância do coeficiente angular:  $p = 0,378$  (não significativo).

Figura 91 – Dispersão dos pontos do simulador e pontos médios do aparelho por bloco e andar



Autora

De acordo com o Figura 91, mostra que os pontos de dispersão da simulação e do equipamento na regressão estão próximo. Na linha de tendência apresenta um leve declínio para simulação no qual obteve do coeficiente 0,378, sendo considerado não significativo. E o valor do  $R^2$  foi de 0,131 (Altman, 1991).

Por fim, os resultados apresentaram que o fator de calibração precisa ser por andar como visto na Tabela 34, além disso percebe-se que o simulador pode ser utilizado como uma ferramenta auxiliar segura quando houver a ausência do equipamento luxímetro.

## CAPITULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo expõe as considerações finais da dissertação, tanto da revisão bibliométrica e integrativa elaborada, quanto da pesquisa de campo, e apresenta também sugestões para trabalhos futuros.

### 6.1 Conclusões

A partir da revisão bibliométrica e integrativa realizada a respeito da iluminação artificial, conforto luminoso e/ou visual dentro das instituições de ensino, foi verificado que existe uma carência em relação a publicações mais atuais sobre o assunto abordado. Além disso, foi verificado que as publicações no diz a respeito tecnicamente não abordam a nova Norma Brasileira para procedimentos técnicos, sendo indispensável para tomada de ações no que diz respeito a avaliação de iluminância no ambiente de trabalho.

No estudo de campo, a partir das medições e avaliações realizadas, observou-se que a falta de manutenção e inadvertência é bem comum entre as instituições educacionais, visto que é algo que não tenha uma percepção rápida e sim a longo prazo.

Sabe-se que no projeto de iluminação, é fundamental também fazer o estudo com simulação em *software* de 3D específico. Com a simulação, é possível visualizar se o projeto está de acordo com o esperado.

Nesse sentido, o *software Relux* pode ser considerado uma ferramenta necessária para a tomada de decisão e pode ser utilizado no processo de concepção de projetos, pois apresenta potencial na colaboração do projeto de iluminação artificial e cálculos de eficiência energética.

No resultado da simulação do bloco IK, obteve-se valores médio de, 243 lux térreo, 362 lux, no primeiro pavimento, 153 lux no segundo pavimento e 231 lux no terceiro pavimento. No bloco A, na parte do Foyer/Auditório obteve-se o valor médio de 109 lux, estes foram os valores médios apresentados pelo *software Relux*. Constatou-se que o software obtém os parâmetros iguais as aos parâmetros recomendados pela tabela da NHO 11. Nesse sentido, entende-se que o software pode ser utilizado como uma ferramenta para análises de iluminância, para tomada de decisões e a visualização através do software as áreas onde podem melhorarem o conforto visual.

Portanto, considerou-se o uso da simulação por *software* eficaz, correspondendo a hipótese inicial de se caracterizar como ferramenta de rápido e fácil uso que pode ser utilizada para avaliar o sistema de iluminação. Esse resultado, confirmou devido a análise estatística realizada, na qual seus resultados foram satisfatório, obtendo um coeficiente na regressão na simulação de 0,378, sendo considerado não significativo e o valor do  $R^2$  foi de 0,131. Para essa equação, foi necessário realizar o fator de calibração por andar, para que este resultado fosse mais preciso.

Para tanto, o sistema de iluminação das salas de aula do bloco mais recente IK e o bloco mais antigo A do *campus* da instituição de ensino, por meio de simulação computacional, visa como um auxílio em um plano de manutenção futuro, além disso, consegue-se ter dados mais rápidos e satisfatórios.

O estudo mostrou que as salas de aula, auditório e foyer encontram-se com deficiências em seu sistema de iluminação, podendo assim, causar riscos ocupacionais, mentais e até físicos aos usuários. Devido à iluminação insuficiente na tarefa, colocou-se como prioridade a substituição de lâmpadas queimadas ou defeituosas, limpeza nas luminárias e lâmpadas. Além disso, indica-se a sinalização do arranjo no piso, uma vez, que em alguns pontos, os pilares provocam sombras impactando em algumas áreas de trabalho.

Em relação ao bloqueio por película preta, indica-se a troca de esquadrias, do tipo dupla com micro persianas. Entretanto, apesar de ter longa vida, tem custo inicial alto, dificultoso para a instituição pública. Nesse contexto, considerou-se a manutenção da película, manutenção das persianas no foyer e auditório do bloco mais antigo A, e considerou-se o comportamento humano, que inevitavelmente fecha seja pela entrada do sol, como na entrada de chuva, e que abre à tarde, a fim de ventilar o ambiente.

Por fim, evidencia-se a necessidade da manutenção, troca das luminárias, layout das luminárias padrão, sendo necessário acrescentar mais luminárias no lado do bloco I, do 1º pavimento ao 3º pavimento. Visto que, é visualmente não percebido que o desconforto visual e a deficiência da iluminância causa danos à saúde do discente e docente, apesar de estudos indicarem algumas doenças ocupacionais, é importante que se tenha atenção para este sistema, uma vez que a iluminação encontra-se com deficiência, são um dos principais causadores de doenças ocupacionais e/ou desconforto visual. Logo, o presente trabalho visou induzir e auxiliar possíveis trocas e manutenções, bem como obtenha uma atenção maior no que diz respeito a instituição de ensino, para que todos possam se beneficiar quanto a iluminação adequada.

## 6.2 Sugestões Para Trabalhos Futuros

- Realizar avaliações de conforto acústico, conforto térmico, ruídos interno, exposições de vibrações dentro das salas de aula, considerando os parâmetros das normas NR17 e a norma de desempenho acústica NBR 15.575:2013;
- Avaliação cognitiva, que vincula-se também ao sistema de iluminação, tendo em vista que um sistema inadequado causa cefaleia, confusão mental entre outros.
- Aprofundamento na ferramenta de simulação como meio alternativo para avaliação, com base nas informações base para entrada no *software*.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Ricardo J. S. **Influência da iluminação artificial nos ambientes de Produção: Uma análise econômica.** 2003. 92 f. (Monografia de graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, Ouro Preto, 2003. Disponível em: [http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Pesquisa/a\\_influencia\\_da\\_ilumina%E7%E3o\\_artificial\\_nos\\_ambientes\\_de\\_produ%E7%E3o.pdf](http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Pesquisa/a_influencia_da_ilumina%E7%E3o_artificial_nos_ambientes_de_produ%E7%E3o.pdf). Acesso em: 10 mar.2020.

Altman, Douglas G. **Practical Statistics for Medical Research.** 1991, Great Britain, London, pg.611.

ANDRADE, I. F.; BINS ELY, V. H. Assessment method of accessibility conditions: how to make public buildings accessible. **Work** **41**, 2012. pp. 3774-3780.

ANDRADE, Isabela Fernandes.; ELY, Vera Helena Bins. EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS PRESERVADAS: INTERVIR PARA TORNÁ-LAS ACESSÍVEIS. **Ação Ergonômica – Revista da Associação Brasileira de Ergonomia.** v. 7, n. 2. Santa Catarina, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050:** Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

BARKOKEBAS JR., Béda; RABBANI, Emilia Rahnemay Kohlman; VASCONCELOS, B. M. Análise de incidente na indústria da construção civil no contexto da segurança e saúde do trabalho. **Construir Nordeste**, v.49, p. 38-41, 2009.

BORTOLAN, GIOVANA MARA ZUGLIANI; FERREIRA, MARCELO GITIRANA GOMES E TEZZA, RAFAEL. Conforto e Desconforto: Revisão de Conceitos e Elaboração de um modelo de conforto visual. **HFD**, v.8, n.15, p. 67-84, mar 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.59652316796308152019067>.

BRASIL, **Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho - 2008** (Ministério da Previdência Social). Disponível em: <http://sa.previdencia.gov.br/site/2015/08/AEAT-2008.pdf> Acesso em: 20 mar. 2020.

BRASIL, **Lei nº 13.146.** de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm). Acesso em: 16 abr. 2020.

BRASIL, Decreto Nº **5.296** de 02 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Diário Oficial da União de 03 de dezembro de 2004.

BRASIL. **Lei nº 8.213.** de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8213compilado.htm#:~:text=L8213compilado&tex](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213compilado.htm#:~:text=L8213compilado&tex)

t=LEI%20N%C2%BA%208.213%2C%20DE%2024%20DE%20JULHO%20DE%201991.&t  
ext=Disp%C3%B5e%20sobre%20os%20Planos%20de,Social%20e%20d%C3%A1%20outra  
s%20provid%C3%AAs. Acesso em: 16 abr. 2020.

CALVARIO, Aislan C. do. et al., **Avaliação das Condições de Iluminação Artificial de uma Sala de Desenho com Uso do Software Surfer**. ENCICLOPEDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer –Goiânia, vol. 7, N.12, 2011. Disponível em:  
<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/sociais/avaliacao%20das%20condicoes.pdf>.  
Acesso em: 10 mar. 2020.

CARDOSO, E.; KOLTERMANN DA SILVA, T. L. Recursos para acessibilidade em sistemas de comunicação para usuários com deficiência. **Design e Tecnologia**, Porto Alegre, v. 1, n. 02, p.8-21, dez. 2010.

CASSOL, Fabiano. **Aplicação da Análise Inversa Via Otimização Generalizada em Projetos de Iluminação**. 2009. 1-85p. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica - PROMEC) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Rio Grande do Sul, 2009.

CAVALCANTI, J. F. **Análise ergonômica da sinalização de segurança: um enfoque da ergonomia informacional e cultural**. 2003. 229 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, 2003, Recife.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: Conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

DIANAT, I., Sedghi, A., Bagherzade, J., Jafarabadi, M. A., & Stedmon, A. W. (2013). Objective and subjective assessments of lighting in a hospital setting: Implications for health, safety, and performance. **Ergonomics**, 56, 1535–1545.  
<https://doi.org/10.1080/00140139.2013.820845>.

DISCHINGER, Marta; ELY, Vera Helena Moro Bins; PIARDI, Groisman. **Promovendo acessibilidade espacial nos edifícios públicos**. Programa de Acessibilidade às Pessoas com Deficiência ou Mobilidade Reduzida nas Edificações de Uso Público. Florianópolis, 2012.

FACHINETTI, T. A. **Visão docente e de alunos com deficiência sobre a inclusão na educação superior**. 2018. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso Pedagogia, Programa de Pós Graduação em Educação Escolar, da Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2018.

FERNANDES, Idilia.; LIPPO, Humberto. **Política de acessibilidade universal na sociedade contemporânea & Contextos- 2013**. (Porto Alegre), vol. 12, núm. 2, julio-diciembre, 2013, pp. 281-291.

FERNANDES, O.; LIPP, M. E. N. **Vidas no fórum: histórias de personagens da justiça**. Análise psicológica do comportamento humano. 2017. Salvador: JusPodivm. 272p.

FIEDLER, Nilton Cesar.; GUIMARÃES, Pompeu Paes.; ALVES, Rafael Tonetto.; WANDERLEY, Fernando Bonelli. Avaliação ergonômica do ambiente de trabalho em marcenarias no sul do Espírito Santo. **Revista Árvore** [en linea]. 2010, 34 (5), 907-915 [fecha de Consulta 6 de Septiembre de 2020]. ISSN: 0100-6762. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48815860016>. Acesso em: 01 abr. 2020.

FREITAS, De Fadol Campos Paula. **Luminotécnica e lâmpadas elétricas**. Universidade federal de Uberlândia. Faculdade de engenharia elétrica. 2012.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional – NHO 11 (2018)** – Procedimento técnico. Avaliação dos níveis de iluminação em ambiente internos de trabalho. Ministério do Trabalho, São Paulo, 2018.

GASPARETTO, Maria Elisabete Rodrigues Freire; ALENCAR, Isabela Barros Gonçalves. Relações interpessoais de adolescentes com baixa visão. **Revista Puc – Distúrbios da Comunicação**. São Paulo, 2019.

GIBSON, D. **The wayfinding Handbook: Information Design for Public Places**. New York: Princeton Architectural Press, 2009.

GOMES, L. B. N., Lucena, A. D., & Oliveira, F. N. (2022). Análise ergonômica dos níveis de iluminação em salas de aulas de uma instituição de ensino superior do semiárido. **Exacta**. DOI: <https://doi.org/10.5585/exactaep.2022.20519>.

GRANDJEAN, Etienne. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

HOLL, Steven; PALLASMAA, Juhani; PÉREZ-GÓMEZ, Alberto. **Questions of perception: phenomenology of architecture**. San Francisco: Willian Stout Publishers, 2006.

HSIEH, M. C., HONG, L. Y., WANG, E. M. Y., CHAO, W. C., YANG, C. C., & Su, L. C. Effect of correlated colour temperature and illuminance levels on user's visual perception under LED lighting in Taiwan. **Ergonomics**, 63(2), 175–190. 2020. <https://doi.org/10.1080/00140139.2019.1699964>

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013**. Percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/PNS/2013/pns2013.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2020.

IDRUS, IRNAWATY; RAHIM, RAMLI; HAMZAH, BAHARUDDIN; JAMALA, NURUL. 2020. An Alternative Approach in Assessing Visual Comfort Based on Students Perceptions in Daylit Classrooms in the Tropics. **Civil Engineering and Architecture**, 8(5), 801 - 813. DOI: 10.13189/cea.2020.080507.

IIDA, Itiro; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2016.

INNES, M. **Iluminação no Design de Interiores**. São Paulo: Gustavo Gili, 2014. 24-25 p.

ITIRO IIDA; LIA BUARQUE (2016) - Ergonomia Projeto e Produção. Livro 3º edição revista 2016-2018.

KAPOOR, N.R.; KUMAR, A.; ALAM, T.; KUMAR, A.; KULKARNI, K.S.; BLECICH, P. A Review on Indoor Environment Quality of Indian School Classrooms. **Sustainability**. 2021, 13, 11855. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132111855>.

KROEMER, K. H. E., & Grandjean, E. Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem (5th ed.). **Bookman**. 2005.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. P. **Conforto térmico em ambientes internos**. Florianópolis: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2003. (Material didático para disciplina conforto térmico). Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/Resumo.asp?1250>>. Acesso em: nov. 2021.

LUCAS, Micheline Borges et al. Condutas reabilitacionais em pacientes com baixa visão. **Arq. Bras. Oftalmol.**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 77-82, jan. 2003. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S000427492003000100015&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000427492003000100015&lng=pt&nrm=iso). Acesso em 25 set. 2020.

MENDES, L. H. D., & Bergiante, N. C. R. Promoção da qualidade de vida no trabalho em bibliotecas universitárias através da aplicação da ergonomia. **Brazilian Journal of Development**, 4, 2774–2793. 2018.

MERINO, E. A. D. **Fundamentos da Ergonomia**. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Didatico). 2004.

MICAI, Júlia. **Avaliação do sistema de iluminação dos ambientes educacionais da universidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão**. 2016. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná., Campo Mourão, 2016.

MORAES, L. N., & Claro, A. (2013). Estudo comparativo de sistemas de iluminação artificial considerando luz natural e consumo de energia. **Ambiente Construído**, 13, 59–74. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212013000400005>.

**NBR 15215-4:** Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição. Rio de Janeiro, 2004.

**NBR 5.413:** Iluminância de interiores – Parte 1. Rio de Janeiro, 1992.

**NBR ISO/8995-1:** Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013.

OSRAM, Licht AG. **Ficha técnica de Iluminação**. Empresa multinacional de Iluminação. 2016.

OIT. **Organização Internacional do Trabalho (OIT)**. 2021. Link de acesso: [https://www.ilo.org/lisbon/temas/WCMS\\_650864/lang--pt/index.htm](https://www.ilo.org/lisbon/temas/WCMS_650864/lang--pt/index.htm).

PAIS, Aida Maria Garcia. **Condições de Iluminação em Ambiente de Escritório: Influência no conforto visual**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Curso Ergonomia na Segurança no Trabalho. Universidade Técnica de Lisboa – Faculdade de Motricidade Humana, 2018.

perception under LED lighting in Taiwan. *Ergonomics*, 63, 175–190.

<https://doi.org/10.1080/00140139.2019.1699964>.

PEREIRA, Daniel A. M. et al. **Conforto Luminoso e Estresse Visual de Usuários de Um Bloco Educacional Público**. VII SEPRONE - Simpósio de Engenharia de Produção da Região Nordeste, Mossoró-RN, 26 a 29 de junho de 2012. Disponível em: <http://www.seprone2012.com.br/sites/default/files/ep3.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.

PEREIRA, Mara Luisa B. D. S. B. **Diagnóstico E Proposição De Alternativas Para Eficiência Energética Em Instituições De Ensino: Estudo De Caso Na Escola Politécnica De Pernambuco**. Dissertação. Universidade De Pernambuco Escola Politécnica De Pernambuco Programa De Pós-Graduação Em Engenharia Civil. 2018, Recife – Pe.

BRASIL. Ministério da Previdência e Assistência Social. **Previdência Social e dá outras providências**. Diário Oficial da União. Brasília, 24 de julho de 1991. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/18213cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18213cons.htm). Acesso em: 19 jun. 2020.

PROSDOSSIMO, Celso. **Condições de iluminação em ambientes de uma escola de educação profissional de São José dos Pinhais**. (Monografia de Especialização Universidade Tecnológica Federal Do Paraná), Departamento Acadêmico De Construção Civil Especialização Em Engenharia De Segurança Do Trabalho. Curitiba, 2014.

QUEIROZ, Marluce Teixeira Andrade.; PAGIOLA, Gorza Rodrigo.; FERREIRA, Welington Luiz.; PEREIRA, Paula Cristina Alvarenga.; OLIVEIRA, Graciela Santos Joana Ferreira de Oliveira. **Estudo de caso: Impactos da iluminação inadequada em área de internação hospitalar**. 2010. VII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – 2010.

RADABAUGH, M. P. NIDRR's Long-Range Plan - Technology for Access and Function Research Section Two: NIDRR Research Agenda Chapter 5: **technology for access and function**, 2009. Disponível em: [http://www.ncddr.org/rpp/techaf/lrp\\_ov.html](http://www.ncddr.org/rpp/techaf/lrp_ov.html). Acesso em: 25 Mar. 2020.

RADABAUGH, Nidrr's. **Influência no conforto visual**. 2011. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ergonomia na Segurança no Trabalho) – Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

RAO, I. K. **Métodos Quantitativos em Biblioteconomia e em Ciência da Informação**. Brasília: ABDF, 1986.

RODRIGUES, A. M., Zeviani, C. H., Rebelato, M. G., & Borges, L. (2015). Avaliação de desempenho ambiental industrial: elaboração de um referencial metodológico. **Revista Produção Online**, 15, 101. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v15i1.1719>.

RODRIGUES, Pierre. **Manual de Iluminação Eficiente**, 1ª Edição, Workshop Greenlight, Porto, 5 de fevereiro 2004.

SANTOS, M. H. R. **Escola Polytechnica de Pernambuco 1911 – 1991**. (Memória da Escola Politécnica de Pernambuco: saga de uma instituição educacional). Recife, PE: Companhia Editora de Pernambuco, 1991. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/2573175-Memoria-da-escola-politecnica-de-pernambuco-saga-de-uma-instituicao-educacional.html>>. Acesso em: 15 dez. 2021.

SCHMID, A. L. **A ideia do conforto**: reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba, Pacto Ambiental, 2005.

SCHMID, Aloisio Leoni. **A ideia de conforto**: reflexões sobre o ambiente construído. [S.l.]: Pacto ambiental, 2005.

SIQUEIRA, I. M, Santana, C. Proposta de acessibilidade para a inclusão de pessoas com deficiências no ensino superior. 2010. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 16, n. 1, 2010, p.127-136. Disponível em: [http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/7843/art\\_SANTANA\\_Propostas\\_de\\_acessibilidade\\_para\\_a\\_inclusao\\_de\\_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/7843/art_SANTANA_Propostas_de_acessibilidade_para_a_inclusao_de_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 02 abr. 2020.

SUNDARRAJA, M.C.; RADHAKRISHNAN, S.; SHANTHI R. P. Understanding vernacular architecture as a tool for the sustainable built environment. In: CONFERENCE ON TECHNOLOGICAL TRENDS, n.10, 2009. **Anais 2009**. Disponível em: <[117.211.100.42:8180/jspui/bitstream/123456789/539/1/AR\\_07.PDF](http://117.211.100.42:8180/jspui/bitstream/123456789/539/1/AR_07.PDF)> Acesso em: out. 2021.

TOLEDO, Beatriz G. **Integração de Iluminação Natural e Artificial: Métodos e Guia Prático para Projeto Luminotécnico**. 2008. 171 f. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília) – Universidade de Brasília - UNB, Brasília, 2008.

TUREKOVÁ, IVANA TUREKOVÁ I.; LUKÁCOVÁ, DANKA; BÁNESZ, GABRIEL, 2019. **International Journal of Engineering Pedagogy**. Volume 9, Issue 1, Pages 57 – 67. 2019. DOI: 10.3991/ijep.v9i1.9319.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523–538, 2010.

YUN SHANG CHIOU; SATRYO SAPUTRO E DANY PERWITA SARI. Visual Comfort in Modern University Classrooms, 2020. **Sustainability**. 2020, 12, 3930. DOI:10.3390/su12093930. Journal Sustainability - MDPI.

ZHU, D.et al. A Process For Mining Science & Technology DocumentsDatabaseIllustrate For the Case of Knowledge Discovery and Data Mining. **Ciência da Informação**, v. 28, n. 1, jan. 1999.

## APÊNDICE I



### VERIFICAÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO - CHECK LIST INSPEÇÃO

IDENTIFICAÇÃO					
PESQUISADORA:		AMANDA FIGUEIRA			
DATA:					
ITEM	DESCRIÇÃO	SITUAÇÃO (QUANT.)			COMENTÁRIOS/OBSERVAÇÕES**
		CO	NC	N/A	
<b>1. BLOCO K</b>					
<b>1.1 TÉRREO</b>					
<b>1.1.3. SALA K-03</b>					
	As áreas de trabalho e as partes de equipamentos estão bem iluminadas de modo a permitir aos trabalhadores a percepção de possíveis riscos ou perigos visíveis?	1			
	O sistema de iluminação permite boa visualização da sinalização de segurança?	1	1		
	Os trabalhadores conseguem visualizar suas tarefas sem dificuldades?		1		
	Verificou-se a necessidade de iluminação específica ou suplementar?		1		
	O sistema de iluminação atende às necessidades dos trabalhadores mais idosos?		1		
	Foi realizado ajuste no sistema de iluminação para atender os trabalhadores com limitações visuais?		1		
	As áreas de trabalho estão livres de sombras?		1		
	O ambiente de trabalho está livre de efeito estroboscópico?	1			
	Os locais de trabalho estão livres de cintilações perceptíveis?	1			
	Para tarefas que exigem iluminação específica, existe o ajuste de intensidade?			1	
	As superfícies de trabalho, incluindo telas ou monitores, estão livres de ofuscamento?			1	
	Os trabalhadores dispõem de tempo suficiente para realizar suas tarefas visuais? (Ex. Se eles precisam de maior tempo para transitar entre áreas com diferenças significativas de intensidade luminosa)		1		
	O contraste na iluminação entre as áreas de trabalho na iluminação entre as áreas de trabalho e adjacentes está adequado?		1		
	Os sistemas de iluminação e as superfícies das áreas de trabalho (bancadas, pisos e paredes) são limpos regularmente?	1			
	As lâmpadas com algum problema são substituídas de imediato?	1			
	Os sistemas de iluminação de emergência operando de forma adequada?			1	
	Os trabalhadores foram orientados a relatar irregularidades observadas no sistema de iluminação que possam ocasionar acidentes, problemas na atividade ou na produção?			1	
	Existem medições regulares dos níveis de iluminância?		1		

## **APÊNDICE II**

Quadro 2 – Protocolo da pesquisa

Item	
<b>a. Contexto</b>	O estudo teve como foco avaliar o sistema de iluminação de uma instituição de ensino, visto que, parece se apresentar de maneira deficiente, e atrelado a contrastes e ofuscamentos. A importância desse estudo é verificar o conforto luminoso e quais consequências podem ser causado ao docente e discente no ambiente laboral, dispondo de um método de avaliação referente a Norma de Higiene Ocupacional NHO 11. Além disso, também teve o intuito de utilizar o <i>software relux desktop</i> , a fim de equipar a simulação com a real situação, além de viabilizar acompanhamento da qualidade da iluminação de maneira rotineira, associando-a à gestão da manutenção, com o uso do <i>software</i> .
<b>b. Objetivo da Pesquisa</b>	Avaliar as condições de iluminação de uma instituição de ensino superior pública sob a ótica laboral.
<b>c. Questões da Pesquisa</b>	O sistema de iluminação da instituição atende os requisitos normativos da NHO 11? O que as instituições têm feito a respeito? A utilização do <i>software</i> para simulação é eficaz para avaliação de iluminação? Há divergências entre a avaliação normatizada e simulação por <i>software</i> ? A simulação por <i>software</i> se caracteriza como uma solução para o acompanhamento das condições de iluminação das instituições de ensino?
<b>Idioma</b>	Português, Inglês, e Espanhol.
<b>Base de dados</b>	Scopus, Capes, SciELO e Google Scholar
<b>Calibração de busca</b>	Aplicação web → Aplicação Proxy-servidor (institucional).
<b>String de busca genérica SciELO</b>	<i>Periódico: Todos</i> <i>Idioma: Português e Africano</i> <i>Ano de publicação: 2013-2021</i> <i>SciELO Áreas Temáticas: Todos</i> <i>WoS Áreas Temáticas: Engineering</i> <i>WoS Áreas Temáticas: Health</i> <i>WoS Áreas Temáticas: Multidisciplinary</i> <i>Tipo de literatura: Artigos periodicos</i>
<b>String de busca específica Scopus</b>	<i>TITLE-ABS-KEY ( "ergonomics" AND "luminouscomfort" OR "occupational safety" "lighting" ) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2020 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2019 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2018 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2016 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2014 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2007 ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENGI" ) OR LIMIT TO ( SUBJAREA , "COMP" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENVI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "HEAL" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) )</i>  <i>TITLE-ABS-KEY ( "ergonomics" AND "luminous comfort" AND "University education" OR "lighting" ) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2004 ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENGI" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) )</i>

<b>String de busca específica CAPES</b>	No título "Segurança e saúde do trabalho" "iluminancia" OR No assunto "doença ocupacional" "Iluminação" "Instituição de ensino"
<b>String de busca específica ScoELO</b>	"Coleções: Todos Periódico: Todos Idioma: português Africano Ano de publicação: 2013-2021 SciELO Áreas Temáticas: Todos WoS Áreas Temáticas: Engineering WoS Áreas Temáticas: Health WoS Áreas Temáticas: Multidisciplinary Tipo de literatura: Artigos periodicos"
<b>Critérios de inclusão</b>	Tempo de publicação: 2007 – 2022; Áreas de conhecimento: Ergonomia, Construção Civil, e Segurança e Saúde do Trabalho. Temática: Avaliação do sistema de iluminação e Conforto ambiental
<b>Critérios de exclusão</b>	Artigos duplicados, artigos que não abordaram a temática do estudo.
<b>Ferramentas de auxílio</b>	Normas Regulamentadoras → NR 17 (2018); NHO 11 (2018); → Fases do estudo: Avaliação qualitativa / quantitativa → Área: Segurança e Saúde do Trabalho → Interface: Web. Google Scholar → Fases do estudo: Seleção de estudos primários → Área: Iluminação / Iluminância → Interface: Web -> Dissertações e Estudos de caso. Sites → → Fases do estudo: Seleção de estudos primários Área: Normativas NR 17 e NHO 11 → Interface: Web.

Fonte: Bicharra - UNIRIO/CCET (Metologia de pesquisa), adaptado pela autora (2022).