



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE**

ÁLYKA KALINNY COSTA DE ANDRADE

IVEN ULISSES SOARES MANGABEIRA

**COMPARAÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA NO LABORATÓRIO DE
INFORMÁTICA I DO IFRN - *Campus* CANGUARETAMA**

Canguaretama - RN

2017

ÁLYKA KALINNY COSTA DE ANDRADE

IVEN ULISSES SOARES MANGABEIRA

**COMPARAÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA NO LABORATÓRIO DE
INFORMÁTICA I DO IFRN - *Campus* CANGUARETAMA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Informática.

Orientador: MARCUS BRANDÃO DE MOURA

CANGUARETAMA - RN

2017

ÁLYKA KALINNY COSTA DE ANDRADE

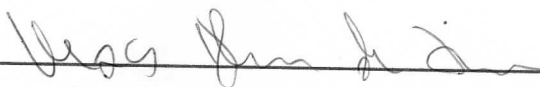
IVEN ULISSES SOARES MANGABEIRA

COMPARAÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA NO LABORATÓRIO DE
INFORMÁTICA I DO IFRN - *Campus* CANGUARETAMA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Informática.

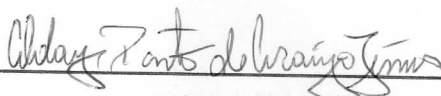
Aprovado em: 28/12/2017

Banca Examinadora



Esp. Marcus Brandão de Moura - Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Dr. Me. Aldayr Dantas de Araujo Junior - Examinador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Esp. Wesley Gomes da Silva - Examinador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

RESUMO

Atualmente em instituições educacionais, a iluminação possui um papel fundamental para a aprendizagem dos discentes e até mesmos dos afazeres docentes. Para chegar nessa afirmação anterior, foram estudados em setembro deste ano os dados de pesquisas nas quais é abordado o tema da importância da iluminação no ambiente escolar. Levando em consideração as afirmações feitas anteriormente, os constituintes do projeto de pesquisa “Aferição da Intensidade Luminosa...” do Curso Integrado em Informática do IFRN (Instituto Federal do Rio Grande do Norte) - *Campus* Canguaretama, construíram um estudo analítico de requisitos de iluminação no laboratório de informática I, sala 73, localizado no prédio principal desse mesmo *Campus*. Com tal estudo, foram realizados testes, internos, por todo o laboratório. Utilizando 4 (quatro) padrões de testes distribuídos por 7 (sete) pontos diferentes do laboratório. Todos os padrões foram aprovados, exceto um, o padrão de iluminação ambiente natural.

Palavras-chaves: Luminosidade; Adaptabilidade escolar; ambientes educacionais.

ABSTRACT

Currently in educational institutions, lighting plays a fundamental role for the learning of students and even of the teachers. In order to arrive at this previous statement, research data was studied in September this year in which the theme of the importance of lighting in the school environment is addressed. Taking into account the statements made previously, the constituents of the research project "Luminous Intensity Assessment ..." of the Integrated Course in Informatics of the IFRN (Federal Institute of Rio Grande do Norte) - Canguaretama Campus, constructed an analytical study of lighting requirements in the computer lab I, room 73, located in the main building of this same Campus. With such a study, internal tests were carried out throughout the laboratory. Using 4 (four) test patterns distributed by 7 (seven) different points in the laboratory. All standards have been approved, except one, the standard ambient lighting environment.

Keywords: Brightness; school adaptability; educational environments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Imagem representativa do laboratório de informática I.	16
Figura 2. Figura do laboratório de informática I representando o perfil “A”.	17
Figura 3. Figura do laboratório de informática I representando o perfil “B”.	18
Figura 4. Figura do laboratório de informática I representando o perfil “C”.	18
Figura 5. Figura do laboratório de informática I Perfil “D”.	19
Figura 6: Medição utilizando um Luxímetro (COMO, 2006).	21
Figura 7. Luxímetro Digital MINIPA modelo MLM-1011.	28
Figura 8. Lâmpada da marca Blumenau iluminação, 36w-T8	29

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. CARACTERÍSTICAS E CONDIÇÕES DOS EXPERIMENTOS	21
TABELA 2. RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS	23

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. GRÁFICO REPRESENTATIVO DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES. 23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
4. METODOLOGIA.....	15
4.1 Critérios para as medições.....	19
4.2 Padrões de Medição.....	20
4.3 Medição com o Luxímetro.....	21
5. Resultados e discussões.....	23
5.1 Resultados.....	23
5.2 Discussões.....	24
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
8. ANEXO.....	28

1. INTRODUÇÃO

A luz é um relevante instrumento para o bom desempenho de atividades cotidianas em geral. Dentro de um ambiente de estudo, a luminosidade é parte complementar no método de ensino e aprendizagem de um instituto educacional. Professores e alunos precisam de boas condições de iluminação para desempenharem suas tarefas com maior competência, afirmando assim com base no artigo de Renato Lima (2017), em seu site *BOREAL LED*, que de início afirma “a iluminação está diretamente relacionada ao rendimento e desempenho dos alunos”.

Segundo o autor Kowaltowski (2011), o desenvolvimento dos discentes não leva em consideração apenas a qualificação do docente, mas também, o ambiente de ensino que é significativamente tão importante quanto. Pesquisas realizadas e mostradas pelo autor em seu livro, concluem que, alunos e professores mostraram maior rendimento em espaços de ensino com uma boa iluminação natural.

A iluminação ideal em ambientes de estudo, é estabelecida a partir de normas técnicas, normas essas que utilizamos para trabalhar em nosso projeto, que foram as NBR-5413/92, NBR ISO/CIE 8995-1 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e a do MANUAL DE ILUMINAÇÃO do PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), que define quais devem ser os valores de iluminância no interior de salas, de acordo com essas normas técnicas, o nível de iluminância para salas de aula devem estar compreendidos entre 300 e 500 lx (lux - unidade de intensidade luminosa. Corresponde à incidência perpendicular de 1 lúmen em uma superfície de 1 metro quadrado).

Em locais de aprendizado, cada tarefa pode demandar uma característica mais específica de luminosidade, se a qualidade da iluminação estiver de acordo com a norma da ABNT, e também, complementarmente, como sugere o PROCEL. É possível notar através da análise, diferenças positivas no bem-estar e na saúde visual.

Este estudo luminotécnico (estudo da aplicação da iluminação artificial em ambientes internos e externos) da intensidade luminosa foi realizado no laboratório I do IFRN (Instituto Federal do Rio Grande do Norte) - *campus* Canguaretama, que

está localizado na sala 73, no segundo piso do prédio principal, com a perspectiva de analisar as condições do laboratório tendo como parâmetro a norma citadas anteriormente e aferir se existem situações negativas da iluminação dentro do ambiente educacional dos estudantes e professores.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho toma como parâmetro a avaliação a partir do método de medições que foram realizadas utilizando um Luxímetro digital (um aparelho que absorve e exibe o valor da iluminância de um local, em lux), os valores para a investigação da qualidade da iluminação no laboratório I (sala 73) do IFRN (Instituto Federal do Rio Grande do Norte) - *Campus* Canguaretama. Tendo em vista a grande importância que a sala apresenta para o desenvolvimento das atividades acadêmicas e de estudo no laboratório do *Campus*, dando destaque aos alunos do curso de informática, que demandam a realização da maior parte de suas tarefas no espaço em questão, o intuito deste projeto é uma melhor compreensão do modelo de um perfil para luminosidade do ambiente que melhor se adequa e que seja bem proveitoso, considerando a influência da iluminação no processo ensino aprendizagem.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, está descrito as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), utilizadas como referência nas medições, complementadas pela norma do PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), para a realização do trabalho técnico de medição da iluminação feita no laboratório de informática I do IFRN - *Campus Canguaretama*, que serviram como arcabouço teórico para as medições.

3.1. NBR 5413

Esta norma estabelece os valores de iluminâncias médias e mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizem atividades de comércio, indústria, ensino, esporte e outras (ABNT, 1992).

3.2. Manual de Iluminação

É muito importante assegurar a melhor e mais adequada iluminação possível em ambientes internos, mais especificamente de prédios públicos, nos quais deve-se atentar para a eficiência luminosa geral e também para a manutenção de custos acessíveis, sem prejuízo do desenvolvimento de suas respectivas atividades nesses ambientes internos (PROCEL, 2011).

3.3. NBR ISO/CIE 8995-1

Esta norma foi elaborada em parceria entre a ABNT e órgãos internacionais de normatização ISO/CIE (*International Organization for Standardization/International Commission on Illumination* - Organização Internacional para Normatização/Comissão Internacional em Iluminação) 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.

Tal norma não especifica como os sistemas ou técnicas de iluminação devem ser projetados a fim de aperfeiçoar as soluções para locais específicos de trabalho. Estas podem ser encontradas nos guias pertinentes e relatórios da CIE (ABNT, 2013).

3.4. NBR 15215

Esta norma estabelece etapas de cálculos da intensidade da luz ambiente/natural em planos horizontais, feitos externamente para ocasiões de “céu claro” e “céu nublado”, como também estabelece etapas de cálculos para a intensidade luminosa de ambientes internos, através das aberturas que o prédio possui que possa entrar iluminação, tais como janelas, assim obtendo os resultados da iluminação ambiente/natural. Tal norma prescreve métodos para a verificação dos resultados das medições feitas das condições de iluminação de ambientes internos (ABNT, 2004).

4. METODOLOGIA

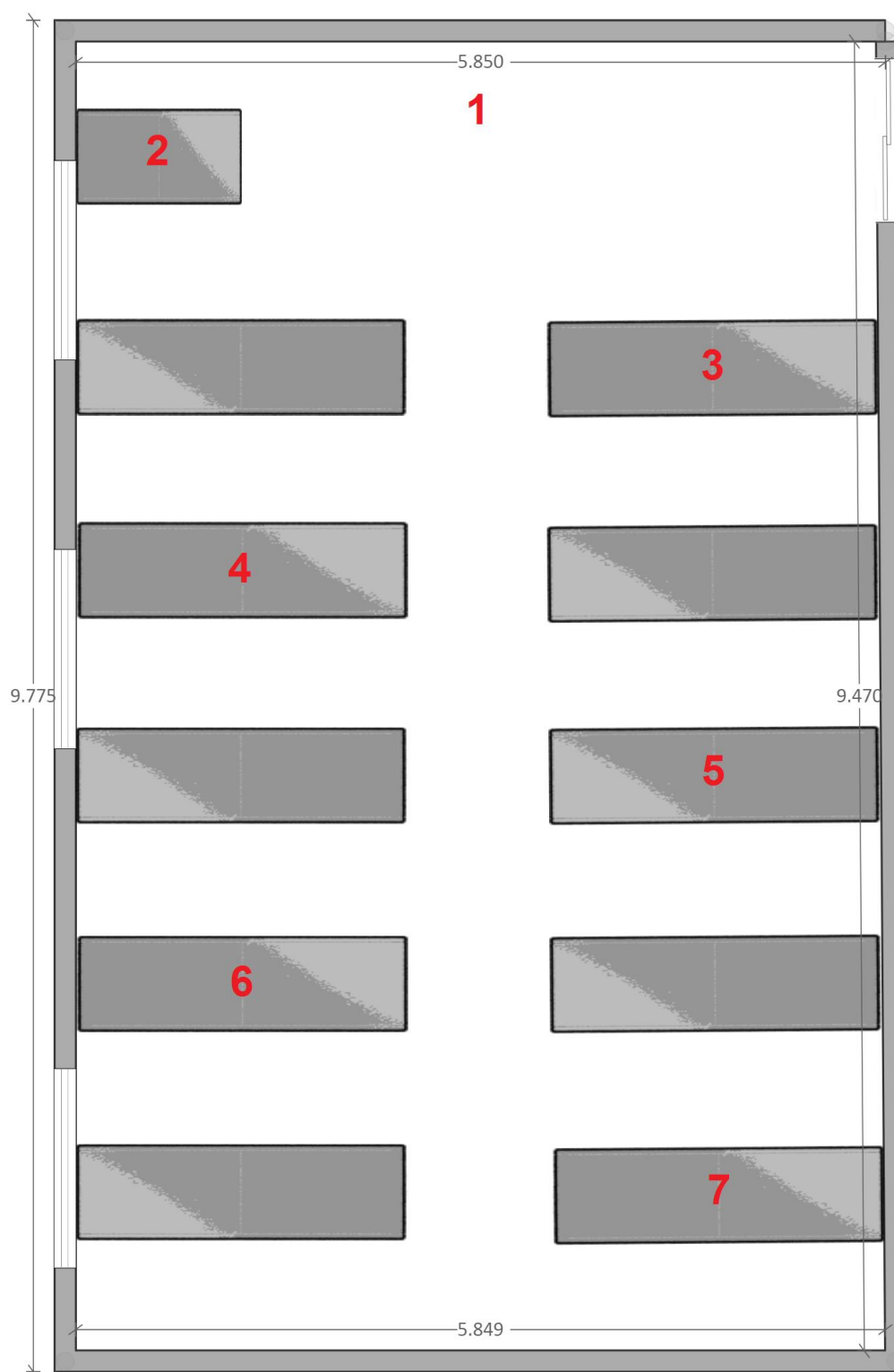
As medições de luminosidade do ambiente de estudo do laboratório de informática I do IFRN - *Campus Canguaretama*, feitas com um Luxímetro Digital **Minipa** MLM-1011, foram realizadas em um único dia, 27 de setembro de 2017, pelo fato de ser um dia ensolarado, o que era necessário para as medições, sem previsões de chuvas e também pela oportunidade, questão do tempo disponível, de fazer todas elas. Foram feitas verificação da luminosidade no interior do laboratório. As coletas foram divididas em 7 pontos diferentes da sala e foram considerados quatro perfis:

- A** - Luz ambiente coberta + Luz artificial;
- B** - Luz ambiente + Luz artificial;
- C** - Luz ambiente;
- D** - Luz artificial.

As aferições foram realizadas sob condições artificialmente controladas de temperatura de 25° Celsius, ao longo do dia em três horários diferentes por turno, matutino, vespertino e noturno. Após a coleta de dados, os valores foram tabulados, e interpretados até haver a conclusão das informações. Os resultados foram comparados com os valores constantes na norma NBR 5413/92 e a partir desta foi possível estabelecer comparações que nortearam o embasamento dos resultados, bem como serviram de referencial para as discussões e posteriormente, as pertinentes conclusões.

A figura 1 representa o espaço físico do laboratório em análise e os diferentes locais onde foi posto o aparelho utilizado para as medições:

Figura 1. Imagem representativa do Layout do laboratório de informática I.



Os critérios utilizados para a escolha dos pontos de medição foram determinados por diferentes fatores:

- O local 1 foi escolhido por duas razões: ser uma parte central do ambiente, onde se localiza o quadro do laboratório, contra o qual são feitas as projeções, e principalmente por tratar-se do local da sala onde o professor permanece por mais tempo durante os períodos de aula expositiva;

- O local 2 foi escolhido não somente por ser próximo à janela, mas também por ser possivelmente um lugar bastante iluminado em decorrência da elevada incidência de luz natural, mas também onde se localiza a mesa do professor;

- Os locais 4 e 6 foram escolhidos por estarem mais próximos às janelas, assim como o local 2, e possivelmente receberem mais luz ambiente;

- Já os locais 3, 5 e 7 foram escolhidos por estarem mais distantes das janelas e serem, possivelmente, aqueles mais prejudicados em relação à incidência de luz natural.

Na Figuras 2, 3, 4 e 5, estará representado em sequência, figuras correspondentes aos perfis de medições “A”, “B”, “C”, “D” no laboratório de Informática I.

Figura 2. Figura do laboratório de informática I representando o perfil “A”.



Figura 3. Figura do laboratório de informática I representando o perfil “B”.



Figura 4. Figura do laboratório de informática I representando o perfil “C”.

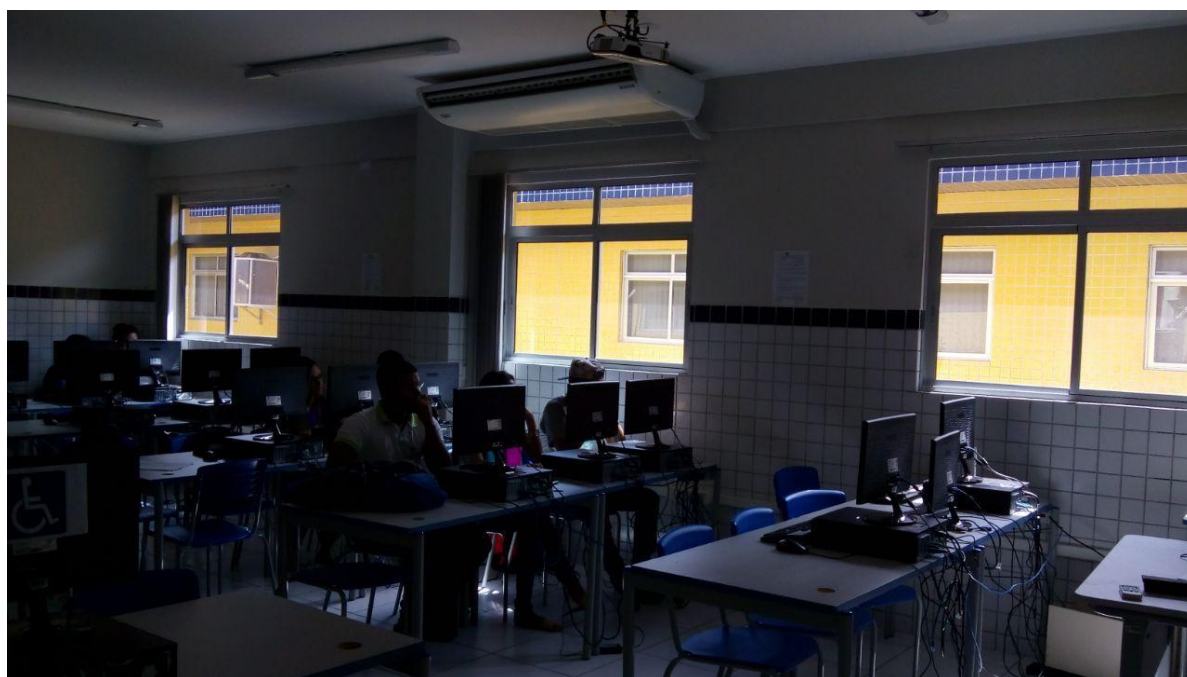
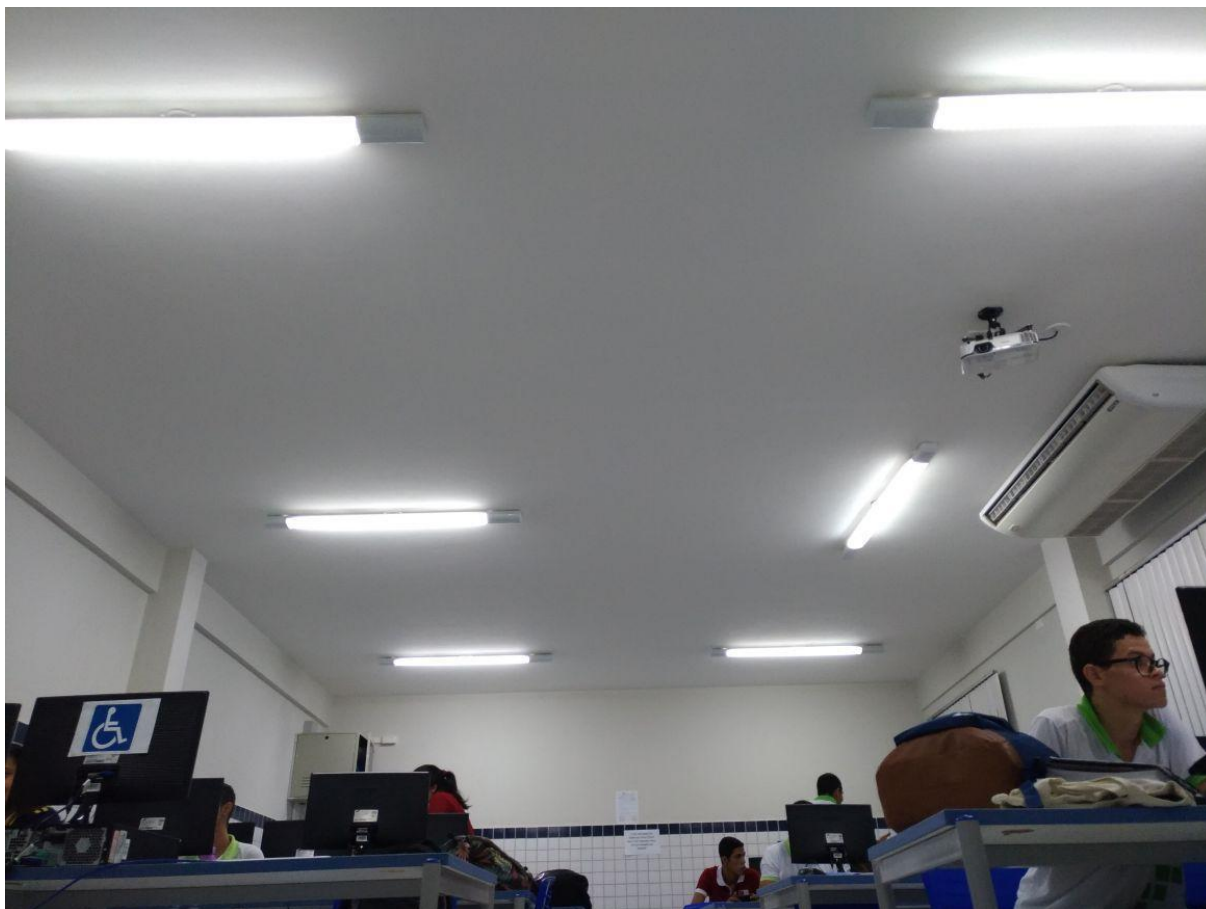


Figura 5. Figura do laboratório de informática I Perfil “D”.



A seguir, especificamos os critérios e materiais utilizados para as aferições.

4.1. Critérios para as medições

O referido laboratório é iluminado artificialmente por 12 lâmpadas fluorescentes de 36 Watts cada, em posição zenital. As medições foram realizadas em duas condições distintas: com todas as luzes artificiais acesas e, posteriormente, com todas as luzes apagadas. Considerando que os fatores climáticos também influenciam na luminosidade salientamos que a temperatura estava estabilizada em 25°C (controlada por ar condicionado), único parâmetro ambiental que foi possível de ser controlado.

O aparelho utilizado foi o Luxímetro Digital Minipa modelo MLM-1011 e foi utilizado como critério de medição as bancadas do laboratório e um suporte físico como anteparo disposto a 75 centímetros do piso.

Cabe ressaltar que o referido Luxímetro não realiza a correção do cosseno do ângulo da luz incidente, ele é utilizado como um instrumento de medição para futuras avaliações sobre os resultados obtidos.

No tópico seguinte, especificamos os perfis de medição utilizados:

4.2. Padrões de Medição

A tabela 1 a seguir, apresenta os padrões de medição considerados durante a realização das medições no laboratório I. Esses horários foram escolhidos, no caso dos perfis “A” a “C”, obedecendo às faixas diárias de grande intensidade de luz diurna natural. Cada atividade de medição durou entre 30 e 50 minutos, considerando as duas repetições de medições e os 7 (sete) diferentes pontos de medição.

O padrão de medição “D” foi feito às 19 horas, primeiro horário de aula do turno noturno. Outros horários no turno noturno não foram escolhidos porque não haveria modificação nos valores medidos, considerando que esse padrão de medição utiliza exclusivamente a iluminação artificial da sala.

Data de medição: 27/09/2017

Temperatura ambiente: 25°C (controlada por ar condicionado)

Quantidade de medidas por ponto: 2 (duas)

Unidade das leituras em Lux (lx)

Tabela 1. Características e condições dos experimentos.

PADRÕES DE MEDIÇÃO	
EXPERIMENTO	HORÁRIO
A - Luz ambiente coberta + Luz artificial	11-11:30

B - Luz ambiente + Luz artificial	11-11:30
C - Luz ambiente	12:00
D - Luz artificial	19:00
* Luz externa ¹	12:00

4.3. Medição com o Luxímetro

Na figura 6, temos a representação de forma exemplificada de como são feitas as medições da intensidade luminosa com a utilização do Luxímetro.

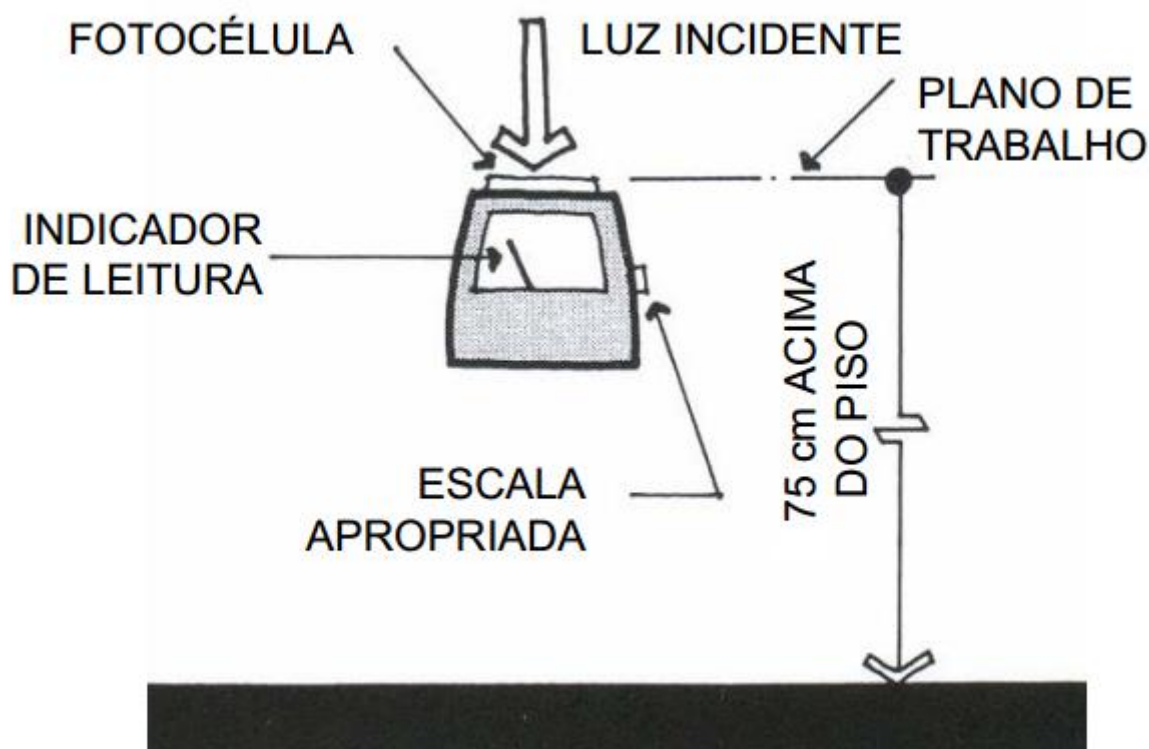


Figura 6: Medição utilizando um Luxímetro (COMO, 2006).

Para realização apropriada das medições utilizando o Luxímetro, deve-se seguir a norma NBR 15215, que estabelece cálculos de intensidade luminosa tanto em ambientes internos quanto externos, sendo colocado em posição horizontal e levando em consideração a luz natural.

O primeiro passo é ajustar a ferramenta de medição para a escala adequada, assim como é feito em multímetros, por exemplo. Outro ponto importante para a

¹ Vale salientar que essa medição foi feita do lado externo do laboratório 73. Portanto, não constitui um perfil de medição, só um valor de referência.

obtenção precisa dos valores é evitar sombras próximas ao sensor do Luxímetro, ele deve ser colocado a 75 cm do chão e em plano horizontal.

É necessário que as medições sejam aplicadas em diferentes pontos do ambiente (os pontos são estipulados a partir do tamanho da sala) com propósito de alcançar valores precisos no ambiente como um todo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Resultados

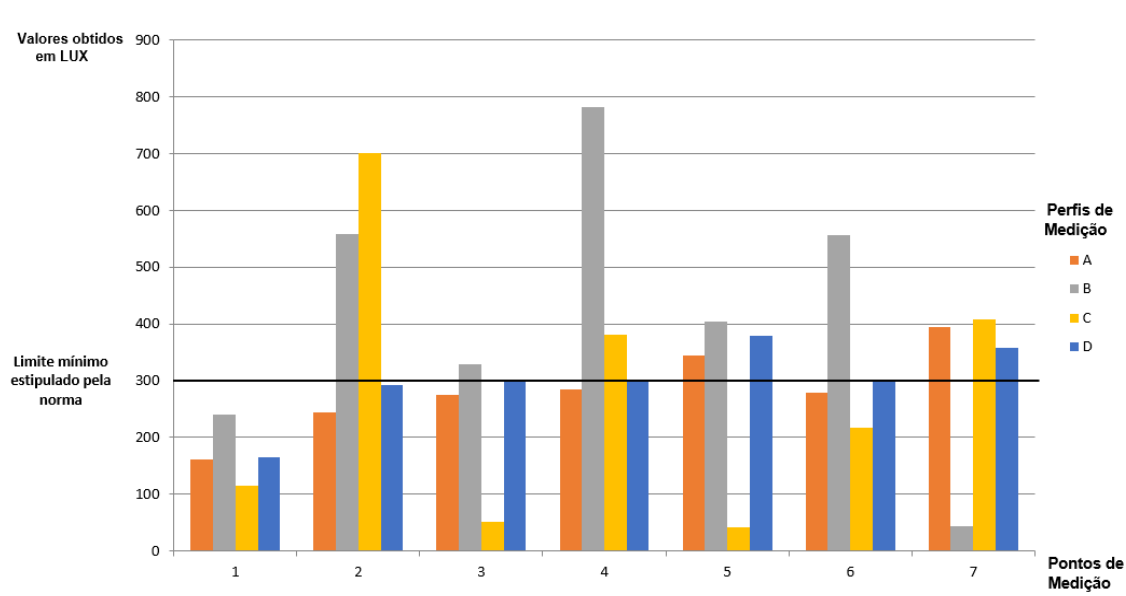
A tabela 2 apresenta os resultados obtidos a partir das medições realizadas no laboratório I.

Tabela 2. Resultados dos experimentos

PONTO DE MEDIÇÃO	A	B	C	D
1	161,0 lx	241,0 lx	115,0 lx	164,0 lx
2	244,0 lx	559,0 lx	700,0 lx	292,0 lx
3	274,0 lx	328,0 lx	52,0 lx	298,0 lx
4	284,0 lx	781,0 lx	380,0 lx	297,0 lx
5	344,0 lx	403,0 lx	41,0 lx	378,0 lx
6	278,0 lx	556,0 lx	217,0 lx	299,0 lx
7	358,0 lx	408,0 lx	43,0 lx	394 lx
MÉDIA DA SALA:	277,6 lx	468,0 lx	221,1 lx	303,1 lx

No Gráfico 1, estão representados os valores e resultados obtidos:

Gráfico 1. Gráfico representativo dos resultados das medições.



Os pontos de medições foram definidos de forma estratégica estabelecida dentro da norma NBR 15215 e os valores mínimos da intensidade luminosa dos interiores de ambientes fechados estabelecida pela norma NBR 5413. Sequencialmente denominamos os perfis, utilizados para a medição, dos pontos, da intensidade luminosa do laboratório I, como: “A”, “B”, “C” e “D”.

No perfil “A”, estão representados os valores obtidos pelo Luxímetro digital com a iluminação ambiente coberta, ou seja, com as persianas fechadas e acréscimo da iluminação artificial das lâmpadas.

Em seguida temos o perfil “B”, que está representando os valores obtidos pelo Luxímetro digital da iluminação ambiente, ou seja, com as persianas abertas, e janelas igualmente abertas, diferentemente do perfil “A”, mais a iluminação artificial das lâmpadas.

O terceiro perfil é o “C”, que está representando os valores obtidos pelo Luxímetro digital apenas com a iluminação ambiente, ou seja, com as persianas e janelas fechadas e sem a presença das luzes das lâmpadas (apagadas).

O quarto e último perfil, de medição, é o “D”, que está representando os valores obtidos pelo Luxímetro digital somente com a iluminação artificial, ou seja, apenas com as luzes das lâmpadas sem a presença da iluminação ambiente.

5.2. Discussões

A tabela 2, referente aos resultados de variações, mostra de forma quantitativa, os valores de iluminância de cada ponto estratégico de medição. Suas escolhas foram de acordo com a norma NBR 15215, a análise dos valores mínimos obtidos levou em consideração a norma NBR 5413, a qual expõe a luminosidade de locais internos e que foi detalhada através da pesquisa e estudo pelos alunos participantes do projeto com o auxílio do professor orientador, a fim de tornar a análise do nosso objetivo com resultados concretos.

Verificando os valores detalhados na tabela, notamos uma alternância significativa entre eles. As medições aprovadas foram: “Luz artificial”, demonstrada no perfil “D”, “Luz ambiente natural coberta mais luz artificial”, demonstrada no perfil “A”, mesmo obtendo um valor abaixo do solicitado, ela foi considerada apta pelo fato de ser um valor aproximado, além do que, durante a sua medição, houve uma oscilação de valores entre 305 e 270 lux. O último foi a “Luz ambiente natural mais

luz artificial”, demonstrada no perfil “B”. A única medição não aprovada foi a “Luz ambiente natural”, demonstrada no perfil “C”, pelo fato dela possuir uma medição muito abaixo de 300 lux.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depois das análises dos dados, medições e discussões dos resultados, com base nas normas de medições citadas no referencial teórico, concluímos que dos quatro perfis, incluindo seus 7 (sete) pontos de medição utilizados para as medições da intensidade luminosa do laboratório de informática I (sala 73) do IFRN - *Campus* Canguaretama, três foram aprovados de acordo com os valores estipulados pelas normas apresentadas neste trabalho. Somente um ponto de medição foi reprovado.

Com isso pode ser concluído que para fins acadêmicos dentro do laboratório de informática I (sala 73) do IFRN - *Campus* Canguaretama, existem três modos adequados para uma boa utilização deste: deixar todo o ambiente fechado com apenas as lâmpadas acesas (apenas a luz artificial), outro modo é deixar as persianas abertas, porém com as luzes acesas e o último modo é deixar as persianas abertas com as janelas abertas mais as lâmpadas acesas.

O perfil reprovado, que compreende a intensidade da luz ambiente natural - mostrada na coluna "C" da tabela 2 contida na análise de dados possui uma medição abaixo de 300 lux. Em uma análise geral, percebe-se que a aplicação da luz ambiente natural está abaixo dos níveis necessários, o que é uma pena pois o projeto arquitetônico poderia ter contemplado uma melhor iluminação ambiente natural de forma a economizar energia elétrica, contribuindo para a preservação ambiental e reduzindo os gastos com o dinheiro público.

Uma conclusão objetiva comprova a eficiência da iluminação artificial zenital do laboratório de informática I.

Vale ressaltar que este trabalho não se propôs a certificar ou homologar o projeto de iluminação do laboratório de informática I, principalmente considerando que o luxímetro digital utilizado não realiza a correção do cosseno do ângulo de incidência de luz.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição. **NBR 15215:** Rio de Janeiro, ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Iluminância de Interiores. Especificação. **NBR 5413.** Rio de Janeiro, ABNT. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Iluminação de Ambientes de Trabalho. Especificação. **NBR ISO/CIE 8995 -1:2013.**

BRANDSTON, Howard M. **APRENDER A VER: a Essência do Design da Iluminação.** São Paulo: De Maio Comunicação e Editora, 2010.

KOWALTOWSKI, Doris. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LIMA, Renato. **A IMPORTÂNCIA DA ILUMINAÇÃO NO AMBIENTE ESCOLAR.** Boreal LED. 27 de janeiro de 2017. Disponível em <<https://www.borealled.com.br/iluminacao-escolar>> Acessado em <16/11/2017>.

MANUAL DE ILUMINAÇÃO. Procel. Eficiência Energética nos Prédios Públicos (EPP). Agosto de 2011.

PINTO, Rinaldo Caldeira. **CURSO DE FOTOMETRIA ON-LINE:** Aula 4 Equipamentos de Medição. Revista Lumière, v. 75, p. 1, 2004.

8. ANEXOS

Luxímetro Digital MINIPA modelo MLM-1011 ao qual foi utilizado para medir a intensidade luminosa do laboratório I do IFRN campus Canguaretama.

Figura 7. Luxímetro Digital MINIPA modelo MLM-1011.



Figura 8. Lâmpada da marca Blumenau Iluminação, 36W-T8

