

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA CIVIL**

**AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE ILUMINAÇÃO
NATURAL EM SALAS DE AULA DE INSTITUIÇÃO DE
ENSINO SUPERIOR**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Cíntia Dornelles Pereira Tamiosso

**Santa Maria, RS, Brasil
2015**

**AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE ILUMINAÇÃO
NATURAL EM SALAS DE AULA DE INSTITUIÇÃO DE
ENSINO SUPERIOR**

Cíntia Dornelles Pereira Tamiosso

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil e Preservação Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Civil

Orientação Prof. Dra. Giane de Campos Grigoletti

**Santa Maria, RS, Brasil
2015**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE ILUMINAÇÃO NATURAL EM
SALAS DE AULA DE INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR**

elaborada por
Cíntia Dornelles Pereira Tamiosso

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Civil

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof^a. Giane de Campos Grigoletti, Dr^a.
(Presidente/Orientadora)

Prof^a. Celina Maria Britto Correa, Dr. (UFPEL)

Prof. Marcos Alberto Oss Vaguetti, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 02 março de 2015

Dedico este trabalho a meus pais, Ana Valéria e Luís Airton, que sempre me apoiaram e incentivaram a lutar pelos meus objetivos, não medindo esforços para que eu pudesse alcançá-los. Também ao meu esposo, André, pela paciência e pela compreensão das minhas ausências.

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar meus sinceros agradecimentos a todos àqueles que contribuíram de alguma forma para a realização desta pesquisa.

A minha orientadora, Dr^a. Giane de Campos Grigoletti, pela confiança em mim depositada e por todo apoio e dedicação na orientação deste trabalho, principalmente, pela inestimável compreensão nos meus momentos difíceis.

À instituição Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de desenvolver esta dissertação e receber o grau de Mestre em Engenharia Civil.

À instituição de Ensino Superior, localizada na região central do RS, que oportunizou o desenvolvimento desta pesquisa em suas dependências, disponibilizando salas de aula.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, seus professores e, à secretária Marília, pelo auxílio prestado no decorrer da pesquisa.

Ao CNPq, por contribuir com os aparelhos, sem os quais não seriam possíveis as medições.

Aos professores, Marcos Alberto Oss Vaguetti e Celina Maria Britto Correa por aceitarem compor a banca examinadora.

Aos meus pais, Ana Valéria e Luiz Airton, por acreditar, apoiar e incentivar a concretização dos meus objetivos e, por serem exemplos de força e determinação.

Ao meu esposo, André, por oferecer o apoio e auxílio de que precisei durante a realização deste trabalho, sempre com muita compreensão.

À acadêmica do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da URI - Santiago, Dieiny Osório, pelas contribuições e auxílios prestados em vários momentos deste trabalho, imprescindível nos levantamentos das salas de aula e na realização das medições.

Ao Coordenador da CROP/SOP Santiago, engenheiro João Sérgio Cardoso, pela compreensão das ausências e dos atrasos no trabalho, em muitos momentos no decorrer do desenvolvimento desta pesquisa.

Aos amigos que estiveram presentes em minha vida, durante a realização deste trabalho, por entenderem a minha ausência em muitas horas e seguirem sempre me dando apoio.

E, principalmente, a Deus, por ter permitido e dado condições e força para a concretização deste trabalho.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Dissertação
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Universidade Federal de Santa Maria

AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE ILUMINAÇÃO NATURAL EM SALAS DE AULA DE INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

AUTORA: CÍNTIA DORNELLES PEREIRA TAMIOSSO
ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a GIANE DE CAMPOS GRIGOLETTI

A condição de conforto visual, nas edificações, é importante para promover o bem-estar, saúde e aumentar a produtividade. Levando em conta os benefícios que o conforto visual promove, esse trabalho teve como objetivo avaliar a disponibilidade de iluminação natural em duas salas de aula de uma instituição de ensino superior localizada no interior do RS. A avaliação foi feita usando dois métodos: medições *in loco* dos níveis de iluminância mantida, para cinco dias durante os meses de abril, junho, agosto e dezembro, totalizando vinte dias de medições, e tomando como referência para o nível de iluminância mantida o valor estabelecido na NBR 8995 e pela opinião dos usuários através de aplicação de questionário sobre sua percepção momentânea sobre as condições da iluminação natural, para quatro dias em cada um dos meses já citados. Além disso, foi verificada a satisfação dos requisitos específicos do RTQ-C aplicáveis à iluminação natural, e calculados os coeficientes de contribuição de iluminação natural, CIN, de acordo com a NBR 15.215-3, com medições externas de níveis de iluminância paralelas às medições internas. Os resultados demonstram, para as condições de céu e dias avaliados, que os níveis de iluminância mantida são bem superiores ao nível de iluminância mantida recomendada pela NBR 8995 na maioria dos pontos e dias de medições. Os usuários demonstraram, em sua maioria, satisfação momentânea com as condições de iluminação natural das salas, relatando problemas com o controle da incidência direta de radiação solar sobre mesas. As salas, para o sistema de iluminação, apenas não satisfazem ao requisito relativo ao desligamento automático de iluminação artificial, do RTQ-C. Considerando os valores de CIN obtidos, percebeu-se sua variabilidade em relação às condições externas de céu. Com a realização dessa pesquisa foi possível perceber a dificuldade em encontrar procedimentos para medição de iluminâncias externas como apontado pela NBR 15.575, dificuldade em encontrar valores de CIN compatíveis com as condições de céu presentes no Brasil e dificuldade em medir as iluminâncias internas em períodos prolongados devido a grande variabilidade de céu presente na região da pesquisa.

Palavras-chave: Conforto visual, salas de aula, medições *in loco*.

ABSTRACT

Dissertation
Postgraduate program in Civil
Universidade Federal de Santa Maria

EVALUATION OF VISUAL COMFORT IN CLASSROOMS OF INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION

**AUTHOR: CÍNTIA DORNELLES PEREIRA TAMIOSSO
ADVISOR: PROF. DR. GIANE DE CAMPOS GRIGOLETTI**

Visual comfort conditions in school buildings are important to provide well-being, health and improving educational productivity. Considering benefits that visual comfort promotes, this research aimed to evaluate the daylight availability for two classrooms in a high school located in interior of Rio Grande do Sul, southern Brazil. The analysis was based on two methods. One of them considered in situ measurements of illuminance levels with datalogger during five days on April, June, August and December (twenty days of measurements), according to NBR 8995 Brazilian standard; the other considered the students' momentary satisfaction with natural light quality through the application of questionnaires with face-to-face direct questions in one day for mentioned months. Further the artificial and natural lighting requirements according to RTQ-C Brazilian standard were verified. The natural light factor (CIN) was calculated based on internal and simultaneous external illuminances obtained through measurement with a manual luximeter. The method used to find CIN was based on NBR 15215-3 Brazilian standard. Taking into account measurement period the illuminance levels were higher than standard values established on NBR 8995 for the majority of measured points. The study also showed that the majority of students were satisfied with momentary light conditions available in classrooms. They reported problems with direct solar radiation on desks. The light system of analyzed classrooms did not satisfy the requirements of RTQ-C referring to automatic artificial light controls. The CIN coefficients presented high variability that demonstrates the regional daylight also presents heterogeneous conditions throughout the year. The main findings are the difficulty of defining a suitable method to measure external illuminances in situ, CIN references for specific Brazilians sky conditions and difficulty of measuring internal illuminances during long-range time due to high variability of regional cloudy and clear-sky conditions.

Key words: visual comfort, classrooms, on-site measurements

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1- Espectro eletromagnético (comprimento de onda em nanômetros).....	28
Figura 2.2- Classificação de luminárias e curvas de distribuição da intensidade luminosa.....	33
Figura 2.3- Ângulo Sólido.....	35
Figura 3.1- Implantação com localização das edificações selecionadas.....	53
Figura 3.2- Planta baixa com localização das salas de aula selecionadas.....	53
Figura 3.3- Localização dos blocos dos prédios e salas de aula.....	55
Figura 3.4- Planilha padrão para levantamento das características das salas de aula.....	56
Figura 3.5- Piso cerâmico das salas de aula.....	57
Figura 3.6- Foto da sala de aula nº 203.....	57
Figura 3.7- Localização das salas de aula – Bloco C e E.....	58
Figura 3.8- Aparelhos luxímetros sobre diferentes classes das salas de aula.....	59
Figura 3.9- Distribuição dos luxímetros nas salas de aula.....	59
Figura 3.10- Imagem do Luxímetro (Instrutherm, modelo LDR-225).....	60
Figura 3.11- Calendário com os dias em que foram realizadas as medições	61
Figura 3.12- Aparelho Luxímetro Instrutherm, modelo LD-200.....	64
Figura 3.13- Questionário.....	69
Figura 3.14- Planta baixa das salas de aula com localização dos usuários que responderam ao questionário.....	70
Figura 4.1- Corte esquemático com os blocos ao entorno das salas selecionadas	74
Figura 4.2- Vista frontal da janela principal das salas de aula.....	75
Figura 4.3- Planta-Baixa com localização das salas de aula 302 e 203.....	75
Figura 4.4- Planta-Baixa da sala de aula 302.....	76
Figura 4.5- Corte esquemático da sala de aula 302.....	77
Figura 4.6- Imagens da sala de aula 302, Bloco E.....	78
Figura 4.7- Imagens da fachada do Bloco E.....	79
Figura 4.8- Corte esquemático, mostrando a distância e a altura das edificações do entorno da sala de aula 302.....	79
Figura 4.9- Planta-Baixa da sala de aula nº 203.....	81

Figura 4.10- Planta-Baixa da sala de aula 203, com localização dos luxímetros.....	82
Figura 4.11- Corte esquemático da sala de aula nº 203.....	83
Figura 4.12- Imagens da sala de aula 203, Bloco C.....	84
Figura 4.13- Imagens da Fachada Bloco C.....	84
Figura 4.14- Corte esquemático, mostrando a distância e a altura das edificações do entorno da sala de aula nº 203.....	85
Figura 4.15- Fotos do céu obtidas ao longo do período de 22/04/2013 a 26/04/2013.....	87
Figura 4.16- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 22/04/2013.....	90
Figura 4.17- Gráfico com os níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 22/04/2013.....	90
Figura 4.18- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 23/04/2013.....	93
Figura 4.19- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 23/04/2013.....	94
Figura 4.20- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 24/04/2013.....	96
Figura 4.21- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 24/04/2013.....	97
Figura 4.22- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 25/04/2013.....	100
Figura 4.23- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 25/04/2013.....	100
Figura 4.24- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 26/04/2013.....	103
Figura 4.25- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 26/04/2013.....	103
Figura 4.26- Fotos do céu, obtidas ao longo do período de 24/06/2013 a 28/06/2013.....	105
Figura 4.27- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 24/06/2013.....	108

Figura 4.28- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 24/06/2013.....	109
Figura 4.29- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 25/06/2013.....	112
Figura 4.30- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 25/06/2013.....	113
Figura 4.31- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 26/06/2013.....	116
Figura 4.32- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 26/06/2013.....	117
Figura 4.33- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E no dia 27/06/2013.....	120
Figura 4.34 - Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 27/06/2013.....	120
Figura 4.35- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E no dia 28/06/2013.....	123
Figura 4.36- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 28/06/2013.....	124
Figura 4.37- Fotos do céu obtidas ao longo do período de 05/08/2013 a 09/08/2013.....	125
Figura 4.38- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E no dia 05/08/2013.....	128
Figura 4.39- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 05/08/2013.....	129
Figura 4.40- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 06/08/2013.....	132
Figura 4.41- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 06/08/2013.....	132
Figura 4.42- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E no dia 07/08/2013.....	135
Figura 4.43- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 07/08/2013.....	135
Figura 4.44- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E no dia 08/08/2013.....	138

Figura 4.45- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 08/08/2013.....	139
Figura 4.46- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 09/08/2013.....	142
Figura 4.47- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 09/08/2013.....	142
Figura 4.48- Fotos do céu obtidas ao longo do período de 09/12/2013 a 13/12/2013.....	144
Figura 4.49- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 09/12/2013.....	147
Figura 4.50- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 09/12/2013.....	147
Figura 4.51- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 10/12/2013.....	150
Figura 4.52- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 10/12/2013.....	151
Figura 4.53- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 11/12/2013.....	154
Figura 4.54- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 11/12/2013.....	154
Figura 4.55- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 12/12/2013.....	157
Figura 4.56- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 12/12/2013.....	157
Figura 4.57- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 13/12/2013.....	160
Figura 4.58- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 12/12/2013.....	161
Figura 4.59- Calendário com indicação dos dias de medições com luxímetro e aplicação dos questionários.....	162
Figura 4.60- Planta-Baixa com indicação da posição dos usuários no momento da aplicação do questionário na sala 302.....	163
Figura 4.61- Planta-baixa com indicação da posição dos usuários no momento da aplicação do questionário na sala 203.....	164

Figura 4.62- Gráfico da avaliação dos usuários nas salas de aula 302 e 203, no mês de abril	165
Figura 4.63-Gráfico da avaliação dos usuários nas salas de aula 302 e 203, no mês de junho.....	166
Figura 4.64- Gráfico da avaliação dos usuários das salas de aula, no mês de agosto.....	168
Figura 4.65- Gráfico da avaliação dos usuários das salas de aula, no mês de dezembro.....	170

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Eficiência luminosa da iluminação natural.....	32
Tabela 3.1- Valores de níveis de iluminância (lux) externos e condições do céu	64
Tabela 4.1 – Cálculo da potência limite, para a sala de aula 302, através do método da área do edifício- RTQ-C.....	80
Tabela 4.2 – Cálculo da potência limite, para a sala de aula 203, através do método da área do edifício- RTQ-C.....	86
Tabela 4.3-Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, Bloco E, no dia 22/04/2013.....	88
Tabela 4.4-Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, Bloco C, no dia 22/04/2013.....	89
Tabela 4.5- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, Bloco E, no dia 23/04/2013.....	91
Tabela 4.6.- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, Bloco C, no dia 23/04/2013.....	91
Tabela 4.7- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, Bloco E, no dia 24/04/2013.....	95
Tabela 4.8 Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, Bloco C, no dia 24/04/2013.....	95
Tabela 4.9.- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, Bloco E, no dia 25/04/2013.....	98
Tabela 4.10.- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, Bloco C, no dia 25/04/2013.....	98
Tabela 4.11.- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, Bloco E, no dia 26/04/2013.....	101
Tabela 4.12.- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, Bloco C, no dia 26/04/2013.....	102
Tabela 4.13- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida, da sala 302, no dia 24/06/2013.....	106
Tabela 4.14- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida, da sala 203, no dia 24/06/2013.....	107

Tabela 4.15- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 25/06/2013.....	110
Tabela 4.16- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 25/06/2013.....	111
Tabela 4.17- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 26/06/2013.....	114
Tabela 4.18- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 26/06/2013.....	115
Tabela 4.19- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 27/06/2013.....	118
Tabela 4.20- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 27/06/2013.....	119
Tabela 4.21- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 28/06/2013.....	121
Tabela 4.22- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 28/06/2013.....	122
Tabela 4.23- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 05/08/2013.....	126
Tabela 4.24- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 05/08/2013.....	127
Tabela 4.25- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 06/08/2013.....	130
Tabela 4.26- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 06/08/2013.....	131
Tabela 4.27- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 07/08/2013.....	133
Tabela 4.28- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 07/08/2013.....	134
Tabela 4.29- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 08/08/2013.....	136
Tabela 4.30- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 08/08/2013.....	137
Tabela 4.31- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 08/08/2013.....	140

Tabela 4.32- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 09/08/2013.....	141
Tabela 4.33- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 09/12/2013.....	145
Tabela 4.34- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 09/12/2013.....	146
Tabela 4.35- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 10/12/2013.....	148
Tabela 4.36- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 10/12/2013.....	149
Tabela 4.37- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 11/12/2013.....	152
Tabela 4.38- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 11/12/2013.....	153
Tabela 4.39- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 12/12/2013.....	155
Tabela 4.40- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 12/12/2013.....	156
Tabela 4.41- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 13/12/2013.....	158
Tabela 4.42- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 13/12/2013.....	159

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	20
1.1Objetivos.....	22
1.1.1.Objetivo Geral.....	22
1.1.2. Objetivos específicos.....	22
1.2. Justificativa.....	22
1.3. Estrutura da Pesquisa.....	25
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	26
2.1. Luz Natural e Artificial.....	26
2.1.1 Composição Espectral.....	28
2.1.2 Características e Disponibilidade da Luz Natural.....	29
2.1.3 Eficiência Luminosa da Luz Natural.....	31
2.1.4 Fontes de Iluminação Artificial.....	32
2.2 Grandezas Fotométricas Associadas à Iluminação Natural e Artificial	35
2.2.1 Intensidade Luminosa.....	35
2.2.2 Fluxo Luminoso e Fluxo Radiante.....	35
2.2.3 Eficiência Luminosa.....	36
2.2.4 Iluminância.....	36
2.2.5 Luminância.....	38
2.3 Conforto Visual.....	38
2.3.1 Tarefa Visual.....	39
2.3.2 Estudo da Visão.....	40
2.3.2.1. Sensibilidade Visual.....	41
2.3.2.2. Acuidade Visual.....	41
2.3.2.3. Sensibilidade de Percepção.....	41
2.3.2.4. Eficiência Visual.....	41
2.3.3 Rendimento Visual.....	42
2.4 Normas e Regulamentos Vigentes para Iluminação	42
2.4.1 NBR ISO/CIE 8995-1- Iluminação de ambientes de trabalho- Parte 1: Interior.....	42
2.4.2 NBR 15215.....	43
2.4.3 Regulamento Técnico de Qualidade de Edificações- RTQ-C.....	44

2.5	Estudos em Iluminação Natural de Salas de Aula.....	46
2.6	Avaliação Pós-ocupação.....	49
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	51
3.1	Autorização Institucional.....	52
3.2	Salas de aula avaliadas.....	52
3.2.1	Seleção das salas.....	54
3.2.2	Levantamento físico das salas de aula.....	55
3.3	Medições dos níveis de iluminância.....	58
3.3.1	Número e posição dos pontos de medições.....	58
3.3.2	Instrumentos de medição.....	60
3.3.3	Período de Medições de Níveis de Iluminância.....	61
3.3.4	Procedimentos das medições.....	62
3.3.5	Condições externas.....	63
3.3.5.1	Registro visual e fotográfico das condições de céu.....	63
3.3.5.2	Medições de níveis de iluminância externo.....	63
3.3.6	Sistematização dos dados das medições.....	65
3.4	Cálculo do coeficiente de contribuição de iluminação natural CIN.....	66
3.5	Opinião dos usuários.....	67
3.5.1	Construção dos Questionários.....	67
3.5.2	Seleção dos entrevistados.....	70
3.5.3	Sistematização e análise da aplicação dos questionários.....	70
3.6	Verificação da conformidade com o RTQ-C.....	71
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
4.1	Descrição e caracterização das salas.....	73
4.1.1	Sala de aula 302, Bloco E.....	76
4.1.1.1	Resultados da aplicação do RTQ-C na salas 302- Bloco E.....	80
4.1.2	Sala de aula 203, Bloco C.....	80
4.1.2.1	Resultados da aplicação do RTQ-C na salas 203- Bloco E.....	85
4.2	Medições dos níveis de iluminância.....	86
4.2.1	Resultados das medições no mês de abril de 2013.....	87
4.2.1.1	Medições realizadas no dia 22/04/2013.....	88
4.2.1.2	Medições realizadas no dia 23/04/2013.....	91
4.2.1.3	Medições realizadas no dia 24/04/2013.....	95

4.2.1.4	Medições realizadas no dia 25/04/2013.....	98
4.2.1.5	Medições realizadas no dia 26/04/2013.....	101
4.2.2	Resultados das medições no mês de junho de 2013.....	104
4.2.2.1	Medições realizadas no dia 24/06/2013.....	106
4.2.2.2	Medições realizadas no dia 25/06/2013.....	110
4.2.2.3	Medições realizadas no dia 26/06/2013.....	114
4.2.2.4	Medições realizadas no dia 27/06/2013.....	118
4.2.2.5	Medições realizadas no dia 28/06/2013.....	121
4.2.3	Resultados das medições no mês de agosto de 2013.....	125
4.2.3.1	Medições realizadas no dia 05/08/2013.....	126
4.2.3.2	Medições realizadas no dia 06/08/2013.....	130
4.2.3.3	Medições realizadas no dia 07/08/2013.....	133
4.2.3.4	Medições realizadas no dia 08/08/2013.....	136
4.2.3.5	Medições realizadas no dia 09/08/2013.....	140
4.2.4	Resultados das medições no mês de dezembro de 2013.....	143
4.2.4.1	Medições realizadas no dia 09/12/2013.....	145
4.2.4.2	Medições realizadas no dia 10/12/2013.....	148
4.2.4.3	Medições realizadas no dia 11/12/2013.....	152
4.2.4.4	Medições realizadas no dia 12/12/2013.....	155
4.2.4.5	Medições realizadas no dia 13/12/2013.....	158
4.3	Percepções dos Usuários das Salas de Aula Analisadas.....	161
4.3.1	Caracterização dos usuários das salas de aula analisadas.....	163
4.3.2	Resultado da aplicação dos questionários no mês de abril de 2013.....	164
4.3.3	Resultado da aplicação dos questionários no mês de junho de 2013.....	166
4.3.4	Resultado da aplicação dos questionários no mês de agosto de 2013.....	167
4.3.5	Resultado da aplicação dos questionários no mês de dezembro de 2013.....	169
4.3.6	Limitações da pesquisa.....	171
5	CONCLUSÕES.....	172
5.1	Quanto à disponibilidade de iluminação natural e distribuição dos níveis de iluminância mantida.....	172
5.2	Quanto à contribuição de Iluminação natural (CIN).....	173
5.3	Quanto à satisfação dos Usuários.....	174

5.4	Quanto à adequação do RTQ-C C.....	175
5.5	Sugestões para Trabalhos Futuros.....	176
6.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	177

1 INTRODUÇÃO

A exigência fundamental para uma edificação é que ela proteja o ser humano das intempéries, no entanto, outras exigências surgiram, a partir do aumento da complexidade da sociedade. Abordagens como conforto ambiental foram adicionadas às exigências dos usuários das edificações, tanto em edificações residenciais, comerciais, como institucionais.

O conforto ambiental pode ser entendido como a relação que o homem estabelece com seu meio ambiente. Esta relação depende daquilo que o meio possibilita em termos de luz, som, uso do espaço e das exigências pessoais de cada ser humano. Todos estes elementos incidem diretamente no corpo que, na busca do equilíbrio biológico, produz diversas reações físicas e psicológicas, podendo absorvê-los ou tentar neutralizar seus efeitos (VIANNA; GONÇALVES, 2007). As condições de boa iluminação em edificações possuem papel importante para o processo de ensino e aprendizagem dos usuários, por meio do conforto visual. O olho humano alcança sua maior capacidade visual com a luz natural, sendo mais favorável a identificação de contrastes de cores e a percepção das formas tridimensionais, além do fato de possuir o mais rico espectro de luz relacionado ao esforço implícito nas tarefas visuais (PEREIRA; SOUZA, 2005).

O conforto visual conceitua-se como a existência de um conjunto de condições, em um determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de conforto e precisão, com o menor esforço e o menor risco à saúde e acidentes. Dessa forma, quanto menor o esforço de adaptação do indivíduo, maior será sua sensação de conforto (LAMBERTS et.al,1997).

Um ambiente tem que apresentar um adequado sistema de iluminação para oferecer conforto visual para seus usuários. Para isso, um fator importante é que haja uma escolha correta de coloração das superfícies existentes. Segundo Pereira e Souza (2005), as cores apresentam propriedades de reflexão de luz que podem influenciar diretamente no rendimento do sistema de iluminação, isso pode ocorrer com o aumento no nível de iluminação sem que o fluxo luminoso das fontes de iluminação existentes seja modificado.

Segundo Mascaró (1980), o conforto visual pode ser obtido, principalmente, com a luz natural disponível na parte da manhã e tarde do dia, também com a iluminação artificial, no período da noite ou em momentos que a luz natural não é suficiente. Mascaró (1980) afirma que, em média de 8 horas por dia, considerando os dias com céu claro, existe presença de luz natural que dispensa o uso de sistemas de iluminação artificial dentro das edificações. Mas para isso, é importante que o projeto de sistemas de iluminação contemple a captação de iluminação natural, considerando aberturas voltadas para o meio externo, com 15% ou mais de área do piso, com superfícies claras, com refletância superior a 80% e, com relação entre a profundidade do ambiente e a altura da verga de no máximo 1,5 metros.

A NBR 8995-1 (ABNT, 2013) aborda a iluminação para locais de trabalho internos e os requisitos para o desempenho das tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança durante todo o período de trabalho. Essa norma cancela e substitui a NBR 5413 (ABNT,1992), com níveis recomendados para iluminância de interiores, e a NBR 5382 (ABNT,1985), com método para a verificação de Iluminância de interiores. Além dessa norma, existem outras que abordam questões referentes à iluminação, como a NBR 5461 (ABNT,1991), com definições ligadas ao tema, e o conjunto de normas NBR 15215, partes 1, 2, 3 e 4, que tratam da iluminação natural (ABNT,2005,a,b,c,d).

Em ambientes educacionais existem alguns fatores de desempenho que devem ser levados em consideração, relacionados às condições de iluminação, como por exemplo, os níveis de iluminância mantida que são estabelecidos na norma NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que trata da quantidade média de luz no plano de trabalho, para possibilitar a realização das atividades pretendidas, sem esforço visual.

Segundo Pereira e Souza (2005), ambientes como salas de aula, onde estudantes precisam permanecer grande parte do tempo desenvolvendo atividades de escrita e leitura, devem possuir condições adequadas de conforto visual. O autor afirma que uma iluminação inadequada pode causar fadiga visual, dor de cabeça, ofuscamento, desconforto e, até mesmo, a redução da eficiência visual.

Assim, considerando a importância do conforto visual em ambientes educacionais, foram realizados levantamentos para avaliar a disponibilidade de iluminação natural em salas de aula de uma instituição de ensino superior, localizada no interior do RS. O trabalho envolve o levantamento dos níveis de

iluminância, promovidos pela iluminação natural e a verificação da percepção dos usuários em relação à disponibilidade de iluminação natural e artificial.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a disponibilidade de iluminação natural em salas de aula de instituição de ensino superior, localizada na região central do RS, com latitude aproximada de 29°11'30".

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar os níveis de iluminância mantida para duas salas de aula quanto à disponibilidade de iluminação natural.
- Levantar a opinião dos usuários quanto a sua percepção momentânea relativa à iluminação natural disponível nas salas de aula e o motivo de sua insatisfação, se houver.
- Verificar a satisfação ou não dos pré-requisitos específicos do RTQ-C que dizem respeito ao sistema de iluminação.

1.2 Justificativa

A luz é essencial para o desenvolvimento da vida na Terra, sendo um fator de grande importância quando se projeta uma edificação, principalmente, quando levados em consideração os aspectos sustentáveis e o conforto ambiental. A

escolha correta de sistemas de iluminação fornece economia de energia elétrica e um ambiente mais agradável.

Em todos os ambientes, sejam locais de trabalho, estudo ou lazer, existe a necessidade de iluminação adequada, natural e artificial. Lamberts et. al. (1997) afirma que as condições para a obtenção de boa iluminação, são níveis de iluminância suficientes, boa definição de cores e ausência de ofuscamento, além de proporcionar um adequado direcionamento do sistema de iluminação e suficiente intensidade sobre o local de trabalho.

Os níveis mínimos de iluminação a serem observados, por exemplo, em salas de aula, são recomendados pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que trata de iluminação de ambientes de trabalho.

Algumas pesquisas foram sendo desenvolvidas nesse contexto. Dias (2011) desenvolveu uma pesquisa com o objetivo de analisar e comparar o desempenho da iluminação natural entre salas de aula, na região do nordeste do Brasil, com o intuito de favorecer o seu uso nesses ambientes. A autora argumenta que a luz natural traz inúmeras vantagens para os usuários das salas de aula, como exemplo, benefícios psicofisiológicos, a qualidade de iluminação e a redução do consumo energético.

O método adotado por Dias (2011) foi a análise do desempenho de iluminação natural nas salas de aula, por meio de ferramenta de simulação computacional TropLux. A apresentação do desempenho luminoso das geometrias foi feita por meio de gráficos, os quais mostravam os percentuais de iluminância e apontavam os diferentes comportamentos das salas de aula, sob os tipos de céu analisados.

Correia (2008) também desenvolveu um estudo nessa linha de pesquisa, com objetivo de avaliar a iluminação natural em salas de aula da Universidade do Rio Grande do Norte, utilizando a ferramenta da Avaliação Pós-Ocupação (APO). Para o desenvolvimento da pesquisa, foram aplicados questionários para verificar a satisfação dos usuários. A autora determinou os níveis de iluminância necessários para o desenvolvimento das atividades em sala de aula.

A avaliação técnica foi feita por medições *in loco* dos níveis de iluminância, comparados com os níveis mínimos recomendados pela NBR 5413 (ABNT, 1992) e com a análise das respostas encontradas em questionários que foram aplicados. O principal resultado constatado nesse trabalho foi à verificação de nível elevado de satisfação dos usuários das salas de aula analisadas, mesmo apresentando

problemas, como ocorrência de reflexos no quadro, falta de uniformidade e, ocasionalmente, baixos níveis de iluminância.

Mansilha (2013) desenvolveu uma pesquisa com o objetivo de apontar diretrizes que visavam ao conforto visual em salas de aula, a partir de níveis de iluminância disponíveis, sua distribuição no ambiente e a eficiência energética de sistemas de iluminação.

O trabalho de Mansilha (2013) foi realizado no campus da Universidade Federal de Santa Maria, RS, onde, primeiramente, foram selecionadas algumas salas representativas de salas de aula das unidades de ensino da UFSM. Foram realizados dois tipos de medições *in loco*, com o auxílio de luxímetros. As coletas dos níveis de iluminância foram baseadas nas recomendações estabelecidas na NBR 15215- Parte D (ABNT, 2005). As medições foram realizadas com a iluminação natural e artificial.

Na medição com iluminação natural, os resultados obtidos atestaram que a sua disponibilidade nas salas de aula estava sendo afetada por condições existentes no entorno, que causavam obstruções do céu visível. Na medição realizada com iluminação natural, mais a artificial, os níveis coletados apontaram valores excessivos e sistema de iluminação mal distribuído que, segundo Mansilha (2013), acaba causando maior consumo de energia.

Apesar de o assunto ser de extrema importância para saúde dos usuários de salas de aula de instituições de ensino e envolver diretamente no desempenho das atividades, no conforto ambiental e na economia de energia elétrica, no Rio Grande do Sul, ainda há poucos estudos dessa natureza. Levando em consideração essa situação, bem como a importância do conforto visual em ambientes de trabalho e estudo, e os inúmeros aspectos positivos relativos à eficiência energética de um ambiente quando este apresenta um bom aproveitamento da iluminação natural durante o dia, esta pesquisa teve o propósito de colaborar com o conhecimento relativo à iluminação natural em salas de aula, para uma latitude específica do sul do Brasil, correspondendo, aproximadamente, a 30°S, através das condições de iluminação natural e do conforto visual de usuários das salas de aula de uma instituição de ensino superior, localizada na região central do RS.

1.3 Estrutura da Pesquisa

A estrutura da pesquisa foi desenvolvida, seguindo as etapas descritas a seguir.

No primeiro capítulo, está a introdução do trabalho que aborda o assunto da pesquisa e apresenta seus objetivos e sua justificativa.

O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica, onde são apresentados conceitos relacionados à iluminação natural, conforto visual, normas e regulamentos nacionais voltados para iluminação.

O terceiro capítulo consiste na apresentação dos materiais e métodos que foram empregados no desenvolvimento da pesquisa, descrevendo a escolha das salas de aula analisadas, assim como os levantamentos, a realização das medições, a construção de questionários, a sistematização dos dados obtidos, a metodologia de análise dos resultados obtidos pelo RTQ-C.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos, com suas respectivas análises e discussões.

O quinto e último capítulo apresenta as conclusões da pesquisa e as recomendações para os trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram levantados referenciais teóricos que abordam assuntos como iluminação natural e artificial, definição de grandezas físicas envolvidas nos fenômenos da iluminação, definições relativas ao conforto visual e referências que permitiram a delimitação do método de pesquisa.

2.1. Luz Natural e Artificial

Ao longo da história, existem relatos sobre as diversas formas de aproveitamento da luz do sol, desde a época dos povos primitivos. Hoje em dia, sabemos que existem vários benefícios para o uso de iluminação natural, sejam benefícios sustentáveis, sociais ou econômicos. Dias (2011) afirma que, durante muito tempo, as atividades humanas desenvolvidas nas civilizações mais antigas eram guiadas pela quantidade de luz natural disponível, levando em consideração que ainda não existia fonte de luz artificial que permitisse executar as tarefas durante a noite, proporcionando segurança e conforto.

Segundo o Manual de Iluminação Eficiente do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL, 2002), a luz é um elemento de grande importância e indispensável para o desenvolvimento da vida na Terra. Muitas pessoas, preocupadas com a economia de energia, estão em busca de alternativas mais econômicas. Edificações que utilizam a luz natural são edificações que possuem sistema de iluminação energeticamente eficiente. Moore (1991 apud CABÚS, 1997, p.?) afirma ainda, que o uso da luz natural nos projetos das edificações como fonte principal de iluminação, acompanha diretamente a história da arquitetura, e sua presença é considerada sinônimo de limpeza, pureza e sabedoria.

Baker e Steemers (2002 apud DIAS, 2011, p.26) relatam que a utilização da iluminação natural fez parte de diversos estilos arquitetônicos, como ferramenta importante para o alcance dos efeitos desejados. O estilo gótico é exemplo disso, pois criou uma experiência luminosa única, quando associou a presença de Deus

com a luz, utilizando vitrais e compondo um ambiente colorido e misterioso por meio da fonte de luz.

Segundo Majoros (1998 apud GARROCHO 2005, p.1), a luz natural oferece inúmeras vantagens e pode ser usada como estratégia para obter maior qualidade ambiental e eficiência energética em edifícios. Um dos pontos positivos da luz natural, por exemplo, é a melhor qualidade de iluminação obtida, pois a visão humana desenvolveu-se com a iluminação natural. A constante mudança da quantidade de luz natural é favorável, pois proporciona efeitos estimulantes nos usuários, além de permitir valores mais altos de iluminação, se comparados à luz artificial. Um bom projeto de iluminação natural pode fornecer a iluminação necessária de 80 a 90% das horas de luz diária, permitindo uma enorme economia de energia em luz artificial. A luz natural é fornecida por fonte de energia renovável, sendo o uso mais evidente da energia solar (GARROCHO 2005).

Para Bormann (2003), com o aumento da preocupação referente à economia de energia elétrica, as pesquisas de meios naturais e diretrizes projetuais para obtenção de iluminação necessária e adequada nas edificações tendem a aumentar.

Ao longo dos anos, a luz do sol teve muita importância na concepção dos projetos de arquitetura, pelo fato de não haver outra fonte de luz tão eficiente. Porém, com o passar do tempo, houve a popularização da energia elétrica e, conseqüentemente, a iluminação natural foi dando espaço para a iluminação artificial. Atualmente, existe a necessidade de economizar energia elétrica e melhorar a qualidade de vida, sendo assim, a luz natural dentro das edificações volta a ter destaque.

O uso da iluminação natural nos ambientes necessita de conhecimentos referentes ao tipo de clima da região onde está sendo implantado o projeto, métodos de previsão de quantidade de luz que se pode obter, conhecimento dos elementos arquitetônicos apropriados para diferentes objetivos de aproveitamento da iluminação natural, como átrios, janelas, zenitais, brises, entre outros (POGERE, 2001).

A luz artificial caracteriza-se por uma fonte de iluminação que é produzida pelo homem, para suprir a necessidade de iluminação quando a luz natural não é suficiente (GHISI, 1997).

Godoy (2000) defende a ideia de que um projeto deve aproveitar todas as oportunidades que a arquitetura proporciona, para potencializar e valorizar

visualmente a edificação, assim como deve ser discutido de forma ampla com os gerenciadores do negócio, para definir o público alvo e os objetivos de cada empreendimento, prever pontos, cargas, circuitos e controles dedicados a cada situação, e soluções que evidenciam os objetivos visuais e a composição dos ambientes.

Vianna e Gonçalves (2001) afirmam que para obter um eficiente projeto de iluminação artificial, é necessário compreender de que forma acontece a relação entre a iluminação natural e a artificial, sendo fundamental saber como integrar as soluções dadas para a iluminação artificial, com as propostas feitas pelo projeto atinentes à iluminação natural, além de ter conhecimento da atividade que será exercida no ambiente, determinando os requisitos exigidos pela iluminação artificial, no que diz respeito ao sistema a ser adotado.

2.1.1 Composição Espectral

O ser humano percebe a radiação de luz dentro da faixa de radiação eletromagnética com comprimento de onda entre 380nm a 780nm, sendo possível definir diferentes comprimentos de onda que produzem a sensação de cor. A Figura mostra os intervalos de comprimentos de onda, correspondentes às cores básicas interpretadas pelo olho humano: o violeta, o azul, o verde, o amarelo, o laranja e o vermelho (PEREIRA; SOUZA, 2005).

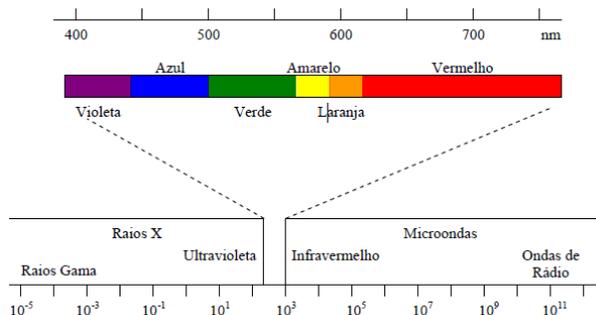


Figura 2.1 – Espectro eletromagnético (comprimento de onda em nanômetros)

Fonte: Pereira e Souza (2005, p.8)

A iluminação natural pode sofrer variações em nível e em composição espectral com o decorrer do tempo. A luz natural pode criar modelagem e distribuição de luminância específica, devido ao fluxo quase horizontal proveniente de janelas existentes nos ambientes (ABNT, 2013).

2.1.2 Características e Disponibilidade da Luz Natural

Muitos dos problemas da iluminação em edifícios surgem devido à sua própria natureza e, em especial, pelas janelas terem de desempenhar as funções, não apenas de admissão da luz no edifício, mas também proporcionar contato visual com o meio externo (HOPKINSON; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1975).

O sistema de iluminação natural apresenta diversas características de grande valia que podem influenciar na valorização de um ambiente, tais como a variabilidade, a qualidade da luz, a eficácia luminosa, a comunicação visual com o meio externo e a redução do consumo de energia (MANSILHA, 2013).

Para elaboração de projetos de iluminação natural, existem algumas características que podem ser bem exploradas, dentre elas estão intensidade de luz, direção, cor, duração e mutabilidade ao longo do tempo. Todas essas razões, segundo Correia (2008), podem justificar o uso da luz do sol como fonte de iluminação. O autor ainda afirma que os principais fatores de determinação da disponibilidade da luz natural podem ser definidos como sazonalidade, características físicas, geográficas, orientação e configuração morfológica do entorno construído, caso existente.

As características físicas e geográficas influenciam de modo significativo a iluminação, relacionadas à localização do local e latitude, tornando os benefícios da luz natural mutáveis, dependendo de cada região, interferindo na disponibilidade de luz do sol durante os dias (CORREIA, 2008).

As condições climáticas regionais exercem ação direta na configuração básica dos tipos de céu, por exemplo, em condições de clima temperado, na maior parte do tempo, o céu é nublado; em clima quente e seco, o céu é claro, com aspecto azulado e pouco brilhante, efeito da pouca quantidade de partículas de água presentes na atmosfera; em clima quente e úmido, o céu aparece como

parcialmente nublado e com muita luminosidade, devido, principalmente, à alta quantidade de vapor d'água presente na atmosfera (VIANNA; GONÇALVES, 2001).

O céu com luminosidade uniforme e o céu encoberto caracterizam a condição de céu encoberto por nuvens, com atmosfera carregada de poeira e sol não visível; no céu claro, a atmosfera é limpa e o sol é visível, com ausência de nuvens, nesse caso, onde estão partes mais altas do céu e mais próximas da posição do sol, chegam a alcançar intensidade luminosa, aproximadamente, 40 vezes maior que a da linha do horizonte. O céu encoberto está incorporado na variação de luminosidade da região do horizonte para o zênite, alcançando luminosidade três vezes mais brilhante (CORREIA, 2008).

Correia (2008) explica, ainda, que a intensidade de luz obtida dos raios solares, em dias de céu claro, varia de acordo com a espessura da camada atmosférica que os raios solares precisam atravessar. Por isso, a luz natural é mais intensa ao meio-dia do que no início e no final do dia. Também é menos intensa em latitudes altas, se comparada às latitudes baixas. A latitude também determina o tempo de duração de disponibilidade de luz natural, ao longo dos anos, nas localidades próximas do Equador. Onde elas são mais baixas, a variação de luz não é tão discrepante como em relação às regiões de altas latitudes.

Vianna e Gonçalves (2001) afirmam que as condições urbanas da área onde são implantadas as edificações, também determinam a quantidade de luz natural que chega ao solo. Correia (2008), explica que a proximidade entre as edificações afeta a luminosidade dentro dos ambientes, onde obstruções naturais ou construídas podem aumentar ou diminuir a disponibilidade de luz natural que chega até o interior da edificação.

Segundo Hopkinson, Petherbridge e Longmore (1975), a especificação de iluminação e iluminância da luz do dia no interior das edificações é dificultada pela variabilidade da luz do dia, dependendo das regiões onde estão localizadas. Para Correia (2008), a variação do nível da luz natural é intensa ao longo dos dias e ao longo dos anos, principalmente, quando mudam as condições climáticas e atmosféricas.

De acordo com Souza (2003), a relação do nível de iluminância interno, proporcionado pela iluminação natural, depende de dois fatores principais: primeiro, as características do ambiente construído, relacionadas à geometria do ambiente, configuração de espaço, orientação das aberturas, refletância das superfícies, o

entorno, dentre outros e, segundo, a disponibilidade de luz natural externa que, respectivamente, depende das condições de luminância do céu.

Outro fator importante quanto à disponibilidade de luz, segundo Correia (2008), é a orientação dos planos verticais das fachadas. Quando direcionados para regiões de céu, por onde o sol faz sua trajetória, possuem maior probabilidade de receber superior intensidade luminosa, por períodos mais longos do dia, mesmo no caso de regiões com o céu encoberto.

Cerca de 134.000 lux são recebidos pela atmosfera terrestre. Aproximadamente 20% são absorvidos, 25% são refletidos de volta para o espaço. O restante, 55%, chega à superfície da terra em forma de raios solares, conhecidos como luz direta. Outra fração é difundida pelas camadas da atmosfera, nuvens e outros elementos que compõem a luz difusa, caracterizada como fonte primordialmente homogênea, devido ao fato de ser emitida pelo céu em todas as direções (VIANA; GONÇALVES, 2001).

2.1.3 Eficiência Luminosa da Luz Natural

Uma característica importante da luz natural é a eficiência luminosa, isso deve ser bem definido na fase de concepção do projeto arquitetônico, para possibilitar a entrada de luz natural nos ambientes de forma adequada. Em função da importância da insolação no aquecimento dos ambientes, segundo Cabús (1997), desenvolveu-se uma concepção equivocada de que a luz natural direta não deveria ser utilizada com o propósito de iluminação natural.

A forma adequada para a realização de um projeto de iluminação é usufruir e controlar a luz natural disponível, aumentando suas vantagens. As principais decisões são tomadas nessa etapa. Para obter as vantagens e benefícios oferecidos pela iluminação natural, é importante ter compreensão do comportamento da luz, além de analisar os instrumentos disponíveis, usados para o aproveitamento da luz natural, denominados, por Baker et al. (1993 apud GARROCHO, 2005, p.1), de componentes arquitetônicos. Entre eles, estão a iluminação lateral e a zenital.

É necessário que o uso da iluminação natural seja avaliado, desde a concepção inicial do projeto, levando em consideração a variação diária e sazonal

da luz, para fornecimento de uma iluminação adequada, por maior tempo e menor carga térmica possível, pois a carga térmica inserida no ambiente, por intermédio da luz natural, é menor que a carga térmica inserida pela luz artificial (GHISI; LAMBERTS, 1997).

Para comprovar essa afirmação, serão apresentadas, na tabela 2.1, faixas de eficiência luminosa para iluminação natural, citadas por PEREIRA (1992 apud GHISI; LAMBERTS, 1997).

Tabela 2.1. Eficiência luminosa da iluminação natural

Condições de iluminação natural	Eficiência luminosa (lm/W)
Sol direto (altitude solar 60)	90 a 115
Radiação global com céu claro	95 a 125
Radiação difusa com céu claro	100 a 145
Céu encoberto	100 a 130

Fonte: Adaptado de GHISI e LAMBERTS, 1997, não paginado.

Ghisi e Lamberts (1997) afirmam que, apesar de a iluminação natural ser variável, ao longo dos anos, meses e dias, deve ser avaliada de maneira eficiente para elaboração dos projetos luminotécnicos, em que seja usada apenas para suprir as necessidades quando a luz natural não é capaz de atender.

2.1.4 Fontes de Iluminação Artificial

Segundo Grandjean (1998), podem ser citados como fontes luminosas comuns quatro tipos de sistemas de qualidade de luz: as fontes luminosas radiantes diretas, semi-indiretas, radiantes livres e as fontes emissoras diretas. As fontes luminosas radiantes diretas emitem em torno de 90% de luz na forma de cone, direcionado a uma superfície e são caracterizadas por fortes sombras, próprias para

o uso em exposições e vitrines. As fontes luminosas semidiretas emitem até 40% de luz, diretamente, em todas as direções, enquanto que a outra parte, direta ou indireta, incide no teto e nas paredes. São recomendadas para trabalhos pouco precisos. As fontes luminosas radiantes livres são características de lâmpadas incandescentes opacas e irradiam luz, uniformemente, para todas as direções. Esse tipo é usado em corredores, banheiros, dentre outros. E, por último, as fontes emissoras indiretas, que jogam em torno de 90% de sua luz no teto e paredes, refletindo para o restante do ambiente. Esse tipo de fonte é o ideal para exposições, salas de vendas etc (ALMEIDA, 2003).

Vianna e Gonçalves (2001), afirmam que o sistema ótico da relação entre luminária e lâmpada pode ser classificado em função da forma como o fluxo luminoso é irradiado, em direta, semidireta, uniforme, semi-indireta e indireta (Figura 2.2).

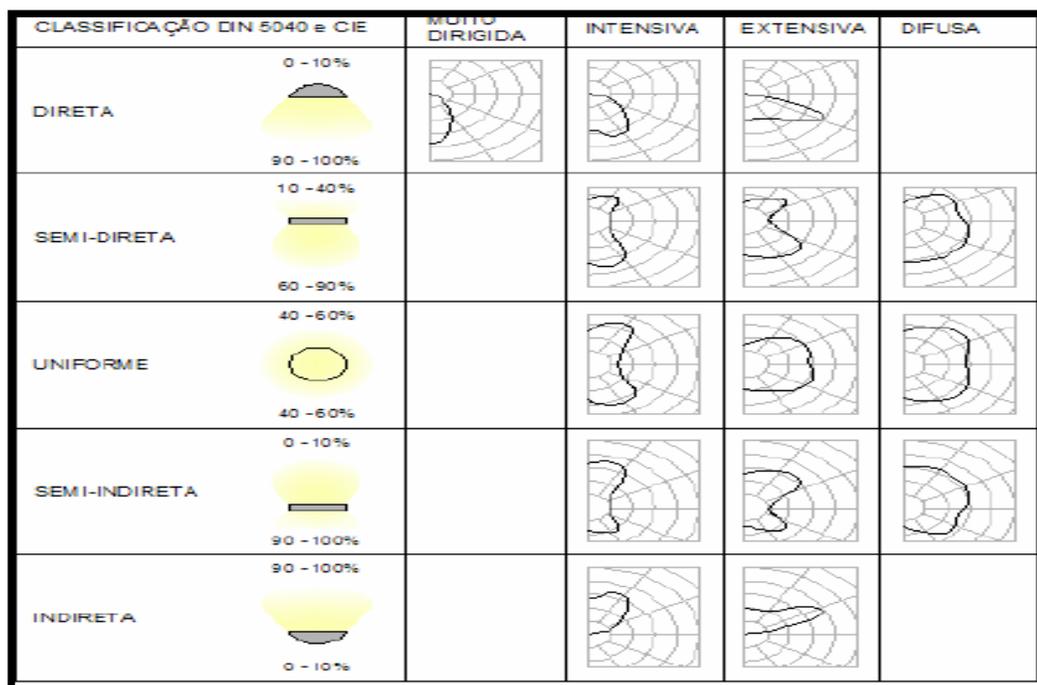


Figura 2.2 Classificação de luminárias e curvas de distribuição da intensidade luminosa.

Fonte: TOLEDO, 2008

Segundo IESNA (2000), a mesma classificação é proposta pela *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) para luminárias internas, que apresenta detalhadamente a proporção do fluxo luminoso dirigido para cima e para baixo no plano horizontal (TOLEDO, 2008).

As fontes de iluminação artificial são compostas por lâmpadas, luminárias e equipamentos complementares, como exemplo, transformadores e reatores. Vianna e Gonçalves (2001) postulam que os sistemas de iluminação artificial podem ser divididos de duas maneiras. A primeira, de acordo com a forma pela qual o fluxo luminoso é irradiado, para cima e para baixo, no plano horizontal e da luminária e/ou lâmpada. A segunda, com os efeitos produzidos no plano de trabalho, proporcionando iluminação geral, direcional, localizada e local.

Grandjean (1998) afirma que a escolha correta de lâmpadas que serão aplicadas nos ambientes deve ser realizada atendendo critérios em função do ambiente e da natureza do trabalho.

Almeida (2003) define os seguintes fatores que devem ser considerados na escolha das lâmpadas:

- medidas e forma do local a iluminar;
- tipo de tarefa visual;
- número de horas de funcionamento; e
- economia da energia elétrica, desde o custo inicial, consumo e manutenção do sistema.

Sobre isso, Almeida (2003) afirma que as lâmpadas que possuem maior rendimento luminoso, consomem menor potência, sendo assim, apresentam redução no consumo de energia elétrica, além de menores gastos de condutores para abastecimento das fontes luminosas.

2.2 Grandezas Fotométricas Associadas à Iluminação Natural e Artificial

2.2.1 Intensidade Luminosa

Intensidade luminosa é, basicamente, a luz que se propaga em uma determinada direção, representada por um ângulo sólido, em esterradianos, dentro de um ângulo sólido, sendo a sua unidade de medida o candela (cd) (PEREIRA; SOUZA, 2005).

O ângulo sólido (W na Figura 2.3) se define como o quociente entre a área superficial (A) de uma esfera, pelo quadrado de seu raio (R) (BRONDANI, 2006).

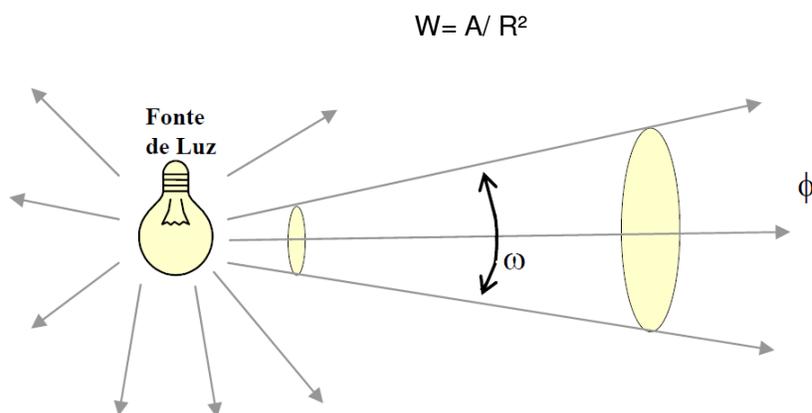


Figura 2.3 Ângulo sólido W

Fonte: PEREIRA, 2003

2.2.2 Fluxo Luminoso e Fluxo Radiante

Fluxo radiante é a potência da radiação eletromagnética que é emitida ou absorvida por um corpo e pode conter frequências visíveis e não visíveis. Como exemplo, Brondani (2006) comenta, em sua pesquisa, a situação de uma lâmpada

acesa, a radiação visível é vista e a radiação térmica é sentida. O componente do fluxo radiante que gera uma resposta visual é chamado de fluxo luminoso.

Pereira e Souza (2005) definem que o fluxo luminoso representa a radiação total que é emitida por um corpo e gera resposta visual.

2.2.3 Eficiência Luminosa

A habilidade de uma fonte converter potência em luz é conhecida como eficiência luminosa. Sua unidade de medida no SI é lúmen/Watt [lm/W] (BRONDANI, 2006).

Segundo Brondani (2006), a eficiência luminosa permite comparar duas fontes luminosas, possibilitando perceber qual delas proporcionará maior rendimento. A eficiência luminosa depende do comprimento de onda da radiação, comprimento no qual a visão humana apresenta o pico de sensibilidade.

2.2.4 Iluminância

A luz irradiada por uma lâmpada, relacionada à superfície de incidência, caracteriza a iluminância, que é uma grandeza luminotécnica, cuja expressão matemática se define pelo fluxo luminoso (lúmens), dividido pela área analisada (m^2) (VIANNA; GONÇALVES; 2001). O fluxo luminoso não é distribuído uniformemente, por isso, a iluminância não é a mesma em todos os pontos da área da superfície. Sendo assim, considera-se a iluminância média dentre vários pontos de uma determinada área, para a confirmação de que a área está dentro dos limites de iluminância necessários para cada função que será executada no local.

A NBR 8995-1 (ABNT, 2013) especifica os requisitos de iluminação para locais de trabalho internos e os requisitos para que as pessoas desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança, durante todo o período de trabalho. Revela que a iluminância e sua distribuição, nas áreas de trabalho e no entorno imediato, têm um maior impacto na rapidez com que uma

pessoa percebe e realiza a tarefa visual, segura e confortavelmente. Os valores de iluminância, especificados na norma, são iluminâncias mantidas ($\bar{E}m$) e proporcionam a segurança visual no trabalho e para as necessidades do desempenho visual. A iluminância mantida ($\bar{E}m$) é um valor abaixo do qual não convém que a iluminância média, da superfície especificada, seja reduzida.

A NBR 8995-1 (ABNT, 2013) apresenta requisitos para o planejamento da iluminação, recomendados para diversos ambientes e atividades, estipulados em tabelas que apresentam na Coluna 01, a listagem dos ambientes (área), tarefas ou atividades; na coluna 02, a iluminância mantida ($\bar{E}m$); na coluna 03, o índice limite de ofuscamento unificado ($UGRL$); na coluna 04, o índice de reprodução de cor mínimo (Ra) e, por último, na coluna 05, as recomendações para as exceções e aplicações especiais, referentes às situações listadas na coluna 01.

O quadro 2.1 mostra os valores recomendados para salas de aula.

Quadro 2.1: Planejamento dos ambientes (áreas), tarefas e atividades com a especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade da cor

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	$\bar{E}m$ (lux)	$UGRL$	Ra	Observações
28 Construções educacionais				
Salas de aula, salas de aula particulares	300	19	80	Recomenda-se que a iluminação seja controlável

Fonte: NBR 8995-1- Iluminação de ambientes de trabalho (p. 27)

Os requisitos de iluminação recomendados, para diversos ambientes e atividades, estão estabelecidos na norma da forma indicada a seguir.

Coluna 1 - Lista de ambientes (áreas), tarefas ou atividades, essa coluna elenca os ambientes, tarefas ou atividades, para os quais os requisitos específicos são dados.

Coluna 2 - Iluminância mantida ($\bar{E}m$, lux), indica a iluminância mantida na superfície de referência para um ambiente, tarefa ou atividade, estabelecida na primeira coluna.

Coluna 3 - Índice limite de ofuscamento unificado (*UGRL*), estipula o *UGR*, limite aplicável para a situação listada na coluna 1.

Coluna 4 - Índice de reprodução de cor mínimo (*Ra*), estatui o índice de reprodução de cor mínimo para a situação listada na coluna 1.

Coluna 5 - Mostra as observações, com recomendações para as exceções e aplicações especiais, referentes às situações listadas na primeira coluna.

A NBR 8995-1 (ABNT, 2013) se diferencia das demais, por apresentar novos critérios e requisitos qualitativos ao projeto, como exemplo, o controle de ofuscamento, índice de reprodução da cor, iluminação de tarefas e critérios quantitativos e o atendimento aos níveis de iluminância recomendados.

2.2.5 Luminância

Luminância pode ser considerada como uma medida física do brilho de uma determinada superfície iluminada ou fonte de luz, através da qual os seres humanos enxergam (BRONDANI, 2006).

A unidade de medida de luminância, no sistema internacional, é o candela/m² [cd/m²] e é definida como intensidade luminosa, por unidade de área de uma superfície, em uma determinada direção (PEREIRA; SOUZA, 2008).

2.3 Conforto Visual

Conforto visual caracteriza-se como a existência de um conjunto de condições, em um determinado ambiente, no qual os seres humanos podem realizar tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual e com o mínimo esforço, riscos de acidentes e prejuízos à visão (LAMBERTS et. al., 1997, p.44-45).

Esse conjunto de condições, que proporcionam o conforto visual nas edificações, tem grande importância para oferecer bem-estar, saúde e aumentar a produtividade. Isso quer dizer que o conforto visual está diretamente relacionado à habitabilidade da edificação, sendo determinado, principalmente, pela iluminação

natural que o olho humano recebe, pois a luz do sol é a melhor forma de luz por ele assimilada. Essa condição é alcançada com valores de iluminância adequados à tarefa visual, proporcionando boas condições de visibilidade e evitando incômodos visuais (DIAS, 2011).

Para a iluminação de um determinado ambiente ser considerada adequada, é necessário possuir iluminância suficiente, proporcionar boas definições de cores, não causar ofuscamento, além de seu adequado direcionamento e suficiente intensidade sobre o local de trabalho (LAMBERTS, et al,1997).

2.3.1 Tarefa Visual

Segundo Anshel (2005), a visão é a primeira forma de contato com o mundo que nos rodeia e, entre os cinco sentidos, é o que mais precisamos para trabalhar. Cerca de 80% da aprendizagem do ser humano é realizada por meio da visão (PAIS, et al,199?).

A área de tarefa visual é caracterizada como uma área parcial no ambiente de trabalho em que a tarefa visual é desenvolvida. O desempenho visual necessário para a tarefa visual é determinado pelos elementos visuais da atividade realizada, isto é, depende do tamanho dos objetos, contrastes com o fundo, luminância dos objetos e, do tempo de exposição que será necessário para o desenvolvimento da tarefa visual (NBR 8995-1, 2013).

A iluminação, em uma determinada direção, pode revelar os detalhes da tarefa visual, aumentando a visibilidade e fazendo com que a tarefa seja desenvolvida com maior facilidade (NBR 8995-1, 2013).

O alcance do conforto visual, em um determinado ambiente, está diretamente relacionado com a possibilidade de iluminâncias adequadas para o desenvolvimento da tarefa visual, permitindo boas visibilidades (DIAS, 2011).

Van Bommel e Van Den Beld (2004 apud DIAS, 2011, p.39) afirmam que o desempenho visual humano não depende somente da qualidade da iluminação, mas também de suas habilidades visuais, caso em que a idade é um importante critério a ser levado em consideração, pois as exigências de iluminação crescem com o aumento da idade.

Existem fatores que estão relacionados diretamente com o desenvolvimento adequado e satisfatório de uma tarefa: a acuidade visual, a complexidade, a dificuldade de realização da própria tarefa e a capacidade de experiência do indivíduo para realizá-la. Conseqüentemente, existem fatores que devem ser considerados para determinação do nível de iluminância em virtude da realização das tarefas visuais, como o tamanho dos detalhes críticos das tarefas, distância de que são vistos, luminância das tarefas (fator de reflexão), os contrastes entre tarefa e o entorno, a velocidade com que essa tarefa deve ser executada, grau de precisão exigido na sua realização e, também, a idade de quem está desenvolvendo a tarefa (CORREIA, 2008).

Vianna e Gonçalves (2001) afirmam que a determinação das características de um ambiente não é realizada apenas com o nível de iluminância necessário, mas também com outros fatores. É sempre a função de cada local que irá determinar os fatores mais importantes a serem analisados.

2.3.2 Estudo da Visão

A visão representa, em conformidade com NETO, 1980 (apud ALMEIDA, 2003), a mais importante fonte de contato do ser humano com o ambiente que o rodeia, sendo a principal forma de percepção de informações. Apesar desse fato, o autor ainda reitera que o homem nem sempre dá a importância necessária quando se trata de oferecer os meios adequados para o bom desempenho visual.

O olho é o meio que possibilita a percepção das sensações de luz e cor, que permite interpretar imagens e captar o mundo que nos cerca. O olho humano é composto por lentes e diafragmas que focalizam e limitam os feixes de luz, assim como é, também, um sistema de células sensíveis às radiações luminosas (ALMEIDA, 2003).

Almeida (2003) assegura que, no olho, a sensação visual é ocasionada pelos estímulos luminosos que geram impulsos que são transmitidos por meio do nervo ótico até o cérebro, local onde ocorre a interpretação das diversas intensidades de luz, que permitem distinguir as formas, tamanhos e posição dos objetos.

2.3.2.1 Sensibilidade Visual

Os raios luminosos, que são refletidos ou emitidos pelos corpos, passam pelo sistema ótico, que é composto, principalmente, pela córnea e pelo humor vítreo. Após, incidem sobre a retina do globo ocular, onde células especializadas, chamadas cones e bastonetes, são excitadas pelo estímulo eletromagnético e transmitem impulsos elétricos para o cérebro através do nervo ótico (ALVES,2001).

2.3.2.2 Acuidade Visual

Acuidade visual é a capacidade de diferenciar os detalhes nos objetos visualizados, com maior ou menor facilidade e rapidez. A acuidade visual depende da iluminação disponível e não leva em consideração a reprodução das cores (ALMEIDA, 2003).

2.3.2.3 Sensibilidade de Percepção

Sensibilidade de percepção é a sensibilidade humana para perceber o contraste entre partes claras ou partes escuras, tanto nos objetos isolados como nos locais em que eles se encontram (ALMEIDA, 2003).

2.3.2.4 Eficiência Visual

A eficiência visual também é conhecida como sensibilidade relativa ou luminosidade espectral relativa, que é, basicamente, o comportamento do olho humano no discernimento das cores do espectro solar (ALMEIDA, 2003).

Existem dois tipos básicos de visão; um é conhecido como curva diurna, caracterizada pela visão normal dos objetos que recebem luz do dia, e a eficiência máxima é referente ao comprimento de onda de 555nm, chamada de visão fotópica. O outro tipo de visão é a da curva noturna, também conhecida como escotópica, que possui a eficiência máxima para o comprimento de onda de 505nm em ambientes sombrios ou à noite (ALMEIDA, 2003).

2.3.3 Rendimento Visual

A precisão da tarefa visual depende do tamanho do detalhe a ser distinguido, do contraste de luminância e cor do detalhe em relação ao seu entorno imediato, da velocidade e cuidados requeridos no desempenho das tarefas visuais e, do tempo de duração de tarefa, sem interrupções (VIANNA; GONÇALVES, 2001).

Para determinação dos padrões de luz necessários numa edificação, é preciso discriminar as características da tarefa visual a ser empregada no edifício e exprimir essa discriminação, de tal modo que ela possa ser relacionada com os dados experimentais básicos sobre acuidade visual, brilho e sensibilidade ao contraste (HOPKINSON; PETHERBRIDGE; LONGMORE, 1975).

2.4 Normas e Regulamentos Vigentes para Iluminação

2.4.1 NBR ISO/CIE 8995-1- Iluminação de ambientes de trabalho- Parte 1: Interior

Segundo a NBR 8995-1 (ABNT, 2013), uma boa iluminação propicia a visualização do ambiente, permitindo que os usuários vejam, movam-se com segurança e desempenhem suas tarefas visuais de maneira eficaz, precisa e segura, isso tudo, sem causar fadiga visual e desconforto.

A NBR 8995-1 (ABNT, 2013) também explica que a luz natural pode variar em nível e composição espectral com o tempo e, por essa razão, a iluminação de um

ambiente interno sofre variações, como também pode criar modelagem e distribuição de iluminância específica, devido ao fluxo quase horizontal proveniente das janelas laterais, assim como as aberturas zenitais e outros elementos de fenestração podem fornecer a iluminação natural.

Assim como foi mencionado no item 2.3.4, essa norma especifica os requisitos de iluminação para locais de trabalho internos e as condições para os profissionais desempenharem tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança, durante todo o período de trabalho. Essa norma cancela e substitui a ABNT NBR 5413:1992 (Iluminância de Interiores) e a ABNT NBR 5382 (Iluminação de Ambientes de Trabalho), publicada em 1977 e, sem atualização desde 1985.

A norma não especifica como sistemas ou técnicas de iluminação devem ser projetados, com o propósito de aperfeiçoar as soluções para os locais específicos de trabalho. Esse assunto pode ser encontrado nos guias e relatórios do CIE.

O procedimento de verificação que a NBR 8995-1 (ABNT, 2013) recomenda, no caso de iluminância, é que deve ser medida em pontos específicos das áreas pertinentes, sendo que as leituras não podem ser inferiores às calculadas para os pontos. A iluminância mantida deve ser calculada por meio dos valores medidos, na mesma malha de pontos utilizada no cálculo do projeto, não podendo o valor ser inferior ao especificado para aquela tarefa visual.

2.4.2 NBR 15215

A NBR 15215 aborda questões referentes à iluminação natural e é dividida em 04 partes. A Parte 1, Conceitos Básicos e Definições (ABNT, 2005a), estabelece os conceitos e as definições dos componentes de iluminação natural, como também dos elementos de controle e termos gerais relacionados com iluminação natural nas edificações.

A Parte 2, Procedimentos de Cálculo para Estimativa da Disponibilidade de Luz Natural, fixa os procedimentos para efetuar cálculos de disponibilidade de luz natural, nos planos horizontais e verticais externos, referentes às condições de céu, que são céu claro, encoberto e parcialmente encoberto ou intermediário (ABNT, 2005b).

A Parte 3, Procedimento de Cálculo para Determinação da Iluminação Natural em Ambientes Internos, demonstra o método para determinar a quantidade de luz natural que passa pelas aberturas das edificações e o índice de um ponto interno num plano horizontal, pela máscara de obstrução do ambiente para o ponto. (ABNT, 2005c).

E, por último, a Parte 4, Verificação Experimental das Condições de Iluminação Interna de Edificações- Método de Medição, que objetiva prescrever métodos para verificação experimental das condições de iluminância e luminância nos ambientes internos (ABNT, 2005d).

2.4.3. Regulamento Técnico de Qualidade de Edificações- RTQ-C

O Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, RTQ-C (BRASIL, 2010), teve sua primeira versão regulamentada pela Portaria INMETRO n.º 53, de 27 de fevereiro de 2009, posteriormente sucedida pela Portaria INMETRO n.º 163, de 08 de junho de 2009. Nesse regulamento, existem especificações dos requisitos técnicos e os métodos para classificação de edifícios comerciais, de serviços e públicos, quanto à eficiência energética, criando condições de etiquetagem do nível de eficiência energética, por meio da tipologia de edifícios.

O RTQ-C é aplicável em edifícios com área útil mínima de 500m² e/ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3kV (GALAFASSI, 2012).

O propósito do RTQ-C é abranger três itens, sendo o primeiro o desempenho da Envoltória, o segundo a eficiência do Sistema de Iluminação e, o terceiro, a eficiência do Sistema de Condicionamento Artificial do Ar. Tais requisitos podem ser avaliados por método prescritivo através de equações e de tabelas que definem parâmetros da envoltória, iluminação e condicionamento de ar, separadamente, de acordo com o nível pretendido de eficiência energética (GALAFASSI, 2012).

O RTQ-C apresenta uma classificação geral das edificações e as avaliações parciais recebem os seguintes pesos (BRASIL, 2010):

- Envoltória = 30%,
- Sistema de Iluminação = 30%

- Sistema de Condicionamento de Ar = 40%

Os níveis de eficiência variam, para todos os itens, de **A** para mais eficiente, até **E** para menos eficiente.

Para a classificação do sistema de iluminação, a RTQ-C apresenta os limites de potência instalados e os critérios de controle do sistema de iluminação, todos de acordo com o nível de eficiência pretendido, conforme indicado a seguir (BRASIL, 2010).

Nível A - O controle do sistema de iluminação deve atender às características estabelecidas na divisão de circuitos, na contribuição da luz natural e no desligamento automático do sistema de iluminação.

Nível B - Deve atender às características estabelecidas na divisão de circuitos e na contribuição da luz natural.

Nível C - O controle do sistema de iluminação deve atender às características estabelecidas na divisão dos circuitos.

A divisão dos circuitos estabelece que cada ambiente fechado por paredes ou divisórias até o teto deve possuir, pelo menos, um dispositivo de controle manual para o acionamento, independentemente da iluminação interna do local. Esse controle deve estar em local de fácil acesso e ser visível, além de conter representações gráficas que informem aos usuários a sua localização (GALAFASSI, 2012). Para locais com área superior a 250 m², cada dispositivo de controle deve abranger (BRASIL, 2010).

- Área de até 250 m² - locais com até 1000 m².
- Área de até 1000 m² - locais com área superior a 1000 m².

A contribuição da luz natural refere-se às aberturas voltadas para o ambiente externo, átrio não coberto ou com cobertura translúcida, que possuem mais de uma fileira de luminárias paralelas às aberturas. O RTQ- C determina que tenham um controle instalado manual ou automático para o acionamento, independentemente das fileiras de luminárias, o mais próximo possível da abertura, para proporcionar o aproveitamento da luz natural disponível.

O RTQ-C também determina que ambientes com área superior a 250 m² devem contar com desligamento automático do sistema de iluminação interno. O dispositivo de controle automático precisa funcionar em horário predeterminado, para locais com área até 2.500 m², ou com sensor de presença que desligue automaticamente a iluminação, após 30 minutos da saída dos ocupantes, ou um

signal de outro controle, ou sistema de alarme que indique que o local está desocupado. Existem exceções para essa determinação, a exemplo dos locais que necessitam funcionar 24 horas, com tratamento e repouso de pacientes, ou onde o desligamento automático pode oferecer riscos à integridade física dos usuários.

2.5 Estudos em Iluminação Natural de Salas de Aula

Correia (2008) desenvolveu uma pesquisa sobre avaliação pós-ocupação da iluminação natural, das salas dos setores de aulas teóricas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, localizada na cidade de Natal/RN, com o objetivo de avaliar o desempenho de sua iluminação natural. A pesquisa teve como base aferições técnicas e a satisfação dos usuários das salas avaliadas. Segundo Correia (2008), os métodos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa foram:

- obtenção de plantas-baixas dos cinco setores de aulas;
- levantamento das características dos materiais, refletâncias das superfícies, tipologia das aberturas, mobiliário etc;
- registros fotográficos das tipologias das salas de aula;
- tabulação das características das salas de aula;
- elaboração e discussão do questionário proposto;
- aplicação do questionário pré-teste;
- análise e revisão do questionário pré-teste;
- definição amostral dos usuários, aos quais foi aplicado o questionário definitivo, segundo sua distribuição física nos edifícios;
- aplicação do questionário definitivo, visando a aferir os níveis de satisfação dos usuários; e
- tabulação dos dados dos questionários.

A avaliação pós-ocupação, na pesquisa, tratou da aferição do conforto visual das salas do setor teórico da instituição, sendo avaliado sob dois pontos: primeiro, o quantitativo, definido pelos níveis de iluminância no plano de trabalho; segundo, o qualitativo, que foi obtido pela existência de ofuscamento, através de contrastes

excessivos, provenientes de portas e janelas, e dos reflexos no quadro (CORREIA, 2008).

Correia (2008) constatou elevada satisfação dos usuários, mesmo onde foi verificada presença de problemas, como ocorrência de reflexos no quadro, falta de uniformidade e, ocasionalmente, baixos níveis de iluminância.

Guisi e Lamberts (1997) realizaram levantamento das condições de iluminação natural das salas de aula do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina. As medições foram feitas em quatro salas, com as mesmas condições e dimensões, porém, localizadas em diferentes orientações, norte, sul, leste e oeste. Foram utilizados luxímetros portáteis para as medições, realizadas em três dias do mês de janeiro e, em um dia do mês de junho, do mesmo ano, em cinco diferentes horários, possibilitando comparar as diferentes condições de iluminação natural, ao longo do dia, para cada orientação. Essas comparações permitiram avaliar o potencial de economia de energia elétrica, pela redução do uso de iluminação artificial.

Ghisi e Lamberts (1997) perceberam que a iluminação natural pode ser responsável pela economia significativa de energia elétrica e, dessa forma, verificaram a necessidade de avaliação das condições de iluminação natural, por ocasião da elaboração de projetos luminotécnicos e pelo correto dimensionamento das proteções solares, visando à proteção contra os raios de sol indesejáveis, como também o aproveitamento da luz natural.

Bormann (2003) realizou um monitoramento em quatro salas do CEFET/ PR, localizado em Curitiba, com o propósito de apontar os potenciais do uso de iluminação natural durante o expediente diurno. O monitoramento foi feito por leitura direta da intensidade da luz solar incidente (lux). Para essa avaliação, foram levadas em conta as contribuições das estruturas semelhantes às prateleiras ou bandejas de luz, existentes nas partes superiores das janelas. Com os levantamentos realizados, a conclusão de Bormann foi que o uso mais intensivo da iluminação natural é viável e recomendável e que as prateleiras de luz contribuem, efetivamente, para a luminosidade mais homogênea nos ambientes de trabalho.

Dias (2011) afirma que ambientes de estudo desempenham um papel importante e fundamental dentro da sociedade, na medida em que proporcionam a formação social e profissional dos futuros cidadãos, por meio de um processo de ensino e aprendizagem, realizado pela comunicação oral e visual. Por esse motivo,

foi desenvolvida uma pesquisa dentro de uma escola na cidade de Aracaju (SE), a fim de analisar o desempenho lumínico das salas de aulas.

Foi selecionada uma sala de aula para estudo, denominada Geometria 1, onde foi analisado o desempenho lumínico, foram propostas intervenções na sala de aula, denominadas Geometrias 2, 3, 4 e 5. A análise dos resultados obtidos foi realizada por intermédio de gráficos, referentes aos percentuais de iluminância, dentro de um determinado intervalo proposto, ao longo dos ambientes.

Piniz, et al (2004) desenvolveram uma pesquisa em uma sala de aula, do edifício do curso de Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal de Santa Catarina. Segundo eles, a escolha do local levou em consideração a importância das salas de aula onde alunos convivem e obtém conhecimentos. O objetivo principal do trabalho foi a análise da iluminação natural, por meio de maquete física, em diferentes horas do dia, nas quatro estações do ano, observando seus elementos de controle da luz (brises horizontais e verticais e a película na porta). O estudo considerou a quantidade e qualidade da luz para alunos e professores realizarem suas tarefas, escrevendo a uma distância curta ou a sua visualização a uma distância mais longa.

Mansilha (2013) desenvolveu uma pesquisa para analisar a disponibilidade de iluminação natural e artificial nas salas de aula da UFSM, em Santa Maria, RS. O estudo colocou em evidência a importância das condições de conforto visual em salas de aula. Seu principal objetivo foi apontar as diretrizes que visam o conforto visual, no que se refere aos níveis de iluminância existentes nas salas de aula que foram analisadas, assim como a distribuição no ambiente e a eficiência energética do sistema de iluminação.

A metodologia usada por Mansilha (2013), primeiramente, foi o levantamento das características das salas de aula escolhidas. Depois disso, foram realizadas medições *in loco*, com aparelhos luxímetros, que possibilitaram verificar os níveis de iluminância do ambiente, seguindo orientações da NBR 15215 (ABNT, 2005d). Após essa etapa, todos os resultados obtidos foram analisados de modo parcial, seguindo os Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, Serviços e Públicos (RTQ-C). Mansilha (2013), ainda realizou uma análise comparativa entre os níveis de iluminância obtidos e os coeficientes estimados de contribuição para a iluminação natural.

Quanto à disponibilidade de iluminação natural, a pesquisa concluiu que sua distribuição era afetada pelas condições existentes no entorno da edificação e, quando a iluminação artificial foi adicionada nas medições, constatou-se que os níveis de iluminância eram excessivos e mal distribuídos, causando desperdício de energia.

A análise dos estudos mostrados acima foi de grande importância para contextualizar essa pesquisa, assim como conhecer e analisar diferentes métodos de análise de iluminação natural e artificial em ambientes de estudo.

2.6 Avaliação Pós-Ocupação

Avaliação pós-ocupação é um método para avaliar um ambiente ou edificação, depois de um determinado tempo de sua construção e ocupação. Seu objetivo é verificar a satisfação dos usuários dos ambientes ou edificações analisados e levantar problemas existentes nas decisões do partido arquitetônico, materiais empregados e técnicas construtivas. Essa ferramenta é de extrema importância para a implantação de futuras edificações (ORNSTEIN, 2002).

Segundo Rheingantz, et.al. (199-?), avaliação Pós-Ocupação (APO) é um processo sistematizado e rigoroso de avaliação de edificações, após algum tempo de sua construção e ocupação, com o propósito de verificar a satisfação dos usuários dos edifícios e averiguar suas necessidades. Partindo delas, é possível elaborar diretrizes sobre as consequências das decisões de projeto no desempenho da edificação. Esse procedimento tem o propósito de constituir uma base para a criação de edifícios melhores no futuro (RHEINGANTZ et. al,1997).

A APO considera as relações entre o ambiente construído e o comportamento humano, proporcionando garantir a satisfação das necessidades dos seus usuários ou de pessoas que direta ou indiretamente entram em contato com o ambiente. Visando à avaliação global do edifício, a APO combina a avaliação técnica com o ponto de vista dos usuários. Ensaio em laboratório ou *in loco*, medições e observações realizadas pelos pesquisadores podem ser comparadas quantitativamente e qualitativamente, com levantamentos realizados junto aos

indivíduos envolvidos na produção (arquitetos, engenheiros, construtores, clientes e no uso (usuários) (ORNSTEIN, 2002).

Com a dinâmica dos ambientes construídos, fica evidente a necessidade de aplicação da APO, em prazos cada vez mais reduzidos, e como parte obrigatória do processo de concepção do projeto, até o seu destino e uso final. Assim, a qualificação de projetos é impulsionada e passa a minimizar as patologias dos edifícios, pois começa a existir a realimentação da cadeia projetual. A APO transparece e, de certa forma, evidencia a importância que a qualidade dos ambientes exerce no bem-estar das pessoas, seja no trabalho, em casa ou nos espaços públicos que compõem as nossas cidades.

Conforme Correia (2008), para a análise da percepção, utilizam-se métodos capazes de gerar respostas adequadas dos usuários, pela sua transformação em grandezas mensuráveis. A partir de então, são definidos os valores mínimos aceitáveis, que são comparados com a avaliação técnica e contemplam temas referentes a aspectos construtivos, de conforto, funcionais, econômicos e/ou estéticos, não obrigatoriamente preenchendo todas essas questões.

A avaliação pós-ocupação que foi desenvolvida nesta pesquisa, avaliou o conforto visual de duas salas de aula de uma instituição de ensino superior de forma quantitativa, auferindo os valores de iluminância, por intermédio das medições com o luxímetro e de forma qualitativa, obtendo a percepção dos usuários, por meio de aplicação de questionários.

A revisão bibliográfica presente nessa pesquisa possibilitou fundamentar e dar consistência a todo o estudo que foi realizado, apresentando um embasamento teórico de pesquisas e livros que foram publicados sobre o mesmo tema, ou assuntos semelhantes. As análises que foram desenvolvidas no presente trabalho foram de grande importância, para adquirir conhecimento suficiente em relação a pesquisas relacionadas e os conceitos teóricos que cercam o estudo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, é descrita a metodologia de realização da pesquisa, apresentando os materiais e os métodos que foram utilizados no seu desenvolvimento, assim como, o relato de preparação dos instrumentos para coleta dos dados de iluminância e a aplicação dos questionários junto aos usuários das salas de aula.

Este trabalho foi submetido e aprovado junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM, uma vez que envolveu a opinião de usuários das salas de aula e a autorização de diretores da Instituição de Ensino Superior (IES).

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram seguidas as etapas:

- contato com os responsáveis pela instituição e solicitação de autorização para a realização da pesquisa;
- definição dos procedimentos e instrumentos para realização das medições e levantamentos junto aos usuários;
- construção do questionário, testes e ajustes;
- definição da população e amostra para aplicação do questionário;
- escolha das salas de aula a serem submetidas às medições e aplicação de questionários;
- levantamento das características físicas das salas de aula;
- definição do período do ano de coleta de dados de níveis de iluminância;
- aplicação do questionário definitivo;
- medições dos níveis de iluminância das salas de aulas;
- sistematização dos dados das medições;
- análise dos dados obtidos com as medições;
- análise do sistema de iluminação, pelos requisitos parciais estabelecidos no RTQ-C;
- sistematização dos resultados obtidos com a aplicação do questionário;
- análise da percepção dos usuários das salas, referentes ao conforto visual, por meio dos resultados obtidos com a aplicação do questionário;
- triangulação dos resultados obtidos com medições, questionário e aplicação parcial do RTQ-C; e

- proposta de diretrizes para salas de aula, no que diz respeito ao nível de iluminância disponível.

3.1 Autorização Institucional

Esta pesquisa foi realizada em uma IES localizada na região central do RS. Para o seu desenvolvimento foi necessário, num primeiro momento, dialogar com os responsáveis pela instituição, a fim de verificar a possibilidade de realizar medições em algumas salas de aula. Fez-se uma reunião com os coordenadores dos cursos responsáveis pelas salas em que se queria efetuar as medições, expondo como seriam realizadas, em quais épocas do ano e horários. Resultando na concordância da cedência das salas de aula escolhidas, um pré-projeto foi elaborado para ser apresentado para a direção geral. Em setembro de 2012, nas dependências da instituição, o pré-projeto foi apresentado e relatado para o Diretor Geral, juntamente com a autorização deferida dos coordenadores em disponibilizar as salas de aula de seus respectivos cursos, no período total de quatro semanas, no decorrer dos meses de abril, junho, agosto e dezembro de 2013. Após o término da apresentação do pré-projeto, o diretor concordou em ceder 02 (duas) salas de aula para que as medições fossem realizadas, bem como, para a aplicação dos questionários junto aos alunos da universidade, instalação de instrumentos luxímetros e levantamento físico das salas de aula. A responsabilidade por esses procedimentos ficou a cargo da pesquisadora, sua orientadora e da colaboração dos acadêmicos. A direção da instituição forneceu uma autorização institucional como documento oficial da IES, concordando com o que foi acima exposto.

3.2 Salas de aula avaliadas

Foram selecionadas 02 (duas) salas de aula, em 02 (dois) blocos distintos da IES localizada na região central do RS.

A figura 3.1 mostra a implantação do campus da IES, em que foram demarcados os dois blocos, onde estão localizadas as duas salas de aula selecionadas. A localização das salas de aula selecionadas nos referidos blocos está sendo apresentada na figura 3.2.

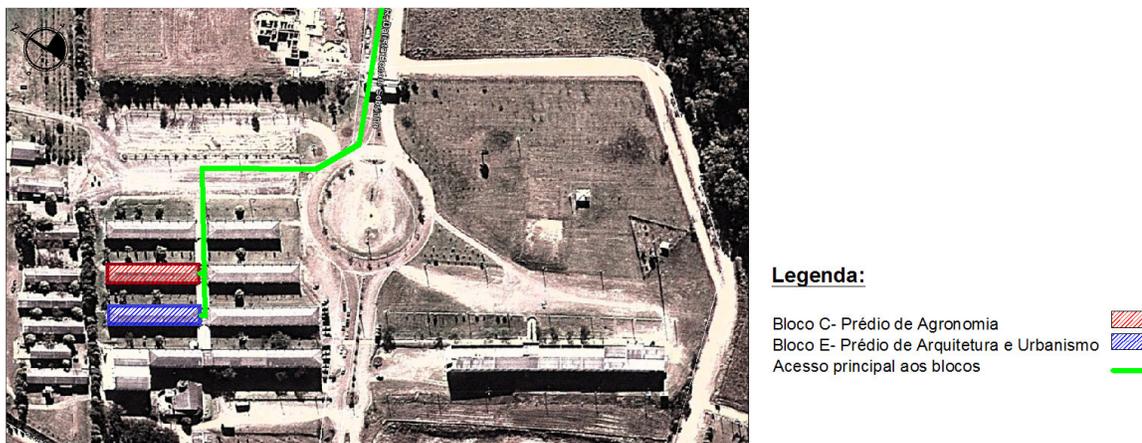


Figura 3.1- Implantação com localização das edificações selecionadas

Fonte: adaptado do Google Earth (2014)

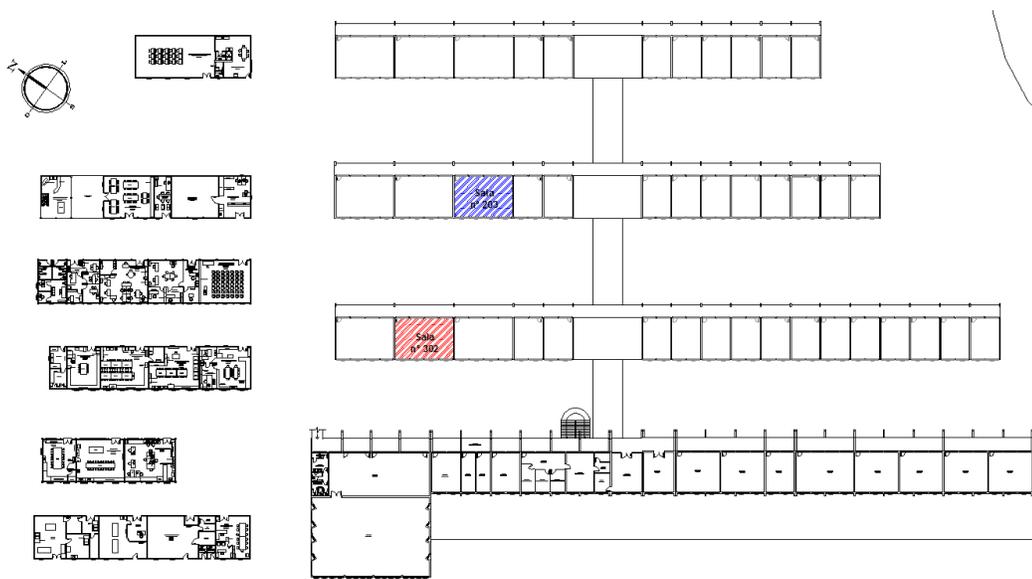


Figura 3.2- Planta-Baixa com localização das salas de aula selecionadas

Fonte: adaptado da Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo (2012)

3.2.1 Seleção das salas

Para a escolha das salas de aula, onde seriam realizadas as medições, foi necessária a análise da posição da edificação no terreno, insolação e existência de barreiras físicas ou naturais passíveis de barrar a iluminação natural.

A partir da análise, foram selecionadas salas que possuíam características similares, ou seja, mesma área útil mesma orientação solar, mesmos revestimentos e mesmas aberturas e mesmas obstruções físicas no entorno, porém com alturas diferentes. A opção das salas de aula possuir as mesmas características físicas ocorreu, para que os resultados encontrados não fossem alterados em virtude das características físicas e dos revestimentos adotados nessas salas de aula.

O número de salas de aula escolhidas foi determinado pelo número de aparelhos luxímetros, modelo LDR-225, disponíveis para o desenvolvimento da pesquisa. Como havia apenas 12 (doze) aparelhos, e a necessidade para cada sala de aula era de 06 (seis), distribuídos seguindo as recomendações da NBR 15215-3 (ABNT, 2005), foram escolhidas apenas 02 (duas) salas. Dessa maneira, as medições de níveis de iluminância foram realizadas nas duas salas de aula simultaneamente.

As salas de aula selecionadas apresentam as mesmas dimensões, a mesma orientação solar e o mesmo número e área de aberturas. Ambas foram determinadas em blocos que possuíssem barreira física (frente e fundos), feita por outros blocos edificados. A primeira sala de aula está localizada no bloco C, Prédio de Agronomia, número 203. A segunda sala de aula está localizada no bloco E, Prédio de Arquitetura e Urbanismo, número 302, conforme identificado na figura 3.3.

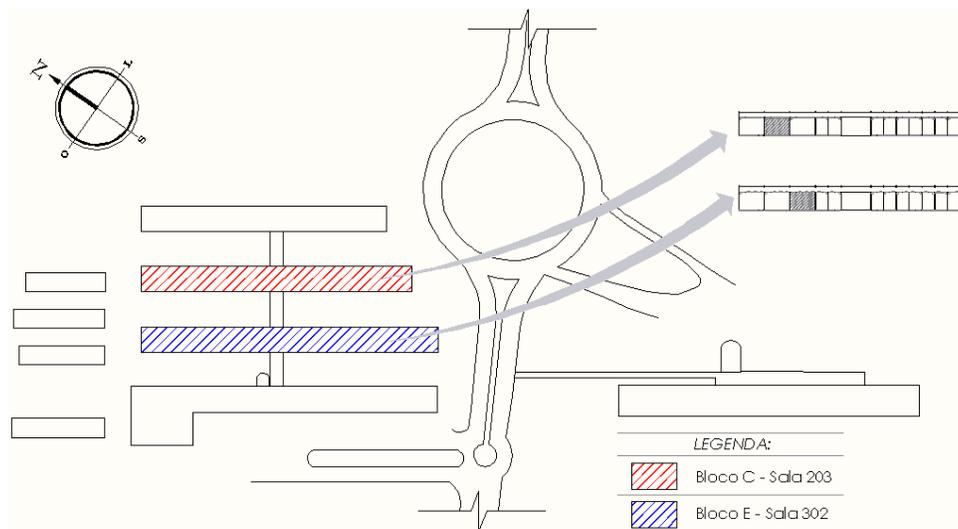


Figura 3.3- Localização dos blocos dos prédios e salas de aula

3.2.2 Levantamento físico das salas de aula

Com o uso de uma planilha padrão (figura 3.4), foram registradas as características das salas que influenciam na iluminação natural e artificial, ou seja, orientação solar, área, proporções entre largura e profundidade, cores e materiais de superfícies, tipos de luminárias e lâmpadas, distribuição de luminárias e lâmpadas, tempo de uso das lâmpadas, manutenção e limpeza, potência e eficiência de lâmpadas, índice de eficiência de luminárias, distribuição de circuitos, posicionamento de interruptores, aberturas, sistemas de sombreamento interno e externo, entorno imediato, obstruções externas, cores das obstruções externas, tipos de vidros, condições de manutenção e limpeza das aberturas. Além do auxílio da planilha padrão (figura 3.4), foram realizados nas salas de aula registros fotográficos, para auxiliar no levantamento das características. Outras informações mais técnicas, como exemplo, o fator solar dos vidros foi obtido, por meio de pesquisa para levantamento da empresa que forneceu o material no ano da construção da instituição, como se trata de uma empresa na cidade local, ainda ativa, as informações foram facilmente obtidas.

LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DAS SALAS DE AULA				
BLOCO Nº:		SALA DE AULA Nº		
Características gerais				
Dimensão da sala de aula:				
Área da sala de aula:				
Tipo de piso:		Cor/refletância do piso:		
Revestimento das paredes:		Cor/refletância das paredes:		
Revestimento do teto:		Cor/refletância do teto:		
Esquadrias				
Tipo:	Quantidade:	Tipo de vidro:	Manutenção e limpeza dos vidros:	
Luminárias				
Tipo:	Quantidade:	Tipo de vidro:	Manutenção e limpeza dos vidros:	
Lâmpadas				
Tipo:	Marca:	Quantidade:	Voltagem/potência:	Manutenção e limpeza dos vidros:
Cortinas				
Tipo:		Dimensão:		
Sistema de sombreamento externo				
Tipo:		Dimensão:		
Mobiliário				
TIPO		QUANTIDADE		
Cadeiras				
Mesas para alunos				
Mesa para professor				

Figura 3.4- Planilha padrão para levantamento das características das salas de aula

As respectivas salas de aula foram construídas com paredes de alvenaria cerâmica, argamassa de revestimento e revestidas com tinta fosca na cor azul-claro, foram pavimentadas com piso cerâmico, de cor branco-acinzentado, conforme mostram as figuras 3.5 e 3.6.



Figura 3.5- Piso cerâmico das salas de aula



Figura 3.6- Foto da sala de aula nº 203

Ambas as salas apresentam dimensões iguais, de 7,65 x 11,00 metros, e ficam localizadas no térreo. Possuem o acesso principal para uma área de circulação coberta de 2,00 metros de largura e quatro janelas metálicas, tipo maxim-

ar, de 2,40 x 2,00/0,90m, para orientação sudoeste e, quatro janelas metálicas, tipo maxim-ar, em fita de 2,40 x 0,75/2,25m, para orientação nordeste, conforme mostra a figura abaixo.

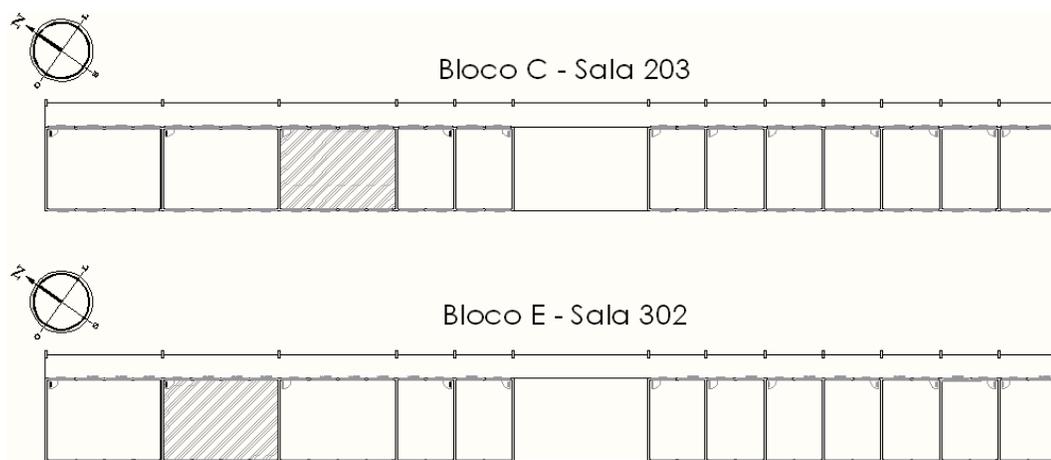


Figura 3.7- Localização das salas de aula – Bloco C e E

3.3 Medições dos níveis de iluminância mantida

3.3.1 Número e posição dos pontos de medições

Em cada sala de aula selecionada foram instalados seis aparelhos luxímetros, no modo automático, com um intervalo de 03 minutos para o registro dos valores de iluminância. Os aparelhos foram depositados em cima das classes (figura 3.8), distribuídos por meio de uma malha que dividiu as salas de aula em seis partes iguais. Os luxímetros foram dispostos no centro de cada divisão conforme mostra a figura 3.9.



Figura 3.8. Aparelhos luxímetros sobre diferentes classes das salas de aula

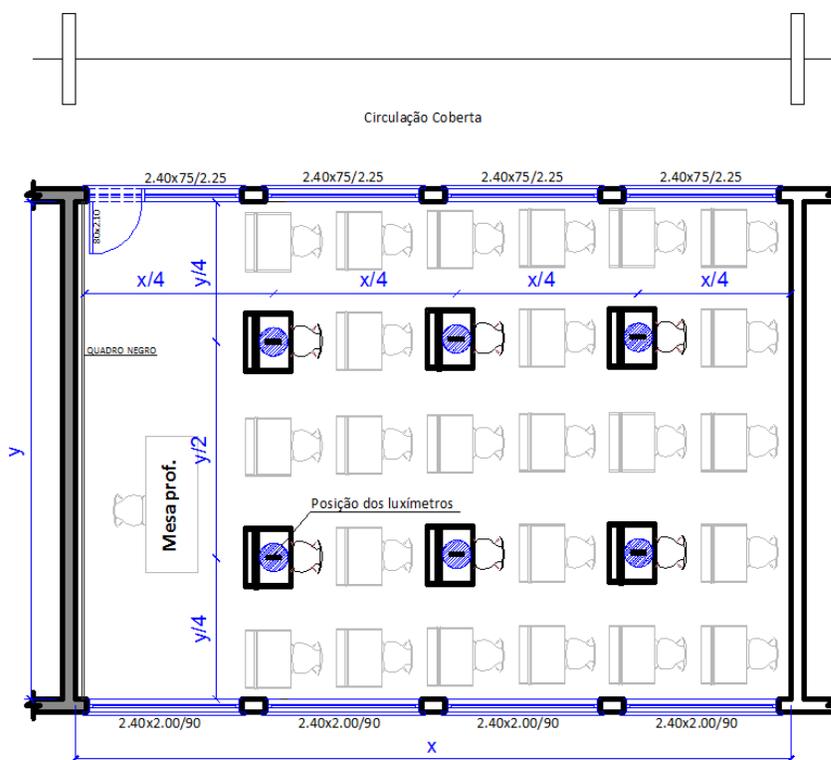


Figura 3.9- Distribuição dos luxímetros nas salas de aula

De acordo com a NBR 15215-3 (ABNT, 2005), o número de pontos de medição deve ser calculado em função da área do ambiente, do tamanho das aberturas e também da altura da superfície de trabalho, resultando em 32 pontos de

medição, em cada sala de aula analisada. Entretanto, como apenas doze luxímetros estavam disponíveis para a pesquisa, não foi possível seguir as recomendações da norma. Por esse motivo, foi feita a malha com divisão de seis pontos, em cada sala de aula analisada, conforme pode ser verificado na figura 3.9.

3.3.2 Instrumentos de medição

A coleta dos níveis de iluminância mantida foi realizada com medições *in loco*, com o auxílio de aparelhos luxímetros digitais, de marca Instrutherm, modelo LDR225 (figura 3.10). Os luxímetros foram programados com registro contínuo de dados, no decorrer de 09 (nove) horas, em 05 (cinco) dias de semana, nos meses de abril, junho, agosto e dezembro de 2013. Os dados foram coletados de 03 (três) em 03 minutos.

O luxímetro modelo LDR225 (figura 3.10) é um instrumento digital de luminosidade de precisão, usado para medir a luminosidade em ambientes fechados. O componente visível à luz, empregado nesse instrumento, é um fotodiodo de silício de alta estabilidade e durabilidade, em conjunto com um filtro de resposta espectral. O aparelho está de acordo com a resposta espectral fotopica CIE, $f^1 \leq 6\%$ (curva de resposta do olho humano).



Figura 3.10- Imagem do Luxímetro (Instrutherm, LDR-225)

3.3.3 Período de Medições de Níveis de Iluminância Mantida

A definição do período do ano, para a coleta dos níveis de iluminância mantida, foi delimitada pela própria instituição analisada, que determinou os dias nos quais as salas de aula estariam desocupadas e conseqüentemente os dias em que deveriam ser efetuadas as medições. Por isso, foram realizadas coletas dos dados de níveis de iluminância mantida no decorrer de cinco dias, dos meses de abril, junho, agosto e dezembro de 2013 (figura 3.11), englobando coleta de dados no período de verão e de inverno. Os aparelhos eram instalados nas salas de aula às 9h e retirados no final da tarde, após as 18h. Nos dias em que foram efetuadas as medições as salas de aula permaneceram desocupadas, de modo a não interferir nos resultados encontrados.

ABRIL/2013						
DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB
	01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				
JUNHO/2013						
DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB
						01
02	03	04	05	06	07	08
09	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23/30	24	25	26	27	28	29
AGOSTO/2013						
DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB
				01	02	03
04	05	06	07	08	09	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
DEZEMBRO/2013						
DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB
01	02	03	04	05	06	07
08	09	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Figura 3.11. Calendário com os dias em que foram realizadas as medições

3.3.4 Procedimentos das medições

Conforme mencionado no item 3.3.2, as medições foram realizadas durante cinco dias dos meses de abril, junho, agosto e dezembro de 2013. Cada luxímetro coletou os valores de iluminância de um determinado ponto de uma sala de aula, correspondendo, exatamente, ao mesmo instante de tempo da outra sala. Todas as medições foram realizadas apenas em condição de iluminação natural.

Para iniciar as medições, foi necessário verificar se as salas de aula estavam com todas as luminárias desligadas, para que somente a luz natural fosse registrada pelos luxímetros. Além disso, as cortinas existentes nas salas foram totalmente abertas, com a finalidade de não obstruir a entrada de iluminação natural. As mesas, organizadas em 05 (cinco) filas, conforme o leiaute (figura 3.9).

Os aparelhos foram dispostos para efetuar as medições, seguindo os procedimentos descritos na NBR 15215-3 (ABNT, 2004), considerando as limitações impostas pelo número de aparelhos disponíveis, apenas 06 (seis) em cada sala de aula, conforme mencionado no item 3.3.1.

Os aparelhos eram instalados pela manhã, antes das 09h, e seus relógios eram sincronizados entre si. Depois disso, todos os aparelhos eram ligados na função de coleta de dados automática. No final do dia, depois das 18h, todos os aparelhos eram retirados e instalados, novamente, no dia seguinte, no decorrer de cinco dias, durante os meses anteriormente citados. Esse procedimento foi adotado para proteger a integridade física dos aparelhos, pois a Universidade tem aula diurna aos finais de semana e, noturna, em todos os dias da semana.

Após as medições, todos os valores armazenados nos aparelhos luxímetros foram transferidos para o computador e sistematizados em planilhas e gráficos, obtidos pelo programa Excel®, para análise dos resultados.

3.3.5 Condições externas

3.3.5.1 Registro visual e fotográfico das condições de céu

Durante a semana das medições nas salas de aula, a condição do céu foi avaliada a partir de uma observação direta e de registros fotográficos, de hora em hora, ao longo do dia. Todas as fotos das condições do céu foram tiradas no início de cada hora, iniciando as 09h e terminando às 18h e foram obtidas na mesma posição, diretamente na frente de cada bloco das salas analisadas, cuidando para registrar apenas a condição do céu, de modo a evitar que qualquer barreira física existente alterasse a qualidade da foto.

3.3.5.2 Medições de níveis de iluminância externo

Para comparar os níveis de iluminância das salas de aula analisadas, em função das condições de céu existentes em determinado momento, foram realizadas medições externas para coletar os níveis de iluminância do céu, de duas em duas horas, com o auxílio do aparelho luxímetro digital LD-200 (figura 3.13). As medições externas foram feitas na mesma posição em que o registro fotográfico foi obtido, ou seja, diretamente da frente de cada bloco das salas analisadas. Para proteger a integridade física dos aparelhos, foi feita uma proteção contra a radiação direta, e proteção para os dias de chuva.



Figura 3.12. Aparelho Luxímetro Instrutherm, modelo LD-200

O luxímetro LD-200, marca Instrutherm, é um medidor de intensidade de lux digital e também um instrumento de precisão para se utilizar em campo, que corrige completamente a curva de incidência angular de luz. O componente de sensibilidades de luz usado no medidor é o mesmo de um diodo de silicone.

A tabela 3.1 apresenta os registros de iluminância coletados durante as medições externas em cada horário, assim como o registro das observações diretas, que foram realizadas divididas no período da manhã e tarde, durante os cinco dias dos meses de abril, junho, agosto e dezembro de 2013.

Tabela 3.1- Valores de níveis de iluminância (lux) externos e condições do céu

		ABRIL		JUNHO		AGOSTO		DEZEMBRO	
DIA DA SEMANA	HOR.	VALOR ILUMINÂNCIA	CONDIÇÃO DO CÉU						
		22/04/2013		24/06/2013		05/08/2013		09/12/2013	
	09:00	6.240		6.830		30.300		5.120	
	11:00	8.150	Céu claro	6.320	Nublado c/	45.300	Céu Claro	6.540	Nublado

SEGUNDA	13:00	74.500	o dia inteiro	8.720	chuva o dia inteiro	72.500	pela manhã	5.980	o dia inteiro
	15:00	89.300		3.190		35.800		7.180	
	17:00	50.200		4.070		7.410		2.650	
		23/04/2013		25/06/2013		06/08/2013		10/12/2013	
TERÇA	09:00	5.030	Céu nublado pela manhã	4.420	Nublado c/ chuva pela manhã	42.800	Claro o dia inteiro	13.700	Céu Nublado pela manhã
	11:00	6.150		12.770		67.000		68.200	
	13:00	44.000		18.670		46.900		80.100	
	15:00	60.800		10.820		13.980		81.400	
	17:00	3.140		Nublado s/ chuva à tarde		3.400		Nublado s/ chuva à tarde	
		24/04/2013		26/06/2013		07/08/2013		11/12/2013	
QUARTA	09:00	2.210	Parcialmente Nublado o dia inteiro c/ sol	7.890	Parcialmente Nublado o dia inteiro c/ sol	30.500	Parcialmente Nublado pela manhã	71.000	Parcialmente Nublado o dia inteiro c/ sol
	11:00	3.070		59.300		34.700		106.300	
	13:00	4.430		42.300		75.400		122.100	
	15:00	3.910		5.130		27.600		145.600	
	17:00	2.130		3.020		6.150		89.600	
		25/04/2013		27/06/2013		08/08/2013		12/12/2013	
QUINTA	09:00	3.740	Parcialmente Nublado o dia inteiro	14.000	Parcialmente Nublado o dia inteiro	10.150	Nublado o dia inteiro	66.400	Parcialmente Nublado o dia inteiro c/ sol
	11:00	5.450		28.200		19.800		123.100	
	13:00	80.800		57.900		22.400		132.100	
	15:00	72.100		8.200		21.000		65.000	
	17:00	7.820		3.070		5.000		98.400	
		26/04/2013		28/06/2013		09/08/2013		13/12/2013	
SEXTA	09:00	54.100	Parcialmente Nublado o dia inteiro	13.650	Parcialmente Nublado o dia inteiro	6.940	Nublado c/ chuva o dia inteiro	75.400	Parcialmente Nublado o dia inteiro
	11:00	73.200		14.620		7.730		104.700	
	13:00	82.800		18.640		6.470		91.800	
	15:00	51.300		11.750		6.900		33.400	
	17:00	44.400		4.520		2.740		47.900	

3.3.6 Sistematização dos dados das medições

Para obter dados referentes aos níveis de iluminância mantida existentes nas salas de aula analisadas, as medições foram registradas, de 03 em 03 minutos, no decorrer de 05 dias dos meses de abril, junho, agosto e dezembro de 2013 conforme mencionado anteriormente.

Os dados obtidos foram separados a cada 1 hora. Depois foram colocados em gráficos, com auxílio do programa Excel®, que apontaram a variação de iluminância, pelo decorrer do tempo, ao longo do dia.

Após os dados terem sido separados de hora em hora, foi feita a análise dos níveis de iluminância registrados, resultando na substituição de alguns dados atípicos. Isso ocorreu, porque alguns valores apresentaram-se bastante diferentes dos valores registrados durante as medições ao longo de determinado dia e, em casos isolados, quando eram registrados apenas uma vez em determinado aparelho luxímetro.

Esses valores atípicos eram considerados quando se apresentavam muito superiores ou inferiores a média mantida dos seus contíguos, mostrando claramente que se tratava de uma falha da medição. A substituição era realizada pelo valor anterior, referente há três minutos antes.

Levando em consideração que não existem níveis de iluminância recomendados para a iluminação natural, os gráficos foram analisados comparando os valores de níveis de iluminância mantida que são recomendados pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013) para iluminação artificial, dessa forma, foi possível verificar se os níveis de iluminância mantida existentes estavam de acordo com o que a Norma estabelece para salas de aula.

Com as medições de níveis de iluminância mantida obtidos no meio externo, no intervalo de duas horas, foi possível comparar os valores obtidos em relação ao comportamento de iluminação natural nas condições do céu nos dias em que foram realizadas as medições.

3.4 Cálculo do coeficiente de contribuição de iluminação natural CIN

O cálculo do coeficiente de contribuição de iluminação natural CIN expressa a percentagem de iluminância disponível no interior, sobre uma superfície horizontal, a partir da iluminância disponível no exterior, também sobre uma superfície horizontal. As recomendações da NBR15215-3 (ABNT, 2005c), baseiam-se no conceito de *Daylight Factor* (DF), recomendado pela CIE, para definir a Contribuição de Iluminação Natural (CIN) para ambientes internos.

Os resultados de CIN foram encontrados seguindo a equação 1 a seguir (ABNT,2005C),

$$CIN = \frac{E_P}{E_{H_{ext}}} \times 100 \text{ [%]} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

CIN é o coeficiente de contribuição de iluminação natural expresso em percentagem;

E_P é o nível de iluminância disponível em um ponto P sobre uma superfície horizontal no interior da edificação em lux;

$E_{H_{ext}}$ é o nível de iluminância disponível sobre uma superfície horizontal no exterior livre de qualquer obstrução em lux.

Posteriormente, a sistematização dos resultados encontrados foi baseada nas recomendações de Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?, p.153), que aponta, para o DF, valores superiores a 2% para serem considerados como satisfatórios, em ambientes como salas de aula (LAMBERTS, DUTRA, PEREIRA, 2013).

3.5 Opinião dos usuários

Os questionários aplicados nesta pesquisa foram baseados em ferramenta de APO (avaliação pós-ocupação) e elaborados para verificar a percepção dos usuários frente à iluminação das salas de aula definidas para o desenvolvimento do trabalho.

3.5.1 Construção dos Questionários

Primeiramente foi realizado um questionário teste, que serviu como estudo-piloto para verificar se o mesmo funcionava e se as questões abordadas estavam claras para os usuários, para isso foram selecionados 6 usuários das salas analisadas que aceitaram contribuir com essa fase da pesquisa e que foram excluídos da aplicação definitiva.

O questionário abordou questões de iluminação natural e artificial e foi dividido em duas partes. Na primeira parte, foi realizada a caracterização da sala de aula em questão e a apresentação de uma planta-baixa com o leiaute do mobiliário. Nessa planta, o usuário entrevistado deveria marcar a posição onde costuma sentar-se na sala de aula, assim como, informar a data, horário e condições do céu no momento da entrevista. Ainda nessa etapa, foi apresentada uma planta luminotécnica, para o usuário entrevistado identificar as lâmpadas que estavam acesas no momento da entrevista.

Na segunda parte do questionário foram apresentadas questões, estruturadas em múltipla escolha, com o propósito de verificar a percepção completa dos usuários. A primeira questão tratava-se, basicamente, da avaliação de iluminação da sala de aula. Para isso, foram adotadas atribuições como pouca, suficiente e muita iluminação. Na segunda questão foram apresentadas algumas possíveis causas de problemas na iluminação, caso assim fosse avaliado pelo usuário. Também foi inserido um espaço aberto para o usuário acrescentar ou especificar observações e problemas referentes à iluminação existente na sala de aula (figura 3.14). Essa parte do questionário foi baseada em referências encontradas em pesquisas com assuntos semelhantes publicadas anteriormente, como a pesquisa desenvolvida por Correia (2008) e Mansilha (2013).

QUESTIONÁRIO

1. Neste momento, como você avalia a iluminação natural desta sala de aula?

- pouca iluminação
- iluminação suficiente
- muita iluminação
- sem opinião

2. Se você considera que esta sala de aula possui problemas de iluminação, marque possíveis causas para justificar sua opinião:

- luz da janela atrapalha a visão (ofuscamento).
- ausência de elementos que controlem a luz da janela (cortinas, persianas etc).
- manutenção dos vidros (sujeira) compromete visão do exterior.
- manutenção dos vidros (sujeira) compromete entrada de iluminação natural na sala.
- os vidros são pintados, impedindo a entrada de luz natural.
- presença de raios solares sobre os olhos.
- presença de raios solares sobre a classe (superfície de apoio de livros, cadernos etc).
- algumas lâmpadas não acendem.
- visão das lâmpadas atrapalha os olhos.
- a quantidade de lâmpadas é insuficiente.
- brilho do quadro dificulta a sua visibilidade .
- incidência de raios solares sobre o quadro.
- luz natural insuficiente (sempre com lâmpadas acesas).
- visão do edifício ao lado (sem visão do céu).
- Outro(s) motivo(s): _____

ESPAÇO DESTINADO PARA OBSERVAÇÕES: (Fatores tais como, cortinas fechadas, incidência de radiação direta sobre mesas no momento da entrevista etc)

Figura 3.13: Questionário

3.5.2 Seleção dos entrevistados

A aplicação dos questionários foi feita considerando os acadêmicos das salas de aulas escolhidas para o desenvolvimento da pesquisa e a posição na qual costumavam sentar-se. Assim, foi necessário, no primeiro momento, ter acesso à lista de matrículas dos acadêmicos das 02 (duas) salas de aula. Ambas as turmas possuíam mais de 30 (trinta) alunos. Partindo desses dados, ficou estabelecido que o questionário fosse aplicado a uma média de 50% dos alunos de cada sala de aula, totalizando um grupo de 30 (trinta) acadêmicos. Os alunos informaram que costumavam sentar nas mesmas posições dentro do leiaute da sala de aula no decorrer do semestre. Por isso, foi determinado que os 15 (quinze) alunos de cada curso seriam escolhidos conforme o local onde se sentavam e uniformemente distribuídos no leiaute dessas salas de aula, segundo mostra a figura 3.15 abaixo.

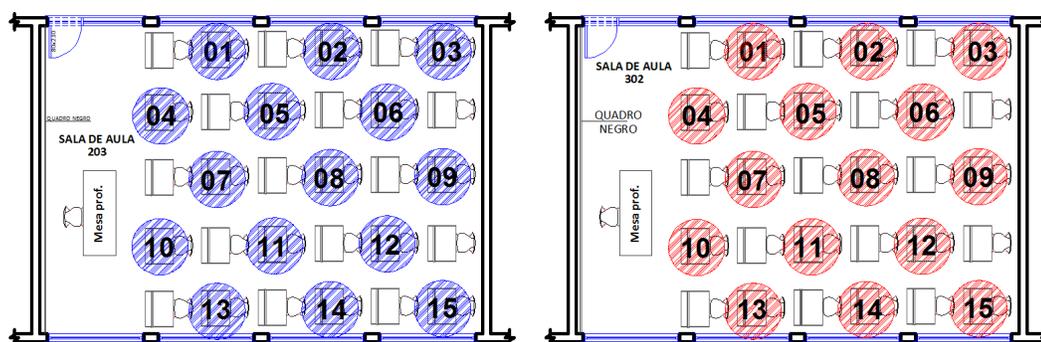


Figura 3.14: Planta-baixa das salas de aula com localização dos usuários que responderam ao questionário

3.5.3 Sistematização e análise da aplicação dos questionários

A aplicação dos questionários foi realizada em dias dos meses de abril, junho, agosto e dezembro de 2013, sempre após a semana das coletas de dados dos níveis de iluminância, isso porque, nos dias em que eram realizadas as medições,

as salas de aula não eram ocupadas, sendo necessário que a aplicação dos questionários fosse realizada aos sábados, depois da realização das medições com aparelhos luxímetros. Como os usuários das salas de aula analisadas tinham aula nos sábados, a aplicação ocorreu no intervalo das aulas, com autorização dos professores responsáveis, sempre as 10:15h, e a média de duração da aplicação foi de 20 minutos. Os questionários, assim como as medições foram aplicados simultaneamente nas duas salas analisadas.

Os questionários foram aplicados para um grupo de 15 (quinze) acadêmicos de cada sala de aula, totalizando um grupo com 30 (trinta) alunos, que tiveram a privacidade preservada.

Após cada dia em que foi efetuada a aplicação dos questionários, foram realizadas a sistematização dos dados obtidos, no qual as respostas eram separadas em 03 grupos, primeiro grupo formado por usuários que classificaram a iluminação das salas como boa, segundo, pelos que classificaram como pouca iluminação e, último grupo, por usuários que classificaram como muita iluminação. Num segundo momento, todas as observações e problemas indicados pelos usuários das salas analisadas eram registrados na planilha de coleta de dados.

3.6 Verificação da conformidade com o RTQ-C

Depois de efetuado os levantamentos das características do sistema de iluminação (artificial e natural) das salas de aula analisadas, as informações foram avaliadas conforme recomendações do RTQ-C, referente ao nível de eficiência energética do sistema de iluminação existente. Para isso foi realizado o método da área do edifício, com cálculo da potência instalada e dos pré-requisitos específicos do RTQ-C e RAC-C (BRASIL, 2012). As informações sobre as lâmpadas existentes, potência e luminárias foram obtidas através da verificação direta de cada conjunto de luminárias, que compõe o sistema de iluminação artificial das salas e apontado na planilha padrão (figura 3.4), conforme mencionado no item 3.2.2. Sendo assim, foi calculado o valor total de potência instalada em cada sala de aula e posteriormente comparado com o valor resultante da multiplicação das densidades de potência limite de cada nível, para locais como escolas e universidades, pela

área do ambiente, estabelecendo em qual nível de eficiência, em uma classificação de A a E, cada sala de aula era classificada.

Por último, as salas foram analisadas a fim de verificar se mantinham este resultado em função da aplicação dos três pré-requisitos específicos, que é a divisão de circuitos, contribuição da luz natural e desligamento automático do sistema de iluminação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são descritos os resultados obtidos com as medições realizadas com auxílio de aparelhos luxímetros nas salas de aula 302 e 203 da IES localizada na região central do RS, assim como os resultados obtidos com a aplicação de questionários para os usuários dessas salas de aula, e a apresentação das discussões pertinentes a cada resultado encontrado.

4.1 Descrição e caracterização das salas

As duas salas de aula selecionadas possuem mesmas características físicas, ou seja, revestidas de tinta acrílica branca sobre alvenaria rebocada, piso cerâmico branco, janelas metálicas tipo maxim-ar, compostas por vidro liso, com espessura de 6,5 mm e fator solar de 83%, na parte de cima e, vidro miniboreal, espessura de 6,5mm e fator solar de 43%, na parte de baixo, conforme pode ser verificado na figura 4.2. A área útil de ambas as salas selecionadas é de 84,15 m² e a sua orientação solar é nordeste. A diferença entre as salas 302 e 203, consiste em que a primeira tem barreira física maior que a segunda, por estar localizada entre os Blocos C e F, sendo o Bloco F composto por dois pavimentos, o que pode ser verificado na figura 4.1.

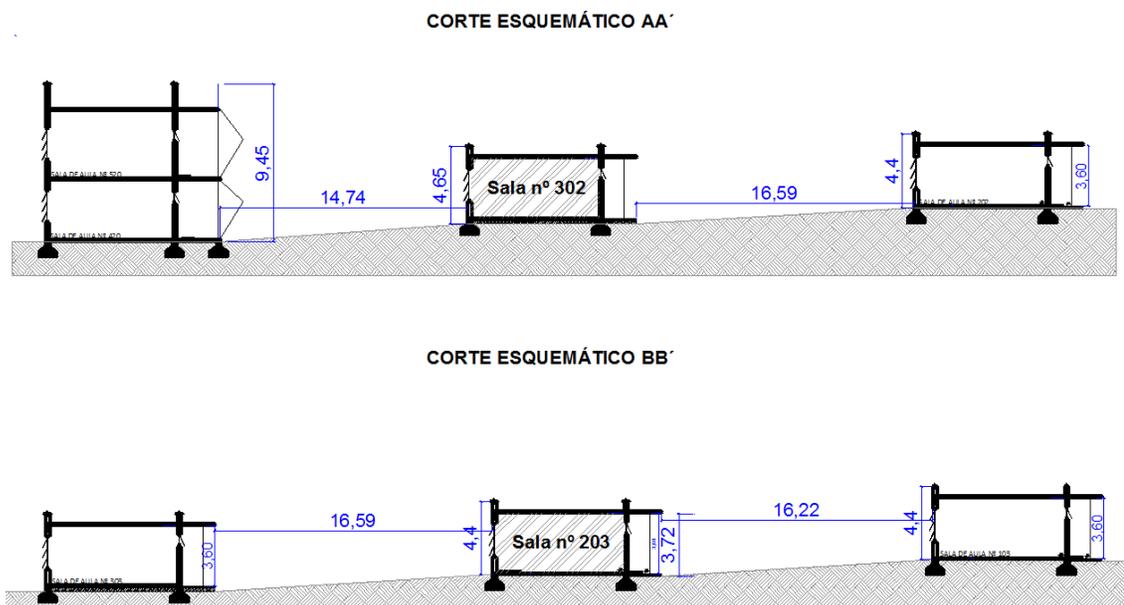


Figura 4.1 Corte esquemático com os blocos ao entorno das salas selecionadas

A figura abaixo mostra o detalhamento da vista frontal da janela principal das salas de aula e especifica a localização do vidro comum e do vidro miniboreal. Cada sala de aula selecionada tem quatro janelas, consideradas como as janelas principais, pois estas apresentam área de vão totalizando $4,80\text{m}^2$, e possuem $0,90\text{m}$ de altura de peitoril. As janelas consideradas como secundárias apresentam $1,80\text{m}^2$ de área de vão e estão localizadas a $2,25\text{m}$ do piso, e voltadas para uma circulação coberta de 2m de largura.

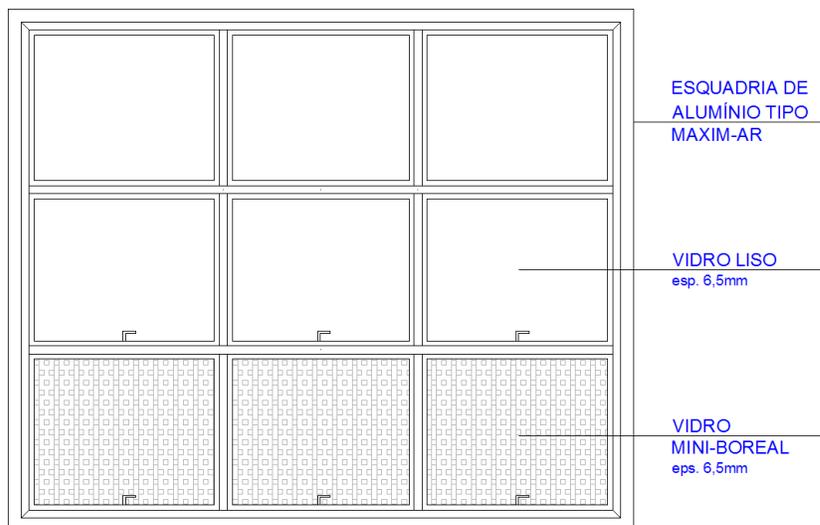


Figura 4.2- Vista frontal da janela principal das salas de aula

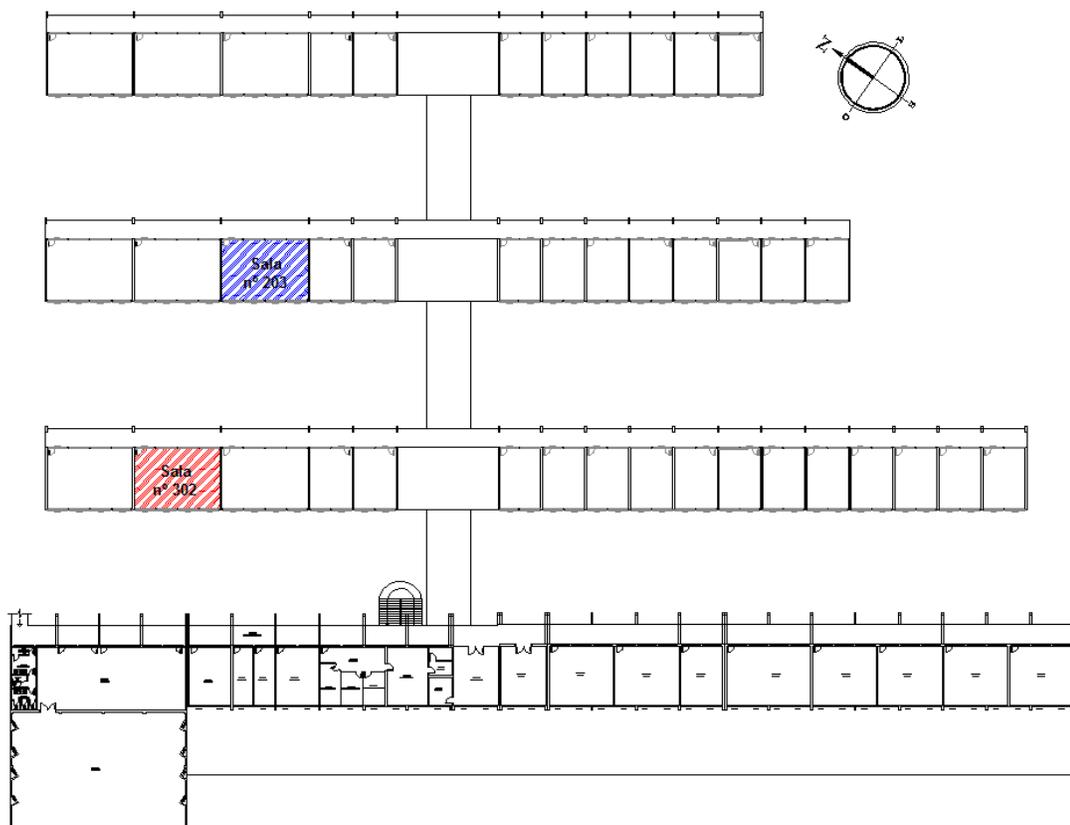
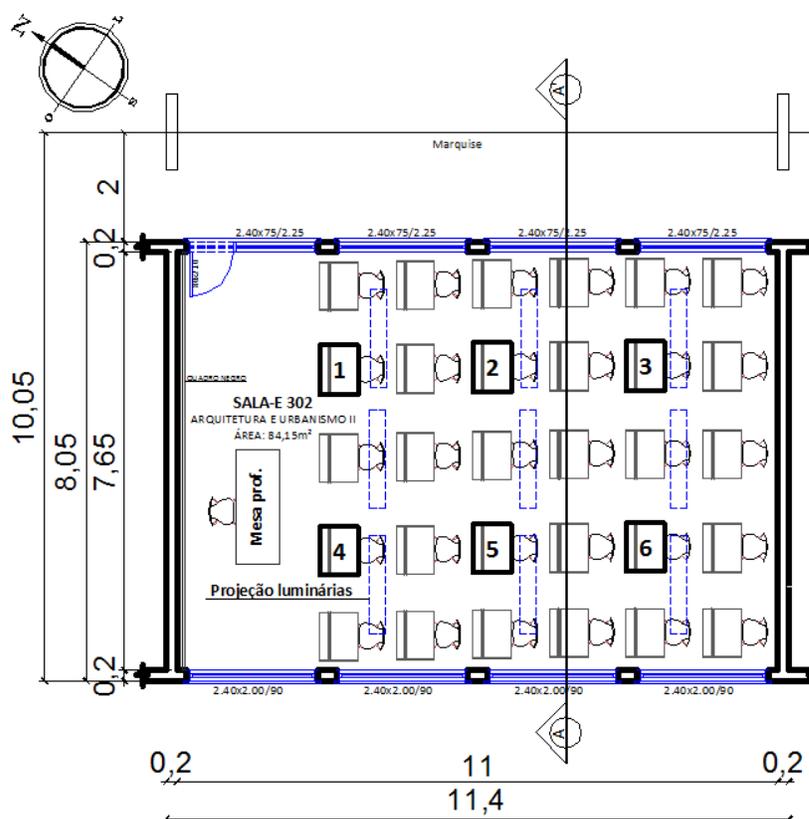


Figura 4.3- Planta-Baixa com localização das salas de aula 302 e 203

Fonte: adaptado da Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo (2012)

4.1.1. Sala de aula 302, Bloco E

A sala de aula 302 está localizada no Bloco E, e conforme mencionado anteriormente, tem 84,15 m² de área útil. Suas dimensões, leiaute dos móveis, sistema de iluminação artificial, esquadrias e indicação dos pontos onde foram depositados os luxímetros estão representados na figura 4.5.



A figura 4.4 representa um corte esquemático da sala de aula, revelando o pé direito, a altura das esquadrias, a marquise existente, que atua como proteção solar, e a altura na qual os aparelhos luxímetros foram instalados durante as medições. As

características físicas da sala de aula foram descritas no Quadro 4.1 e mostradas na Figura 4.5.

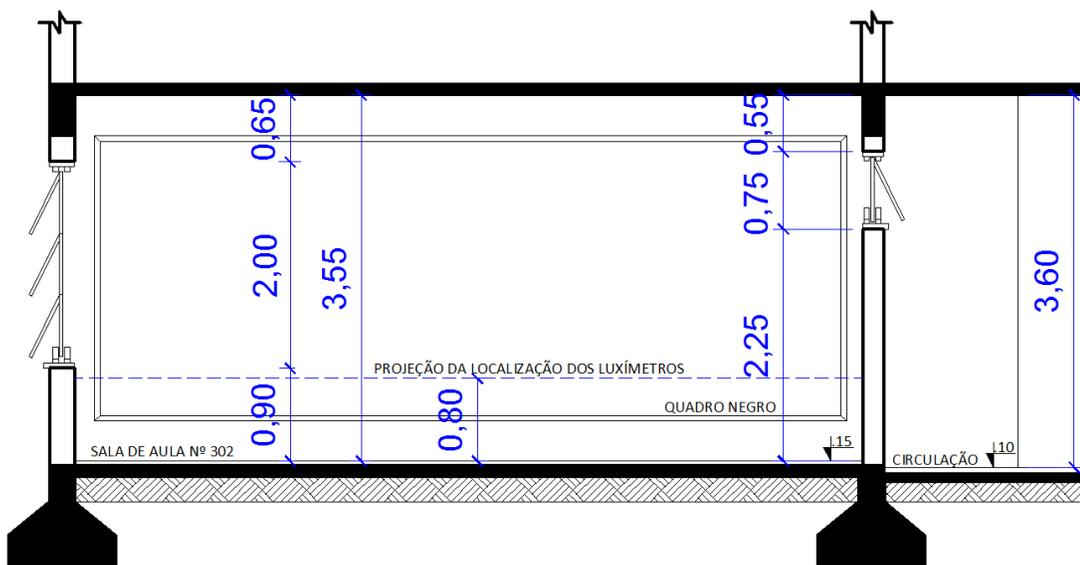


Figura 4.5- Corte esquemático da sala de aula 302

Fonte: adaptado da Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo (2012)

Características	Sala de aula 302
Dimensões	11,00m x 7,65m
Orientação solar	Nordeste- janela secundária Sudoeste-janela principal
Cor do piso	Branco
Cor das paredes	Azul-claro
Cor da laje	Branco
Cor do mobiliário	Bege
Janelas	Maxim-ar metálica, Vidro tipo miniboreal –espessura 6,5mm- Fator solar: 43% Vidro transparente, espessura 6,5mm- Fator Solar: 83%
Proteção solar	Marquise com 2 metros de profundidade

Obstrução externa	Edificação em frente com 4,40 metros de altura e edificação aos fundos com 9,45 metros de altura
Luminárias e lâmpadas	09 luminárias suspensas com trilhos com 02 luminárias fluorescentes em cada

Quadro 4.1- Descrição das características da sala nº 302



Figura 4.6- Imagens da sala de aula 302, Bloco E

A fachada externa do bloco E, onde está localizada a sala de aula 302, possui revestimento em reboco pintado na cor branca, com os pilares pintados na cor cinza e detalhes em azul, assim como as edificações em seu entorno conforme mostra a Figura 4.8.



Figura 4.7- Imagens da fachada do Bloco E

A edificação, em frente às aberturas menores (obstrução 1), possui 4,40 m de altura e está a 16,59m de distância da sala de aula 302. A edificação, na parte posterior às aberturas principais (obstrução 2), possui 9,45m de altura e está a 14,74m de distância da sala de aula 302, como mostra a Figura 4.8.

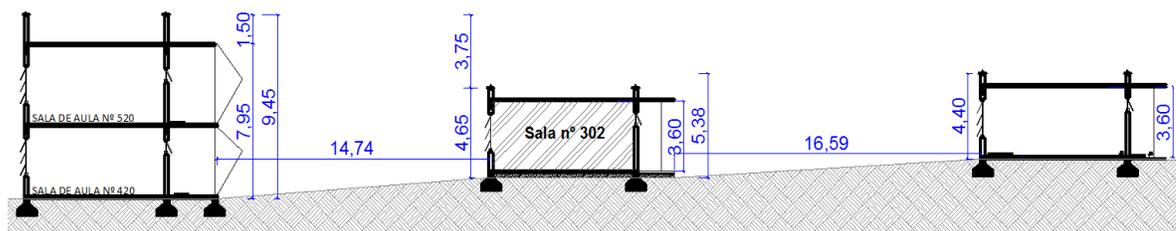


Figura 4.8- Corte esquemático, mostrando a distância e a altura das edificações do entorno da sala de aula 302

Fonte: adaptado da Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo (2012)

4.1.1.1 Resultados da aplicação do RTQ-C na sala 302- Bloco E

Com relação aos pré-requisitos específicos de iluminação, o RTQ-C, a sala foi avaliada com o propósito de verificar sua classificação, sendo que alcançou o nível A de eficiência, de acordo com os resultados dos cálculos, colocados na Tabela 4.1. Também foi possível identificar que essa sala de aula atende ao item da divisão de circuitos que define que cada ambiente deve possuir um controle manual para acionamento independente da iluminação artificial, em local de fácil acesso, assim como, possuir circuito de acionamento independente nas luminárias próximas às aberturas e paralelas a essas. Contudo, a sala não apresenta dispositivo que desligue automaticamente a iluminação artificial, quando o ambiente não está sendo ocupado, não atendendo, portanto, aos itens da contribuição da luz natural e do desligamento automático do sistema de iluminação, que se refere o RTQ-C.

Tabela 4.1 – Cálculo da potência limite, para a sala de aula 302, através do método da área do edifício- RTQ-C

Sala de aula	Potência total (W)	Ár. sala (m ²)	Potência limite Nível A (W)	Potência limite Nível B (W)	Potência limite Nível C (W)	Potência limite Nível D (W)	Nível de eficiência	EqNum DPI
302	720	84,15	900,40	1035,04	1169,68	1304,32	A	5

4.1.2. Sala de aula 203, Bloco C

A sala de aula 203 está localizada no bloco C, e conforme mencionado anteriormente, tem 84,15 m² de área útil e suas dimensões, leiaute dos móveis, sistema de iluminação artificial, esquadrias e indicação dos pontos onde foram localizados os luxímetros estão representadas na figura 4.10.

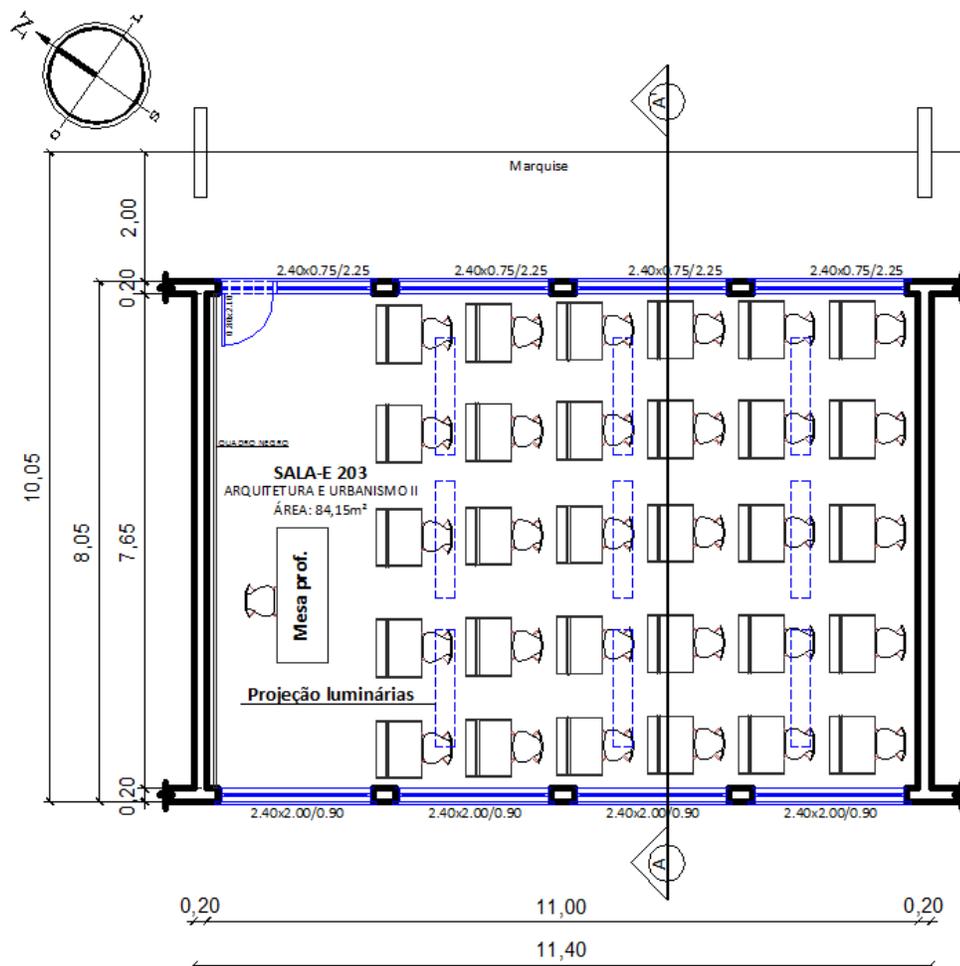


Figura 4.9- Planta-Baixa da sala de aula nº 203

Fonte: adaptado da Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo (2012)

A posição na qual os aparelhos luxímetros foram instalados durante as medições está representada na figura 4.10.

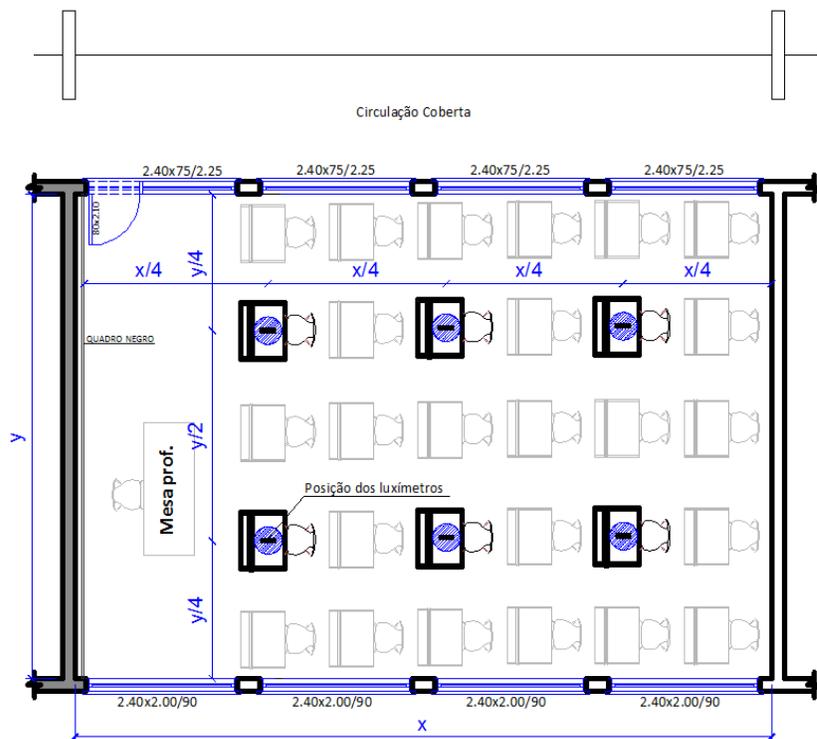


Figura 4.10- Planta-Baixa da sala de aula 203, com localização dos luxímetros

Fonte: adaptado da Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo (2012)

A figura 4.11 apresenta um corte esquemático da sala de aula 203, mostrando o pé direito, a altura das esquadrias, a marquise existente, que atua como proteção solar, e a altura na qual os aparelhos luxímetros foram instalados durante as medições.

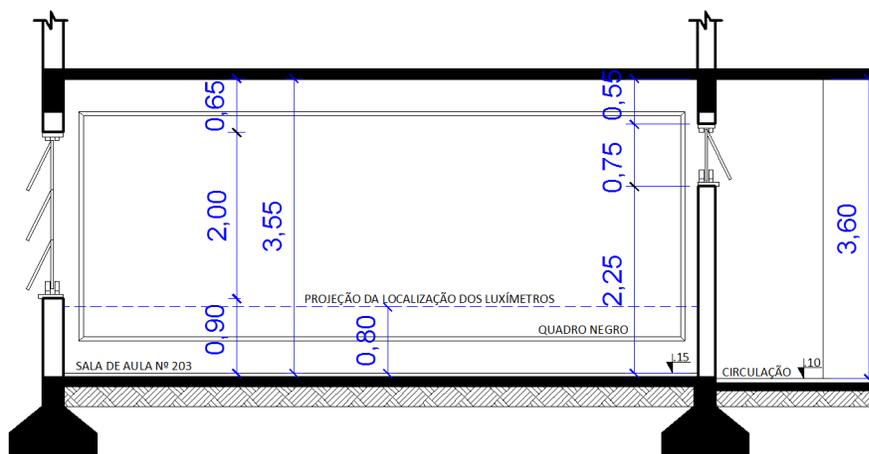


Figura 4.11 Corte esquemático da sala de aula nº 203

Fonte: adaptado da Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo (2012)

As características físicas da sala de aula 203 estão descritas no quadro 4.2 e mostradas na figura 4.12:

Características	Sala de aula 203
Dimensões	11,00m x 7,65m
Orientação solar	Nordeste
Cor do piso	Branco
Cor das paredes	Azul-claro
Cor da laje	Branco
Cor do mobiliário	Bege
Janelas	Metálica- Tipo Maxian-ar Vidro tipo miniboreal, espessura de 6,5mm e Fator solar de 43% Vidro transparente, espessura de 6,5mm e Fator solar de 83%
Proteção solar	Marquise com 02 metros de profundidade
Obstrução externa	Edificação em frente e nos fundos com 4,40metros de altura
Luminárias e lâmpadas	09 luminárias suspensas com trilhos com 02 luminárias fluorescentes em cada

Quadro 4.2- Descrição das características da sala 203



Figura 4.12-Imagens da sala de aula 203, Bloco C

A fachada externa do Bloco C, onde está localizada a sala 203, possui revestimento em reboco pintado na cor branca, com os pilares pintados na cor cinza e detalhes em azul, assim como as edificações no entorno do referido bloco, em conformidade com a Figura 4.13.



Figura 4.13-Imagens da Fachada Bloco C

A edificação, em frente às aberturas principais da sala de aula (obstrução 1), possui 4,40 m de altura, e está a 16,59 m distância da sala de aula 203. A edificação, localizada na frente da sala 203 (obstrução 2), possui, também, 4,40 m de altura, e está a 16,22m de distância da sala de aula 203, como ilustra a Figura 4.14.

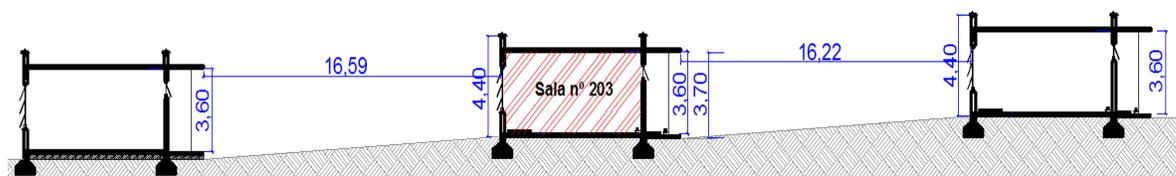


Figura 4.14- Corte esquemático, mostrando a distância e a altura das edificações do entorno da sala de aula nº 203

Fonte: adaptado da Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo (2012)

4.1.2.1 Resultados da aplicação do RTQ-C na sala 203- Bloco C

Com relação aos pré-requisitos específicos de iluminação, o RTQ-C, a sala 203 foi avaliada com o propósito de verificar sua classificação. Assim como a sala 302, a sala 203 alcançou o nível A de eficiência, de acordo com os resultados dos cálculos, colocados na Tabela 4.2. Também foi possível identificar que essa sala de aula atende ao item da divisão de circuitos que define que cada ambiente deve possuir um controle manual para acionamento independente da iluminação artificial, em local de fácil acesso, assim como, possuir circuito de acionamento independente nas luminárias próximas às aberturas. Contudo, a sala não apresenta dispositivo que desligue automaticamente a iluminação artificial, quando o ambiente não está sendo ocupado, não atendendo, portanto, aos itens da contribuição da luz natural e do desligamento automático do sistema de iluminação, que se refere o RTQ-C, mesmo resultado encontrado na outra sala analisada.

Tabela 4.2 – Cálculo da potência limite, para a sala de aula 203, através do método da área do edifício

Sala de aula	Potência total (W)	Ár. sala (m ²)	Potência limite Nível A (W)	Potência limite Nível B (W)	Potência limite Nível C (W)	Potência limite Nível D (W)	Nível de eficiência	EqNum DPI
203	720	84,15	900,40	1035,04	1169,68	1304,32	A	5

4.2 Medições dos níveis de iluminância mantida

As medições dos níveis de iluminância mantida foram realizadas em semanas dos meses de abril, junho, agosto e dezembro de 2013.

A análise dos resultados foi baseada nas recomendações da NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que determina o valor mínimo de 300 lux para iluminância mantida na superfície de trabalho em salas de aula, o que significa que o valor abaixo do especificado pela Norma não é considerado adequado para as tarefas visuais desenvolvidas em salas de aula. As análises para os coeficientes CIN foram baseadas nas recomendações de LECHNER (2001), que determina que a Contribuição da Iluminação Natural mínima típica para salas de aula é 2%, ou seja, se o CIN obtido for maior que esse valor, a luz natural presente será considerada suficiente ao longo do ano.

Para essa pesquisa, não foi considerado o horário de verão, sendo que todos os horários apresentados nas tabelas e gráficos abaixo representam o horário legal.

4.2.1 Resultados das medições no mês de abril de 2013

As medições realizadas no mês de abril de 2013 foram efetuadas na última semana do mês, no período de 22/04/2013 a 26/04/2013. A maior parte das medições foi feita em condições de céu parcialmente nublado, sendo registrado

apenas um dia (22/04/2013) com céu totalmente claro. A figura abaixo mostra as condições do céu registradas no início, meio e fim do dia.



Figura 4.15 - Fotos do céu obtidas ao longo do período de 22/04/2013 a 26/04/2013

As salas de aula 302 e 203, nas medições realizadas no mês de abril de 2013, na maioria dos dias, apresentaram média de valores altos de iluminância mantida, considerando a referência 300 lux (ABNT, 2012), com exceção de apenas um dia (25/04/2013). Isso se deve, principalmente, à condição de céu totalmente nublado. Com exceção do primeiro dia de medição (22/04/2013), a sala 203, localizada no Bloco C, apresentou a média dos valores de iluminância mantida mais alta. Esse fato atesta que o Bloco F, que possui dois pavimentos e fica localizado na parte posterior do Bloco E, onde está a sala 302, acaba atuando como barreira física, especialmente, após as 15h. Os pontos mais próximos às janelas principais registraram valores mais altos do que os pontos mais afastados, singularmente, na

sala 203, o que denota, mais uma vez, que o Bloco F atua como barreira física para a sala 302.

As tabelas abaixo mostram os coeficientes de CIN calculados e os níveis de iluminação mantida, em lux, coletados em cada ponto onde foram depositados os luxímetros no interior das salas de aula 302 e 203, no decorrer do período de 22/04/2013 a 26/04/2013.

4.2.1.1 Medições realizadas no dia 22/04/2013

Tabela 4.3-Coeficientes de CIN e níveis de iluminação mantida da sala de aula 302, Bloco E, no dia 22/04/2013

DIA 22/04/2013 SEGUNDA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX										
09:00	8,15%	510,1	8,33%	520,2	8,23%	514	10,13%	632,4	10,59%	661,3	10,82%	675,4
10:00	-----	615,3	-----	625,5	-----	636,1	-----	688,5	-----	705,6	-----	721,3
11:00	9,50%	774,8	10,22%	833,1	9,75%	795,4	9,33%	761,1	9,91%	807,7	10,37%	845,4
12:00	-----	893,7	-----	913,2	-----	885,5	-----	793,8	-----	838,7	-----	853,8
13:00	1,23%	917,9	1,24%	928,6	1,10%	822,5	1,06%	794,7	1,12%	836,7	1,17%	877,6
14:00	-----	815,8	-----	860,7	-----	721,7	-----	722	-----	796	-----	801,5
15:00	0,92%	824,7	0,84%	751,5	0,91%	819,7	0,79%	705,6	0,86%	768,7	0,84%	754,4
16:00	-----	801,1	-----	765,4	-----	709,7	-----	707,4	-----	782,2	-----	731,3
17:00	0,12%	63,43	0,14%	74,35	0,11%	59,59	0,04%	24,91	0,05%	28,94	0,06%	31,04
18:00	-----	12,07	-----	14,01	-----	10,3	-----	3,57	-----	5,16	-----	4,89

Tabela 4.4-Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, Bloco C, no dia 22/04/2013

DIA 22/04/2013 SEGUNDA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	8,67%	541,5	8,58%	535,8	8,08%	504,6	9,81%	612,4	9,99%	623,4	10,49%	654,8
10:00	-----	534,6	-----	605,6	-----	548,7	-----	631,8	-----	681,3	-----	693,4
11:00	6,73%	548,9	7,33%	597,9	6,32%	515,2	7,41%	604,6	7,83%	638,6	8,07%	658,1
12:00	-----	523,1	-----	576,8	-----	556,4	-----	589,4	-----	699,3	-----	724,5
13:00	0,66%	498,7	0,66%	492,8	0,65%	485,9	0,78%	585,6	0,81%	604,5	0,86%	641,1
14:00	-----	401,6	-----	384,2	-----	404,3	-----	431,9	-----	543,4	-----	588,3
15:00	0,46%	415,7	0,43%	386,8	0,43%	391,5	0,49%	443,2	0,56%	504,8	0,61%	551,3
16:00	-----	388,6	-----	351	-----	377,4	-----	407,8	-----	499,4	-----	521,3
17:00	0,41%	207,6	0,29%	146,6	0,30%	154,3	0,48%	241,3	0,56%	281,6	0,59%	299,8
18:00	-----	25,04	-----	21,05	-----	22,04	-----	24,08	-----	28,05	-----	27,05

Analisando os resultados obtidos em cada ponto em que foi efetuada a medição com luxímetro, de acordo com as Tabela 4.3 e 4.4, os níveis de iluminância mantida coletados, na maioria dos pontos, apresentaram valores altos, comparados ao valor de 300 lux, que é o valor mínimo de nível de iluminância mantida, recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013).

Essa Norma define que o nível de iluminância mantida é o valor abaixo do qual não convém que a iluminância média da superfície de trabalho especificada seja reduzida. Isso quer dizer que, para esta pesquisa, a superfície de trabalho considerada é a classe de estudos, e todos os valores abaixo de 300 lux encontrados são considerados valores inadequados.

Os valores que ficaram abaixo da média recomendada foram os coletados entre as 17 e 18h, porque nesse horário a incidência do sol é mais baixa. Contrapondo os valores de iluminância mantida coletados, os coeficientes CIN mostraram resultados inferiores ao que Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?) recomenda (mínimo 2%), a partir das 13h. Antes desse horário, os coeficientes CIN calculados apresentaram valores altos.

As medições foram realizadas com condição de céu claro durante todo o dia.

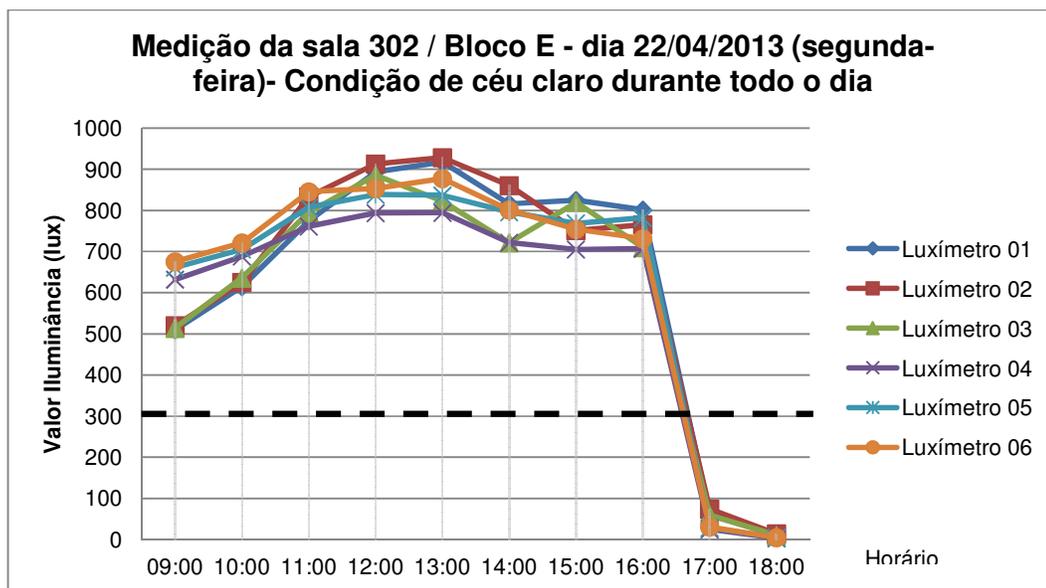


Figura 4.16- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 22/04/2013

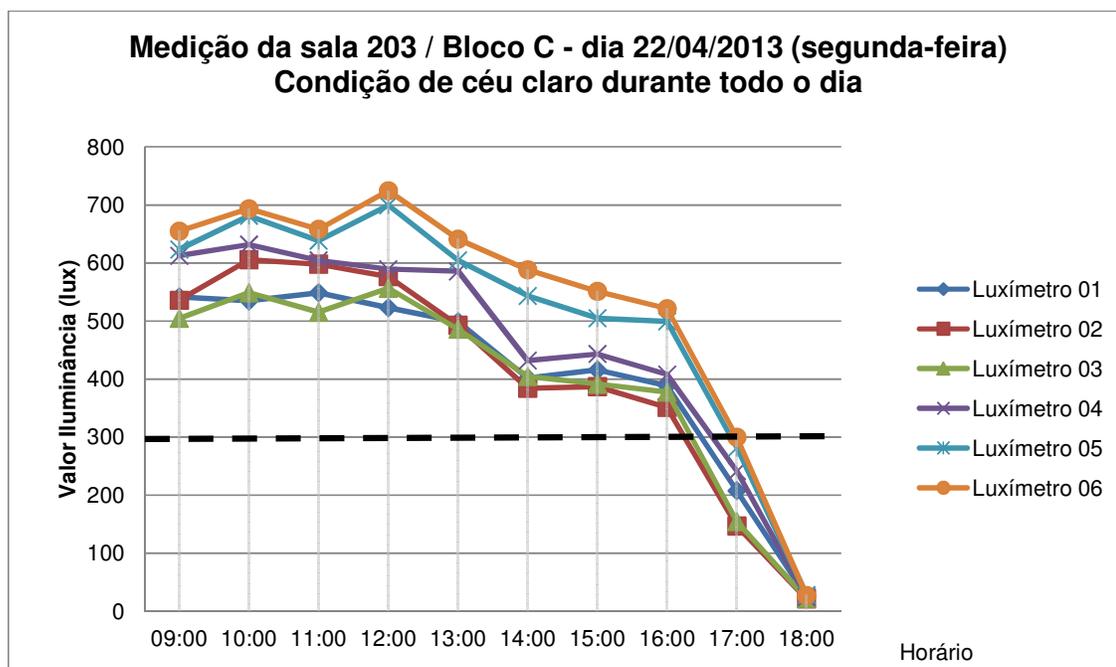


Figura 4.17-Gráfico com os níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 22/04/2013

Os gráficos mostram que todos os pontos apresentaram comportamento semelhante, mantendo os valores de níveis de iluminância mantida entre 500 e 900 lux, em todos os pontos coletados, apresentando uma queda dos valores no final do dia, justificado pelos baixos níveis de iluminância externa nesses horários.

4.2.1.2 Medições realizadas no dia 23/04/2013

Tabela 4.5- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, Bloco E, no dia 23/04/2013

DIA 23/04/2013 TERÇA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX										
09:00	11,87%	597,2	12,37%	622,7	10,00%	503,1	10,11%	508,7	11,87%	597,1	11,00%	553,4
10:00	-----	665,9	-----	710,4	-----	606,5	-----	605,4	-----	632,9	-----	603,1
11:00	8,44%	519,3	12,94%	795,9	10,10%	621,4	10,63%	653,8	10,93%	672,5	10,96%	674,3
12:00	-----	319,9	-----	680,4	-----	588,4	-----	570,9	-----	610,7	-----	627,8
13:00	1,06%	468,4	1,63%	718,1	0,92%	405,6	1,31%	578,5	1,46%	644,4	1,39%	615,1
14:00	-----	382,6	-----	717,3	-----	414	-----	480,4	-----	659,1	-----	621,8
15:00	0,39%	242,3	0,81%	498,2	0,67%	410,2	0,50%	304,1	0,91%	557,4	0,95%	581,4
16:00	-----	336,3	-----	433,5	-----	319,5	-----	551,4	-----	532,8	-----	544,7
17:00	2,65%	90,55	2,51%	85,9	2,54%	86,9	2,46%	83,92	2,44%	83,45	2,47%	84,45
18:00	-----	15,21	-----	14,95	-----	14,75	-----	14,89	-----	15,41	-----	15,63

Tabela 4.6.- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, Bloco C, no dia 23/04/2013

DIA 23/04/2013 TERÇA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	9,96%	501,4	11,17%	562	13,93%	700,7	11,45%	576,2	12,39	623,4	13,94%	701,4
10:00	-----	432,6	-----	480	-----	679,9	-----	825,1	-----	845,2	-----	897,3
11:00	8,86%	545,3	11,23%	690,8	12,41%	763,3	10,85%	667,4	12,05%	741,3	12,81%	788,4

12:00	-----	721,3	-----	833,9	-----	1174	-----	808	-----	815,4	-----	820,1
13:00	1,36%	601,4	0,69%	307,9	1,37%	603,7	1,18%	522,8	1,39%	615,4	1,66%	732,4
14:00	-----	501,6	-----	505,2	-----	885,8	-----	862	-----	873,2	-----	893,4
15:00	0,36%	224,8	0,59%	360,2	1,10%	672,2	1,02%	629	1,21%	741,3	1,32%	804,6
16:00	-----	185,4	-----	190	-----	362	-----	257,9	-----	345,1	-----	401,7
17:00	0,52%	17,83	0,42%	14,57	0,67%	22,94	0,61%	21,08	0,83%	28,44	1,03%	35,45
18:00	-----	10,97	-----	10,21	-----	12,91	-----	10,49	-----	15,93	-----	14,51

Conforme demonstrado nas Tabelas 4.5 e 4.6, os níveis de iluminância mantida medidos, na maioria dos pontos, apresentaram valores maiores que o valor mínimo, recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013), para iluminância mantida na superfície de trabalho em salas de aula (300 lux). Os valores que ficaram abaixo da média recomendada foram os coletados no final do dia, entre os horários das 17h e 18h, com exceções de alguns pontos, às 16h em ambas as salas de aula.

Os coeficientes CIN encontrados na sala 302 mostraram resultados acima de 2%, valor mínimo considerado adequado para salas de aula, segundo Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?), em todos os pontos entre os horários das 09 e 11. Nos demais horários, os coeficientes CIN estão abaixo do valor mínimo, considerado referência para salas de aula, em todos os pontos.

Os coeficientes CIN encontrados na sala 203 mostraram resultados inferiores ao que recomenda Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?), em todos os pontos, entre os horários das 13 e 15h, ou seja, inferior a 2%. Na parte da manhã, os coeficientes CIN estão bem acima do valor mínimo. As medições foram realizadas com condição de céu claro na maior parte do dia, com registro de céu nublado ao final do dia.

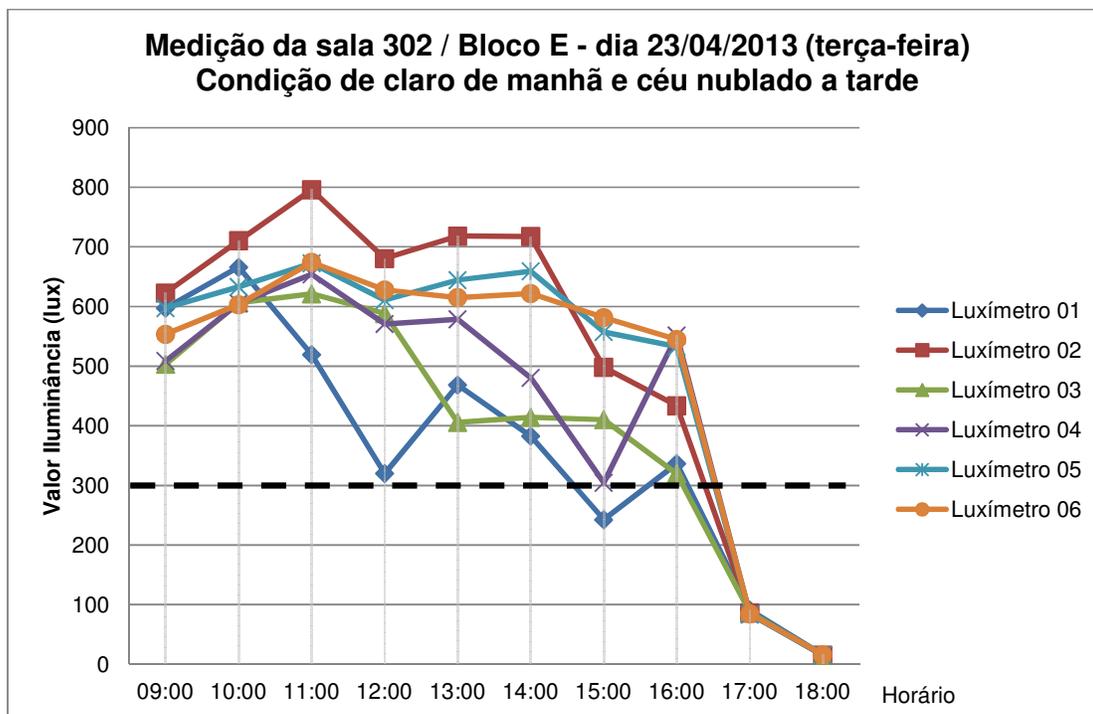


Figura 4.18- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 23/04/2013

O gráfico 4.18 mostra que todos os valores de níveis de iluminância mantida ficaram entre a média de 300lux e 700lux, em todos os pontos medidos, apresentando uma queda dos valores no final do dia. Como pode ser verificado, o ponto 02 foi o que registrou maior nível de iluminância mantida, às 11h, quando atingiu 795,9lux.

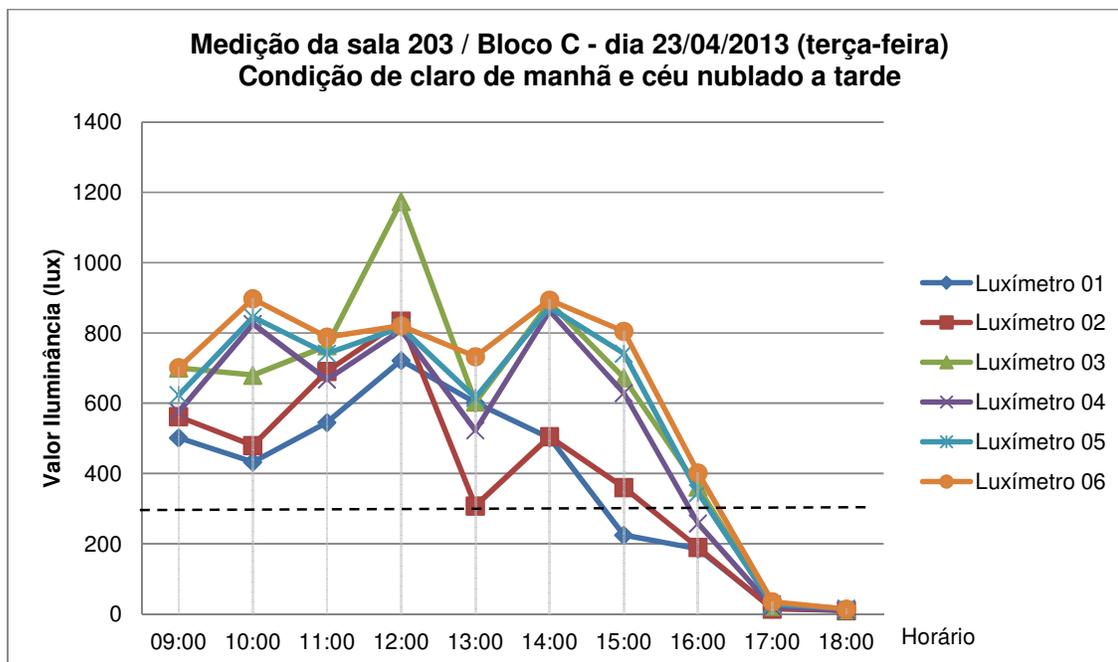


Figura 4.19- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 23/04/2013

A figura 4.19 mostra o gráfico dos valores de iluminância mantida, expressos em lux, em função dos horários nos quais foram obtidos os registros. É possível ver que todos os pontos apresentaram valores de níveis de iluminância mantida dentro do intervalo de 300 a 900 lux, com exceção do ponto 03, que registrou o maior valor (1174 lux), às 12h. No final do dia todos os pontos registraram queda dos valores de iluminância mantida.

O dia foi marcado por nebulosidade variável principalmente a tarde o que pode explicar a variabilidade os níveis de iluminância registrados no interior para ambas as salas.

4.2.1.3 Medições realizadas no dia 24/04/2013

Tabela 4.7- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, Bloco E, no dia 24/04/2013

DIA 24/04/2013 QUARTA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX
09:00	7,62%	168,5	8,47%	187,3	6,57%	145,3	8,94%	197,7	4,61%	102	8,21%	181,5
10:00	-----	183,2	-----	221	-----	201,1	-----	241,5	-----	154	-----	235,9
11:00	6,09%	187	7,72%	237,1	7,54%	231,7	8,24%	253,2	6,27%	193	9,55%	293,4
12:00	-----	300,3	-----	373,6	-----	245,3	-----	298,7	-----	208	-----	301,4
13:00	6,02%	266,8	8,24%	365,2	7,25%	321,4	7,79%	345,1	4,92%	218	6,94%	307,7
14:00	-----	182,9	-----	230,9	-----	297,5	-----	301,1	-----	219	-----	314,9
15:00	4,68%	183,2	5,34%	209,1	5,50%	215,4	5,66%	221,5	5,36%	210	6,27%	245,5
16:00	-----	149	-----	192,4	-----	201,4	-----	215,7	-----	170	-----	223,5
17:00	1,47%	31,37	1,89%	40,43	1,93%	41,25	2,09%	44,71	2,14%	45,6	2,05%	43,67
18:00	-----	8,15	-----	7,79	-----	7,24	-----	7,14	-----	7,19	-----	8,19

Tabela 4.8 Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, Bloco C, no dia 24/04/2013

DIA 24/04/2013 QUARTA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	4,58%	101,3	7,25%	160,3	7,93%	175,4	13,38%	295,8	9,10%	201,3	11,50%	254,3
10:00	-----	204,5	-----	206,3	-----	134,7	-----	264,4	-----	285,6	-----	298,4
11:00	5,91%	181,5	7,06%	216,9	5,09%	156,5	9,56%	293,6	7,53%	231,3	7,86%	241,5
12:00	-----	305,6	-----	307,6	-----	350,4	-----	476,6	-----	423,4	-----	434,1
13:00	7,80%	345,8	7,30%	323,6	8,62%	382,1	11,25%	498,4	10,25%	454,3	7,78%	344,7
14:00	-----	191,3	-----	188,6	-----	146,8	-----	209	-----	201,4	-----	223,1
15:00	4,22%	165,1	4,34%	170	4,99%	195,2	6,37%	249,1	3,38%	132,4	2,95%	115,4
16:00	-----	145,4	-----	136,8	-----	166,7	-----	169,8	-----	125,3	-----	181,5
17:00	5,84%	124,4	5,68%	121,1	5,10%	180,8	8,64%	184,2	8,51%	181,4	8,38%	178,5
18:00	-----	15,31	-----	14,17	-----	16,54	-----	17,49	-----	18,01	-----	19,23

Segundo as Tabelas 4.7 e 4.8, os níveis de iluminância mantida coletados, na maioria dos pontos, apresentaram valores menores do que a recomendação da NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que determina o valor mínimo de 300 lux, para a iluminância mantida na superfície de trabalho em salas de aula.

Na sala 302 os valores acima da recomendação da norma foram os coletados às 12h no ponto 01, 02 e 06; às 13h, em quase todos os pontos, com exceção dos pontos 01 e 05 e, às 14h, nos pontos 04 e 06. Porém, os coeficientes CIN mostraram resultados opostos, pois na maioria dos pontos o valor encontrado foi acima de 2%, que é o valor mínimo recomendado para salas de aula, segundo Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?). Os coeficientes CIN que apresentaram valores abaixo de 2% foram os pontos 01, 02 e 03, às 17h. As medições, nesse dia, foram registradas com condição de céu nublado, o que pode explicar os baixos níveis de iluminância mantida registrados.

Na sala 203 os valores acima da média recomendada foram os coletados entre as 12h e 13h, em todos os pontos. Porém, os coeficientes de CIN mostraram resultados opostos, marcando valor acima de 2%, em todos os pontos. Tal valor representa o mínimo recomendado para salas de aula, por Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?).

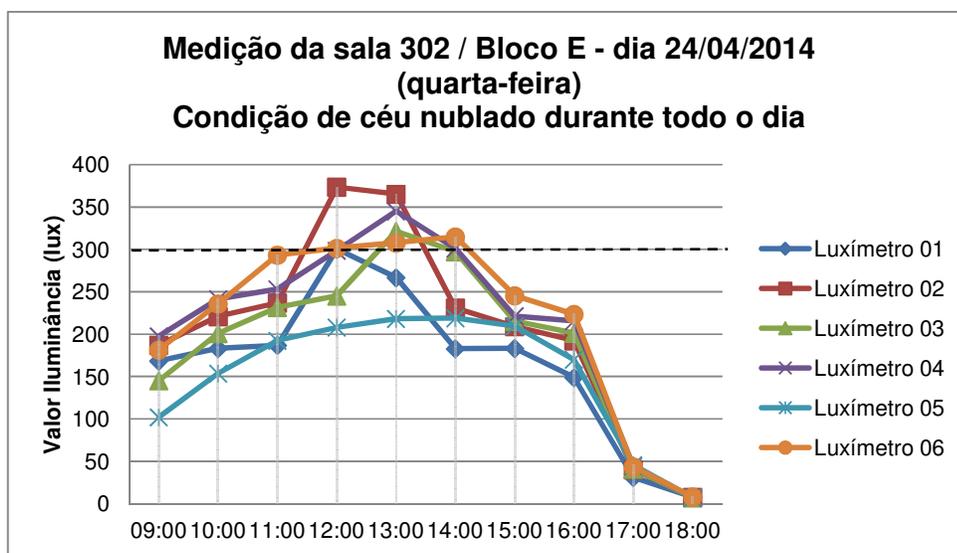


Figura 4.20- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 24/04/2013

De acordo com o gráfico da Figura 4.20, os valores dos níveis de iluminância mantida registrados ao longo do dia, ficaram entre 100 e 250 lux, apresentando uma queda de valores significativa no final do dia, após as 17h. Isso se justifica, pois além da baixa incidência de sol nesse horário, as medições foram efetuadas com céu nublado ao longo do dia. No gráfico ainda pode ser observado que os pontos 04 e 06 apresentaram valores mais uniformes e próximos à recomendação da NBR 8995-1 (ABNT, 2013), no que se refere ao valor mínimo de iluminância mantida (300 lux), para salas de aula. Esses pontos ficam próximos às janelas principais da sala.

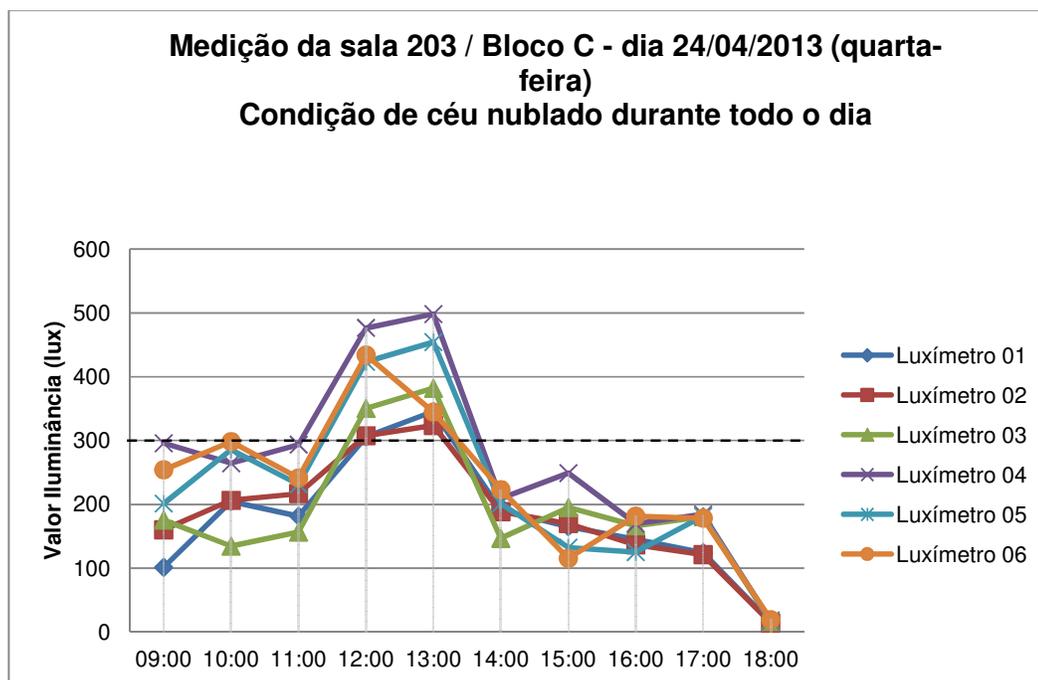


Figura 4.21-Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 24/04/2013

De acordo com o gráfico da Figura 4.21, a maioria dos valores registrados ficou dentro da média no intervalo das 12h e 13h, sendo que a NBR 8995-1 (ABNT, 2013) determina 300 lux, valor mínimo de nível de iluminância mantida na superfície

de trabalho para salas de aula. Todos os pontos apresentaram comportamentos semelhantes, atingindo os valores mais altos das 12 às 13h, principalmente os pontos 04 e 05, que registraram valores maiores, se comparados aos demais pontos. Isso se justifica, pois a localização desses pontos é mais próxima das aberturas principais da sala de aula.

4.2.1.4 Medições realizadas no dia 25/04/2013

Tabela 4.9.- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, Bloco E, no dia 25/04/2013

DIA 25/04/2013 QUINTA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX										
09:00	15,29%	572,1	9,19%	584,3	15,27%	571,3	17,04%	637,3	15,10%	564,8	15,54%	581,5
10:00	-----	513,4	-----	533,8	-----	524,9	-----	642,2	-----	569,4	-----	598,8
11:00	9,19%	501,1	9,78%	533,2	10,01%	545,6	13,95%	760,5	12,44%	678,3	12,50%	681,4
12:00	-----	488,5	-----	494,7	-----	501,3	-----	719,3	-----	641,7	-----	693,5
13:00	0,42%	345,5	0,48%	392,8	0,50%	404,5	0,94%	765	0,84%	682,3	0,92%	745,5
14:00	-----	302,4	-----	244,5	-----	401,3	-----	779,4	-----	689,8	-----	771,4
15:00	0,39%	285,5	0,33%	244	0,44%	321,5	0,96%	692,4	0,86%	623,2	1,00%	723,5
16:00	-----	210,4	-----	181,3	-----	203,4	-----	404,5	-----	424,4	-----	415,5
17:00	0,26%	20,6	0,31%	24,6	0,26%	21,02	0,30%	23,78	0,30%	23,59	0,39%	31,09
18:00	-----	10,73	-----	11,23	-----	10,84	-----	11,45	-----	11,45	-----	12,91

Tabela 4.10.- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, Bloco C, no dia 25/04/2013

DIA 25/04/2013 QUINTA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	16,08%	601,6	17,52%	655,3	18,22%	681,5	17,04%	637,6	20,41	763,6	15,19%	568,4
10:00	-----	631,2	-----	660,3	-----	711	-----	664,3	-----	831	-----	601
11:00	11,82%	644,5	11,78%	642,2	13,28%	724,1	11,94%	650,9	15,59	849,7	11,70%	637,7

12:00	-----	523,4	-----	579,5	-----	714,9	-----	657,6	-----	973,2	-----	710,3
13:00	0,62%	505,4	0,64%	524,3	0,95%	769,2	0,89%	723	1,02%	824,6	1,07%	871,3
14:00	-----	493,6	-----	485,2	-----	759,8	-----	710,3	-----	867,4	-----	978
15:00	0,61%	444,8	0,63%	461,1	1,05%	759,9	0,99%	719,7	1,11%	804,5	1,25%	903,6
16:00	-----	631,5	-----	615,4	-----	709,8	-----	729,8	-----	745,3	-----	801,4
17:00	0,90%	71,14	0,87%	68,4	1,45%	113,6	1,38%	108,3	1,68%	131,4	1,90%	148,7
18:00	-----	15,41	-----	15,23	-----	15,44	-----	16,55	-----	15,81	-----	16,93

As tabelas 4.9 e 4.10 mostram os níveis de iluminância mantida em lux, assentados no dia 25/04/2013, nas salas 302 e 203, onde é possível verificar que a maioria dos níveis de iluminância mantida registrados, até às 16h, apresentaram valores acima de 300 lux, valor mínimo recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013), para a iluminância mantida na superfície de trabalho em salas de aula, principalmente na sala 203. No geral, os valores baixos ficaram concentrados, a partir das 17h. Valores um pouco abaixo da média recomendada pela norma foram registrados na sala 302, nos pontos 01 e 02, às 15h, e no ponto 02, às 14h. Esses pontos (01 e 02) ficam localizados no lado apostado à localização das janelas.

Os coeficientes CIN, não mostraram resultados satisfatórios em nenhum ponto, em ambas as salas, a partir das 13h, comparados ao valor mínimo de 2%, ideal para salas de aula, segundo Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?). É possível verificar que, até às 11h, os coeficientes ficaram acima do valor mínimo recomendado por Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?) para salas de aula (2%). Nesse dia, as medições foram realizadas com condição de céu parcialmente nublado durante todo o dia.

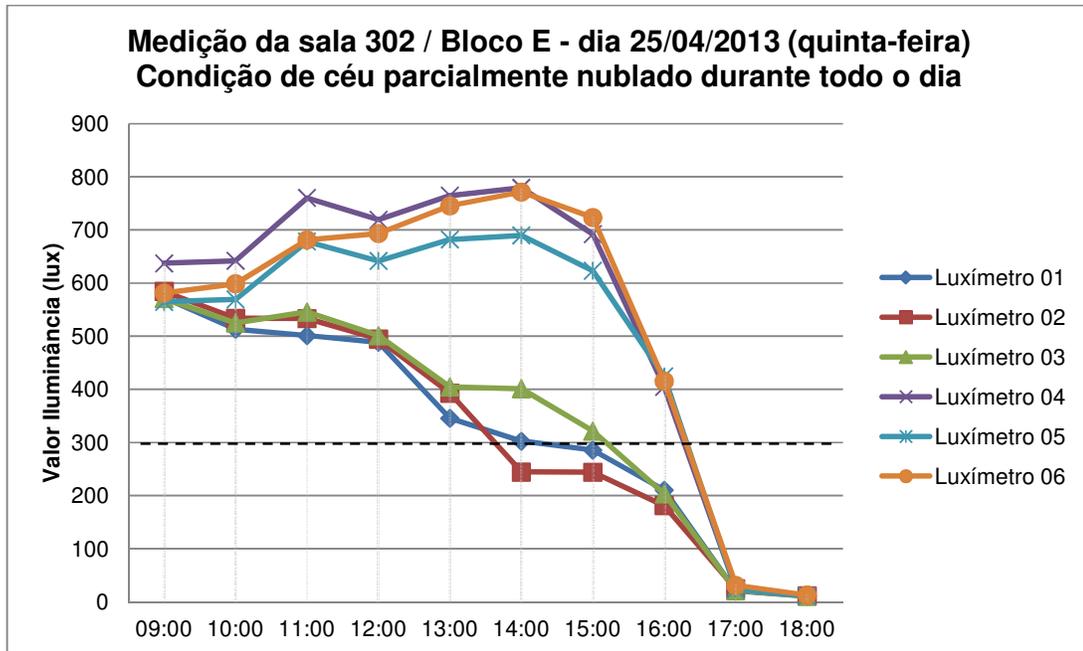


Figura 4.22- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 25/04/2013

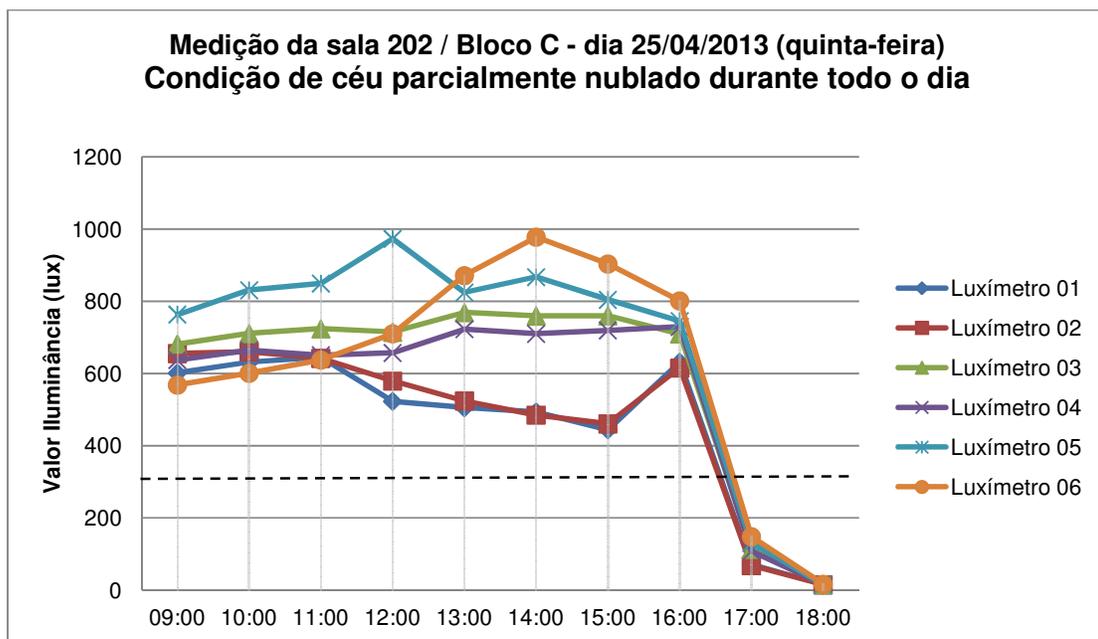


Figura 4.23- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 25/04/2013

As figuras 4.22 e 4.23 mostram o gráfico dos níveis de iluminância mantida (lux), em função dos horários coletados nas salas 302 e 203, no dia 25/04/2013. Nesses esquemas é possível observar que todos os pontos apresentaram níveis de iluminância mantida entre 400 e 900 lux na maior parte do dia. Assim como na maioria dos dias em que foram realizadas as medições, é possível constatar, a partir das 17h, queda significativa nos valores de iluminância auferidos. Os valores mais altos registrados aconteceram nos pontos 04, 05 e 06, mais uma vez justificável, pois esses pontos ficam próximos às janelas principais das salas de aula.

4.2.1.5 Medições realizadas no dia 26/04/2013

Tabela 4.11.- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, Bloco E, no dia 26/04/2013

DIA 26/04/2013 SEXTA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,87%	473,2	0,88%	481,3	0,90%	490,7	0,96%	523,4	1,00%	545,1	0,10%	544,1
10:00	-----	520,9	-----	495,4	-----	427,1	-----	501,3	-----	502,5	-----	521,7
11:00	0,70%	514,2	0,71%	521,3	0,77%	569,5	0,80%	589,7	0,82%	604,3	0,83%	608,4
12:00	-----	472,1	-----	543,5	-----	559,9	-----	623,4	-----	644,5	-----	653,3
13:00	0,42%	354,3	0,52%	434,3	0,50%	414,3	0,72%	601,3	0,75%	621,4	0,76%	634,5
14:00	-----	227	-----	351,7	-----	564,4	-----	623,1	-----	678,3	-----	621,8
15:00	0,39%	201,4	0,57%	293,4	0,66%	338,7	0,84%	432,4	0,91%	471,5	0,93%	481,3
16:00	-----	100,7	-----	108,9	-----	123,7	-----	204,1	-----	231,8	-----	235,4
17:00	0,16%	74,18	0,16%	73,15	0,16%	73,23	0,18%	81,01	0,20%	91,23	0,23%	104,5
18:00	-----	10,73	-----	10,45	-----	11,43	-----	28,03	-----	25,4	-----	21,35

Tabela 4.12.- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, Bloco C, no dia 26/04/2013

DIA 26/04/2013 SEXTA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,81%	441,1	0,97%	528,6	1,09%	592,6	0,84%	457,6	1,44%	780,2	1,50%	813,9
10:00	-----	503,4	-----	755,5	-----	919	-----	662,7	-----	1293	-----	1405
11:00	0,82%	605,8	1,06%	778,1	1,59%	1171	1,16%	852,7	1,26%	923,1	1,29%	945,5
12:00	-----	447,8	-----	353,3	-----	599,1	-----	467,9	-----	564,3	-----	531,4
13:00	0,47%	393,8	0,48%	405,1	0,52%	431,3	0,58%	484,5	0,45%	378	0,29%	243,4
14:00	-----	305,4	-----	313,7	-----	321,5	-----	401,6	-----	438,5	-----	431,1
15:00	0,44%	228,5	0,55%	284,5	0,58%	301,4	0,69%	354,7	0,77%	398,1	0,79%	405,4
16:00	-----	203,1	-----	231,2	-----	288,3	-----	295,7	-----	353,7	-----	398,4
17:00	0,18%	83,91	0,18%	81,44	0,20%	91,76	0,22%	98,08	0,21%	97,07	0,21%	95,43
18:00	-----	12,45	-----	13,23	-----	14,44	-----	14,01	-----	15,41	-----	16,8

As tabelas acima mostram os valores de níveis iluminância mantida registrados em cada ponto onde foi instalado o aparelho luxímetro, nas salas 302 e 203, no dia 26/04/2013. Esse dia registrou valores altos de iluminância externa, e as medições foram registradas em condição de céu claro, com poucas nuvens. Os níveis de iluminância internos registrados foram, na maior parte do dia, acima de 300 lux, que é o valor mínimo de iluminância mantida para salas de aula, que a NBR 8995-1 (ABNT, 2013) recomenda.

Na sala 302, algumas exceções foram registradas, às 15h, nos pontos 01 e 02 e, às 14h, no ponto 01. Após as 17h, os valores ficaram abaixo do valor mínimo recomendado, assim como nos demais dias do mês de abril, em que foram efetuadas as medições. Na sala 203, após as 16h, todos os pontos registraram valores baixos, com exceção dos pontos 05 e 06. Às 15h, os pontos 01 e 02 também registraram níveis de iluminância mantida baixos.

Diferentemente dos níveis de iluminância mantida, os coeficientes de CIN revelaram valores abaixo de 2%, que é o valor mínimo de coeficiente CIN para salas de aula (LECHNER, 2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?), em todos os pontos durante todo o dia. Isso identifica que a média de iluminância registrada, não é adequada para as condições de céu na região sul do Brasil nessa época do ano.

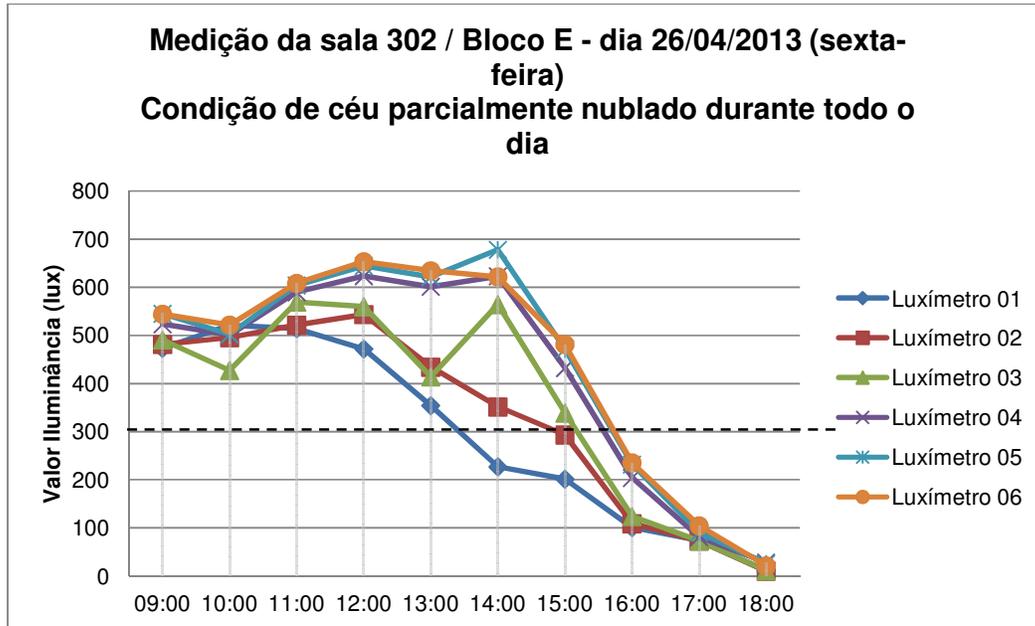


Figura 4.24- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 26/04/2013

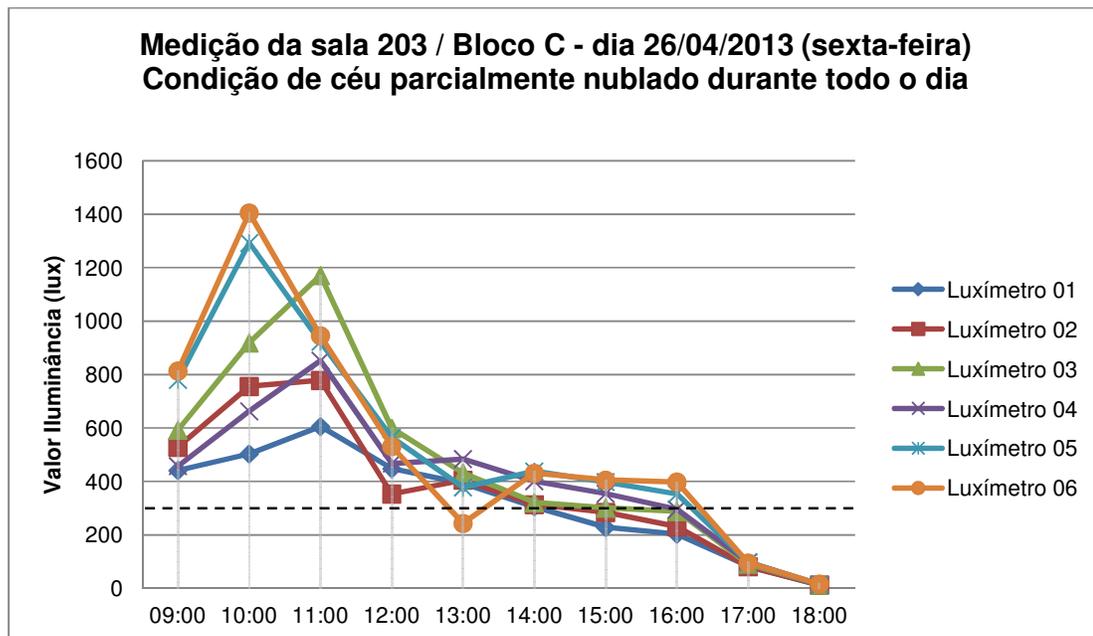


Figura 4.25-Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 26/04/2013

Os gráficos das Figuras 4.24 e 4.25, que elencam os valores de níveis de iluminância mantida (lux) registrados nas salas 302 e 203, ao longo do dia 26/04/2013, onde é possível constatar que a maioria dos pontos apresentou média de iluminância mantida superior a 300 lux. Em todos os pontos foi possível verificar queda de valores de iluminância no final do dia indicando que, a partir das 16h, é necessário o auxílio da iluminação artificial. Nos gráficos também podem ser observados que os pontos 05 e 06 foram os que apresentaram os valores mais altos, esses pontos ficam localizados próximos às janelas principais das salas de aula.

4.2.2 Resultados das medições no mês de junho de 2013

As medições realizadas, no mês de junho de 2013, foram efetuadas na última semana do mês, no período de 24/06/2013 a 28/06/2013. No início da semana, foram feitas em condição de céu nublado e com chuva e, no decorrer da semana, aconteceram com períodos de céu claro (meio da semana) e com períodos de céu nublado (final da semana), assim como aponta a figura 4.26.



Figura 4.26-Fotos do céu, obtidas ao longo do período de 24/06/2013 a 28/06/2013

As medições realizadas, em junho de 2013, apresentaram resultados semelhantes aos resultados do mês de abril. A sala de aula a alcançar a média mais alta dos valores de iluminância (ao longo da semana) foi a 203, indicando que o Bloco F também atua como barreira física para a sala 302 nessa época do ano. Foram registrados baixos níveis de iluminância mantida ao longo da semana, notadamente no dia 24/06/2013, quando as medições foram realizadas com céu nublado e chuva.

As tabelas abaixo mostram os coeficientes de CIN calculados e os níveis de iluminância mantida, em lux, coletados em cada ponto onde foram depositados os luxímetros, no decorrer do período de 24/06/2013 a 28/06/2013, nas salas de aula 203 e 302.

4.2.2.1 Medições realizadas no dia 24/06/2013

Tabela 4.13- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida, da sala 302, no dia 24/06/2013

DIA 24/06/2013 SEGUNDA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,23%	15,81	0,62%	42,96	0,41%	28,01	5,20%	355,5	3,10%	212,3	3,59%	245,3
10:00	-----	70,29	-----	84,7	-----	75,41	-----	498,1	-----	249,6	-----	321,5
11:00	3,33%	210,5	3,39%	214,7	2,88%	182,4	8,18%	517,4	7,81%	493,6	6,27%	396,8
12:00	-----	266,1	-----	287,9	-----	276,7	-----	821,6	-----	775,5	-----	791,3
13:00	2,85%	249,3	2,70%	235,7	2,37%	207,2	8,65%	755	9,16%	798,9	9,20%	802,7
14:00	-----	132,4	-----	159,5	-----	154,9	-----	516,2	-----	700,3	-----	755
15:00	4,12%	131,5	4,54%	145,1	3,47%	110,8	14,10%	450	10,32%	329,5	12,58%	401,4
16:00	-----	83,24	-----	59,12	-----	57,37	-----	441,1	-----	92,2	-----	321,2
17:00	0,68%	27,8	0,88%	36	0,87%	35,79	2,24%	91,5	3,72%	151,8	2,64%	107,8
18:00	-----	8,07	-----	5,93	-----	3,5	-----	3,12	-----	2,87	-----	5,45

De acordo com a Tabela 4.13, os níveis de iluminância mantida coletados são bastante baixos nos pontos 01, 02 e 03, ao longo do dia, comparados à recomendação da NBR 8995-1, que determina 300 lux como valor mínimo de nível de iluminância mantida para a superfície de trabalho em salas de aula. Esses pontos (01, 02 e 03) ficam localizados no lado posterior ao das janelas principais existentes na sala de aula. Os pontos 04, 05 e 06, próximos às janelas principais, marcaram níveis abaixo do recomendado pela Norma, apenas nos horários das 09h, 17h e 18h, com exceção do ponto 05, que também obteve registro menor que o recomendado às 16h.

Foi possível observar que os coeficientes CIN apresentaram valores considerados satisfatórios, na maior parte do dia, com exceção dos pontos 01, 02 e 03, às 09h e às 17h. Os valores considerados satisfatórios foram os valores acima de 2%, conforme recomenda Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA,

2013?). Nesse dia, as medições foram realizadas em condição de céu nublado e com chuva ao longo do dia.

Tabela 4.14- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida, da sala 203, no dia 24/06/2013

DIA 24/06/2013 SEGUNDA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	3,61%	246,9	2,85%	194,7	0,91%	62,83	2,71%	185,7	2,51%	172	2,17%	148,5
10:00	-----	276,4	-----	149,2	-----	186,9	-----	402,5	-----	458,3	-----	398,1
11:00	4,64%	293,7	4,52%	285,7	4,12%	260,8	11,29%	714,1	9,92%	627,5	10,10%	638,7
12:00	-----	387,3	-----	389,1	-----	401,1	-----	891	-----	1056	-----	943,6
13:00	3,87%	337,9	3,29%	287,5	3,87%	338	9,72%	848,2	10,38%	905,5	10,29%	897,3
14:00	-----	261,9	-----	202,2	-----	183	-----	505,6	-----	591,4	-----	504,8
15:00	8,92%	284,7	5,22%	166,7	3,74%	119,5	12,96%	413,5	13,54%	432,2	10,30%	328,6
16:00	-----	250,6	-----	28,47	-----	35,01	-----	76,93	-----	92,19	-----	79,2
17:00	1,82%	74,12	0,61%	24,85	0,33%	13,58	1,31%	53,45	1,26%	51,48	0,92%	37,5
18:00	-----	0,12	-----	0,45	-----	0,32	-----	0,69	-----	0,81	-----	0,85

De acordo com a Tabela 4.16, os níveis de iluminância mantida coletados no dia 24/06/2013, na sala de aula 203, apresentaram-se baixos, segundo as recomendações da NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que determina o valor mínimo de 300 lux de iluminância mantida, para superfície de trabalho em salas de aula. Isso pode ser observado, principalmente, nos pontos 01, 02 e 03, mais afastados das janelas principais da sala de aula. Porém, os demais pontos também apresentaram valores baixos, às 09h, e, a partir das 16h. Os pontos 01 e 03 apresentaram valores de iluminância dentro da média, entre os horários das 12 e 13h. O ponto 02, apenas às 12h.

Os demais pontos apresentaram resultados semelhantes, com valores considerados satisfatórios das 10 às 15h. Os coeficientes de CIN encontrados apresentaram valores acima de 2%, valor de coeficiente mínimo para salas de aula (LECHNER, 2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?), na maior parte do

dia, com exceção do ponto 03, às 09h e, de todos os pontos às 17h. As medições foram realizadas com condição de céu nublado e, com chuva ao longo do dia. É possível observar que com condições de céu nublado há grande variabilidade dos níveis de iluminância mantida registrados no interior das salas, esse é um dos motivos pelos quais não se mede a iluminância nessas condições de céu.

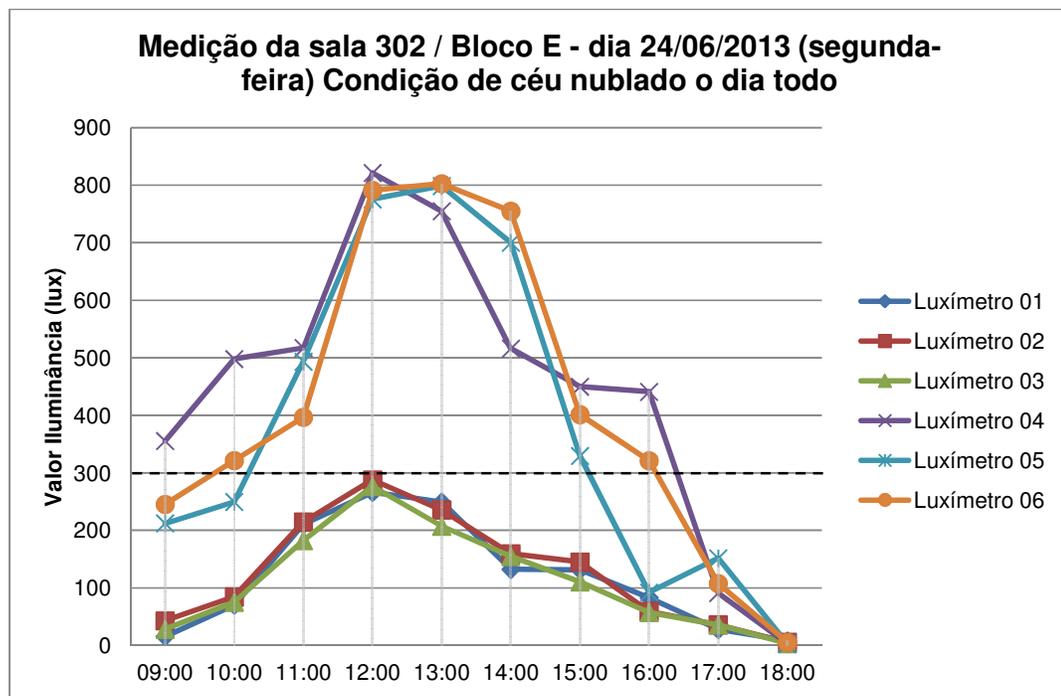


Figura 4.27- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 24/06/2013

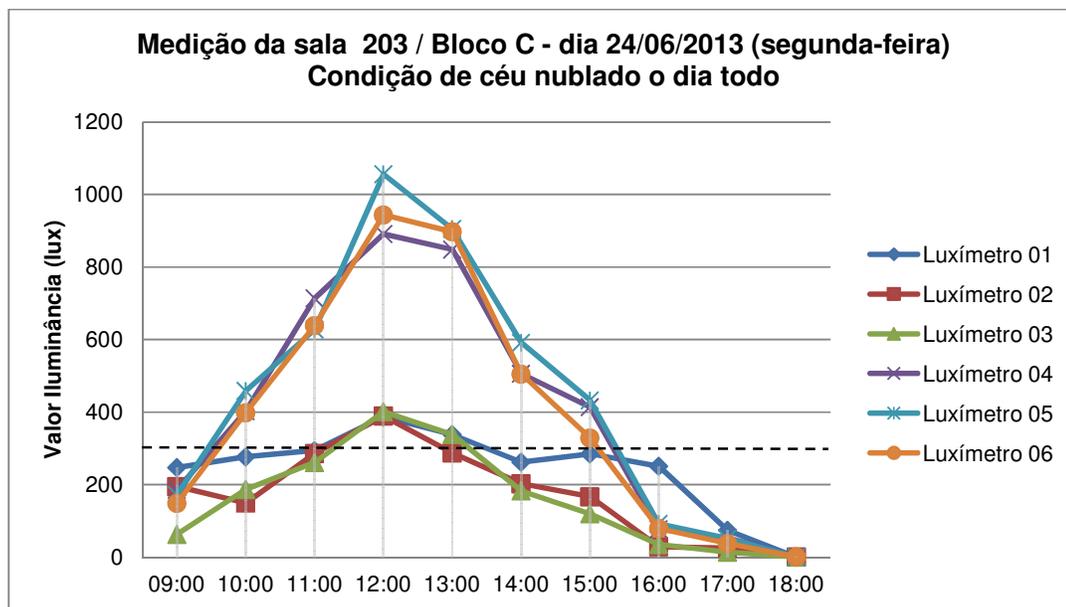


Figura 4.28 - Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 24/06/2013

As figuras 4.27 e 4.28 mostram o gráfico dos valores de iluminância mantida, expressos em lux, em função dos horários nos quais os valores foram coletados. Assim como foi citado anteriormente, é possível observar que os pontos 04, 05 e 06, que ficam localizados próximos às janelas principais das salas de aula, alcançaram resultados superiores, quando comparados aos demais pontos, localizados no lado oposto às janelas principais. Esses pontos (01, 02 e 03) estão localizados próximos à entrada da sala de aula, com acesso por meio de uma circulação coberta, com 2m de largura. Também é possível visualizar que todos os pontos apresentaram queda de valores de iluminância mantida no final do dia.

4.2.2.2 Medições realizadas no dia 25/06/2013

Tabela 4.15- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 25/06/2013

DIA 25/06/2013 TERÇA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX										
09:00	2,38%	105,5	2,80%	124,1	1,39%	61,62	16,45%	727,4	4,09%	180,6	4,59%	203,2
10:00	-----	198,3	-----	211,3	-----	85,8	-----	690,4	-----	349,4	-----	405,8
11:00	2,27%	290,5	2,63%	336,8	0,80%	103,2	4,91%	627,4	2,91%	371,5	4,09%	522,3
12:00	-----	264,4	-----	312	-----	131,6	-----	647,1	-----	961	-----	705
13:00	3,25%	608,2	3,74%	698,6	2,85%	532,6	3,24%	605,5	3,70%	691,2	3,49%	652,8
14:00	-----	438,6	-----	482,1	-----	156,5	-----	536,6	-----	307,5	-----	495,3
15:00	2,32%	251,9	2,68%	290,5	0,90%	97,7	4,59%	497,4	2,80%	303,8	3,84%	415,5
16:00	-----	140,3	-----	169,3	-----	115,3	-----	410,3	-----	647	-----	532,7
17:00	2,77%	94,2	3,21%	109,2	0,73	24,94	1,47%	50,17	5,17%	175,8	2,73	93,08
18:00	-----	13,84	-----	19,49	-----	2,63	-----	10,21	-----	1,02	-----	10,41

De acordo com a Tabela 4.15, os níveis de iluminância mantida coletados nos pontos 01 e 03 são bastante baixos, comparados com o valor mínimo recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que determina 300 lux de iluminância mantida para superfícies de trabalho em salas de aula, excetuando-se os registros obtidos nos horários das 13 e 14h. O ponto 02 alcançou níveis de iluminância mantida acima do valor mínimo recomendado, entre os horários das 11h e 14h. Esses pontos ficam localizados no lado posterior à localização das janelas principais existentes na sala de aula. Os demais pontos (04, 05 e 06), localizados próximos às janelas principais, apresentaram níveis abaixo do recomendado pela Norma, apenas nos horários das 09, 17 e 18h, com exceção do ponto 04 que, às 09h, obteve registro de valor alto, comparado com a iluminância mantida recomendada, quando atingiu 727,4 lux.

Os coeficientes CIN encontrados nos pontos 01, 02, 05 e 06 apresentaram resultados satisfatórios, estando acima de 2%, conforme recomendação de Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?), ao longo do dia. O ponto 04 obteve coeficientes CIN abaixo da média recomendada apenas às 17h. O ponto 03

foi o que mostrou resultados diferenciados dos demais pontos, quando apresentou a maioria dos coeficientes CIN abaixo do valor mínimo recomendado, a exceção do horário das 13h. Nesse dia, as medições foram realizadas com condição de céu nublado pela manhã e, parcialmente nublado no restante do dia.

Tabela 4.16- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 25/06/2013

DIA 25/06/2013 TERÇA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	1,59%	70,29	1,65%	73,07	1,63%	72,29	3,71%	164,1	2,08%	92,8	3,67%	162,4
10:00	-----	119	-----	161	-----	172	-----	514,5	-----	550,7	-----	397,4
11:00	0,70%	89,6	1,25%	160,7	1,45%	186	4,48%	572,7	3,41%	435,9	3,00%	383,9
12:00	-----	292,7	-----	382,3	-----	426,6	-----	1341	-----	640,9	-----	995
13:00	0,83%	155,3	1,27%	238,8	1,35%	252,8	5,00%	933,7	5,35%	1000	3,76%	703,6
14:00	-----	258,1	-----	235,3	-----	225,2	-----	420,4	-----	489	-----	315,1
15:00	0,67%	73,47	0,85%	92	0,86%	93,8	2,69%	291,4	3,04%	329,7	2,17%	235,7
16:00	-----	158,9	-----	196,8	-----	218,3	-----	688	-----	321,1	-----	570,5
17:00	1,18%	40,24	1,51%	51,49	1,79%	60,91	5,46%	185,8	3,90%	132,9	3,59%	122,1
18:00	-----	5,17	-----	8,29	-----	6,32	-----	0,52	-----	0,31	-----	0,8

Na Tabela 4.16 mostra os níveis de iluminância mantida coletados nos pontos 01, 02 e 03 que apresenta valores bastante baixos, comparados ao valor de iluminância mantida, recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que determina o valor mínimo de 300 lux, para superfícies de trabalho em salas de aula. Isentaram-se dessa constatação os registros obtidos no horário das 12h, nos pontos 02 e 03. Esses pontos ficam no lado posterior à localização das janelas principais existentes na sala. Os demais pontos (04, 05 e 06), próximos às janelas principais, apresentaram níveis baixos nos horários das 09, 17 e 18h, exceto os pontos 04 e 06, que também apresentaram níveis baixos no horário das 15h.

Nesse dia, as medições foram realizadas com condição de céu nublado pela manhã e, parcialmente nublado no restante do dia. Os coeficientes CIN encontrados apresentaram resultado abaixo do valor mínimo (2%), recomendado por Lechner

(2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?), para salas de aula, nos pontos 01,02 e 03 durante todo o dia. Nos demais pontos (04, 05 e 06) os valores apresentados foram considerados satisfatórios.

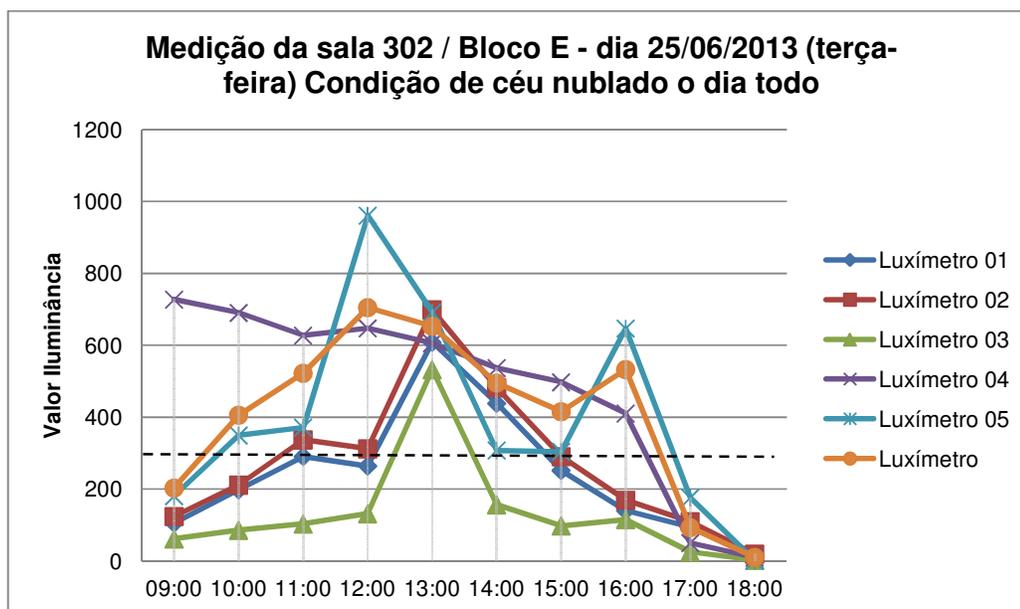


Figura 4.29- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 25/06/2013

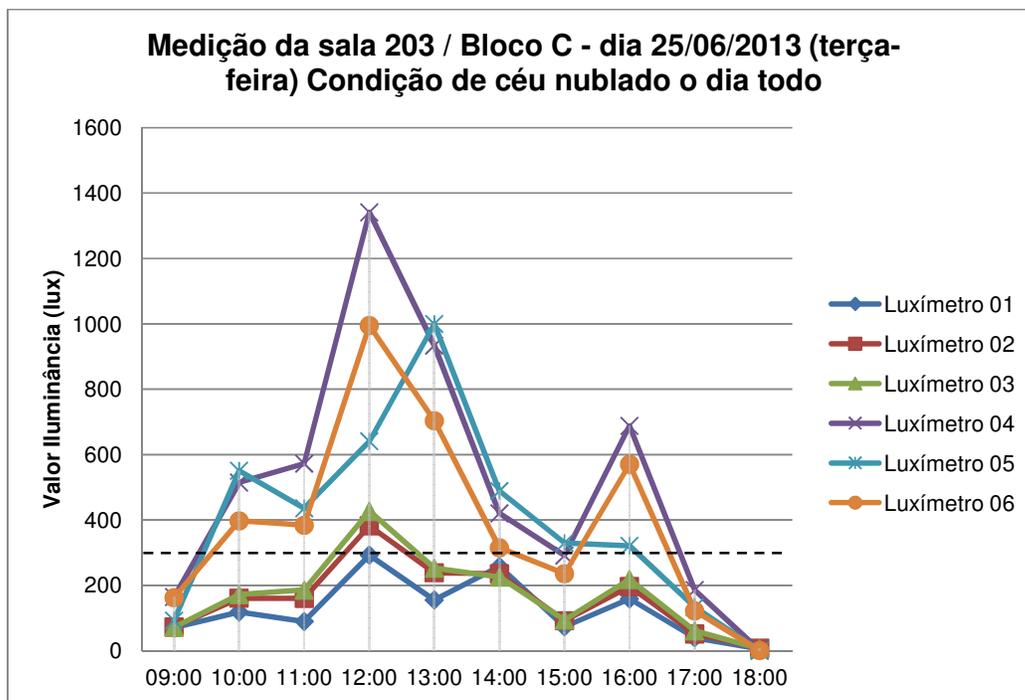


Figura 4.30-Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 25/06/2013

De acordo com os gráficos das Figuras 4.29 e 4.30, os pontos mais próximos das janelas principais das salas de aula apresentaram valores maiores, comparados aos demais pontos (01, 02 e 03), indicando que o aproveitamento de iluminação natural é melhor nesses pontos, principalmente na sala 203. Todos os pontos apresentaram queda dos níveis de iluminância mantida no final do dia, o que se deve à incidência do sol mais baixa nessa época do ano.

Na sala 302 é possível observar que os pontos 01,02 e 03 exibiram comportamento semelhante, atingindo maior valor às 13h. O ponto 05 foi o que alcançou maior valor de iluminância mantida. Assim como no dia anterior (24/06/2013), é possível observar grande variabilidade dos níveis de iluminância mantida registrados, fato justificável em função da condição de céu no dia da medição.

4.2.2.3 Medições realizadas no dia 26/06/2013

Tabela 4.17-Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 26/06/2013

DIA 26/06/2013 QUARTA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX										
09:00	1,78%	140,8	0,85%	67,82	1,34%	105,8	7,24%	571,7	2,15%	169,9	3,10%	245,3
10:00	-----	405,4	-----	94,8	-----	208,6	-----	736,7	-----	355,8	-----	301,8
11:00	1,02%	605,3	0,19%	117,8	0,55%	329,9	1,51%	897,5	1,27%	759,4	0,85%	507,8
12:00	-----	271,6	-----	163,6	-----	313,1	-----	270,8	-----	881,2	-----	621,9
13:00	1,19%	504,7	1,10%	467,5	1,70%	720,8	0,19%	82,95	2,59%	1098	1,41%	600,3
14:00	-----	440,7	-----	216,2	-----	481,1	-----	52,04	-----	561,1	-----	503,8
15:00	6,41%	329,2	2,13%	109,3	5,70%	292,6	0,12%	6,24	7,69%	394,7	8,79%	451,4
16:00	-----	183,7	-----	123,5	-----	164,2	-----	6,75	-----	340,6	-----	401
17:00	4,11%	124,3	0,86%	26,04	3,38%	102,3	1,03%	31,18	8,54%	257,5	9,72%	293,7
18:00	-----	34,25	-----	21,6	-----	20,04	-----	0,19	-----	56,87	-----	21,47

De acordo com a Tabela 4.17, os níveis de iluminância mantida coletados na maioria dos horários são baixos, comparados com o valor de iluminância mantida recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013) para superfícies de trabalho em salas de aula (300 lux). Os valores baixos foram registrados, principalmente, nos pontos 02, 03 e 04. Os pontos 05 e 06, localizados próximos às janelas principais existentes na sala de aula, mostraram níveis abaixo do recomendado pela Norma, nos horários das 09, 17 e 18h, sendo que o ponto 05 também apresentou nível de iluminância abaixo da média às 10h. Nos demais horários, esses pontos alcançaram resultados satisfatórios.

O ponto 05 apresentou nível de iluminância mantida bastante superior ao recomendado pela Norma, às 13h, quando atingiu 1098 lux. Os coeficientes CIN encontrados revelaram resultados insatisfatórios na maior parte do dia, com poucas exceções, como nos pontos 01 e 03, que obtiveram resultados acima do valor mínimo recomendado (2%), no horário das 17h. O ponto 04 teve resultado satisfatório às 09h e os pontos 05 e 06, coeficientes de CIN altos, após as 15h. Esse

dia de medição apresentou a maior diferença entre os valores registrados em cada ponto.

Tabela 4.18- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 26/06/2013

DIA 26/06/2013 QUARTA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,93%	73,4	0,68%	54,29	1,08%	85,83	4,34%	343,2	2,67%	210,8	2,80%	221,1
10:00	-----	193,3	-----	266	-----	271,2	-----	668	-----	616,6	-----	804,7
11:00	0,36%	218,7	0,56%	332,9	0,50%	298,4	0,83%	493,8	0,99%	592,9	1,51%	896,1
12:00	-----	478,8	-----	489,8	-----	368,2	-----	1022	-----	992	-----	1083
13:00	1,16%	492,8	1,96%	831,4	1,74%	736,4	3,08%	1305	2,90%	1228	2,84%	1205
14:00	-----	101,1	-----	898,6	-----	755,8	-----	510,4	-----	601	-----	621,3
15:00	5,98%	307,1	8,37%	429,4	7,82%	401,4	2,91%	149,4	8,88%	456	5,95%	305,4
16:00	-----	208,4	-----	137,2	-----	195,5	-----	122,2	-----	134,1	-----	154,8
17:00	0,79%	23,88	1,85%	55,95	2,02%	61,04	1,55%	47,03	1,72%	52,05	2,05%	62,03
18:00	-----	0,24	-----	20,06	-----	21,31	-----	14,69	-----	16,21	-----	15,01

Como pode ser visto na Tabela 4.18, os níveis de iluminância mantida coletados mostraram valores altos, principalmente, nos pontos 02, 04, 05 e 06. Os pontos 05 e 06 apresentaram comportamentos semelhantes, marcando valores abaixo de 300 lux (valor mínimo de iluminância mantida para salas de aula, recomendado pela NBR 8995-1, 2013) às 09h e, a partir das 16h. Os pontos 02 e 03 apresentaram valores considerados satisfatórios entre 12 e 15h. O ponto 01 foi o que registrou maior número de valores considerados inadequados para salas de aula.

Os coeficientes de CIN encontrados nos pontos 01 e 02 obtiveram valor maior que 2%, valor mínimo recomendado por Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?) para salas de aula apenas às 15h. O ponto 03 também alcançou valor acima de 2%, às 15h e às 17h. Os pontos 04 e 05 demonstraram comportamento semelhante, no que se refere aos coeficientes de CIN, quando

apresentaram valores considerados satisfatórios às 09h, 13h e 15h. O ponto 06 apresentou valor acima de 2%, além dos mesmos horários que os pontos 04 e 05, também obtiveram registro maior às 17h.

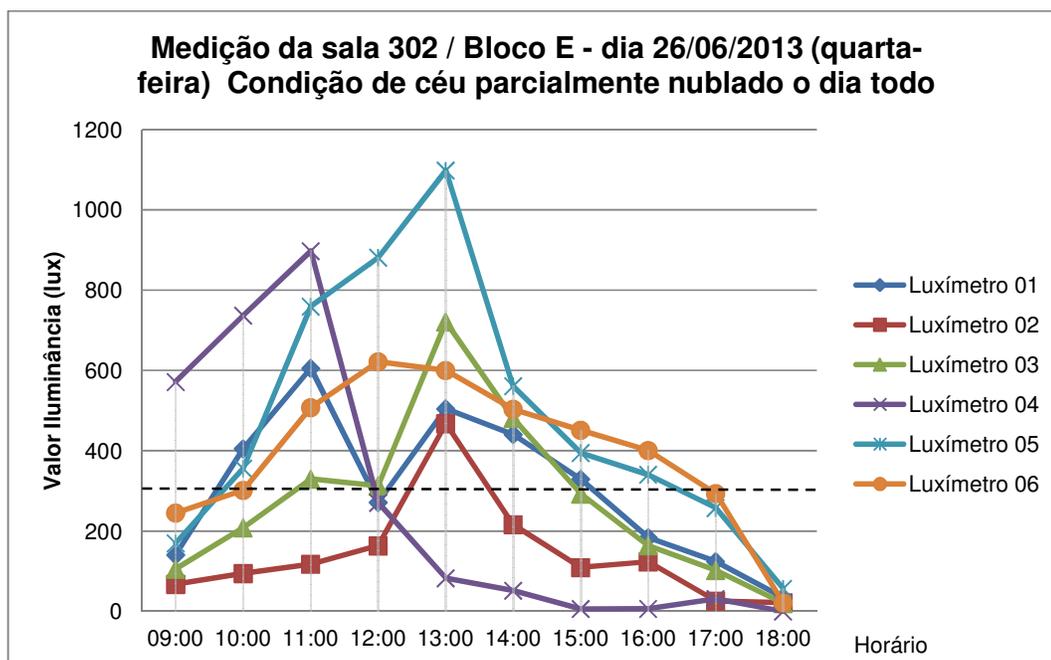


Figura 4.31- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 26/06/2013

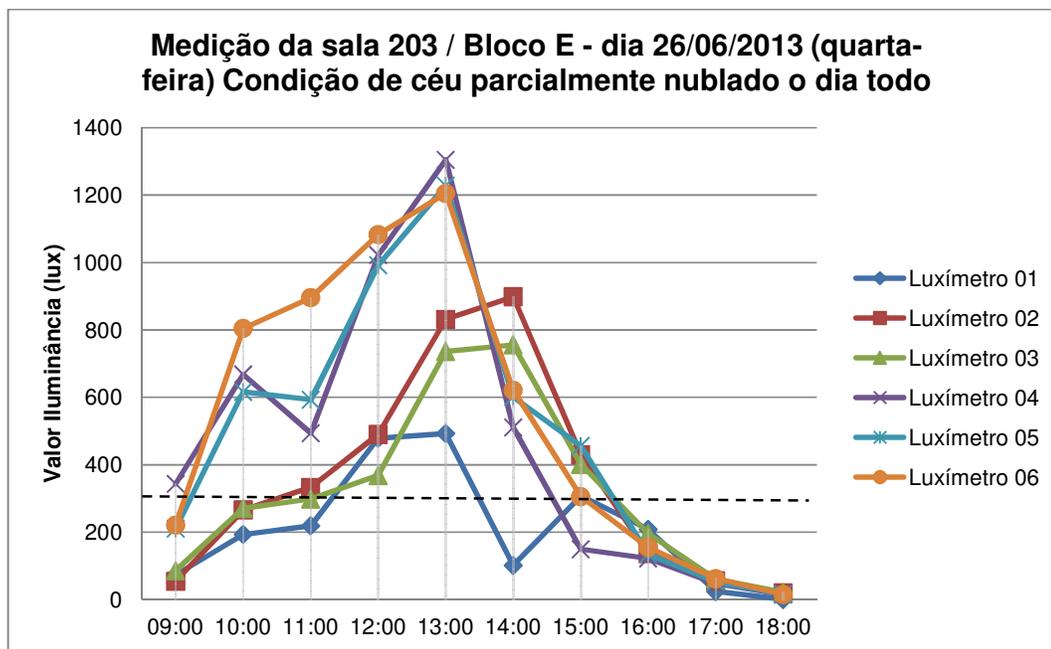


Figura 4.32- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 26/06/2013

As figuras 4.31 e 4.32 mostram os gráfico com os valores de iluminância mantida (lux) registrados, ao longo do dia, nas salas de aula 302 e 203. É possível verificar que os valores mais altos registrados foram obtidos nos pontos 04 e 05, localizados próximos às janelas principais existentes na sala de aula, principalmente na sala 203. Tal fato pode ser indicador de que a iluminação natural é mais bem aproveitada nesses pontos, nessa época do ano, porém nesses mesmos pontos, mais próximos das aberturas, os níveis se tornam excessivos em alguns horários, podendo causar desconforto visual por ofuscamento, principalmente entre os horários das 11h e 14h. Assim como a maioria das medições, no final do dia é possível verificar a queda dos valores de iluminância, resultante da baixa incidência de iluminação natural nas salas de aula, referente à orientação solar das salas de aula que são voltadas para nordeste, quando a partir de certo horário da tarde as salas não recebem mais radiação solar direta.

4.2.2.4 Medições realizadas no dia 27/06/2013

Tabela 4.19- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 27/06/2013

DIA 27/06/2013 QUINTA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX										
09:00	1,32%	185,4	1,37%	193,1	2,18%	306	4,64%	650,8	1,87%	262,8	2,21%	310,4
10:00	-----	403,1	-----	525,3	-----	522,4	-----	654,1	-----	430,7	-----	398,6
11:00	2,20%	621,5	2,52%	711,8	2,51%	708,7	2,18%	616,7	2,46%	696,3	2,48%	701,4
12:00	-----	371,6	-----	417,9	-----	232,2	-----	584,6	-----	328,4	-----	352,5
13:00	0,95%	554,7	0,98%	570,1	0,92%	538,4	0,88%	510,4	0,81%	469,9	0,71%	412,2
14:00	-----	450,8	-----	488,8	-----	478,2	-----	397,8	-----	456,1	-----	421,4
15:00	4,03%	330,9	4,17%	342,6	4,11%	337,2	0,39%	324	0,77%	636,9	0,49%	402,8
16:00	-----	191,4	-----	201,2	-----	186,5	-----	234,2	-----	353,2	-----	291,2
17:00	5,26%	161,5	4,68%	143,9	4,09%	125,7	6,31%	194	9,15%	280,6	6,10%	187,4
18:00	-----	32,55	-----	30,91	-----	31,13	-----	0,41	-----	86,4	-----	61,2

De acordo com a Tabela 4.19, os níveis de iluminância mantida coletados, na maioria dos horários, apresentaram níveis considerados adequados, quando comparados ao valor de 300 lux, que é o valor mínimo de iluminância mantida para superfícies de trabalho em salas de aula, recomendação da NBR 8995-1 (ABNT, 2013), ou seja, um valor abaixo do valor recomendado pela Norma é considerado inadequado.

Foram registrados níveis de iluminância mantida abaixo do recomendado no início da manhã e, a partir das 16h, com exceção do ponto 03, que também apresentou valor baixo às 12h. Os coeficientes CIN encontrados apresentaram valores menores que 2%, nos pontos 01, 02 e 05, às 09h, e, em todos os pontos, às 13h. Os pontos 04, 05 e 06 também apresentaram coeficientes CIN baixos às 15h. Nesse dia, as medições foram realizadas com condição de céu parcialmente nublado durante todo o dia.

Tabela 4.20- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 27/06/2013

DIA 27/06/2013 QUINTA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,74%	103,9	0,86%	120,8	0,92%	128,8	0,49%	68,84	1,16%	163,7	1,66%	232,4
10:00	-----	384,4	-----	457,3	-----	439,5	-----	191,1	-----	348,1	-----	437,7
11:00	1,77%	500,2	2,10%	594,1	2,03%	573	0,93%	264,3	1,84%	521,2	2,21%	625,1
12:00	-----	195	-----	242,8	-----	236,1	-----	132	-----	253	-----	366,8
13:00	0,75%	440	0,94%	549,3	0,90%	525,3	0,40%	234,6	0,72%	419,8	0,87%	507,8
14:00	-----	375,1	-----	473,9	-----	450,7	-----	211,8	-----	393,5	-----	468
15:00	3,41%	280,3	4,45%	365,7	4,39%	360,5	2,53%	207,6	5,37%	440,4	7,66%	628,3
16:00	-----	151,6	-----	205,2	-----	214,3	-----	126,9	-----	273,8	-----	367,7
17:00	2,66%	81,9	3,42%	105,2	3,90%	119,8	2,82%	86,6	6,89%	211,6	9,32%	286,3
18:00	-----	11,93	-----	16,99	-----	20,65	-----	11,48	-----	41,55	-----	65,04

Conforme mostra na Tabela 4.20, os níveis de iluminância mantida coletados, em boa parte dos horários, alcançaram níveis baixos, comparados ao valor de 300 lux, valor mínimo de iluminância mantida, para superfície de trabalho em salas de aula, determinado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013). Observa-se que o ponto 04 obteve somente valores baixos ao longo do dia. O ponto 06 foi o que registrou mais valores altos, entre as 10 e 16h. Os pontos 01, 02 e 03 apresentaram comportamento semelhante, registrando valores altos às 10 e 11h e, entre as 13 e 15h.

Nesse dia, as medições foram realizadas em condição de céu claro, com nuvens na parte da manhã e céu claro na parte da tarde, sendo que, no final do dia, ainda foi registrado céu nublado. Os coeficientes CIN encontrados apresentaram resultados acima de 2%, valor mínimo recomendado por Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?) para salas de aula, em todos os pontos entre às 15 e 17h. Os pontos 02, 03 e 06 também apresentaram coeficientes considerados satisfatórios às 11h. Os demais horários apresentaram coeficientes CIN, na maior parte do dia, abaixo da média.

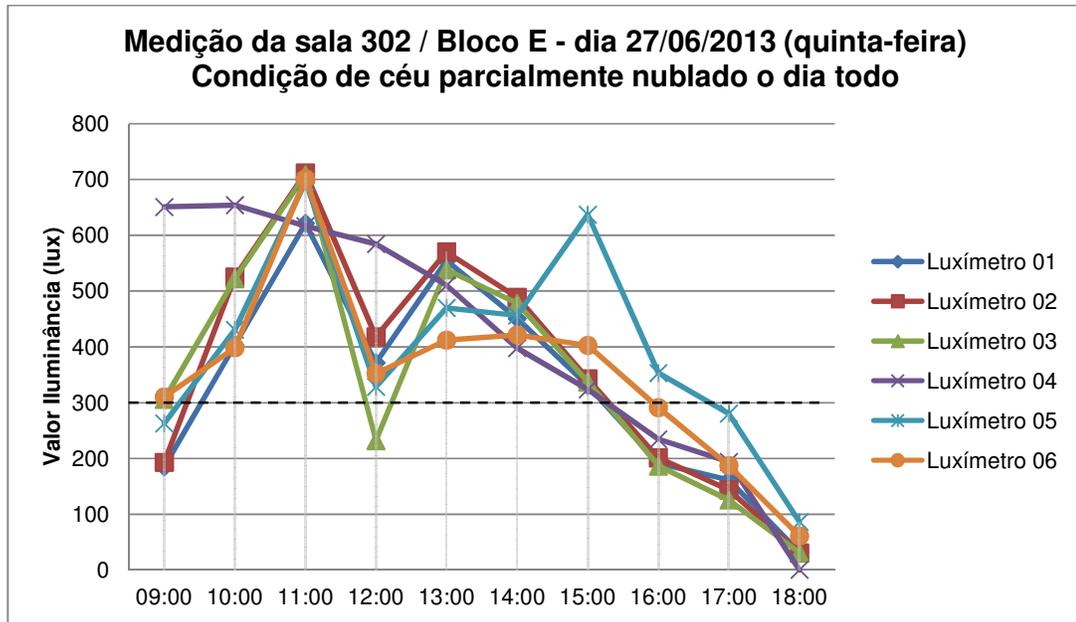


Figura 4.33- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E no dia 27/06/2013

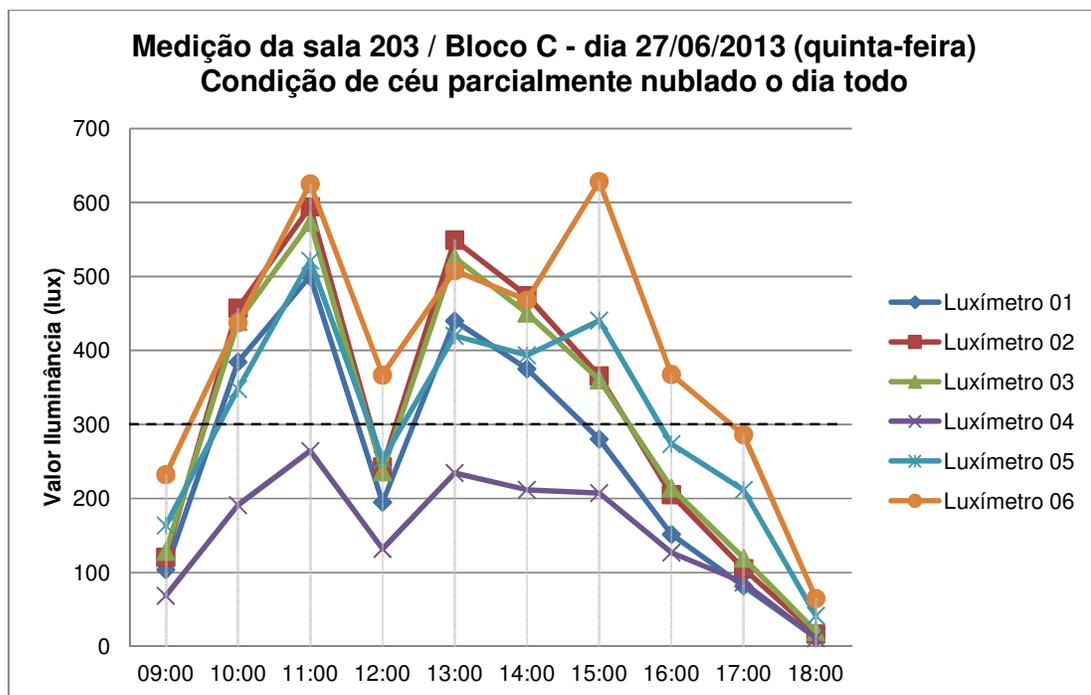


Figura 4.34 – Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 27/06/2013

Nas figuras 4.33 e 4.34 que mostram os gráficos com os níveis de iluminação mantida (lux), registrados ao longo do dia 27/06/2013, nas salas de aula 302 e 203, é possível verificar que quase todos os pontos tiveram o mesmo comportamento, iniciando com valores em média de 250 lux, atingindo o maior valor às 11h, tendo queda de valores no final dia, com exceção do ponto 04, em ambas as salas, apresentou valores em média mais baixos que os demais pontos.

4.2.2.5 Medições realizadas no dia 28/06/2013

Tabela 4.21- Coeficientes de CIN e níveis de iluminação mantida da sala 302, no dia 28/06/2013

DIA 28/06/2013 SEXTA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX										
09:00	1,13%	154,3	1,34%	183,4	2,72%	372,6	4,73%	645,8	1,93%	263,7	1,47%	201,5
10:00	-----	146,7	-----	167,4	-----	158,9	-----	667,3	-----	317,3	-----	296,4
11:00	4,59%	671,3	5,11%	748,2	4,59%	671,9	4,19%	613	4,41%	644,6	4,11%	601,8
12:00	-----	446,8	-----	545,2	-----	377,3	-----	588,3	-----	658	-----	555,4
13:00	4,12%	768,5	4,58%	854,8	4,37%	815,3	2,73%	509,7	5,84%	1090	3,28%	612,2
14:00	-----	323,9	-----	386,7	-----	370,3	-----	406,8	-----	809,7	-----	505,7
15:00	1,26%	148,2	1,68%	197,6	1,66%	195,6	2,82%	332,1	4,63%	546,9	3,67%	431,3
16:00	-----	131,6	-----	146,7	-----	129,4	-----	290,3	-----	310,7	-----	301,6
17:00	1,78%	80,58	2,01%	91,2	1,84%	83,39	3,83%	173,4	3,38%	153,2	2,82%	127,8
18:00	-----	18,79	-----	20,52	-----	16,67	-----	0,59	-----	36,61	-----	44,05

De acordo com a Tabela 4.21, os níveis de iluminação mantida coletados, em boa parte dos horários, apresentaram níveis considerados como adequados, quando comparados ao valor de 300 lux, que é o valor mínimo de iluminação mantida recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013), para superfícies de trabalho em salas de aula. Os níveis abaixo do recomendado foram registrados, na maioria dos pontos, após as 15h e no início da manhã. O maior nível de iluminação mantida

registrado foi às 17h, referente ao resultado obtido no ponto 05, localizado próximo à janela principal existente na sala de aula.

Os coeficientes CIN encontrados, na maior parte do dia, foram satisfatórios, ou seja, acima de 2%, considerado o ideal (LECHNER, 2001 apud LAMBERTS et al). Os valores baixos foram registrados às 09h, nos pontos 01, 02, 05 e 06; às 15h, nos pontos 01,02 e 03 e, às 17h, nos pontos 01 e 03. Nesse dia, as medições foram realizadas com condição de céu parcialmente nublado durante todo o dia.

Tabela 4.22- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 28/06/2013

DIA 28/06/2013 SEXTA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX
09:00	0,74%	101,4	1,21%	165,5	1,42%	169,1	2,08%	194,2	1,23%	284	2,13%	291,5
10:00	-----	192	-----	236,5	-----	215,5	-----	362,9	-----	544	-----	517,9
11:00	2,53%	371,1	3,90%	571	4,23%	357,3	5,19%	618,5	2,44%	759	4,49%	657,3
12:00	-----	561,5	-----	693,2	-----	807,6	-----	662,2	-----	817	-----	813
13:00	3,56%	664,3	4,38%	816,7	5,26%	873,2	6,74%	981,2	4,68%	1258	6,62%	1235
14:00	-----	379,3	-----	469,1	-----	420,6	-----	987	-----	944	-----	1003
15:00	0,99%	116,5	1,39%	164,3	2,20%	155,2	3,76%	259,6	1,32%	442	3,65%	429,1
16:00	-----	125,8	-----	170,7	-----	174,3	-----	267,9	-----	553	-----	521,6
17:00	3,05%	137,9	3,15%	142,6	9,65%	115,6	5,53%	436,5	2,55%	246	5,99%	270,8
18:00	-----	34,94	-----	38,49	-----	28,7	-----	90	-----	57,3	-----	59,33

Em conformidade com a Tabela 4.22, os registros dos níveis de iluminância mantida (lux) que apresentaram valores acima de 300 lux, valor mínimo recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013) para salas de aula, estão concentrados, principalmente, entre os horários das 11 e 14h nos pontos 01, 02 e 03. O ponto 04 mostrou níveis de iluminância mantida considerados satisfatórios entre 10 e 14h. Os pontos 05 e 06 alcançaram níveis de iluminância baixos, somente às 09 e, após as 17h. O ponto 04 marcou níveis de iluminância baixos às 09, 15, 16 e 18h.

Os coeficientes CIN, em grande parte, apresentaram resultados satisfatórios, ou seja, acima de 2%, valor mínimo de CIN para salas de aula (LECHNER, 2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?). Os pontos 01, 02 e 05 obtiveram comportamento semelhante, referente ao CIN, quando registraram valores baixos às 09 e 15h. O ponto 03 registrou valor baixo às 09h apenas, e o ponto 06 registrou somente valores altos de CIN.

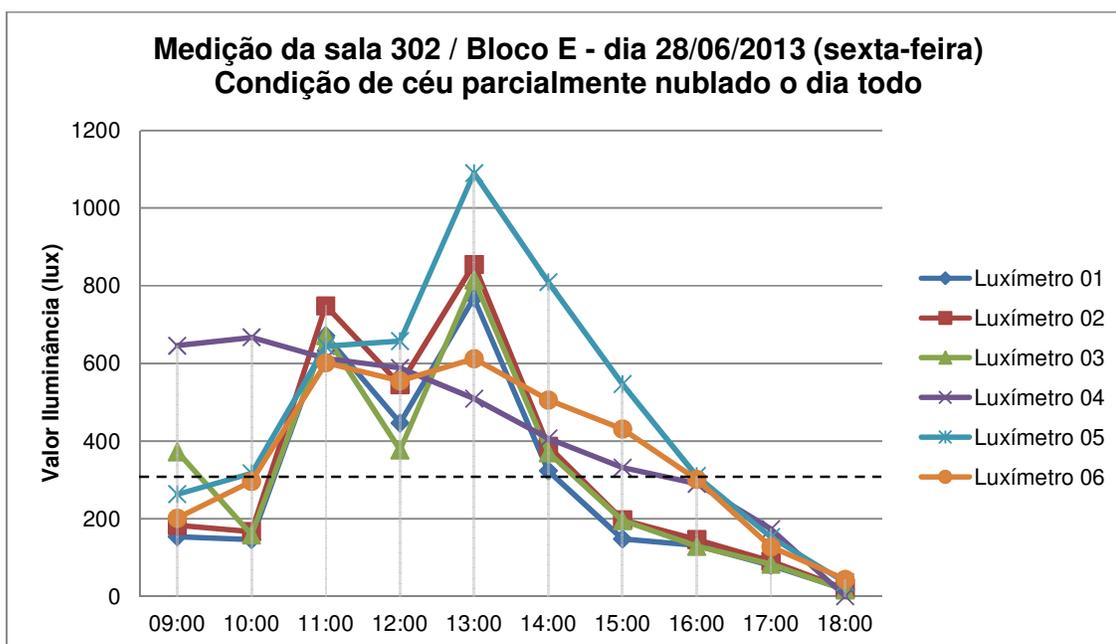


Figura 4.35- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E no dia 28/06/2013

A figura 4.35 mostra o gráfico com os valores de iluminância mantida expressos em lux, em função dos horários nos quais foram obtidos os registros na sala de aula 302, no dia 28/06/2013. Analisando a imagem, é possível verificar que a maioria dos pontos apresentaram comportamento semelhante, alcançando, no início da manhã, valores entre 200 e 400 lux, atingindo valores mais altos às 13h e mostrando queda dos valores de iluminância no final do dia, exceto o ponto 04, que iniciou com valores altos (acima de 600 lux) e apresentou queda durante o decorrer do dia, resultado semelhante ao apresentado pelo mesmo ponto no dia 27/06/2013.

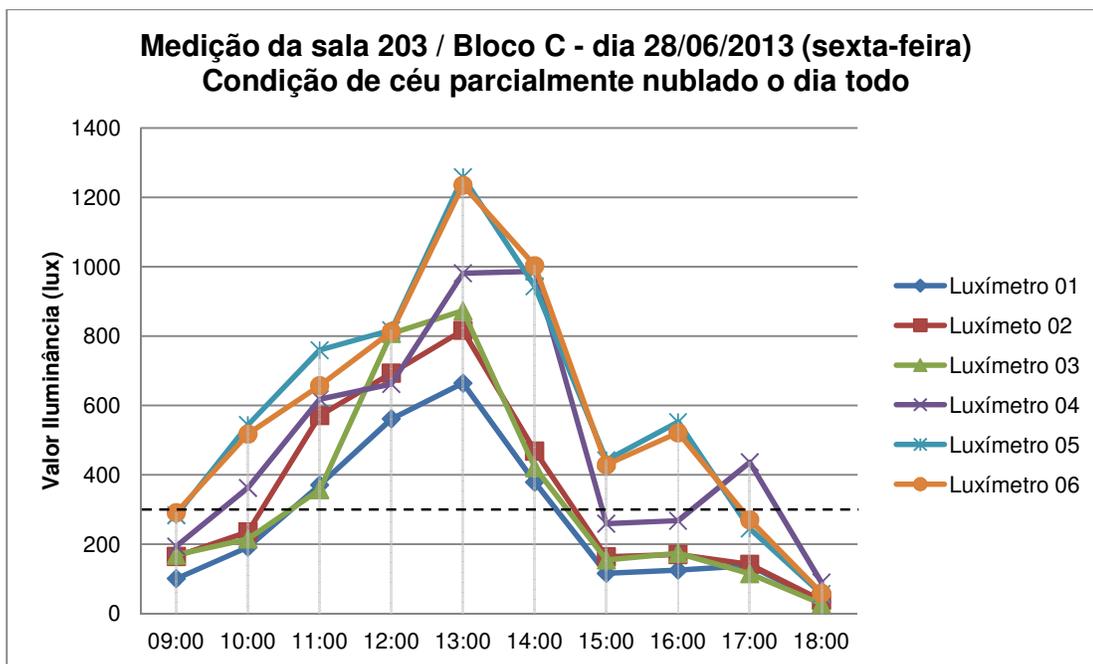


Figura 4.36-Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 28/06/2013

A figura 4.36 mostra o gráfico com os valores de iluminância mantida (lux), registrados ao longo do dia 28/06/2013 na sala de aula 203. É possível verificar que todos os pontos apresentaram comportamentos semelhantes. Os pontos 05 e 06 alcançaram as médias mais elevadas de valores de iluminância mantida. Esses pontos ficam localizados próximos às janelas principais existentes na sala de aula, o que pode indicar que nessa localização o aproveitamento da iluminação natural é melhor nessa determinada época do ano.

4.2.3 Resultados das medições no mês de agosto de 2013

As medições realizadas no mês de agosto de 2013 foram efetuadas na primeira semana do mês, no período de 05/08/2013 a 09/08/2013. No início da semana, as medições foram realizadas com condição de céu claro, na maior parte, e parcialmente nublado em alguns horários. Nos dois últimos dias da semana, as medições foram efetuadas com céu nublado conforme mostra a figura abaixo.



Figura 4.37- Fotos do céu obtidas ao longo do período de 05/08/2013 a 09/08/2013

As tabelas abaixo mostram os coeficientes de CIN calculados e os níveis de iluminância mantida, em lux, coletados em cada ponto onde foram depositados os aparelhos luxímetros, no decorrer do período de 05/08/2013 a 09/08/2013, no interior das salas de aula 302 e 203. Ao contrário do esperado, as medições no mês de agosto apresentaram valores de níveis de iluminância mantida mais baixos do que os resultados encontrados nas medições no mês de junho, isso pode se

justificar em função que as medições durante a semana do mês de agosto foram realizadas na maioria com condições de céu parcialmente nublado e totalmente nublado, sendo que em alguns momentos foi registrado chuva, principalmente no último dia de medição dos níveis de iluminância mantida.

4.2.3.1 Medições realizadas no dia 05/08/2013

Tabela 4.23- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 05/08/2013

DIA 05/08/2013 SEGUNDA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX										
09:00	2,04%	620,1	2,11%	641,8	2,00%	606,8	2,35%	714,8	1,91%	581,6	2,17%	658
10:00	-----	694,8	-----	687,4	-----	384,9	-----	189,7	-----	202,2	-----	203
11:00	0,77%	351,7	0,71%	321,8	0,88%	399,4	0,44%	203,1	0,46%	211,8	0,47%	214
12:00	-----	321,7	-----	345,5	-----	385,3	-----	205,1	-----	211,6	-----	213,4
13:00	0,47%	343,1	0,48%	354,7	0,45%	327,1	0,26%	189,7	0,27%	198,7	0,27%	200,2
14:00	-----	328,7	-----	283,4	-----	226,6	-----	162,5	-----	168,5	-----	169,5
15:00	0,80%	287,9	0,55%	198,5	0,37%	133,2	0,39%	142,7	0,49%	176,8	0,49%	176,8
16:00	-----	117,9	-----	130,1	-----	117,2	-----	160,5	-----	172,9	-----	167,7
17:00	0,65%	48,77	0,60%	45,02	0,49%	36,41	0,95%	70,6	1,06%	78,8	1,07%	79,5
18:00	-----	6,87	-----	4,15	-----	3,3	-----	4,39	-----	5,3	-----	4,67

De acordo com a Tabela 4.23, os níveis de iluminância mantida coletados, na maioria dos horários, apresentaram níveis baixos, comparados com o valor mínimo recomendado para iluminância mantida em salas de aula pela NBR 8995-1 (300 lux). Foi possível auferir que nos pontos 02 e 03 os níveis de iluminância mantida tiveram resultados acima de 300 lux até às 13h. Depois disso, todos os resultados obtidos, nos respectivos pontos, estavam abaixo do valor considerado como adequado. O ponto 01 foi o único que apresentou níveis de iluminância superiores à média da Norma, até às 14h.

Os demais pontos (04, 05 e 06) apresentaram níveis de iluminância mantida abaixo da média, durante todo o dia, com exceção apenas no primeiro horário da manhã. Os coeficientes CIN encontrados, na maioria dos pontos, ao longo do dia, estavam abaixo de 2%, que é o valor mínimo de coeficiente, recomendado por Lechner (LAMBERTS et al.), para salas de aula. As exceções apareceram nos pontos 01, 02, 03, 04 e 06, às 09h. Nesse dia, as medições foram realizadas em condição de céu claro, até às 14h, após foram registradas condições de céu parcialmente nublado.

Tabela 4.24- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 05/08/2013

DIA 05/08/2013 SEGUNDA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX
09:00	1,76%	532,1	2,30%	699,8	1,50%	455	1,62%	491,7	1,43%	435,6	1,32%	401,2
10:00	-----	308,9	-----	384	-----	306	-----	125,8	-----	151,7	-----	145,1
11:00	0,75%	342,6	1,00%	454,5	0,89%	405	0,32%	146	0,40%	182,2	0,37%	169
12:00	-----	329,9	-----	442,9	-----	409	-----	150,6	-----	183,1	-----	170
13:00	0,40%	295,9	0,54%	392	0,49%	362	0,19%	144	0,24%	175,1	0,22%	161,8
14:00	-----	215,9	-----	274,7	-----	252	-----	120	-----	144,5	-----	132,1
15:00	0,36%	131,1	0,45%	161,5	0,40%	146	0,27%	97,8	0,33%	121,1	0,30%	107,7
16:00	-----	69,37	-----	76,38	-----	75,7	-----	73,34	-----	93,2	-----	80,65
17:00	0,62%	46,16	0,75%	55,59	0,85%	63	0,80%	59,71	1,04%	77,36	0,86%	64,45
18:00	-----	9,62	-----	13,47	-----	8,87	-----	5,53	-----	6,58	-----	5,89

A Tabela 4.24 mostra que os níveis de iluminância mantida (lux), na maior parte do dia 05/08/2013, não são satisfatórios, comparados com a recomendação da NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que determina o valor de 300 lux para iluminância mantida na superfície de trabalho em salas de aula. Os pontos 01, 02 e 03 apresentaram níveis de iluminância mantida baixos, a partir das 14h, nos demais horários os valores foram considerados satisfatórios, com exceção do ponto 01 que, às 13h, também apresentou valor baixo. Os pontos 04, 05 e 06 marcaram valores

baixos ao longo do dia, obtendo apenas um registro de valor adequado, às 09h. Os coeficientes CIN, na maioria dos pontos, apresentaram resultado abaixo de 2%, considerado o valor mínimo de CIN para salas de aula (LECHNER, 2001 apus LAMBERTS et al.), com apenas uma exceção, no ponto 01, às 09h. As medições foram realizadas com céu claro durante a maior parte do dia, obtendo registro de céu claro e com nuvens, a partir das 16h.

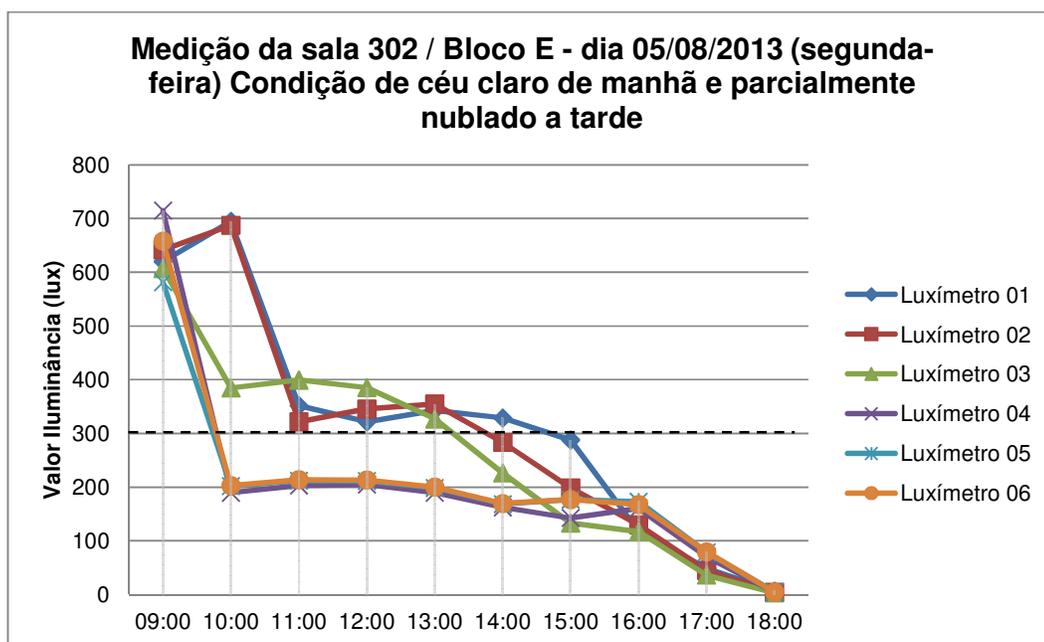


Figura 4.38- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E no dia 05/08/2013

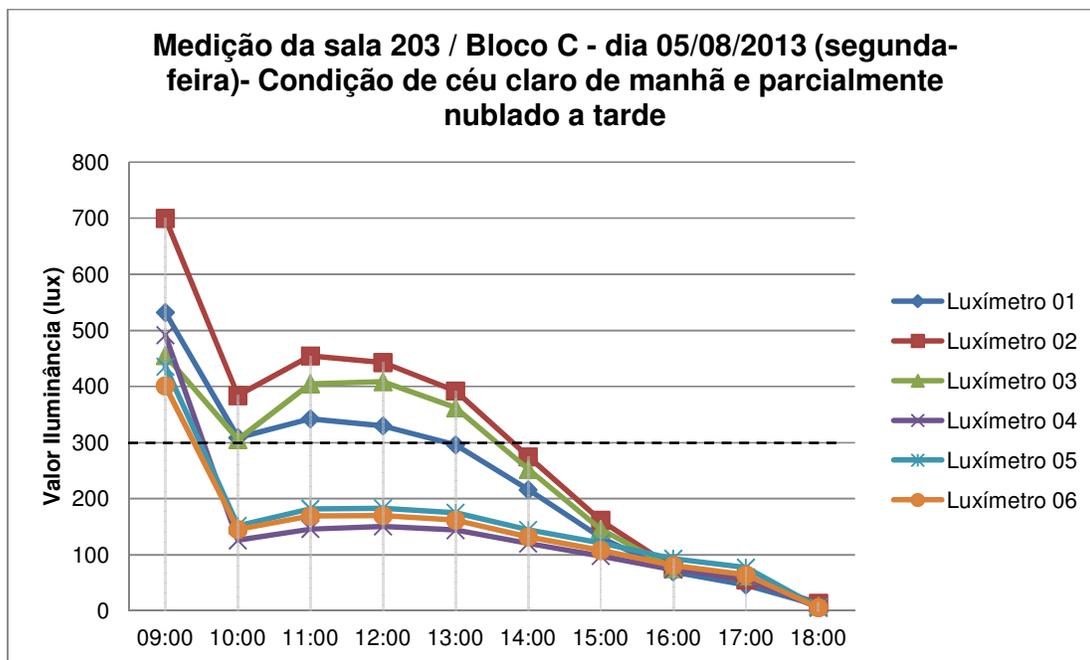


Figura 4.39- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 05/08/2013

As figuras, 4.38 e 4.39 apresentam os gráficos dos valores de iluminância mantida (lux), em função do horário nos quais foram coletados. Observamos que todos os pontos apresentaram o mesmo comportamento, obtendo o registro dos maiores valores no início da manhã e apresentando queda de valores de iluminância no decorrer do dia nas duas salas analisadas.

4.2.3.2 Medições realizadas no dia 06/08/2013

Tabela 4.25- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 06/08/2013

DIA 06/08/2013 TERÇA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX	CIN	LUX								
09:00	1,41%	605,8	1,45%	622,4	1,56%	671,1	1,23%	529,5	1,17%	504,7	1,60%	687
10:00	-----	676,8	-----	681,7	-----	733,3	-----	550,5	-----	525,6	-----	697
11:00	0,97%	651,8	0,99%	666,4	1,03%	690,6	0,79%	532	0,76%	509,2	0,98%	662
12:00	-----	606,4	-----	612,8	-----	632,3	-----	528,3	-----	504,6	-----	651
13:00	0,96%	450,9	1,06%	501,5	1,11%	521,5	1,17%	551,1	0,95%	447,2	1,24%	584
14:00	-----	359,2	-----	321,4	-----	360,3	-----	528,8	-----	420,1	-----	547
15:00	1,87%	262,7	1,99%	278,8	1,88%	263,1	3,55%	497,3	2,92%	409,3	3,96%	555
16:00	-----	215	-----	234,7	-----	203,2	-----	447	-----	417,5	-----	589
17:00	2,24%	92,5	2,31%	95,3	2,34%	96,7	6,50%	267,8	5,14%	212,1	7,25%	299
18:00	-----	7,33	-----	5,61	-----	4,63	-----	2,4	-----	2,38	-----	3,58

A Tabela 4.25 revela que a maioria dos níveis de iluminância mantida, coletados nesse dia, apresentaram níveis acima do valor mínimo recomendado para a iluminância mantida em salas de aula pela NBR 8995-1 (300 lux). Os pontos 01, 02 e 03 apresentaram resultados semelhantes, com níveis de iluminância menores que a média recomendada pela Norma, após as 15h. Nos demais pontos (04, 05 e 06), os resultados menores que a recomendação da Norma foram obtidos apenas no final do dia, entre os horários das 17 e 18h. Esses últimos 3 pontos ficam localizados próximo às janelas principais existentes na sala de aula. Os coeficientes CIN encontrados ao longo do dia, na maioria dos pontos, apresentaram resultados insatisfatórios, abaixo do valor mínimo recomendado por Lechner (LAMBERTS et al.), que é de 2%. Os valores considerados adequados foram marcados, em todos os pontos, às 17h. Nesse dia, as medições foram realizadas com condição de céu claro durante todo o dia.

Tabela 4.26- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 06/08/2013

DIA 06/08/2013 TERÇA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX
09:00	1,15%	493,8	1,29%	553,2	1,11%	477,3	0,97%	416,3	1,21%	519	1,09%	467
10:00	-----	596,2	-----	707,2	-----	609,3	-----	465,9	-----	579	-----	518,7
11:00	0,87%	584,2	1,05%	710,1	0,09%	626	0,69%	465,1	0,86%	577	0,76%	513,4
12:00	-----	555,4	-----	670,8	-----	592,8	-----	469,7	-----	577	-----	510,7
13:00	1,04%	489,2	1,23%	580,1	1,10%	517,8	1,00%	470,1	1,22%	573	1,07%	504,9
14:00	-----	247,6	-----	274,6	-----	496,1	-----	295,7	-----	329	-----	226,8
15:00	0,89%	124,9	0,86%	120,8	1,53%	213,9	0,87%	122,7	0,79%	111	1,08%	152,1
16:00	-----	74,12	-----	70,87	-----	93,28	-----	80,21	-----	76,8	-----	105,5
17:00	0,99	40,9	1,09%	45,02	1,36%	56,31	1,09%	45,27	1,18%	49	1,58%	65,23
18:00	-----	12,66	-----	5,47	-----	12,22	-----	3,99	-----	1,89	-----	6,74

De acordo com a Tabela 4.26, os níveis de iluminância mantida correspondem aos coeficientes de CIN, a partir das 15h, em todos os pontos, quando são considerados baixos, comparados ao valor de 300 lux, recomendado pela NBR 8995-1, assim como os coeficientes de CIN, que se apresentaram também inferiores a 2%, considerado valor mínimo para salas de aula (LECHNER, 2001 apud LAMBERTS et al.). A maioria dos pontos, no intervalo das 09 às 13h, apresentaram valores de iluminância mantida altos, porém, os coeficientes de CIN alcançaram resultados baixos.

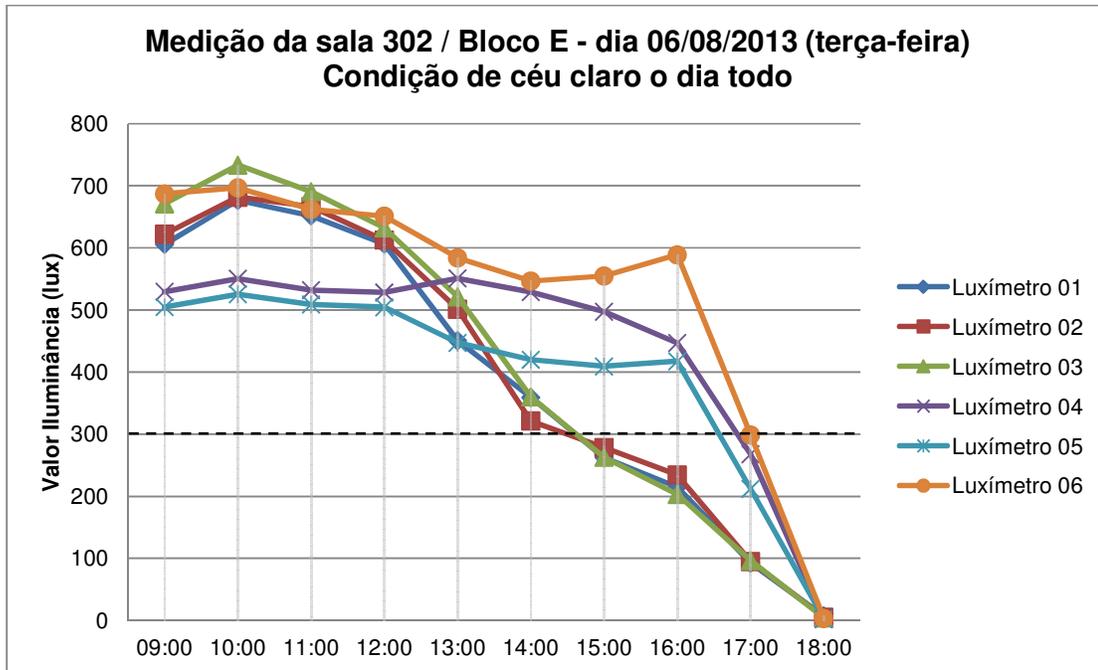


Figura 4.40- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 06/08/2013

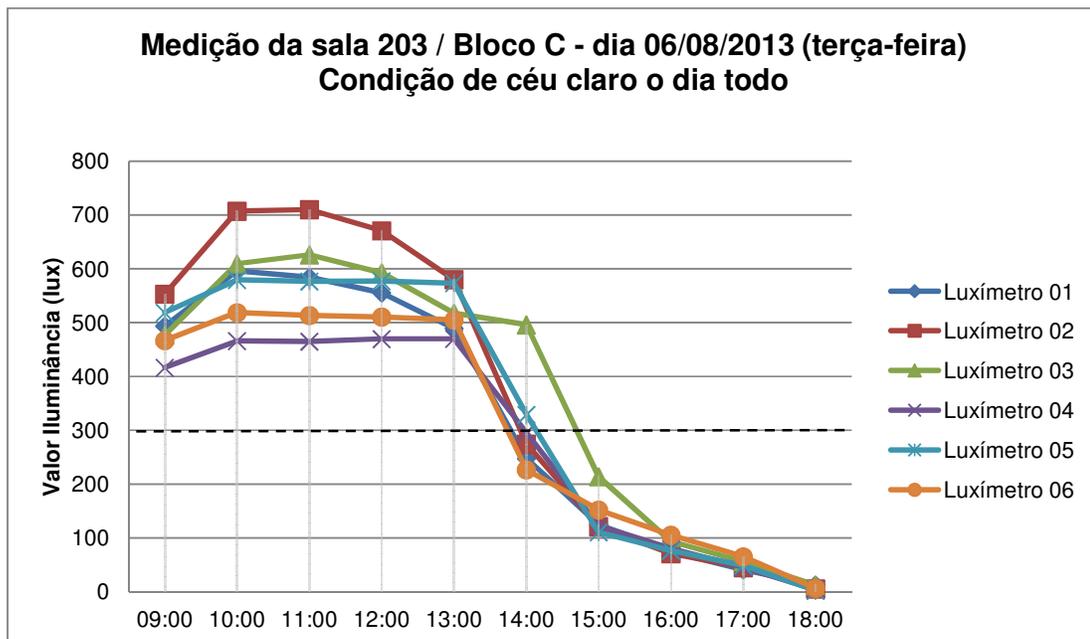


Figura 4.41 - Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 06/08/2013

As figuras 4.40 e 4.41 revelam os gráficos com os valores de iluminância mantida (lux), coletados em cada ponto nas salas de aula 302 e 203, em relação aos horários no dia 06/08/2013. Neles observamos que todos os pontos apresentaram comportamentos semelhantes. Os maiores valores foram alcançados no início da manhã. A partir das 13h foram registradas quedas desses valores, até o final do dia. Na sala de aula 302 também é possível observar que, a partir das 14h, os pontos a apresentar os maiores valores foram os localizados próximos às janelas principais, existentes na sala (04,05 e 06). Isso pode indicar que, nessa localização, a iluminação natural tem melhor aproveitamento. Na sala de aula 203 os valores mais altos foram registrados no ponto 02. Na maior parte do dia, os valores de iluminância ficaram entre 400 e 700 lux.

4.2.3.3 Medições realizadas no dia 07/08/2013

Tabela 4.27- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 07/08/2013

DIA 07/08/2013 QUARTA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX
09:00	0,61%	187,65	0,44%	134,5	0,23%	70,7	0,19%	58,12	0,14%	44,8	0,50%	155,1
10:00	-----	243,3	-----	201,8	-----	80,2	-----	65,93	-----	68,9	-----	73,36
11:00	1,17%	407,9	0,86%	298,9	1,06%	370	0,48%	169,3	0,46%	161	0,54%	188,8
12:00	-----	368,4	-----	354,3	-----	331	-----	154,3	-----	153	-----	169,1
13:00	0,60%	274,2	0,34%	261,6	0,32%	245	0,16%	128,4	0,16%	127	0,18%	140,8
14:00	-----	112,5	-----	142,1	-----	112	-----	84,71	-----	86,1	-----	97,7
15:00	0,37%	102,7	0,36%	101,9	0,34%	94,3	0,30%	84,66	0,30%	83,7	0,33%	91,6
16:00	-----	58,57	-----	57,43	-----	51,6	-----	46,18	-----	47,4	-----	54,74
17:00	0,36%	22,72	0,34%	21,24	0,34%	21,4	0,34%	21,34	0,35%	21,8	0,43%	27,02
18:00	-----	5,63	-----	4,44	-----	1,61	-----	1,43	-----	0,85	-----	0,35

Tabela 4.28- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 07/08/2013

DIA 07/08/2013 QUARTA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,25%	77,51	0,29%	90,8	0,29%	89,9	0,24%	76,21	0,24%	74,03	0,28%	87,2
10:00	-----	90,02	-----	111,1	-----	109,5	-----	79,54	-----	104,6	-----	131,8
11:00	0,90%	314,3	1,12%	391,2	1,16%	404,6	0,44%	155,8	0,54%	190,7	0,60%	208,3
12:00	-----	281,4	-----	352,1	-----	359,3	-----	133,5	-----	169,9	-----	177,2
13:00	0,28%	215,5	0,35%	271	0,36%	273,4	0,15%	117,4	0,19%	149,6	0,21%	159,9
14:00	-----	112,9	-----	141,8	-----	146,7	-----	106,4	-----	129,1	-----	191,4
15:00	0,32%	89,2	0,40%	110,8	0,40%	112,6	0,33%	92,3	0,43%	119,6	0,54%	151,4
16:00	-----	51,87	-----	64,61	-----	73,18	-----	60,81	-----	78,3	-----	104,5
17:00	0,34%	21,35	0,41%	25,32	0,42%	26,33	0,39%	24,42	0,51%	31,46	0,74%	46,05
18:00	-----	3,85	-----	4,79	-----	1,41	-----	0,18	-----	0,45	-----	0,5

Conforme vemos nas Tabelas 4.27 e 4.28 a maioria dos níveis de iluminância mantida, obtidos no decorrer do dia 07/08/2013, apresentaram valores menores do que o valor mínimo de iluminância mantida, recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013), 300 lux, para superfícies de trabalho em salas de aula. Poucas exceções foram registradas, como é possível verificar na sala 302, às 11h, nos pontos 01 e 03 e, às 12h, nos pontos 01, 02 e 03. E na sala 203 nos pontos 01, 02 e 03, às 11h; nos pontos 02 e 03, às 12h e, no ponto 03, às 13h. Os coeficientes CIN encontrados apresentaram resultados abaixo de 2%, que é o valor mínimo recomendado por Lechner ,2001 (LAMBERTS et al.), em todos os pontos, ao longo do dia.

As medições foram realizadas com condição de céu parcialmente nublado, durante a maioria do dia, sendo que, no final do dia, foi registrada condição de céu claro.

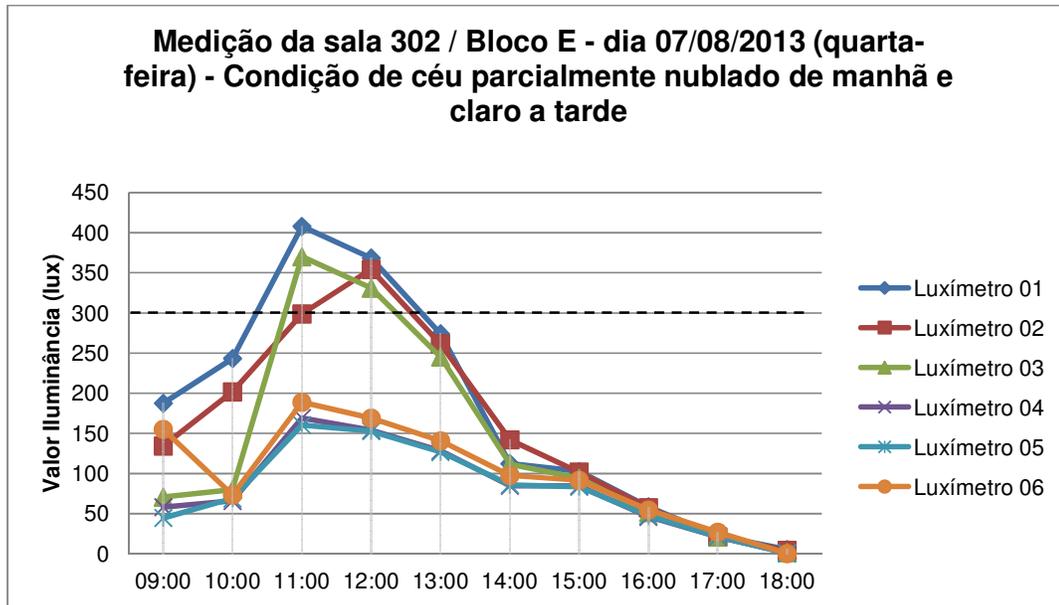


Figura 4.42- Gráfica dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E no dia 07/08/2013

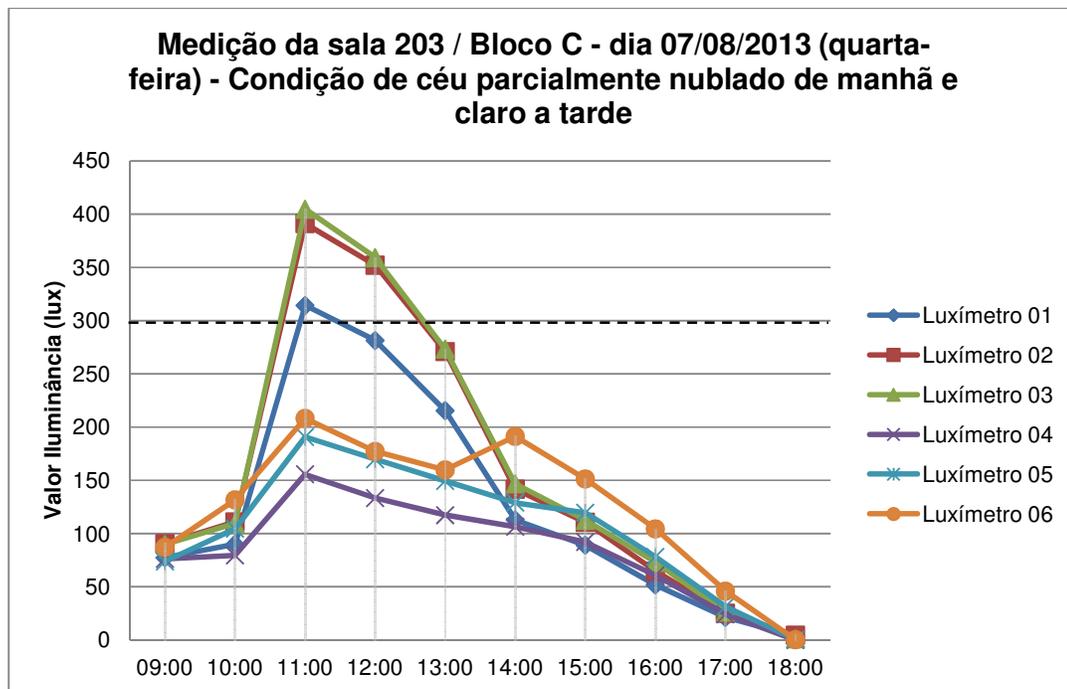


Figura 4.43 - Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 07/08/2013

Nas figuras 4.42 e 4.43 observamos o gráfico de iluminância mantida (lux), em relação aos horários nos quais foram coletados os valores em cada ponto. Percebemos que, ao contrário do dia anterior (06/08/2013), os pontos que apresentaram os valores de iluminância mantida mais altos foram os localizados afastados das janelas principais existentes nas salas de aula. Ainda é possível observar que o comportamento dos pontos ficou dividido, os pontos 01, 02 e 03 apresentaram comportamentos semelhantes entre si e distintos entre os pontos 04,05 e 06. Estes últimos 03 pontos ficam localizados próximos às janelas principais das salas de aula.

4.2.3.4 Medições realizadas no dia 08/08/2013

Tabela 4.29- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 08/08/2013

DIA 08/08/2013 QUINTA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,68%	69,19	0,64%	65,05	0,70%	71,14	0,54%	54,91	0,48%	49,03	0,77%	78,39
10:00	-----	106	-----	115,4	-----	122,1	-----	78,74	-----	70,35	-----	105
11:00	0,59%	118,5	0,62%	123,8	0,55%	109,3	0,39%	78,2	0,35%	69,8	0,43%	87
12:00	-----	419,3	-----	307,1	-----	180,8	-----	88,9	-----	77,01	-----	107,7
13:00	0,76%	172,1	0,82%	185,4	0,44%	99,7	0,40%	89,7	0,37%	83,8	0,42%	95,8
14:00	-----	99,3	-----	101,5	-----	97,16	-----	82,45	-----	71,39	-----	99,9
15:00	0,14%	30,28	0,19%	41,7	0,20%	43,64	0,06%	12,65	0,05%	12,17	0,27%	56,8
16:00	-----	54,12	-----	61,03	-----	44,95	-----	45,66	-----	37,33	-----	50,37
17:00	0,42%	21,04	0,48%	24,01	0,43%	21,94	0,47%	23,66	0,40%	20,15	0,52%	26,14
18:00	-----	2,83	-----	1,42	-----	0,46	-----	0,45	-----	0,29	-----	0,26

A Tabela 4.29 mostra que a maioria dos níveis de iluminância mantida, obtidos no decorrer do dia, apresentaram valores baixos, quando comparados ao valor de 300 lux, que é o valor mínimo de nível iluminância mantida recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013) para superfícies de trabalho em salas de aula.

Apenas nos pontos 01 e 02, às 12h, os resultados auferidos foram superiores ao valor mínimo recomendado pela Norma. Assim como os níveis de iluminância mantida, os coeficientes CIN encontrados, também foram abaixo de 2%, que é o valor mínimo, recomendado por Lechner 2001 (LAMBERTS et al.), para salas de aula. As medições foram realizadas com condição de céu nublado durante todo o dia.

Tabela 4.30- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 08/08/2013

DIA 08/08/2013 QUINTA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,57%	57,88	0,70%	71,32	0,67%	68,44	0,49%	50,86	0,72%	73,28	0,65%	66,56
10:00	-----	82,8	-----	105,4	-----	101,4	-----	67,23	-----	92,8	-----	79,7
11:00	0,56%	111,5	0,73%	145,8	0,92%	182,7	0,44%	87,5	1,16%	231,5	0,99%	196,6
12:00	-----	108,1	-----	167	-----	193,6	-----	84,4	-----	127,6	-----	118,5
13:00	0,45%	102,9	0,52%	118,1	0,53%	119	0,23%	52,8	0,61%	136,8	0,75%	169,5
14:00	-----	67,48	-----	86,3	-----	88,6	-----	75,07	-----	104	-----	95,8
15:00	0,05%	12,51	0,09%	18,94	0,10%	22,45	0,07%	15,6	0,10%	21,95	0,08%	16,82
16:00	-----	36,71	-----	52,11	-----	58,48	-----	34,34	-----	51,44	-----	54
17:00	0,36%	18,44	0,50%	25,36	0,52%	26,35	0,40%	20,15	0,55%	27,67	0,48%	24,01
18:00	-----	4,88	-----	5,83	-----	2,15	-----	0,5	-----	0,88	-----	0,82

De acordo com a Tabela 4.30, os níveis de iluminância mantida, registrados no decorrer do dia 08/08/2013, mostraram valores baixos, comparados com o valor mínimo estipulado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que determina 300 lux como valor mínimo para as superfícies de trabalho em salas de aula. O valor mais alto obtido, no ponto 05, às 11h, não equivale a 80% do valor recomendado. Os coeficientes de CIN correspondem aos níveis de iluminância mantida em todos os pontos, ao longo do dia, uma vez que também apresentaram valores inferiores à recomendação de Lechner (2001), que estipula 2% de coeficiente de CIN como

satisfatório em salas de aula. As medições foram realizadas com condição de céu nublado durante todo o dia.

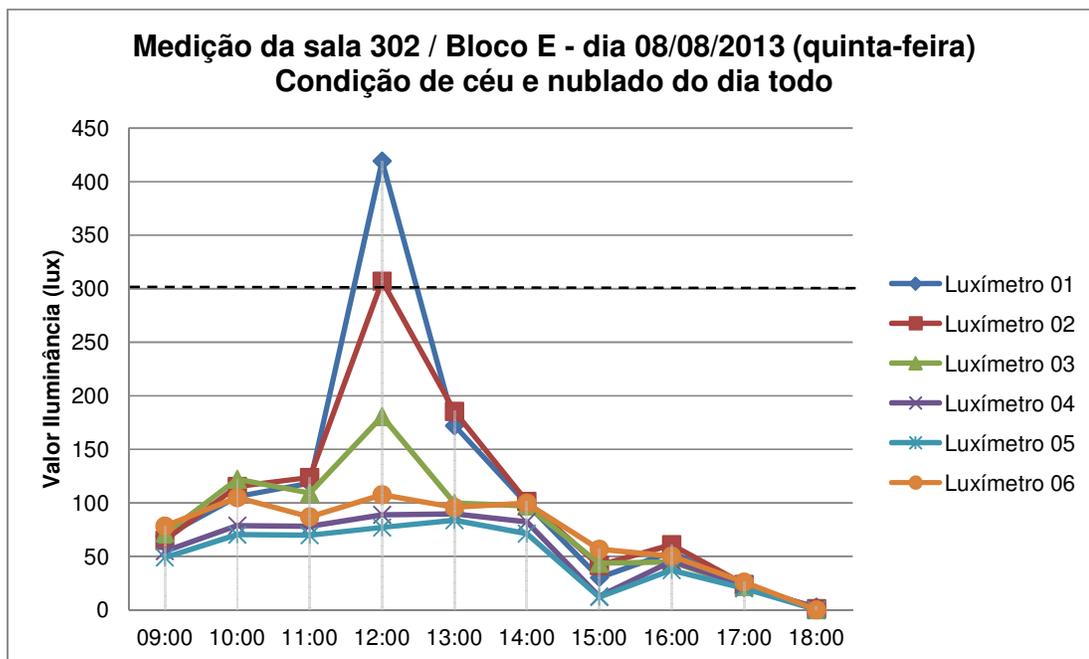


Figura 4.44- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E no dia 08/08/2013

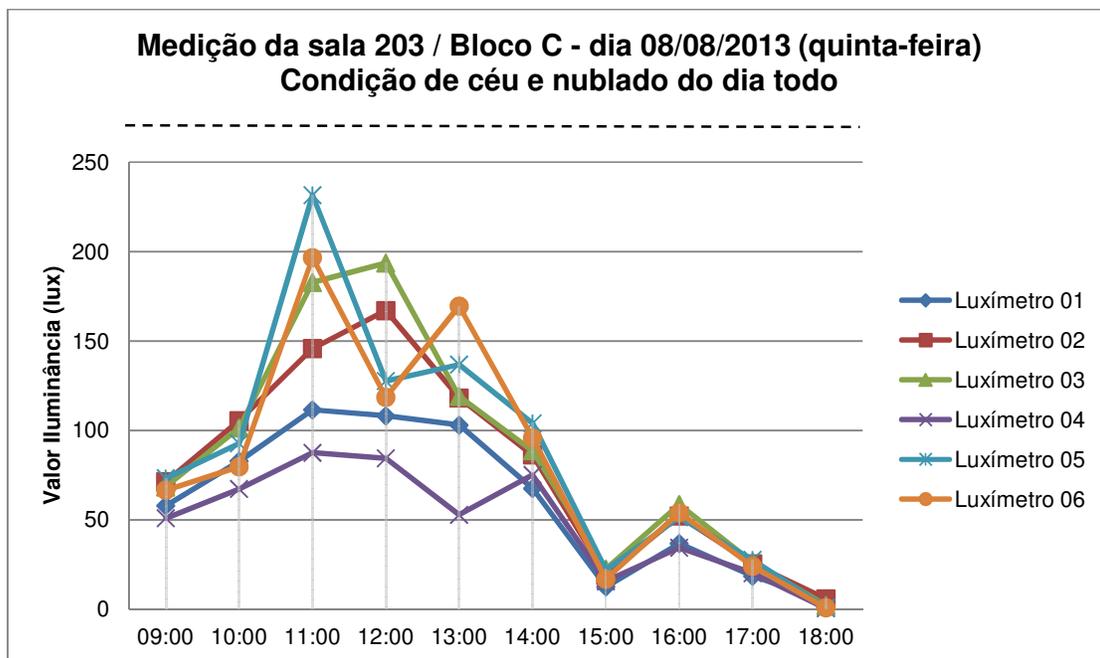


Figura 4.45 - Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 08/08/2013

As figuras 4.44 e 4.45 mostram os gráficos com os níveis de iluminância mantida (lux) que foram coletados em cada ponto onde foram instalados os aparelhos luxímetros ao longo do dia. É possível observar que a média de iluminância mantida registrada foi baixa nas duas salas de aula, comparada com o valor de iluminância mantida recomendada pela NBR 8995-1, 2013 (300 lux). Na sala 302, os maiores valores registrados foram nos pontos 01 e 02, com média de 300 a 450 lux. Os demais pontos apresentaram comportamento semelhante entre si, com média entre 50 e 150 lux. Na sala 203 o maior valor registrado foi no ponto 05, às 11h.

4.2.3.5 Medições realizadas no dia 09/08/2013

Tabela 4.31- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 08/08/2013

DIA 09/08/2013 SEXTA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,60%	42,33	0,64%	45,03	0,60%	41,82	0,66%	46	0,56%	39,55	0,82%	57,52
10:00	-----	31,35	-----	38,7	-----	30,02	-----	40,48	-----	35,96	-----	46,33
11:00	0,97%	75,01	0,84%	65,41	1,07%	83,3	0,93%	72,03	0,83%	64,66	1,09%	84,3
12:00	-----	28,27	-----	31,15	-----	27,9	-----	34,12	-----	29,86	-----	40,84
13:00	0,81%	52,45	0,97%	63,03	1,05%	68,2	1,11%	71,98	1,05%	68,07	1,37%	89,2
14:00	-----	28,44	-----	29,45	-----	28,18	-----	36,37	-----	31,85	-----	42,72
15:00	0,27%	19	0,30%	21,05	0,30%	20,99	0,36%	25,29	0,33%	23,17	0,46%	31,75
16:00	-----	18,35	-----	23,15	-----	28,55	-----	28,91	-----	29,43	-----	38,99
17:00	0,31%	8,75	0,37%	10,21	0,38%	10,43	0,48%	13,28	0,45%	12,42	0,64%	17,71
18:00	-----	3,22	-----	3,15	-----	3,21	-----	2,86	-----	1,37	-----	2,18

Como é possível analisar na tabela 4.31, todos os valores obtidos durante a medição, nesse dia, apresentaram média inferior ao determinado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que especifica que o nível iluminância mantida para superfície de trabalho em salas de aula não seja inferior a 300 lux. O valor mais alto registrado durante a medição, no ponto 06, às 13h, não atinge 30% do valor estabelecido como mínimo pela Norma. Essa medição foi realizada com céu nublado e com chuva no decorrer do dia. Assim como os níveis de iluminância mantida que não atingiram a média recomendada, os coeficientes CIN encontrados também ficaram abaixo do valor mínimo, recomendado por Lechner, 2001(LAMBERTS et al.), que estipula 2% de coeficientes CIN, mínimo para salas de aula.

Tabela 4.32- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 09/08/2013

DIA 09/08/2013 SEXTA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,51%	35,49	0,65%	45,39	0,54%	37,76	0,53%	36,92	0,57%	40,04	0,76%	52,97
10:00	-----	24,33	-----	30,27	-----	27,73	-----	27,84	-----	32,1	-----	41,83
11:00	0,74%	57,26	0,92%	71,45	0,78%	60,83	0,60%	47,01	0,75%	58,16	0,88%	68,14
12:00	-----	23,07	-----	28,42	-----	30,54	-----	28,4	-----	35,2	-----	46,21
13:00	1,17%	76,06	1,36%	88,4	1,48%	96,1	1,32%	85,9	1,68%	108,9	2,05%	132,9
14:00	-----	26,77	-----	32,49	-----	32,47	-----	32,3	-----	40,46	-----	54,88
15:00	0,29%	20,03	0,35%	24,41	0,35%	24,45	0,32%	22,21	0,40%	27,81	0,52%	36,01
16:00	-----	34,84	-----	42,72	-----	37,94	-----	38,85	-----	41,95	-----	48,27
17:00	0,32%	8,92	0,41%	11,47	0,35%	9,61	0,39%	10,7	0,43%	11,93	0,54%	14,88
18:00	-----	2,12	-----	5,42	-----	6,8	-----	0,97	-----	0,96	-----	2,23

Conforme pode ser verificado na Tabela 4.32, todos os níveis de iluminância mantida, obtidos no decorrer do dia, apresentaram valores muito baixos, comparados com o valor mínimo estipulado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que determina 300 lux como mínimo para as superfícies de trabalho em salas de aula. O valor mais alto registrado, no ponto 06, às 13h, não equivale a 50% do valor recomendado. Os coeficientes de CIN correspondem aos níveis de iluminância mantida em todos os pontos, no decorrer do dia, pois também apresentaram resultados inferiores ao que recomenda Lechner, 2001(LAMBERTS et al.), 2% de CIN para salas de aula. As medições foram realizadas em condição de céu nublado e com chuva durante todo o dia.

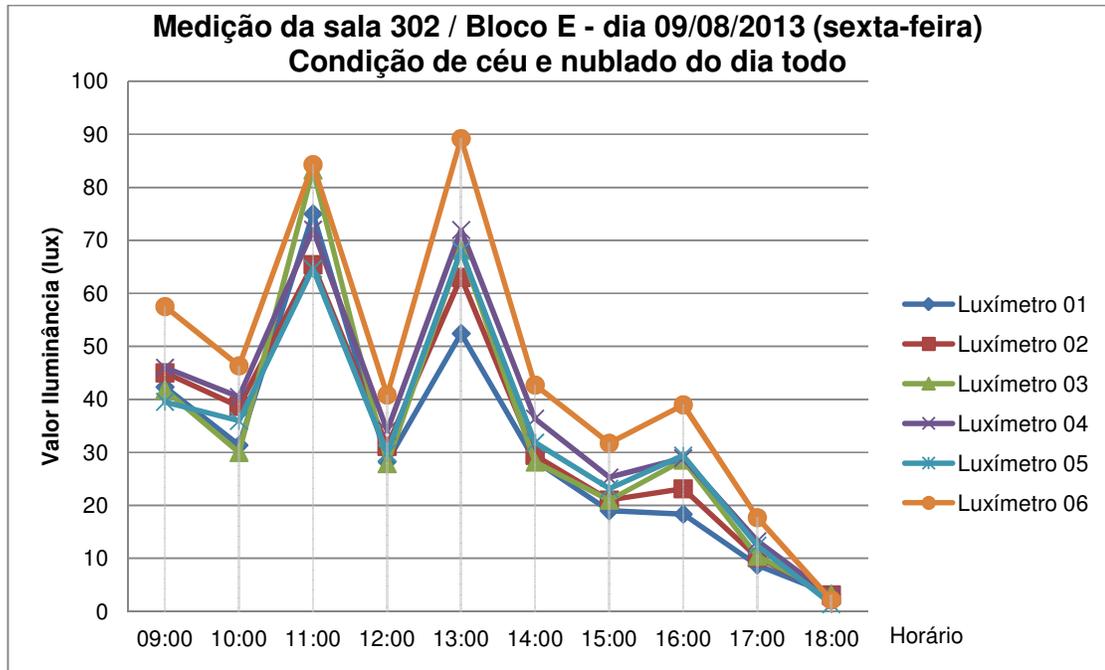


Figura 4.46- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E no dia 09/08/2013

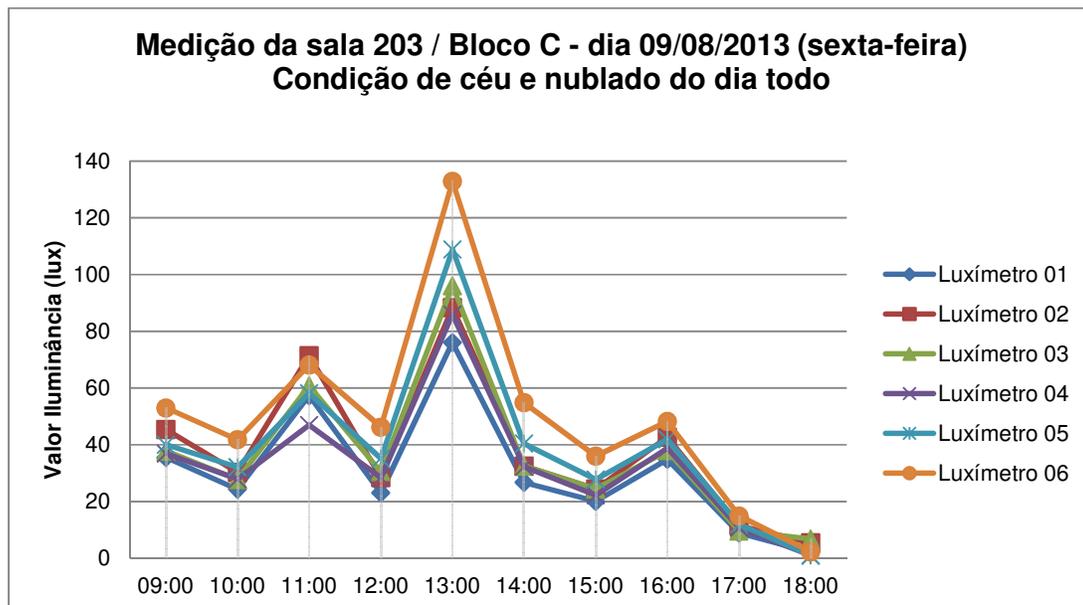


Figura 4.47 - Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 09/08/2013

Observamos, nas figuras 4.46 e 4.47, os gráficos com os níveis de iluminância mantida (lux), coletados em determinados pontos, ao longo do dia 09/08/2013. Nele verificamos que todos os pontos apresentaram comportamento semelhante, apresentando queda e alta dos níveis de iluminância mantida ao longo do dia, essa variabilidade dos níveis de medição é resultante das condições de céu nublado, esse é um dos motivos pelos quais não se mede os níveis de iluminância mantida nessas condições de céu. Os pontos 05 e 06 registraram os maiores níveis de iluminância mantida ao longo do dia em ambas as salas.

4.2.4 Resultados das medições no mês de dezembro de 2013

As medições realizadas no mês de dezembro de 2013, nas salas de aula 302 e 203, foram efetuadas na segunda semana do mês, dentro do período de 09/12/2013 a 13/12/2013. No início da semana, as medições foram realizadas com condição de céu totalmente nublado. As medições foram efetuadas com céu parcialmente nublado, com sol e muitas nuvens, do terceiro ao último dia da semana, conforme mostra a figura 4.48.

Assim como nos meses anteriores, a análise dos resultados foi baseada nas recomendações da NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que determina o valor de 300 lux para iluminância mantida na superfície de trabalho em salas de aula. Isso significa que o valor abaixo ao especificado pela Norma, não é considerado adequado para as tarefas visuais desenvolvidas em salas de aula. As análises para os coeficientes CIN foram baseadas nas recomendações de Lechner, que considera 2% o valor de coeficiente mínimo para salas de aula.

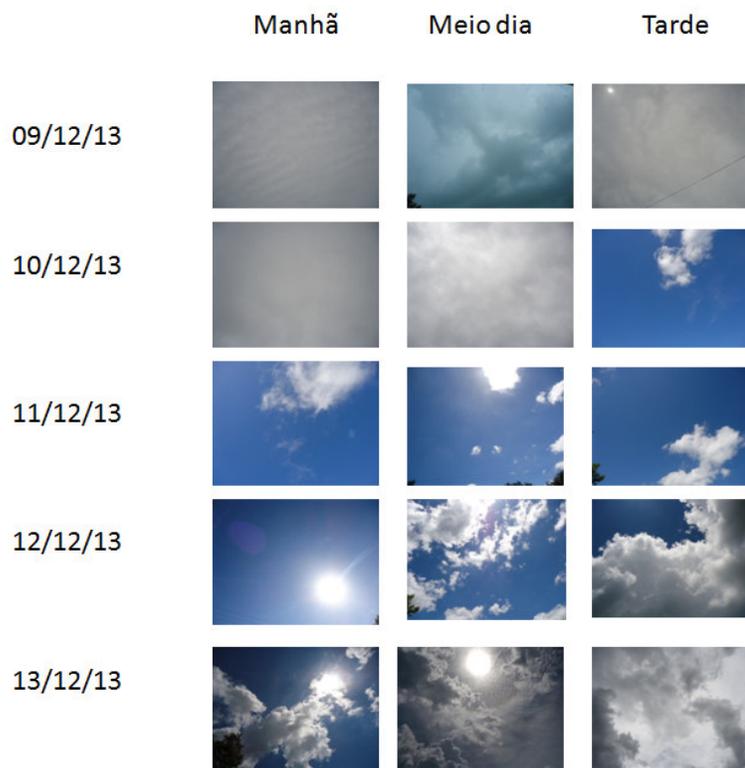


Figura 4.48- Fotos do céu obtidas ao longo do período de 09/12/2013 a 13/12/2013

As tabelas a seguir mostram os coeficientes de CIN calculados e os níveis de iluminância mantida, em lux, coletados em cada ponto onde foram depositados os luxímetros no interior das salas 302 e 203, no período de 09/12/2013 a 13/12/2013.

4.2.4.1 Medições realizadas no dia 09/12/2013

Tabela 4.33- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 09/12/2013

DIA 09/12/2013 SEGUNDA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX
09:00	1,87%	95,91	1,98%	101,5	1,78%	91,53	2,45%	126	5,13%	262,8	5,82%	298,1
10:00	-----	39,03	-----	45,4	-----	50,6	-----	138	-----	141,5	-----	149,9
11:00	0,49%	32,21	0,58%	38,01	0,61%	40,33	1,80%	118	1,65%	108,2	1,91%	125,2
12:00	-----	16,22	-----	22,04	-----	22,25	-----	75,7	-----	59,87	-----	69,52
13:00	0,71%	42,9	0,65%	39,07	0,83%	50,22	2,82%	169	2,89%	173,3	2,93%	175,6
14:00	-----	236,9	-----	124,9	-----	246	-----	591	-----	525,4	-----	612
15:00	4,22%	303,2	3,36%	241,5	5,92%	425,1	9,61%	690	8,12%	583,1	8,65%	621,5
16:00	-----	544,1	-----	407,9	-----	575,1	-----	796	-----	713,3	-----	690,4
17:00	5,38%	142,6	6,66%	176,6	3,17%	84,04	20,05%	532	20,73%	549,4	19,67%	521,4
18:00	-----	134,4	-----	146,5	-----	179,4	-----	306	-----	295,3	-----	313,3

Conforme visto na tabela 4.33 todos os pontos apresentaram valores menores que 300 lux, que é o valor recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT,2013), para iluminância mantida na superfície de trabalho em salas de aula, entre os horários das 09 e 13h. Após esse horário, foi verificado com o registro das medições, que os pontos 04 e 06 alcançaram valores superiores à média recomendada. O ponto 05 também apresentou quase todos os valores acima da média de 300 lux, com exceção do último valor registrado, às 18h, que ficou um pouco abaixo da média.

Nos demais pontos, 01, 02 e 03, ainda foram registrados valores baixos na maioria dos horários, com exceção dos registros coletados, às 16h, em todos os pontos e, às 15h, nos pontos 01 e 03. Os coeficientes CIN encontrados nos pontos 04 e 05 apresentaram valores maiores que 2%, coeficiente mínimo para salas de aula (LECHENER, 2001 apud LAMBERTS, et. al.), na maioria dos horários, com exceção das 11h. Os pontos 01,02 e 03 apresentaram valores satisfatórios, a partir das 15h. As medições foram realizadas com condição de céu nublado ao longo do dia.

Tabela 4.34- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 09/12/2013

DIA 09/12/2013 SEGUNDA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,69%	35,49	1,07%	54,89	1,01%	51,76	0,72%	36,92	3,11%	159,7	3,19%	163,4
10:00	-----	24,33	-----	49,37	-----	42,55	-----	27,84	-----	177,8	-----	179,1
11:00	0,87%	57,26	0,56%	36,89	0,49%	32,27	0,71%	47,01	2,16%	141,6	2,31%	151,5
12:00	-----	23,07	-----	13,73	-----	12,44	-----	28,4	-----	54,28	-----	59,64
13:00	1,27%	76,06	1,20%	72,28	1,05%	63,33	1,43%	85,9	4,64%	277,6	4,70%	281,2
14:00	-----	264,8	-----	305,1	-----	248,4	-----	321,3	-----	341,3	-----	323,4
15:00	3,07%	220,5	4,61%	331	3,77%	271,4	3,19%	229,2	5,49%	394,5	4,80%	345,1
16:00	-----	341,8	-----	406	-----	458,2	-----	381,9	-----	403,4	-----	393,3
17:00	11,65%	308,9	14,46%	383,3	18,78%	497,8	13,03%	345,3	15,89%	421,3	15,48%	410,4
18:00	-----	306,8	-----	265,9	-----	212,2	-----	241,4	-----	298,5	-----	308,8

Conforme mostra na Tabela 4.34, os níveis de iluminância mantida, registrados no dia 09/12/2013, até às 13h, apresentaram-se muito baixos, comparados à recomendação da NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que determina o valor de 300 lux para iluminância mantida nas superfícies de trabalho em salas de aula. Após esse horário, foram registrados alguns valores considerados como adequados, principalmente, entre as 16 e 17h, quando todos os pontos exibiram resultados satisfatórios. Os coeficientes de CIN encontrados nos pontos 01, 02, 03 e 04, obtiveram valores acima de 2%, que é o valor mínimo de coeficiente, considerado ideal para salas de aula (LECHNER apud LAMBERTS et al.), apenas após as 15h. Porém, os demais pontos (05 e 06) apresentaram somente valores satisfatórios.

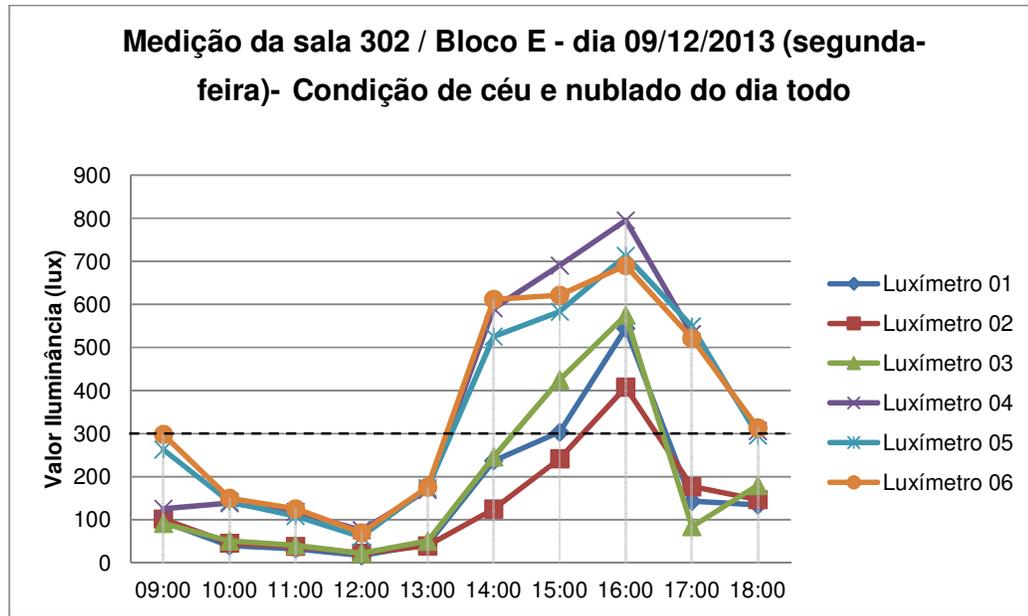


Figura 4.49- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 09/12/2013

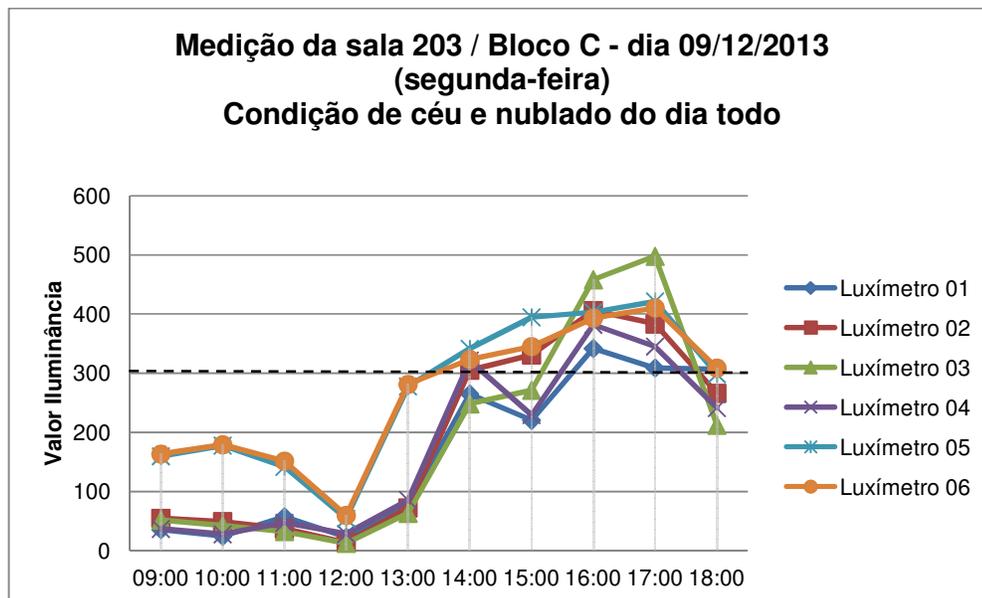


Figura 4.50- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 09/12/2013

As figuras 4.49 e 4.50 apresentam os gráficos com os níveis de iluminância mantida (lux), registrados ao longo do dia 09/12/2013, nas salas de aula 302 e 203, onde é possível constatar que todos os pontos apresentaram comportamento semelhante. Na sala 302, os valores mais altos de iluminância mantida foram registrados, em todos os pontos, às 16h. Os pontos que apresentaram níveis de iluminância mantida mais altos foram os pontos 04, 05 e 06, localizados próximos às janelas principais existentes na sala de aula. Na sala 203 o registro de valor mais alto aconteceu no ponto 03.

4.2.4.2 Medições realizadas no dia 10/12/2013

Tabela 4.35- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 10/12/2013

DIA 10/12/2013 TERÇA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX
09:00	4,00%	548,6	3,66%	501,5	2,54%	349,2	3,01%	412	5,53%	758,1	5,87%	804,7
10:00	-----	382,5	-----	321,4	-----	380,8	-----	553	-----	541,3	-----	602,7
11:00	0,80%	546	0,73%	498,3	0,76%	525	0,89%	613	0,99%	681,7	1,10%	754,5
12:00	-----	661,7	-----	607,8	-----	698,7	-----	702	-----	754,8	-----	804,9
13:00	1,04%	840,5	0,89%	715,5	1,03%	831,5	1,06%	855	0,99%	799,7	1,11%	893,4
14:00	-----	746,3	-----	701,4	-----	729,3	-----	802	-----	807,4	-----	905,8
15:00	0,84%	689	0,85%	693,4	0,80%	658,7	0,92%	752	1,03%	843,1	1,19%	974,4
16:00	-----	1173	-----	1089	-----	1156	-----	1215	-----	903,7	-----	1123
17:00	1,28%	1310	1,12%	1151	1,39%	1428	1,31%	1341	1,19%	1223	1,50%	1541
18:00	-----	1628	-----	1415	-----	1642	-----	1731	-----	1844	-----	1801

A tabela 4.35 mostra que todos os níveis de iluminância mantida registrados no decorrer das medições, no dia 10/12/2013, apresentaram valores altos, comparados ao valor de 300 lux, que é a recomendação mínima da NBR 8995-1 (ABNT, 2013), para a iluminância mantida nas superfícies de trabalho em salas de aula. Mesmo em condição de céu nublado, até às 16h, os níveis de iluminância

mantida registrados pelas medições foram bastante altos. Ao contrário dos níveis de iluminância mantida, os coeficientes CIN encontrados na maioria dos pontos, ao longo do dia, não atingiram o mínimo de 2%, recomendado por Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?), com exceção no primeiro horário do dia, quando todos os pontos apresentaram níveis de iluminância dentro da média.

Tabela 4.36- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 10/12/2013

DIA 10/12/2013 TERÇA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	2,95%	404,8	3,19%	438	3,13%	430,1	5,87%	805,4	5,86%	803,2	5,99%	821,3
10:00	-----	477,5	-----	429	-----	379,2	-----	1123	-----	1050	-----	1044
11:00	0,79%	543,1	0,76%	519,6	0,74%	505,1	1,81%	1241	1,57%	1073	1,64%	1121
12:00	-----	652,4	-----	696	-----	829,9	-----	1295	-----	1194	-----	1203
13:00	0,86%	694,8	0,93%	746,2	0,86%	693,1	1,67%	1341	1,39%	1115	1,55%	1245
14:00	-----	794,5	-----	805	-----	910,8	-----	1288	-----	1264	-----	1299
15:00	0,92%	751,5	0,95%	775,1	0,88%	720,6	1,47%	1201	1,56%	1272	1,66%	1358
16:00	-----	1044	-----	1252	-----	1139	-----	1224	-----	1239	-----	1399
17:00	1,06%	1088	1,22%	1250	1,13%	1158	1,15%	1177	1,02%	1049	1,08%	1113
18:00	-----	1182	-----	1164	-----	1268	-----	1112	-----	1094	-----	1127

Conforme mostra na tabela acima (tabela 4.36), a maior parte dos valores registrados, durante a medição, está bem acima do valor mínimo recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que determina o valor mínimo de 300 lux, para iluminância mantida em as superfícies de trabalho em salas de aula. Esses resultados foram obtidos, mesmo quando as medições foram realizadas em condição de céu parcialmente nublado na maior parte do dia. Os coeficientes de CIN encontrados correspondem aos níveis de iluminância mantida, apenas às 09h, em todos os pontos, pois nesse horário os valores encontrados estão acima de 2%, valor mínimo recomendado para salas de aula (LECHNER, 2001 apud LAMBERTS, et. al.).

Os demais coeficientes CIN encontrados ficaram abaixo das recomendações. Os níveis mais altos de iluminância mantida foram alcançados no final da tarde, quando houve registro de céu claro com poucas nuvens. Nesses horários, os valores de iluminância mantida marcados foram excessivos.

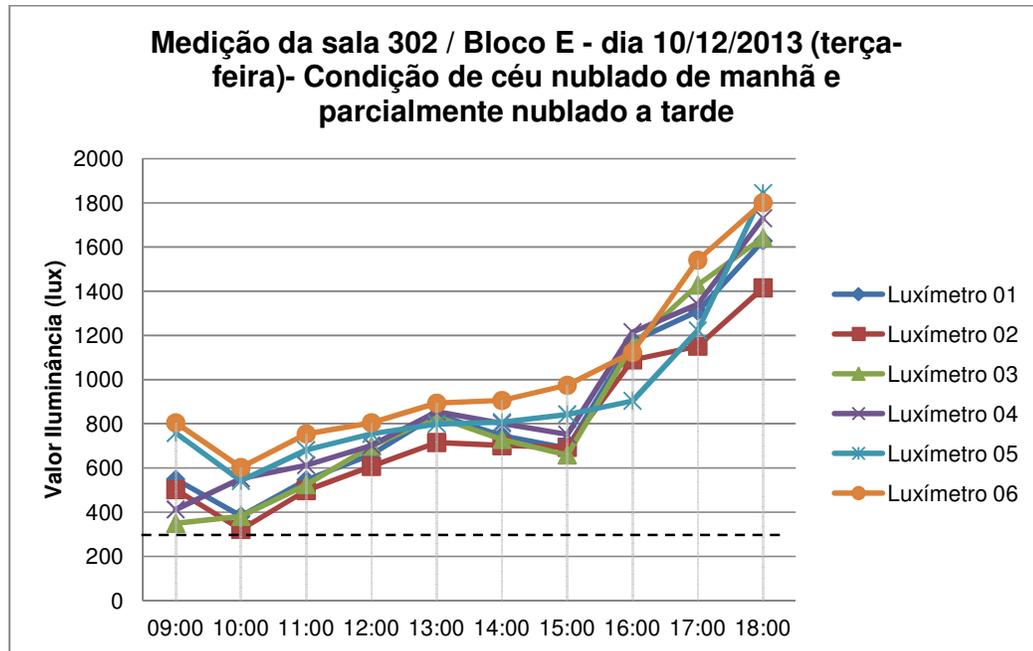


Figura 4.51- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 10/12/2013

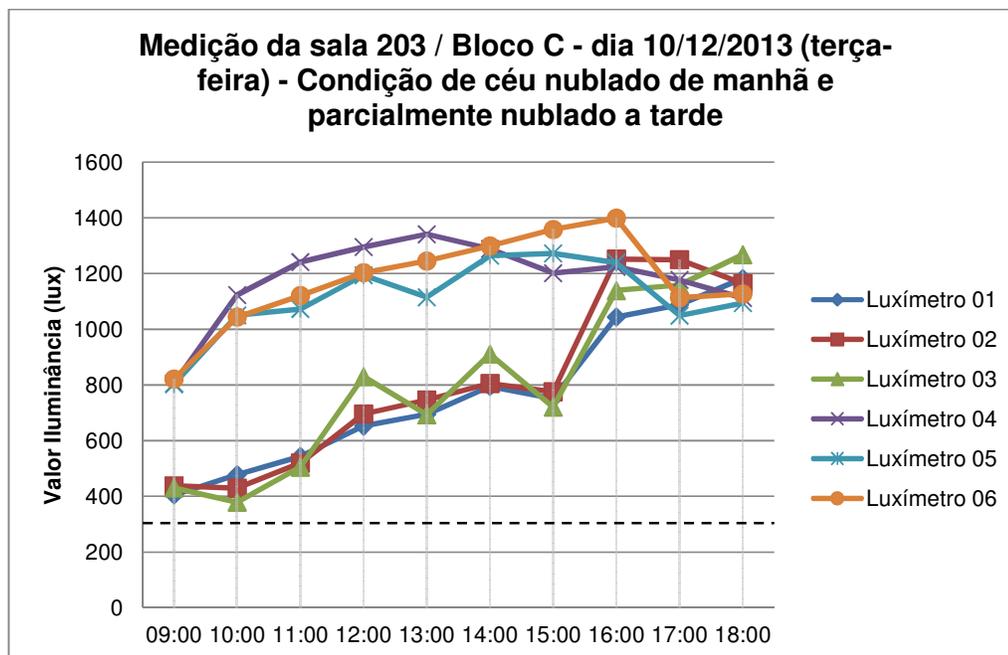


Figura 4.52- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 10/12/2013

As figuras 4.51 e 4.52 mostram os gráficos com os níveis de iluminância mantida (lux), registrados em cada ponto no decorrer do dia 10/12/2013. Com a análise do primeiro gráfico, é possível perceber que o comportamento dos pontos, no que se refere aos níveis de iluminância mantida registrados, foi semelhante ao longo do dia. Ao contrário da maioria dos dias em que foram realizadas as coletas dos níveis de iluminância mantida, nesse dia, todos os pontos apresentaram valores de iluminância mantida altos no final do dia. Isso ocorreu porque as medições foram realizadas com céu nublado, durante a maior parte do dia, sendo registrada, a partir das 16h, mudança na condição do céu, com registro de céu claro, com poucas nuvens. No segundo gráfico é possível perceber comportamentos distintos entre os pontos que ficam localizados próximos às aberturas principais das salas de aula (04, 05 e 06) e os pontos que ficam no lado oposto das aberturas principais da sala (01, 02 e 03), quando os pontos próximos às janelas principais apresentaram níveis de iluminância mantida superiores aos valores dos demais pontos. Também é possível perceber que os valores dos pontos 04, 05 e 06 estão bem acima do valor mínimo estipulado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que é de 300 lux, o que talvez signifique

que nessa localização haja excesso de iluminação natural nessa época do ano, passível de gerar desconforto visual por ofuscamento.

4.2.4.3 Medições realizadas no dia 11/12/2013

Tabela 4.37- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 11/12/2013

DIA 11/12/2013 QUARTA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,59%	422,7	0,70%	501,4	0,74%	528,3	0,90%	641,4	0,95%	678,7	0,97%	694,5
10:00	-----	583,3	-----	657,3	-----	690,6	-----	702,8	-----	758,4	-----	791,8
11:00	0,55%	590,9	0,65%	699,9	0,67%	712,6	0,70%	754,4	0,74%	793,8	0,66%	704,4
12:00	-----	603,8	-----	705,4	-----	739,8	-----	801,2	-----	809,9	-----	763,1
13:00	0,47%	581,8	0,53%	651,5	0,59%	723	0,69%	845,1	0,70%	858,2	0,71%	874,7
14:00	-----	646,8	-----	757,7	-----	772,9	-----	898,2	-----	899,7	-----	841,8
15:00	0,52%	771	0,55%	812,2	0,68%	997	0,71%	1041	0,78%	1141	0,68%	1001,8
16:00	-----	932,9	-----	945,4	-----	1198	-----	1253	-----	1378	-----	1243,7
17:00	1,26%	1131	1,36%	1221	1,53%	1376	1,56%	1402	1,67%	1504	1,58%	1421,6
18:00	-----	1364	-----	1298	-----	1543	-----	1599	-----	1671	-----	15,47

Conforme podem ser observados, na tabela 4.37, os níveis de iluminância mantida registrados no decorrer das medições, apresentaram-se altos, se comparados ao valor de 300 lux, que é a recomendação da NBR 8995-1 (ABNT, 2013), para iluminância mantida na superfície de trabalho em salas de aula. A coleta dos dados foi realizada em condição de céu claro, com nuvens durante todo o dia. Ao contrário dos níveis de iluminância mantida, todos os pontos obtiveram os resultados de coeficientes CIN abaixo de 2%, que é o valor mínimo recomendado por Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?).

Tabela 4.38- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 11/12/2013

DIA 11/12/2013 QUARTA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	1,05%	749,5	1,15%	818,9	1,09%	780,8	0,95%	674,6	0,98%	701,4	1,03%	732
10:00	-----	502,7	-----	639,8	-----	610,7	-----	1143	-----	805,3	-----	724,9
11:00	0,50%	533,6	0,62%	659,9	0,58%	616,7	1,22%	1305	0,78%	831,7	0,68%	729,7
12:00	-----	556,8	-----	655,3	-----	604,6	-----	1388	-----	1044	-----	826,3
13:00	0,42%	517,6	0,52%	638,3	0,45%	558,9	1,14%	1398	1,00%	1231	0,76%	933,1
14:00	-----	496,1	-----	462,6	-----	659,1	-----	1229	-----	1245	-----	1081
15:00	0,52%	766,2	0,57%	836,9	0,52%	759,2	0,86%	1304	0,89%	1298	0,82%	1208
16:00	-----	474,9	-----	538,1	-----	500,4	-----	1343	-----	1301	-----	1086
17:00	1,19%	1069	1,38%	1241	1,26%	1135	1,56%	1399	1,38%	1243	1,36%	1226
18:00	-----	1293	-----	1667	-----	1638	-----	1741	-----	1754	-----	1730

Conforme pode ser verificado na tabela 4.38, os níveis de iluminância mantida, registrados no decorrer da medição, foram acima de 300 lux, que é o valor mínimo recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013), para iluminância mantida na superfície de trabalho em salas de aula. A medição foi efetuada em condição de céu claro, com nuvens até metade do dia e, depois, com céu totalmente claro, até o final do dia, quando os níveis de iluminância mantida apresentaram valores excessivos. Os coeficientes de CIN encontrados ao longo do dia, em todos os pontos, estão abaixo da referência de 2%, que é a recomendação mínima para salas de aula (LECHNER, 2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?). Isso pode designar que o aproveitamento da iluminação natural não é ideal para essa região, nessa determinada época do ano.

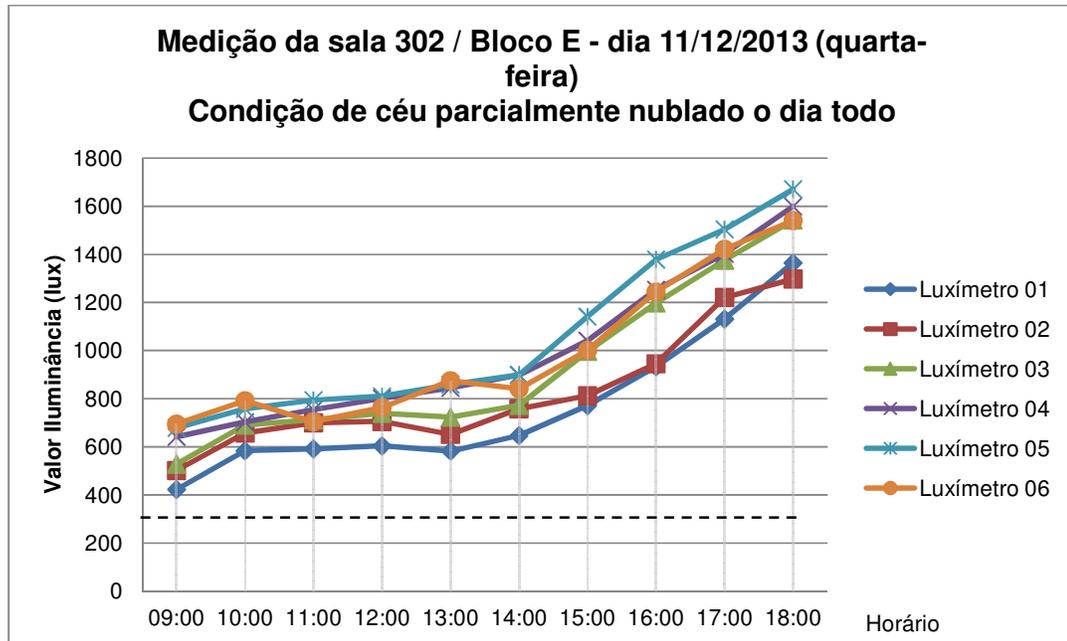


Figura 4.53- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 11/12/2013

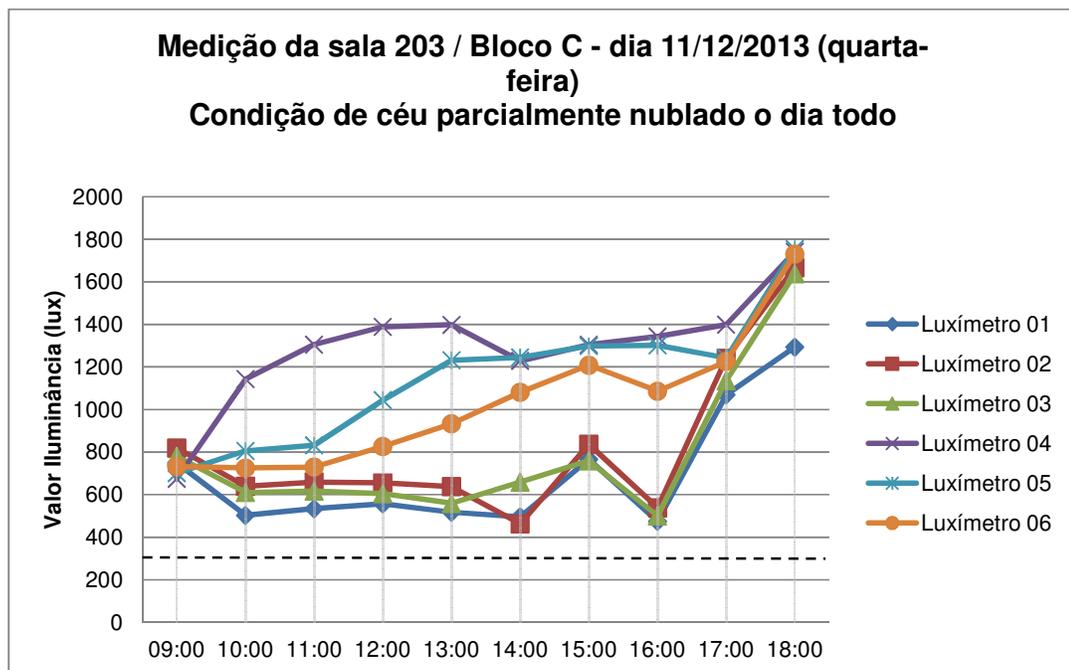


Figura 4.54 - Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 11/12/2013

As figuras 4.53 e 4.54 revelam o gráfico com os níveis de iluminância mantida (lux), marcados ao longo do dia 11/12/2013. Por meio delas, é permitido deduzir que os valores marcados foram bastantes altos, comparados com o mínimo recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013). Ao contrário da maioria das medições, efetuadas no decorrer do ano de 2013, nesse dia, todos os valores apresentaram aumento do valor de iluminância mantida no final da tarde. Na sala 203 a média dos valores mais altos ficou concentrada entre os pontos 04 e 05, pontos próximos às aberturas principais da sala de aula. Na sala 302, todos os pontos mostraram comportamento semelhante.

4.2.4.4 Medições realizadas no dia 12/12/2013

Tabela 4.39- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 12/12/2013

DIA 12/12/2013 QUINTA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX	CIN	LUX
09:00	1,32%	877,9	1,08%	721,4	1,11%	743,1	1,34%	890	1,06%	705	1,21%	804,3
10:00	-----	578,4	-----	653,3	-----	671,1	-----	734,5	-----	690	-----	775,5
11:00	0,48%	600,2	0,52%	641,2	0,56%	698,4	0,64%	789	0,60%	742	0,63%	784,7
12:00	-----	570,3	-----	601,7	-----	663,7	-----	848	-----	792	-----	823,1
13:00	0,21%	279,7	0,32%	424,3	0,48%	640,9	0,60%	798	0,46%	617	0,60%	804,8
14:00	-----	799,69	-----	807,3	-----	964,9	-----	1191	-----	1256	-----	1201
15:00	1,25%	837,1	1,34%	871,4	1,31%	853,9	1,93%	1255	1,98%	1288	1,91%	1245
16:00	-----	1017	-----	1115	-----	1125	-----	1345	-----	1405	-----	1321
17:00	1,23%	1211	1,23%	1214	0,88%	870,3	0,93%	923,8	1,22%	1204	1,30%	1288
18:00	-----	1409	-----	1444	-----	1504	-----	1301	-----	1345	-----	1317

A tabela 4.39 mostra os níveis de iluminância mantida (lux), coletados durante a medição do dia 12/12/2013, na sala de aula 302. Nela podem ser verificados todos os valores registrados, com média superior ao que a NBR 8995-1 (ABNT, 2013)

considera como ideal para iluminância mantida na superfície de trabalho em salas de aula (300 lux), com exceção do ponto 01, às 13h. A medição foi realizada em dia de céu claro, pela manhã, e parcialmente nublado à tarde. Ao contrário dos altos níveis de iluminância mantida registrados, os coeficientes CIN encontrados apresentaram valores abaixo de 2%, que é o valor mínimo recomendado por (LECHNER, 2001 apud LAMBERTS, et. al.) para salas de aula.

Tabela 4.40- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 12/12/2013

DIA 12/12/2013 QUINTA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,83%	554,6	1,07%	711,1	1,12%	745,9	1,16%	770,3	1,44%	959,7	1,11%	742
10:00	-----	454,2	-----	540,6	-----	595,7	-----	600,1	-----	749	-----	663,4
11:00	0,38%	479,5	0,45%	563,2	0,49%	603,9	0,51%	637,4	0,64%	794,4	0,57%	703,2
12:00	-----	471	-----	539,3	-----	576,9	-----	699,2	-----	865,8	-----	755,9
13:00	0,35%	463,8	0,45%	600,1	0,44%	587,8	0,67%	891,5	0,67%	897,5	0,63%	843,3
14:00	-----	412,7	-----	439,3	-----	545,3	-----	1178	-----	1021	-----	1144
15:00	0,58%	379	1,18%	771,7	0,73%	478,8	1,82%	1188	1,98%	1293	1,95%	1271
16:00	-----	943,4	-----	468,1	-----	512,5	-----	1194	-----	1204	-----	1177
17:00	1,03%	1017	1,16%	1145	1,33%	1318	1,37%	1356	1,35%	1329	1,36%	1344
18:00	-----	1222	-----	1505	-----	1558	-----	1335	-----	1545	-----	1483

A tabela 4.40 apresenta os níveis de iluminância mantida, coletados durante a medição no dia 12/12/2013. Todos os níveis nela registrados apresentaram média alta, comparados à recomendação da NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que considera 300 lux o valor mínimo de iluminância mantida, para as superfícies de trabalho em salas de aula. A medição foi realizada em condição de céu claro, até às 11h e, após esse horário, com condição de céu parcialmente nublado durante o restante do dia. Os coeficientes de CIN encontrados apresentaram resultados inferiores às recomendações de Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?) para salas de aula, mínimo de 2%, em todos os pontos ao longo do dia.

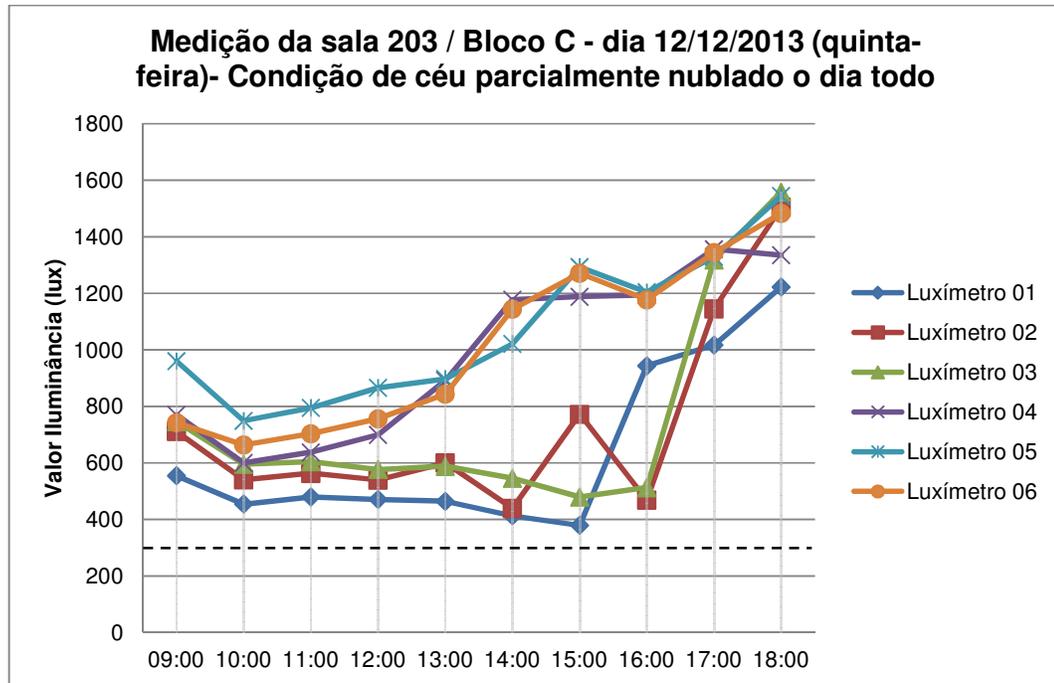


Figura 4.55- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 12/12/2013

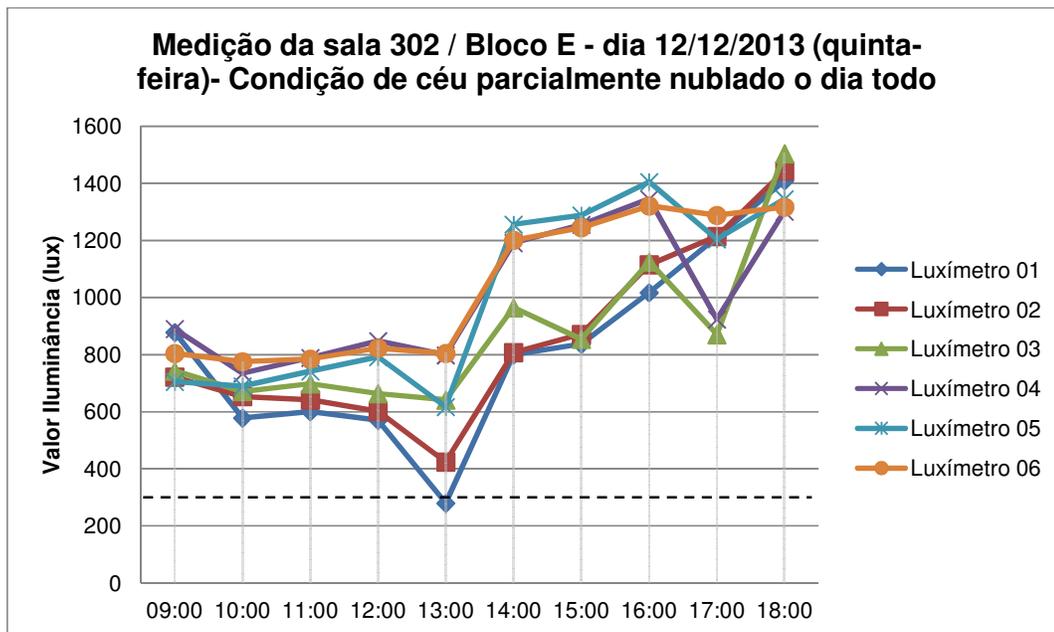


Figura 4.56- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 12/12/2013

As figuras, 4.55 e 4.56 evidenciam os gráficos com os níveis de iluminância mantida (lux), registrados ao longo do dia 12/13/2013. Nota-se que os pontos próximos às janelas (04, 05 e 06) apresentaram comportamentos semelhantes entre si e, distintos entre os demais pontos - os que estão localizados mais afastados das aberturas principais existentes na sala de aula. Os demais pontos, além de estarem mais afastados das janelas principais, ficam mais próximos às janelas em fita que, além de contar com medidas menores que os demais vãos e o peitoril alto, ainda possuem barreira física, porque ficam direcionadas para a circulação coberta, com largura de 2m, que também serve como marquise do bloco. No final da tarde, é possível verificar o registro dos níveis mais altos de iluminância mantida.

4.2.4.5 Medições realizadas no dia 13/12/2013

Tabela 4.41- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 302, no dia 13/12/2013

DIA 13/12/2013 SEXTA-FEIRA												
SALA DE AULA 302 - BLOCO E												
Horário	Ponto A 01		Ponto A 02		Ponto A 03		Ponto A 04		Ponto A 05		Ponto A 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,81%	612,1	0,59%	451,4	0,49%	376,9	0,69%	523,6	0,81%	612,8	1,00%	761,5
10:00	-----	545,5	-----	515,3	-----	693,5	-----	770	-----	823	-----	895
11:00	0,53%	563,4	0,54%	575,5	0,71%	745,9	0,78%	825	0,83%	869,8	0,87%	921
12:00	-----	315,1	-----	501,2	-----	771,5	-----	903,1	-----	1245	-----	1005
13:00	0,81%	750,4	0,75%	695,3	0,96%	888,1	0,97%	894,5	1,15%	1059	1,22%	1120
14:00	-----	801,2	-----	841,7	-----	958,8	-----	1005	-----	1162	-----	1450
15:00	2,53%	845,5	2,16%	723,4	1,92%	641,7	2,53%	845,4	2,95%	987,5	3,72%	1244
16:00	-----	739,9	-----	793,5	-----	831,2	-----	801,3	-----	904,3	-----	928,7
17:00	1,08%	520,4	1,26%	605,3	1,55%	744,9	1,66%	798,5	1,76%	845,4	1,81%	868,9
18:00	-----	605,9	-----	625,4	-----	610,8	-----	650,4	-----	802,8	-----	843,4

Consoante aos dados assinalados na tabela 4.41, todos os níveis registrados durante a medição do dia 13/12/2013, estão acima de 300 lux, que é o valor mínimo recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013), para iluminância mantida na

superfície de trabalho em salas de aula. As medições foram realizadas com condição de céu parcialmente nublado durante todo o dia. Os coeficientes CIN encontrados apresentaram valores abaixo de 2%, que é o valor mínimo de coeficiente CIN recomendado para salas de aula (LECHNER, 2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?), em todos os pontos, na maior parte do dia, com exceção dos coeficientes CIN registrados, às 15h, nos pontos 01, 02, 04, 05 e 06.

Tabela 4.42- Coeficientes de CIN e níveis de iluminância mantida da sala 203, no dia 13/12/2013

DIA 13/12/2013 SEXTA-FEIRA												
SALA DE AULA 203 - BLOCO C												
Horário	Ponto B 01		Ponto B 02		Ponto B 03		Ponto B 04		Ponto B 05		Ponto B 06	
	CIN	LUX										
09:00	0,60%	455,7	0,66%	498,8	0,60%	458,1	0,88%	663,6	1,05%	797,7	1,00%	761,2
10:00	-----	529,2	-----	673	-----	641,3	-----	692,2	-----	851	-----	797
11:00	0,55%	583,6	0,69%	732,7	0,66%	692,5	0,74%	784,2	0,79%	837	0,85%	891,4
12:00	-----	445,1	-----	561,7	-----	848,9	-----	897,4	-----	893,4	-----	901,3
13:00	0,55%	512,7	0,71%	660,7	0,69%	638,9	0,99%	910,5	0,99%	911,9	1,01%	927,7
14:00	-----	828,3	-----	983	-----	734,3	-----	1041	-----	945,7	-----	941,4
15:00	1,54%	516,4	2,52%	844,3	2,78%	931,7	3,18%	1063	3,23%	1079	3,29%	1101
16:00	-----	567,9	-----	652,8	-----	818,5	-----	924,3	-----	1001	-----	1174
17:00	1,27%	612,1	1,40%	674,4	1,47%	704,5	1,81%	871,1	1,76%	845,3	1,82%	874,7
18:00	-----	678,7	-----	655,4	-----	693,4	-----	644,5	-----	694,5	-----	683,2

Como pode ser averiguado na tabela 4.42, todos os níveis de iluminância mantida, registrados durante a medição no dia 13/12/2013, na sala de aula 203, foram valores acima de 300 lux, que é o valor mínimo recomendado pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013) para iluminância mantida na superfície de trabalho em salas de aula, mesmo quando as medições foram realizadas em condição de céu parcialmente nublado durante todo o dia. Os coeficientes de CIN encontrados apresentaram valores considerados satisfatórios, apenas às 15h, nos pontos 02, 03, 04, 05 e 06. Nos demais horários, todos os pontos apresentaram valores menores que 2%, que é

o valor mínimo de coeficiente CIN recomendado para salas de aula (LECHNER, 2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?).

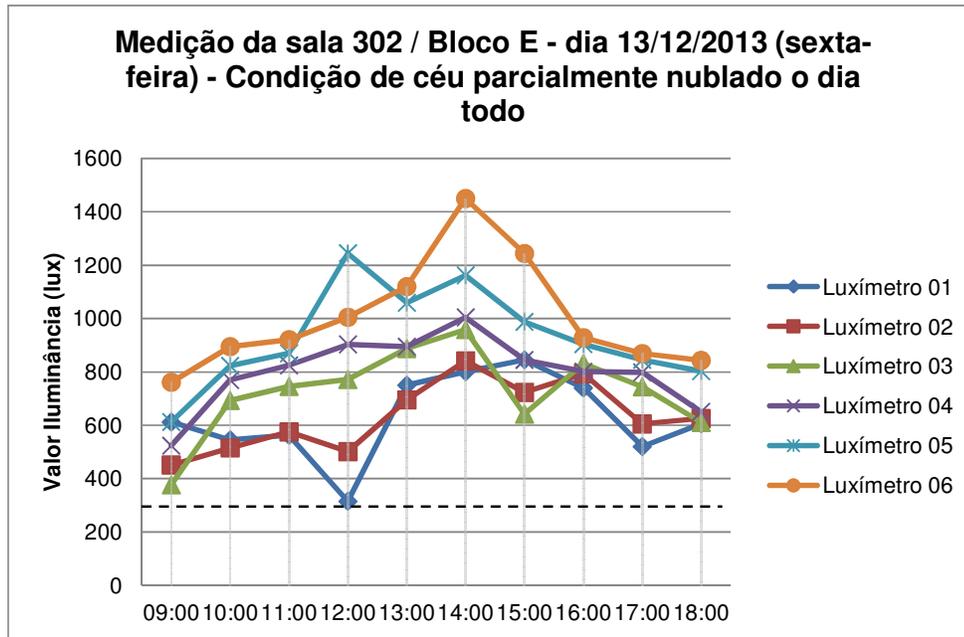


Figura 4.57- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 302, do Bloco E, no dia 13/12/2013

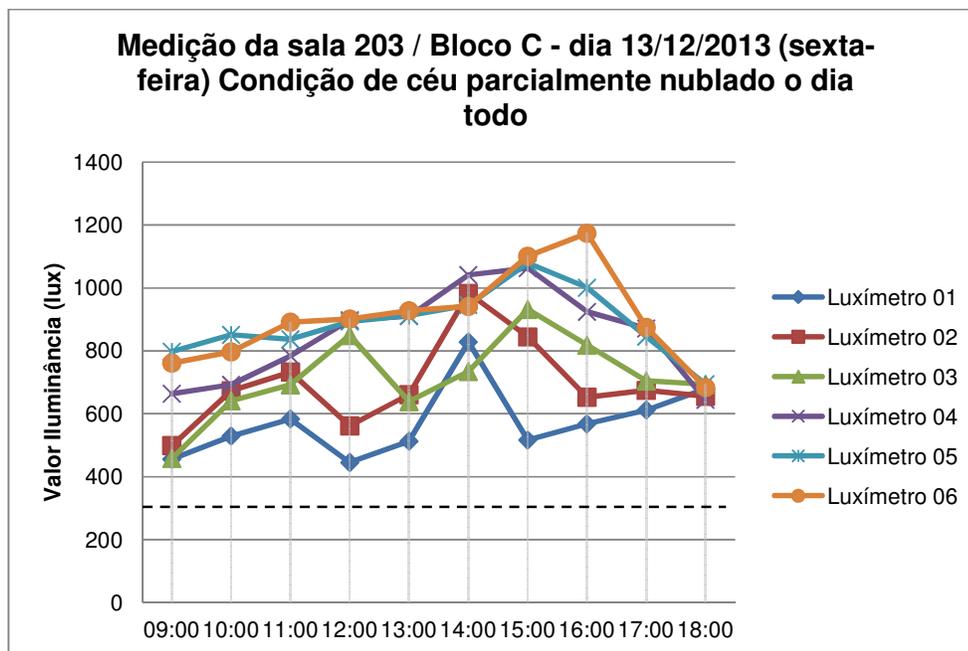


Figura 4.58- Gráfico dos níveis de iluminância mantida da sala de aula 203, do Bloco C, no dia 12/12/2013

As figuras, 4.57 e 4.58 mostram os gráficos com os níveis de iluminância mantida, registrados em cada ponto onde foi instalado o aparelho luxímetro, durante o dia 13/12/2013. É possível verificar que todos os pontos apresentaram comportamentos semelhantes, com registro de altos níveis de iluminância mantida. Os pontos 05 e 06 marcaram, em média, os níveis mais altos, esses pontos ficam próximos à localização das janelas principais da sala de aula.

4.3 Percepções dos Usuários das Salas de Aula Analisadas

As avaliações para verificar a percepção dos usuários, em relação às condições de iluminação das salas de aula, foram realizadas a partir da aplicação de questionários aos alunos ocupantes das salas no período diurno. As aplicações ocorreram sempre aos sábados, após a semana das medições com os luxímetros, de acordo com a figura 4.60. Tal procedimento foi adotado, pois durante as semanas

da realização das medições com luxímetro, os alunos não ocuparam as salas de aula. A admissão dessa medida evitou qualquer tipo de alteração nos resultados coletados. Os questionários foram aplicados no intervalo das aulas de sábado, com início sempre as 10:15h, utilizando iluminação natural e artificial.

ABRIL/2013						
DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB
	01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				
JUNHO/2013						
DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB
						01
02	03	04	05	06	07	08
09	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23/30	24	25	26	27	28	29
AGOSTO/2013						
DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB
				01	02	03
04	05	06	07	08	09	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
DEZEMBRO/2013						
DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB
01	02	03	04	05	06	07
08	09	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Dias das medições com luxímetro
 Dias das aplicações de questionários

Figura 4.59- Calendário com indicação dos dias de medições com luxímetros e aplicação dos questionários

Foi apresentada aos usuários, conforme já descrito no item 3.5.1, uma planta baixa da respectiva sala de aula, com leiaute para a indicação de sua localização no momento do preenchimento do questionário. O questionário, na segunda parte apresentava uma questão aberta, onde os usuários podiam indicar mais de uma

opção que consideravam importantes e relevantes do que se refere às condições de iluminação existentes nas salas de aula.

4.3.1 Caracterização dos usuários das salas de aula analisadas

Os usuários das salas de aula analisadas são basicamente alunos de nível superior e professores. A amostra de público que respondeu aos questionários foi composta somente por alunos, todos na faixa etária de 20 a 25 anos, totalizando 15 alunos na sala 302 e 15 alunos na sala 203.

O leiaute da sala de aula é composto por cinco filas, com seis classes em cada uma. Sendo assim, foram selecionados três usuários de cada fila, determinados pela posição, ou seja, início, meio e fim da fila, como mostra as Figuras 4.60 e 4.61.

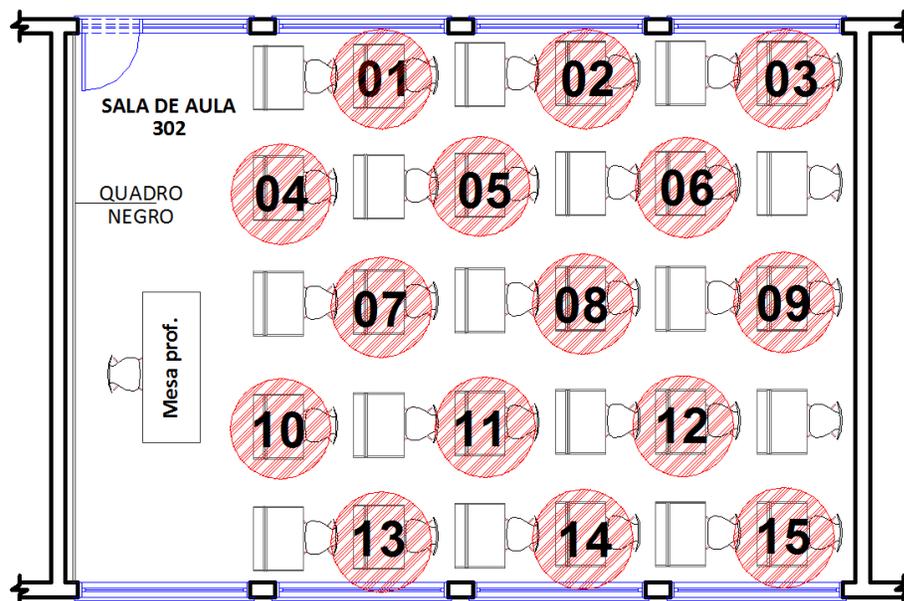


Figura 4.60- Planta-Baixa com indicação da posição dos usuários no momento da aplicação do questionário na sala 302

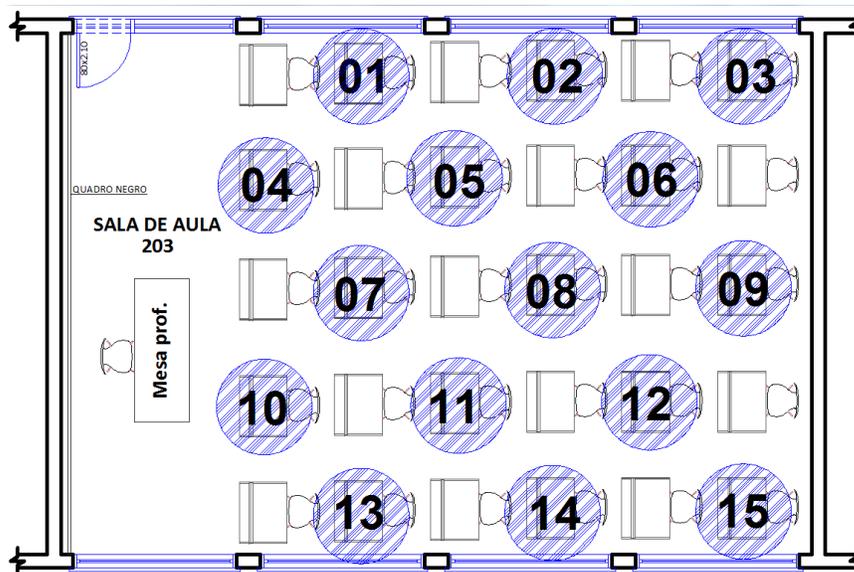


Figura 4.62- Planta-baixa com indicação da posição dos usuários no momento da aplicação do questionário na sala 203

4.3.2 Resultado da aplicação dos questionários no mês de abril de 2013

Nas duas salas de aula analisadas, constatou-se um elevado índice de aprovação (figura 4.63) com a análise dos resultados obtidos, revelando que 74% dos usuários da sala 302, consideraram de forma positiva o nível de iluminância na localização onde costumam ocupar na sala, e 68% na sala 203, indicaram que a iluminação natural é suficiente nessa época do ano. A percepção dos usuários foi realizada com condição de céu parcialmente nublado, muito semelhante à condição de céu registrado ao longo da semana, em que foram obtidos os níveis de iluminância mantida existentes nas salas de aula.

Na sala 302, dos usuários que consideraram de forma negativa, 16% indicaram que a iluminação é insuficiente e, 10% que a iluminação natural é excessiva, enquanto na sala 203, os usuários que classificaram de forma negativa, 24%, indicaram iluminação insuficiente e outros 8% consideraram a iluminação natural excessiva.

A análise desses dados levou a concluir que o grupo que indicou iluminação excessiva em ambas as salas de aula, concentram-se nos pontos mais próximos às aberturas principais, enquanto que os 16% a considerar a iluminação natural insuficiente, ficam concentrados nos pontos mais afastados das aberturas principais.

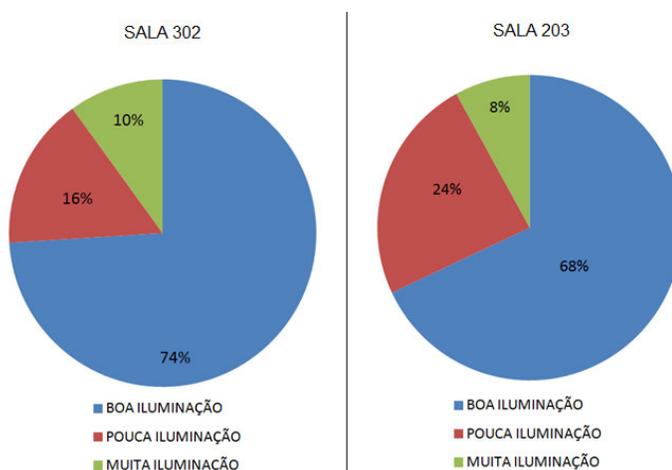


Figura 4.62- Gráfico da percepção dos usuários nas salas de aula 302 e 203, no mês de abril

No segundo momento, os usuários foram questionados sobre a razão pela qual avaliaram a iluminação natural de maneira negativa. Sendo que na sala 203, a maioria dos que indicaram iluminação insuficiente na sala, avaliaram ser ela um pouco escura naquele determinado ponto, necessitando auxílio de iluminação artificial. Os usuários que indicaram que a iluminação natural é excessiva alegaram desconforto visual por ofuscamento sobre a superfície das mesas.

Na sala 302, a maioria dos que indicaram que a sala dispunha de iluminação insuficiente, alegaram a escuridão da sala naquele determinado ponto, necessitando recorrer ao auxílio de iluminação artificial, para visualizar melhor o quadro negro. Eles também referiram sobre a visão do edifício ao lado, sem visão do céu. Os usuários que indicaram iluminação natural excessiva declararam desconforto visual por ofuscamento, com raios solares sobre a superfície das mesas e cadernos. Outra observação relevante, relatada por boa parte desse grupo (10%), foi ausência de

elementos controladores da luz da janela, como cortinas e persianas. Na sala de aula existem apenas cortinas tipo blackout, tornando inviável a utilização durante o dia. Esta é somente utilizada nos dias que as aulas são ministradas com auxílio de recursos audiovisuais, quando se torna necessário sua utilização.

4.3.3 Resultado da aplicação dos questionários no mês de junho de 2013

Para verificar a percepção dos usuários foram aplicados 15 questionários na sala 302 e 15 questionários na sala 203, no mês de junho. Analisando os resultados obtidos por meio deles, foi possível constatar um bom índice de aprovação, porém, menor do que o alcançado no mês de abril. Na sala 302, 61% dos usuários classificaram positivamente o nível de iluminância na localização em que costumavam ocupar a sala, indicando que a iluminação natural era suficiente, enquanto na sala 203, 72% dos usuários classificaram positivamente o nível de iluminância, conforme pode ser verificado na Figura 4.63. Assim como no mês de abril, a percepção dos usuários foi verificada com condição de céu parcialmente nublado, similar à condição de céu registrado ao longo da semana em que foi obtido os níveis de iluminância mantida nas salas de aula.

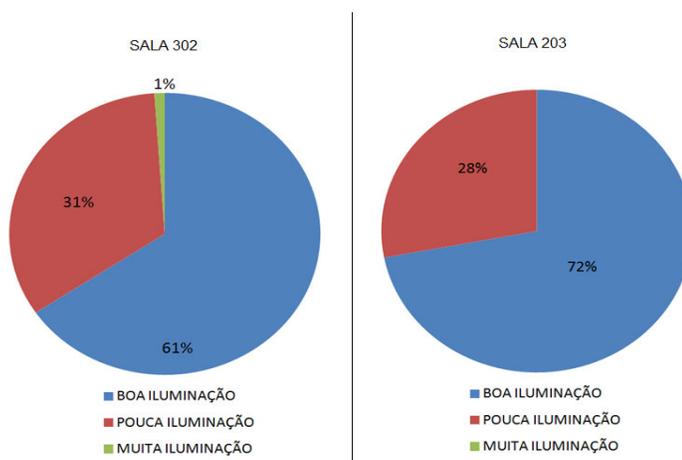


Figura 4.63-Gráfico da percepção dos usuários nas salas de aula 302 e 203, no mês de junho

Os 31% de usuários da sala 302 que classificaram a iluminação negativamente, apontaram que a iluminação era insuficiente e, apenas 1% dos usuários indicou que a iluminação natural era excessiva. Na sala 203, as classificações negativas resultantes correspondem a 28% dos usuários que consideraram a iluminação pouca. Não foi obtida indicação por parte dos usuários referente à iluminação excessiva.

Mais uma vez, verificou-se, ainda, que o grupo que classificou iluminação suficiente nas salas de aula, corresponde àquele concentrado nos pontos mais próximos às aberturas principais. Os demais, que classificaram a iluminação natural insuficiente, representam os concentrados nos pontos mais afastados das aberturas principais das salas de aula.

No segundo momento, os usuários foram questionados sobre o motivo da classificação negativa da iluminação natural. A maioria dos usuários que indicou iluminação insuficiente alegaram os mesmos motivos registrados no último questionário (abril), escuridão em determinado ponto, necessitando auxílio de iluminação artificial para melhor visualização no quadro negro, bem como obstrução pela visão do edifício ao lado, sem visão do céu, observação apontado pelos usuários da sala 302. Os usuários que classificaram a iluminação natural como excessiva (apenas na sala 302), afirmaram desconforto visual por ofuscamento, com raios solares sobre a superfície das mesas, alegando que em alguma parte do dia tinham dificuldade em acompanhar a aula no quadro negro e escrever nos livros e cadernos.

4.3.4 Resultado da aplicação dos questionários no mês de agosto de 2013

Para a verificação da percepção dos usuários, foi aplicado um total de 30 questionários no mês de agosto, sendo metade para cada sala de aula analisada. A partir da análise de seus resultados, confirmou-se índice de reprovação nas duas salas, como exposto na figura 4.64. Sendo que na sala 302, uma parcela de 77% dos usuários avaliou negativamente o nível de iluminância na localização de ocupação costumeira na sala, indicando que a iluminação natural é insuficiente nesse período do ano. Enquanto, na sala 203, uma parcela de 68% dos usuários

avaliou negativamente o nível de iluminância na localização usual de ocupação da sala. Esse fator é indicador de que a iluminação natural é pouca nesse período do ano.

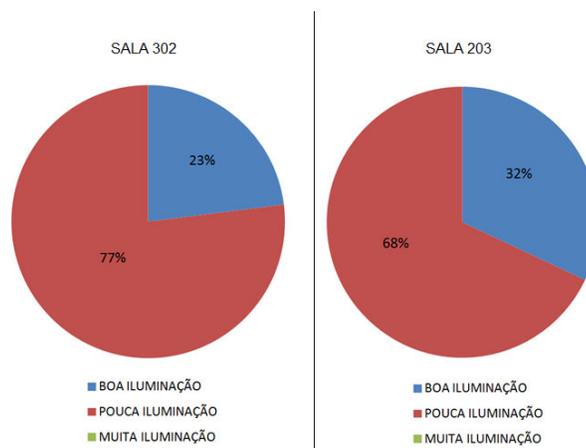


Figura 4.64- Gráfico da percepção dos usuários das salas de aula, no mês de agosto

Na sala 302, a maior parte do grupo que indicou iluminação insuficiente estava concentrada nos pontos mais afastados das aberturas principais, mesmo fator observado nos outros meses de aplicação do questionário. Os demais usuários (23%), localizados, em sua maioria, nos pontos próximos às aberturas, responderam que a iluminação natural é suficiente. No segundo momento, os usuários foram questionados sobre a razão de classificar a iluminação natural de maneira negativa. A maioria dos que indicaram iluminação insuficiente, também alegou escuridão naquele ponto determinado, necessitando auxílio de iluminação artificial, algumas observações foram apontadas, como dificuldade de visualizar o quadro e fadiga visual, sendo que a visão para o quadro negro também foi classificada difícil, principalmente nos pontos opostos à localização do quadro, ou seja, no fundo da sala.

Na sala 203, a maior parte do grupo, que atestou iluminação insuficiente na sala de aula, representa os ocupantes dos pontos mais afastados das aberturas principais. Os demais, 32%, que classificaram a iluminação natural como suficiente,

representam, em maior parte, o grupo localizado nos pontos próximos às aberturas, e na frente do quadro negro, assim como foi possível verificar na sala de aula 302. No segundo momento, os usuários foram questionados sobre o porquê de classificar a iluminação natural negativamente. A maioria destes apontou iluminação insuficiente na sala, respondendo que, naquele determinado ponto, ela era escura, necessitando auxílio de iluminação artificial, assim como na sala 302. É relevante observar que a aplicação do questionário foi registrada com condição de céu totalmente nublado e com chuva, semelhante às condições de céu na maioria dos dias nos quais obtive os registros dos níveis de iluminância mantida existentes nas salas de aula.

4.3.5 Resultado da aplicação dos questionários no mês de dezembro de 2013

Semelhantemente aos outros meses, para verificar a percepção dos usuários foi aplicado um total de 30 questionários no mês de dezembro. A análise de seus resultados confirmou um elevado índice de aprovação (figura 4.65) nas duas salas de aula. Sendo que na sala 302, um total de 71% dos usuários classificou de forma positiva o nível de iluminância na sala de aula, indicando que a iluminação natural é suficiente e na sala 203, um total de 75% dos usuários avaliou de forma positiva.

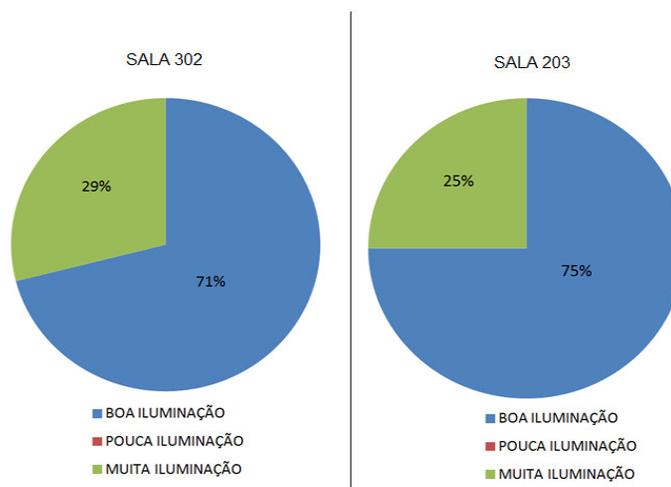


Figura 4.65- Gráfico da percepção dos usuários das salas de aula, no mês de dezembro

Os usuários que classificaram de forma negativa, 29%, na sala 302, consideraram a iluminação natural excessiva. Nesse período do ano não foi possível perceber a diferença entre os usuários que estavam localizados próximos às aberturas e os que estavam mais afastados, como nos outros meses. Os usuários das salas 302 e 203 foram questionados sobre o porquê de classificar a iluminação natural negativamente, sendo a argumentação, que naquele determinado ponto, a sala era muito clara, indicando que a iluminação natural é excessiva e alegando desconforto visual por ofuscamento, com raios solares sobre a superfície das mesas, cadernos e quadro negro, relatando dificuldade em visualizar o quadro negro.

Assim como na primeira aplicação do questionário, realizada em abril de 2013, boa parte dos usuários marcou a ausência de elementos que controlem a luz da janela, como cortinas e persianas, sendo que na sala de aula existem apenas cortinas tipo blackout, o que torna inviável sua utilização durante o dia. A percepção dos usuários foi verificada com condição de céu claro, um pouco diferente a condição de céu registrada no início da semana, quando foram coletados os níveis de iluminância mantida existentes na sala de aula.

4.3.6 Limitações da pesquisa

A pesquisa teve as limitações indicadas a seguir.

- A quantidade de aparelhos luxímetros disponíveis na Universidade não foi suficiente para que as medições ocorressem dentro das recomendações da NBR 15215-3 (ABNT, 2005), em relação ao número de pontos de medição.
- O intervalo das medições estar limitado entre 09 e 18h, em função da liberação das salas de aula somente depois de ser efetuada a sua limpeza diária, às 9h, e de os aparelhos serem retirados, depois das 18h, em virtude da ocupação das salas à noite.
- Impossibilidade de instalar os aparelhos em algumas salas de aula primeiramente escolhidas, por estarem ocupadas durante a tarde, em alguns dias da semana.
- A existência de poucas salas de aula com características e dimensões semelhantes.

5 CONCLUSÕES

Esta pesquisa se conclui, evidenciando a importância da avaliação da iluminação natural em ambientes de instituição de ensino, uma vez que uma boa iluminação natural está diretamente relacionada com o conforto visual, integridade física e aprendizado dos usuários.

5.1 Quanto à disponibilidade de iluminação natural e distribuição dos níveis de iluminância mantida

As análises das medições realizadas nesta pesquisa permitem concluir que a distribuição dos níveis de iluminância mantida no interior das salas de aula analisadas, varia, principalmente, de acordo com as condições de céu. Também é possível perceber que, na maioria dos dias em que foram realizadas as medições, os níveis de iluminância mantida foram maiores nos pontos mais próximos às janelas principais das salas, quando comparados aos níveis de iluminância mantida dos pontos mais afastados das janelas principais. Esse resultado era esperado, pois as janelas principais possuem vão maior que as demais. As janelas com área menor possuem peitoril mais alto e estão voltadas para a circulação coberta, que possui 2 metros de largura, o que também diminui o aproveitamento da iluminação natural em determinadas horas do dia e épocas do ano.

Já no que diz respeito à implantação dos blocos, onde estão localizadas as salas de aula analisadas, uma observação pertinente é a orientação solar. A orientação solar mais apropriada, para o melhor aproveitamento de iluminação natural (norte e leste), está direcionada para a fachada principal dos blocos (frente), onde ficam localizadas as janelas em fita (com menor vão) e, onde fica localizada a circulação coberta, enquanto as janelas principais (com maior vão) estão direcionadas para sudoeste, logo a partir de certo horário da tarde, dependendo do mês de medição, as salas de aula não recebem mais radiação solar direta, o que não foi considerado um fator totalmente negativo, pois em determinadas horas do

dia, essa escolha evita ofuscamento nas superfícies de trabalho, que é ideal para ambientes laborais, como salas de aula.

No mês de junho, nos dias com céu nublado, foi essencial o uso da iluminação artificial, sendo que os níveis de iluminância mantida ficaram bem abaixo do valor recomendado para salas de aula (300 lux). Na maioria dos dias, os pontos próximos às janelas principais apresentaram valores mais altos que os pontos mais afastados das janelas principais.

Nas medições realizadas em agosto, em ambas as salas de aula (302 e 203), a iluminação natural, em quase todos os pontos, apresentou insuficiência. Tal acontecimento acarretou o uso obrigatório da iluminação artificial durante todo o dia, independentemente do ponto medido (afastamento da janela principal). Por esse motivo, é possível concluir que o principal fator é a condição do céu. O único dia que apresentou valores adequados foi dia 06/08/2013, com condição de céu totalmente claro e níveis altos de iluminância externa.

Nas salas de aula 302 e 203, as medições realizadas no mês de dezembro de 2013, apontaram níveis de iluminância mantida altos, superiores a 300 lux. Nesse período, foram registrados níveis altos, notavelmente, a partir das 14h. Os pontos mais próximos às janelas principais, outra vez, obtiveram valores mais elevados, quando comparados aos demais pontos. Essa afirmação quer dizer que a escolha do vidro miniboreal para a parte inferior das janelas principais, mesmo com 43% de fator solar, não contribuiu significativamente para o controle dos altos níveis de iluminância, e contribuiu apenas para uma escolha de privacidade.

5.2 Quanto à Contribuição de Iluminação Natural (CIN)

Os resultados obtidos nesse estudo apontam que não há regularidade na correspondência dos valores de coeficientes CIN com os níveis de iluminância mantida encontrados nas duas salas de aula analisadas, pois existe bastante diferença entre os valores encontrados e os valores considerados adequados para ambientes laborais, como salas de aula. Segundo Lechner (2001 apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2013?), os coeficientes de CIN não podem ser inferiores a 2% em ambientes como salas de aula.

No mês de abril de 2013, as duas salas de aula analisadas apresentaram coeficientes de CIN inferiores a 2% na maior parte dos pontos. Na sala 302, registrou-se, ao longo da semana, 62% dos coeficientes de CIN abaixo do valor recomendado, enquanto a sala 203 apresentou 60% de valores abaixo do recomendado. Em junho de 2013, na sala 302, foram computados 83% de coeficientes de CIN insatisfatórios, na sala 203, 80%. O maior índice de coeficientes de CIN insatisfatórios foi obtido no mês de agosto, quando a sala 302 alcançou 98% e a sala 203, 100% de valores abaixo de 2%. No mês de dezembro de 2013, mesmo quando registrado níveis altos de iluminância mantida, acima de 300 lux, boa parte dos coeficientes de CIN continuaram apresentando resultados insatisfatórios, 91% na sala 302 e 93% na sala 203.

Uma observação relevante é que o CIN tomado como referência (valor mínimo de 2% para salas de aula) refere-se a um céu encoberto, o que pode justificar irregularidade dos resultados, sendo que boa parte das medições foi efetuada com condição de céu claro ou parcialmente nublado.

5.3 Quanto à satisfação dos usuários

A opinião dos usuários, acerca do desempenho da iluminação natural, foi positiva, na maioria dos meses. Houve exceção, apenas nos dados obtidos em agosto de 2013, em ambas as salas. Nesse período, o resultado das medições *in loco* corresponderam aos resultados encontrados na avaliação dos usuários, quando os níveis de iluminância mantida estavam baixos e a maior parte dos ocupantes indicou pouca iluminação na sala de aula, sendo evidente a necessidade do uso da iluminação artificial.

Foi possível concluir que boa parte dos usuários que responderam à pesquisa estava satisfeita com a iluminação natural das salas de aula. Todavia, em alguns casos (principalmente no mês de dezembro) foram relatadas situações de desconforto visual por ofuscamento na superfície das classes e no quadro. Inferiu-se da análise dos questionários que os usuários que alegaram iluminação excessiva, eram os que ficavam próximos às aberturas principais das salas de aula.

5.4 Quanto a adequação ao RTQ-C

Conforme foi concluído nos itens acima, podemos verificar que boa parte dos usuários das salas de aula considerou a iluminação natural suficiente, em muitos momentos esse resultado foi similar aos resultados obtidos nas medições internas, quando estas também apresentaram resultados satisfatórios, ou seja, acima de 300 lux (NBR 8995-1, 2013). Muitas vezes, os resultados demonstram, para as condições de céu e dias avaliados, os níveis de iluminância mantida, bem acima ao nível mantido recomendado pela NBR 8995, em grande parte dos pontos selecionados durante as semanas das medições, o que também confere com a opinião dos usuários, que relataram em vários momentos, problemas com o controle da incidência direta de radiação solar sobre mesas e dificuldade de visualizar o quadro negro. Mesma regularidade dos resultados obtidos foi encontrada com o resultado do RTQ-C, que apontou nível A de eficiência energética para as duas salas de aula analisadas, sendo que o único item faltante dos pré-requisitos foi o desligamento automático do sistema de iluminação artificial. No mês de agosto, é possível concluir, que os resultados obtidos através das medições internas e da opinião dos usuários também são regulares, quando foi registrado índice de reprovação sobre a iluminação natural existente por parte dos usuários, sendo que estes alegaram pouca iluminação natural nas salas, resultado semelhante obtido com as medições internas, que registraram baixos níveis de iluminância ao longo da semana.

5.5 Sugestões para Trabalhos Futuros

A seguir, são indicadas algumas sugestões de continuidade da pesquisa.

- Analisar a disponibilidade de iluminação natural mais artificial para salas de aula.
- Analisar a disponibilidade de iluminação natural e iluminação natural mais artificial para salas de aula em outras latitudes.
- Definir outras referências para CIN compatíveis com condições de céu típicas do Brasil.
- Definir outros procedimentos para medição de iluminâncias externas.
- Analisar a disponibilidade de iluminação natural em salas de aula com diferentes características físicas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) **NBR 15215-1**: Iluminação natural – Parte 1: Conceitos básicos e definições. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15215-2**. Iluminação natural- Parte 2: Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15215-3**. Iluminação natural- Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15215-4**. Iluminação natural- Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações- Método de medição. Rio de Janeiro, 2005 c.

_____. **NBR 5382**. Verificação de Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro, 1985.`

_____. **NBR 5413**. Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 5461**. Iluminação. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR/ISSO CIE 8995-1**. Iluminação de ambientes de trabalho –Parte 1. Rio de Janeiro, 2013.

ALMEIDA, R.J.S. **Influência da iluminação artificial nos ambientes de produção: uma análise econômica**. 2003. 92f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2003.

ALVAREZ, L.M. **Uso racional e eficiente de energia elétrica: metodologia para a determinação dos potenciais de conservação dos Usos Finais em Instalações de Ensino e Similares**. 1998. 159f. Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

BORMANN, O.R. **Iluminação natural em salas de aula e escritórios com o uso de prateleiras de luz.** 2003. 123f. Dissertação (Mestrado em tecnologia)- Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba, 2003.

BRONDANI, S.A. **A percepção da luz artificial no interior de ambientes edificadas.** 2006. 153f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CABÚS, R.C. **Análise do desempenho luminoso de sistemas de iluminação zenital em função da distribuição de iluminâncias.** 1997.156p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

CORREIA, A.G.U. **Avaliação pós-ocupacional da iluminação natural das salas dos setores de aulas teóricas da universidade federal do Rio Grande do Norte.** 2008. 173f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

DIAS, A.F.A. **Análise do uso da Luz natural em salas de aula: Estudo de caso em Aracaju- SE.** 2011. 142f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Alagoas, Macéio, 2011.

ELETROBRÁS/PROCEL. **Manual de Iluminação Eficiente.** 2002

GALAFASSI, M. **Impacto do método prescritivo do RTQ-C no processo de projeto arquitetônico de edificações:** a visão de arquitetos em Florianópolis- SC. 2012. 102f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

GARROCHO, J.S. **Luz natural e o projeto de arquitetura:** Estratégias para iluminação zenital em Centros de Compras. 2005. 117f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

GHISI, E.; LAMBERTS, R. Avaliação das condições de iluminação natural nas salas de aula da Universidade Federal de Santa Catarina. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 1., 1997, Canela. **Anais...** Canela: ANTAC, 1997. (artigo técnico). Disponível em <http://www.infohab.org.br>. Acesso em: 19 dez.2012.

HOPKINSON, R.G., PETHERBRIDGE, P. e LONGMORE, J. **Iluminação natural**. Lisboa: Fundação de CalousteGulbenkian, 1975

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) **Portaria 372, de 17 de setembro de 2010**. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Rio de Janeiro, 2010.

IESNA- Illuminating Engineering Society of North America. IESNA Lighting Design Software Survey. **Lighting Design + Application**, v 32, n7, p.43, 2000

LAMBERTS, R., DUTRA, L., PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura** 3 ed. Florianópolis. ELETROBRÁS/PROCEL/UFSC/LABEEE, 2013 Disponível em: 25/05/2014 http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf.

MASCARÓ, L. E. R. Iluminação natural nos edifícios. Porto Alegre. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Apostila** da Disciplina de Habitabilidade nas Edificações. 1980.

MASCARÓ, L. E. R. **Energia na edificação**: estratégia para minimizar seu consumo. São Paulo: Projeto, 1991.

MANSILHA, R.B. **Análise da disponibilidade de iluminação natural e artificial em salas de aula de instituição de ensino superior**. 2013 200f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental)- Universidade Federal de Santa Maria.

ORNSTEIN, S. W. **Avaliação pós-ocupação aplicada em edifícios de escritórios em São Paulo:** a satisfação dos usuários quanto ao conforto ambiental como critério de desempenho.

PAIS et al. **Condições de iluminação em ambiente de escritório: influência no conforto visual.**[199-?]. 5f. Texto técnico, Portugal.

PEREIRA, F .O .R.; SOUZA,M. B. de. **Iluminação.** Florianópolis. Curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e em Construção Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Apostila de Conforto Ambiental. 2005

POGERE, A. **Estudo de átrios como elementos condutores de iluminação natural.** 2001. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

PORTO, M. M., SILVÉRIO, C .S., SILVA, A. P. F. **O projeto de iluminação na análise ergonômica do trabalho.** [199-?] 7f. Texto Técnico- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, [199-?].

RHEINGANTZ, P. A. et al. **Avaliação Pós Ocupação.** Artigo publicado na revista Arquitetura n^o 80. Rio de Janeiro: IAB/RJ, jul/set 1997, p.22-23.

SOUZA, M. B. de. **Potencialidade de aproveitamento da luz natural através da utilização de sistemas automáticos de controle para economia de energia elétrica.** 2003. 208f. (Doutorado em Engenharia de Produção) Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção- Universidade Federal de Santa Catarina- Florianópolis, 2003.

SOUZA, A. P. A de. **Uso de energia em Edifícios:** estudo de caso de escolas municipais e estaduais de Itabira, Minas Gerais. 2005. 191f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia_ - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

TOLEDO, B.G. **Integração de iluminação natural e artificial: Métodos e guia prático para projeto luminotécnico.** 2008. 171f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)-Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

VIANNA, Nelson Solano; GONÇALVEZ, Joana Carla Soares. **Iluminação e Arquitetura.** São Paulo: Virtus, 2001.

VIANNA, N. S.; GONÇALVES, J. C. S. **Iluminação e arquitetura.** 3. ed. São Paulo: Geros, 2007. 400 p.