



ESTUDOS E PROPOSTAS PARA EFICIENCIA ENERGETICA EM UMA SALA DE AULA DO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI UTILIZANDO SOFTWARE COMPUTACIONAL.

Primeiro Autor – e-mail*

Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento*

Endereço *

CEP – Cidade – Estado*

Segundo Autor – e-mail*

Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento*

Endereço*

CEP – Cidade – Estado*

Terceiro Autor – e-mail*

Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento*

Endereço*

CEP – Cidade – Estado*

* Omitir os nomes/dados dos autores na versão de revisão. Apenas na versão final aceita tais informações serão inseridas.

Resumo: *Esse documento apresenta um estudo e propostas para uma sala de aula do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Piauí, quanto a sua adequação à norma ISO de iluminação de interiores (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1) e visando a sua eficiência energética. O estudo em questão é composto por uma série de etapas que permite a aplicação dos diversos conceitos e técnicas aprendidos ao longo da disciplina de Instalações Elétricas e seu respectivo laboratório. O projeto inicia-se com a avaliação da qualidade de iluminação de um ambiente da universidade. Em seguida, para a comparação de resultados, uma simulação utilizando um software computacional o DIALux. O projeto é finalizado com a sugestão de propostas para o melhoramento da eficiência e da qualidade de iluminação do ambiente.*

Palavras-chave: *eficiência energética, proposta de retrofit, Simulação Dialux .*

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção





1. INTRODUÇÃO

Um projeto de luminotécnica visa adequar a iluminação artificial e/ou natural de um ambiente para que as pessoas realizem algum tipo de atividade de forma eficiente, precisa e segura. A iluminação de determinado ambiente deve propiciar uma sensação de conforto visual ao indivíduo. Em outras palavras, significa que o indivíduo deve fazer o menor esforço possível para se adaptar à iluminação. Além do conforto visual, uma boa iluminação contribui para um baixo consumo de energia.

Este trabalho tem como objeto de estudo a iluminação o ambiente mais utilizado na universidade: a sala de aula. Com a aplicação de técnicas e conceitos vistos na disciplina de Instalações Elétricas, será possível determinar se a iluminação de uma sala de aula escolhida é adequada aos seus usuários (alunos e professores) e se a mesma necessita de melhorias.

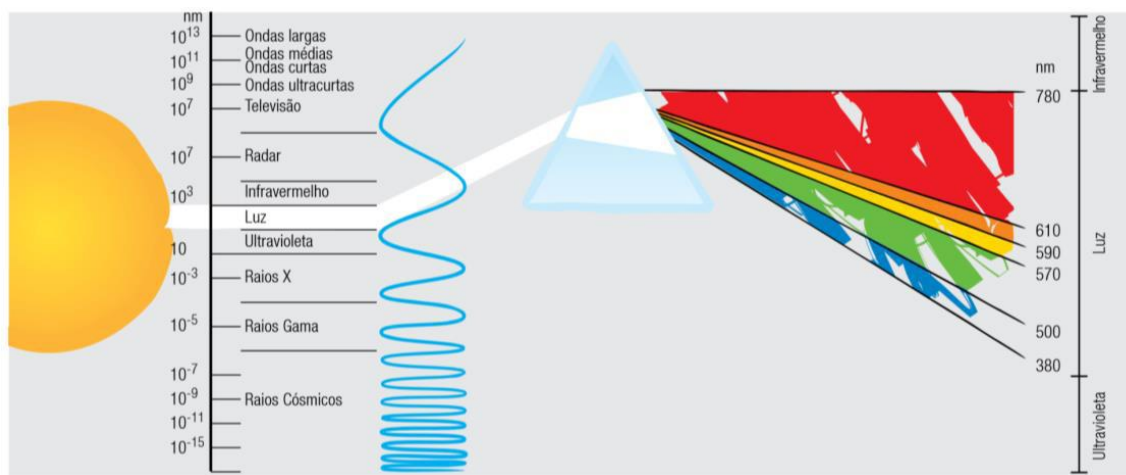
2. CONCEITOS DE LUMINOTÉCNICA

Algumas das principais grandezas utilizadas no estudo luminotécnico serão definidas nesta seção.

Inicialmente, é necessário compreender o que é a luz. A luz é a radiação eletromagnética capaz de produzir uma sensação visual e que possui um comprimento de onda compreendido entre 380 e 780nm (Figura 1).

Figura 1 – Espectro eletromagnético

Fonte: Manual de Iluminação da OSRAM



A curva de sensibilidade do olho humano demonstra que radiações de menor comprimento de onda (violeta e azul) geram maior intensidade de sensação luminosa quando há pouca luz (noite), enquanto as radiações de maior comprimento de onda (laranja e vermelho) se comportam ao contrário (Figura 2).

Organização



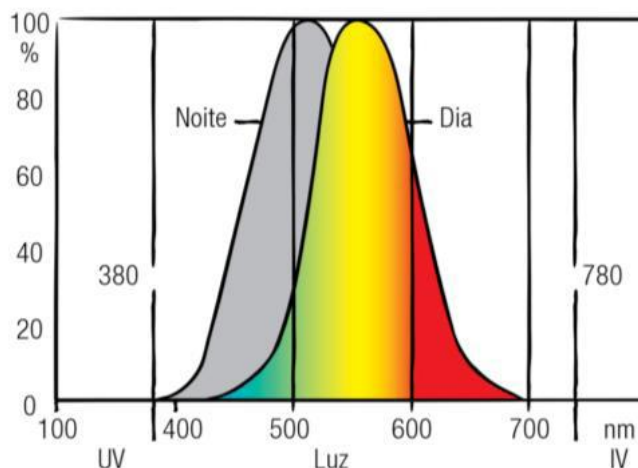
Promoção





Figura 2 – Curva de sensibilidade do olho humano à radiação visível

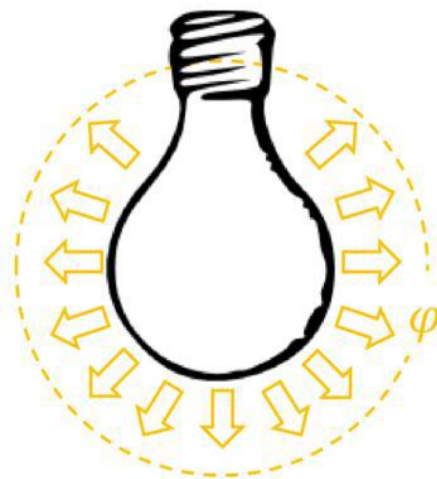
Fonte: Manual de Iluminação da OSRAM



O **Fluxo Luminoso** (ϕ) é a quantidade de luz emitida por uma fonte, medida em lúmens (lm), na tensão nominal de funcionamento. Corresponde a uma potência luminosa ou energia emitida como luz, em todas as direções, por segundo (Figura 3).

Figura 3 – Fluxo luminoso em todas as direções

Fonte: RAMOS, 2016



A **Intensidade Luminosa** (I) é o fluxo luminoso irradiado na direção de um determinado ponto, dada em candela (cd). A medida da intensidade luminosa deve ser realizada a uma distância pelo menos 5 vezes maior que a dimensão da fonte.

A **Iluminância** (E) é a grandeza luminotécnica que define a relação existente entre a luz que uma lâmpada irradia e a superfície à qual incide (Equação 1). A iluminância é dada em lux (lm/m^2).

$$E = \frac{\phi}{A} \quad [1]$$

A Iluminância é também a relação entre intensidade luminosa e o quadrado da distância

Organização



Promoção

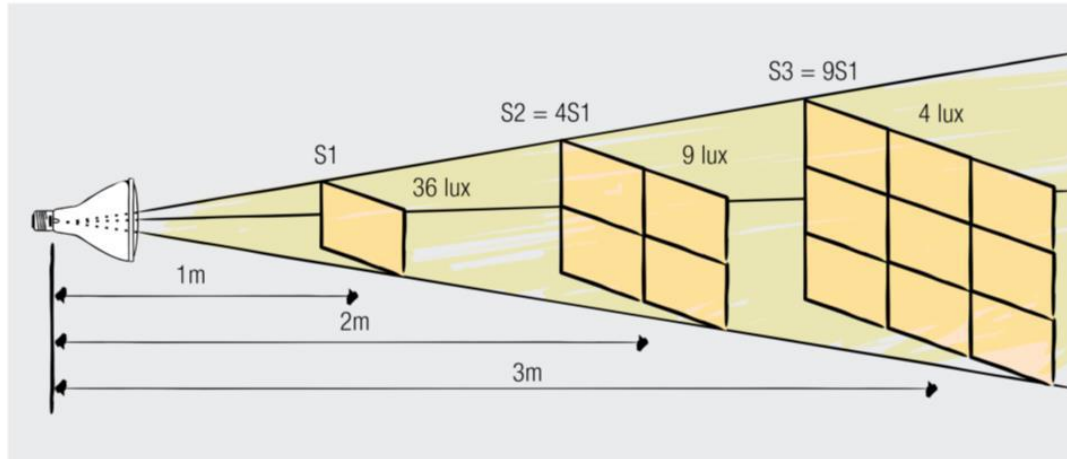




(I/h^2) (Figura 4).

Figura 4 – lei do inverso do quadrado da distância

Fonte: Manual de Iluminação da OSRAM



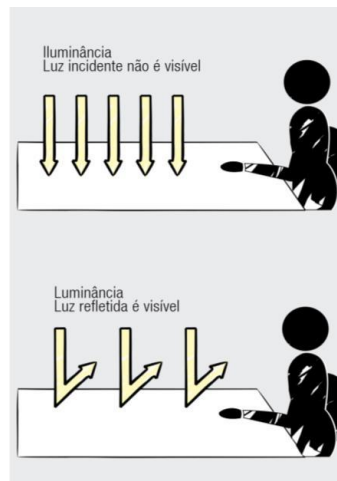
Na prática, é a quantidade de luz dentro de um ambiente, e pode ser medida com o auxílio de um luxímetro. Como o fluxo luminoso não é distribuído uniformemente, a iluminância não será a mesma em todos os pontos da área em questão. Considera-se, por isso, a iluminância média (E_m).

Outra grandeza importante é a Luminância. Esta, ao contrário das demais, é a única grandeza visível responsável pela sensação de claridade que sentimos (Figura 5 e 6). A luminância é definida como a Intensidade Luminosa que emana de uma superfície, pela sua superfície aparente e é dada em cd/m^2 (Equação 2).

$$L = \frac{I}{A \cdot \cos \alpha} \quad [2]$$

Figura 5 –Luminância x Iluminância

Fonte: Manual de Iluminação da OSRAM



Organização



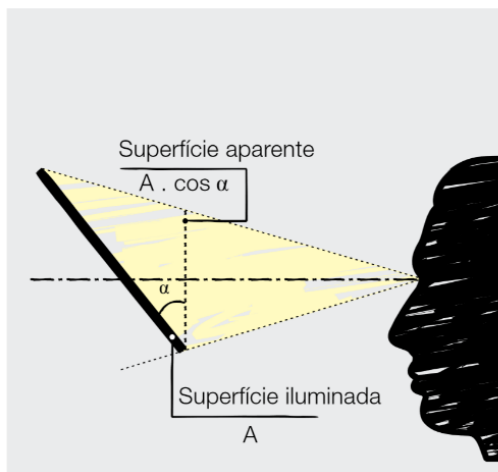
Promoção





Figura 6 – Luminância (percepção do brilho)

Fonte: Manual de Iluminação da OSRAM



2.1 ABNT NBR ISO/CIE 8995-1

A norma ISO de iluminação de interiores – ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 – será utilizada para fundamentar a avaliação da iluminação do ambiente escolhido. Esta norma foi elaborada pelo Comitê brasileiro de Eletricidade e pela Comissão de Estudo de Aplicações Luminotécnicas e Medições Fotométricas, e pode cancelar ou substituir a ABNT NBR 5413:1992 e a ABNT NBR 5382:1985.

Nesta norma é possível encontrar a descrição dos critérios para o projeto de iluminação, tais como, a iluminância e sua distribuição nas áreas de trabalho e no entorno imediato, o ofuscamento, a direcionalidade, os aspectos da cor da iluminação, a influência da luz natural, manutenção e considerações sobre consumo e desperdício de energia; os requisitos para o planejamento da iluminação para diversos ambientes e atividades e anexos informativos. Destaca-se a importância do Anexo B na realização deste trabalho por conter informações quanto ao correto procedimento de medição e cálculo do nível de iluminância das instalações.

3.0 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O projeto proposto visa avaliar a iluminação de um ambiente da universidade, quanto a sua adequação à norma ISO de iluminação de interiores (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comparação dos resultados obtidos através das medições utilizando o luxímetro e através da simulação no software DIALux.
2. Apresentar três propostas de melhoria da qualidade da iluminação do ambiente e simulação das propostas no software DIALux.

Organização



Promoção





3 METODOLOGIA

O presente projeto de luminotécnica é composto por uma série de etapas que permite a aplicação dos diversos conceitos e técnicas aprendidos ao longo da disciplina de Instalações Elétricas e seu respectivo laboratório. O projeto inicia-se com a avaliação da qualidade de iluminação de um ambiente da universidade. Em seguida, para a comparação de resultados, uma simulação computacional é realizada no software DIALux. O projeto é finalizado com a sugestão de propostas para o melhoramento da eficiência e da qualidade de iluminação do ambiente. Essa etapa contém também as simulações em software das propostas

3.1 AMBIENTE ESCOLHIDO PARA O PROJETO

O ambiente da universidade escolhido foi a sala de aula 584 do Bloco 8 do Centro de Tecnologia (Figura 7).

Figura 7 – Sala de aula 584 do Bloco de Engenharia Elétrica no Centro de Tecnologia

Fonte: elaborado pelos autores



3.1.1 DIMENSÕES E INFORMAÇÕES TÉCNICAS

A tabela 1 apresenta as dimensões da sala de aula escolhida.

Tabela 1: Dimensões do ambiente

Parâmetro	Medida
Comprimento	10,52m
Largura	8,9m
Área	93,63m ²
Altura do plano de trabalho	0,7m
Pé-direito	2,9m
Pé-direito útil	2,2m
Coefficiente de reflexão – Teto	70%
Coefficiente de reflexão – Parede	70%
Coefficiente de reflexão – Piso	10%

Organização

Promoção



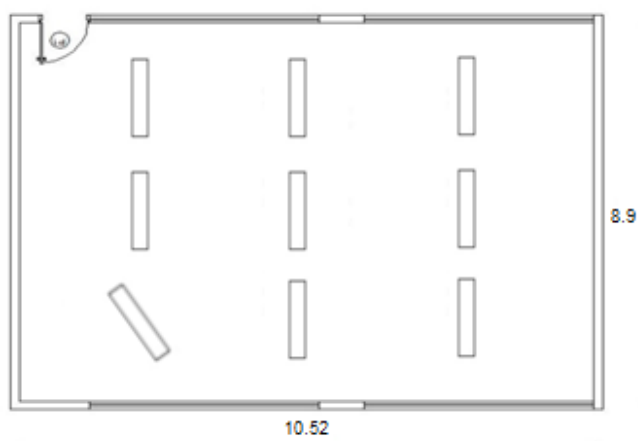
As informações técnicas a respeito das instalações atuais do ambiente estão presentes na tabela 2 e a disposição das luminárias está representada na Figura 8.

Tabela 2: Informações técnicas das instalações atuais

Tipo de lâmpada	Tubular fluorescente T10
Tipo de luminária	CAA01-S232
Fluxo luminoso da lâmpada	1000lm
Lâmpadas por luminária	2
Quantidade de lâmpadas	18
Quantidade de luminárias	9
Iluminação natural	Presente

Figura 8 – Disposição das luminárias no ambiente

Fonte: elaborado pelos autores



3.1.2 MEDIÇÕES DO NÍVEL DE ILUMINAMENTO

Com o aparelho de medição (luxímetro) posicionado sobre um suporte a 70 cm do piso e luxímetro calibrado na escala de 2000 lux. Como definido pela norma técnica ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, a malha de cálculos para o projeto foi de um metro. A seguir, os valores obtidos nas medições são apresentados na tabela 3 e as Figuras 9 e 10 mostram graficamente os resultados das medições.

Organização

Promoção



Figura 9 – Iluminamento da sala 584 do bloco de Engenharia Elétrica da UFPI.

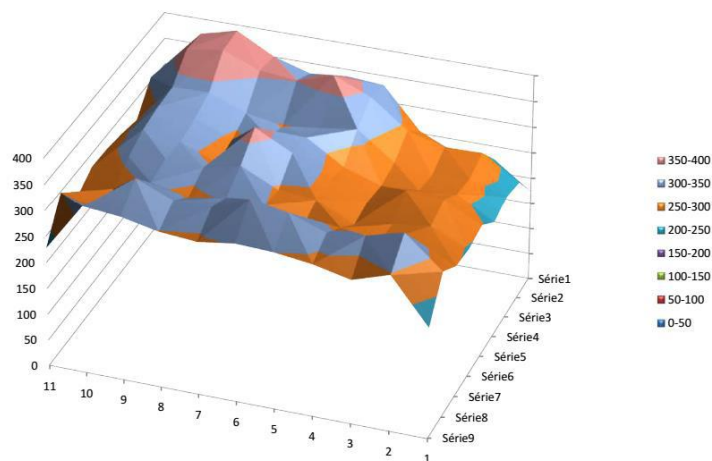


Figura 10 – Curva de contorno da sala 584 do bloco de Engenharia Elétrica da UFPI.

Fonte: elaborado pelos autores

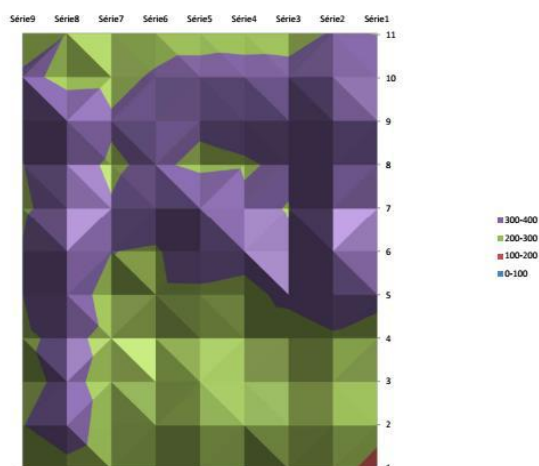


Tabela 3 – Valores medidos na sala 584 do bloco de Engenharia Elétrica – CT

Valores mensurados com o luxímetro (LX)								
174	228	237	224	255	247	252	280	212
225	273	259	266	292	278	262	340	298
223	272	252	260	297	268	271	321	275
254	291	265	256	262	254	285	313	291
332	344	317	280	290	289	271	338	300
337	373	306	324	330	295	301	351	303
330	351	298	311	366	329	304	322	293
351	358	310	294	285	312	292	322	299
389	385	338	323	313	316	307	352	314
371	375	336	333	325	307	282	278	321
297	308	259	268	274	275	252	298	227

Organização



Promoção





3.1.3 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Através dos gráficos obtidos, percebe-se a variação de iluminância no ambiente em análise. Os pontos mais altos representam os locais com maior luminosidade, geralmente mais próximos às lâmpadas e em alguns casos próximos a janelas devido à incidência de luz solar.

Os valores obtidos para iluminância máxima e mínima foram:

$$E \text{ Máx}=389 \text{ lx} \text{ E } \text{Mín}=174 \text{ lx}$$

O iluminamento médio resultante da média aritmética dos valores medidos foi:

$$E \text{ Médio}= 281,5 \text{ lx}$$

De acordo com a ABNT NBR 8995, os valores ideais de iluminamento para salas de aula estão entre 300 e 500lux dependendo da necessidade (incluindo o público que frequentará o ambiente e horário de utilização). Portanto, o resultado obtido para a sala analisada não está coerente com as normas da ABNT.

3.2 CÁLCULO PELO MÉTODO DE LUMENS 3.2.1 ESCOLHA DO NÍVEL DE ILUMINAMENTO

De acordo com as normas da ABNT (NBR5413) cada ambiente requer um nível determinado de iluminância (E) ideal, estabelecido de acordo com as atividades a serem ali desenvolvidas, segundo a Tabela 4.

Tabela 4 - Iluminância (em lux) para cada grupo de tarefas visuais.

	ILUMINANCIA (lux)	TIPO DE AMBIENTE / ATIVIDADE
CLASSE A (áreas de uso contínuo e/ou execução de tarefas simples)	20 - 30 - 50	Ruas públicas e estacionamentos
	50 - 75 - 100	Ambientes de pouca permanência
	100 - 150 - 200	Depósitos
CLASSE B (áreas de trabalho em geral)	200 - 300 - 500	Trabalhos brutos e auditórios
	500 - 750 - 1000	Trabalhos normais escritórios e fábricas
	1000 - 1500 - 2000	Trabalhos especiais: gravação, inspeção indústria de tecidos
CLASSE C (áreas com tarefas visuais minuciosas)	2000 - 3000 - 5000	Trabalho contínuo e exato: eletrônica
	5000 - 7500 - 10000	Trabalho que exige muita exatidão: placas eletroeletrônicas
	10000 - 15000 - 20000	Trabalho minucioso especial: cirurgia

Após determinar o ambiente, faz-se a análise das características dessa tarefa para se determinar o valor da iluminância adequada dentro daquele grupo segundo a Tabela 5. Para o caso em estudo da Sala de aula 584 do Bloco de Engenharia Elétrica - CT, determinou-se que o nível de iluminância do ambiente seria de 300 lux.



Tabela 5: Fatores determinantes de iluminância adequada

CARACTERÍSTICA DA TAREFA E DO OBSERVADOR	PESO		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	De 40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade de precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo de tarefa	Superior a 70%	De 30 a 70%	Inferior a 30%

3.2.2 DETERMINAÇÃO DO FATOR DO LOCAL

O fator do local K é dado pela fórmula:

$$K = \frac{C \times L}{(C+L) \times H} \quad [3]$$

Onde:

C= comprimento do local (m)

L= largura do local (m).

H= altura da luminária ao plano de trabalho (m).

$$K = \frac{10,52 \times 8,9}{(10,52 + 8,9) \times 2,2} = 2,19$$

3.2.4 DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO

Este fator é determinado pela Tabela 6.

Tabela 6: Determinantes do fator de utilização.

Índice	Reflexão	Significado
1	10%	Superfície escura
3	30%	Superfície média
5	50%	Superfície clara
7	70%	Superfície branca

Fonte: ABNT NBR 5413

A Tabela para determinação do coeficiente de utilização depende do fabricante, do tipo e das características inerentes a cada luminária.

Para a luminária presentes na sala foi encontrado um valor de 0.48 para o coeficiente de utilização.

Para o caso estudado tem-se refletância 771 que significa:

- O teto tem superfície branca
- As paredes têm superfícies brancas
- O piso é escuro.

Organização

Promoção



3.2.5 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE DEPRECIÇÃO

Este fator, também chamado de fator de manutenção, relaciona o fluxo emitido no fim do período de manutenção da luminária e o fluxo luminoso inicial da mesma. É determinado pela Tabela 7.

Tabela 7: Determinantes para o fator de depreciação.

Tipo de Ambiente	Período de manutenção (h)		
	2500	5000	7500
Limpo	0.95	0.91	0.88
Normal	0.91	0.85	0.80
Sujo	0.88	0.66	0.57

Fonte: ABNT NBR 5413

3.2.6 DETERMINAÇÃO DO FLUXO TOTAL

O fluxo total foi determinado através da seguinte fórmula:

$$\phi = \frac{E \times S}{u \times d} \quad [4]$$

$$\phi = \frac{300 \times (10,52 \times 8,9)}{0,8 \times 0,48} = 73146,87$$

Onde:

ϕ = Fluxo luminoso total

E = Iluminância média (Nível de Iluminamento)

S = Área do ambiente 16

d = Fator de depreciação

u = Fator de utilização

3.2.7 CÁLCULO DO NÚMERO DE LUMINÁRIAS

Usando Lâmpadas de tipo T10 de 40 W com fluxo luminoso de 3500 lumens por lâmpada e duas lâmpadas por luminária, o cálculo do número de luminárias é dado por:

$$n = \frac{\phi}{\phi} \quad [5]$$

$$n = \frac{73146,87}{2 \times 3500} = 10,44 \text{ luminárias}$$

Onde:

ϕ = Fluxo luminoso total

n = número de luminárias

ϕ = fluxo por luminárias

ou seja para uma melhor disposição da iluminação na sala irão ser utilizadas 12

Organização

Promoção



luminárias.

3.2.8 DISTRIBUIÇÃO DAS LUMINÁRIAS

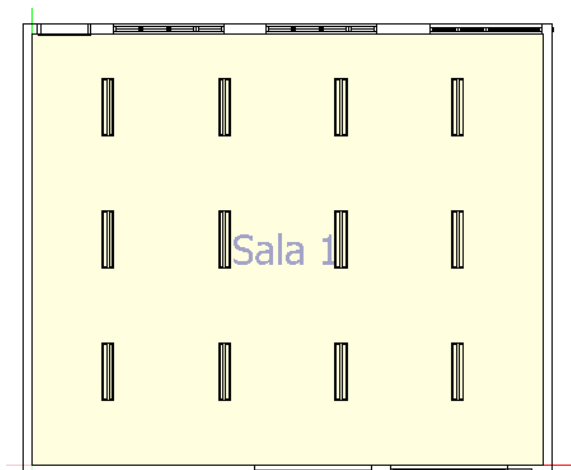
O espaçamento entre as luminárias depende de sua altura ao plano de trabalho e da sua distribuição de luz. Este valor situa-se geralmente, entre 1 a 1,5 vezes o valor da área útil em ambas direções.

Segundo a norma para iluminação direta, o espaçamento máximo entre as luminárias será de 0.9 da distância da mesma ao piso, ou seja:

$$0.9 \times 2.90 = 2.61 \text{ m}$$

Figura 11 – Distribuição das luminárias na sala, de acordo com os cálculos

Fonte: elaborado pelos autores



3.3 SIMULAÇÃO NO DIALUX

Existem diversos softwares para a simulação de cálculos luminotécnicos. Eles são usados para a determinação do número de luminárias a serem instaladas no ambiente. Geralmente apresentam a curva de distribuição luminosa e o quadro do fator de utilização para as luminárias disponíveis. Para a simulação do sistema atual de iluminação e do novo projeto desenvolvido, para fins de comparação, será utilizado será utilizado o *software* de simulação DIALUX evo. O sistema de iluminação atual é composto por 18 lâmpadas tubulares fluorescentes T10/40W. Esses modelos emitem em média 2700 lumens, apesar das luminárias instaladas possuírem refletores, a ausência de aletas ou difusores, elementos de controle de ofuscamento, faz com que o fluxo luminoso incida diretamente no campo de visão e no plano de trabalho.

Figura 12 – Simulação do sistema de iluminação atual no DIALux evo

Fonte: elaborado pelos autores

Organização



Promoção



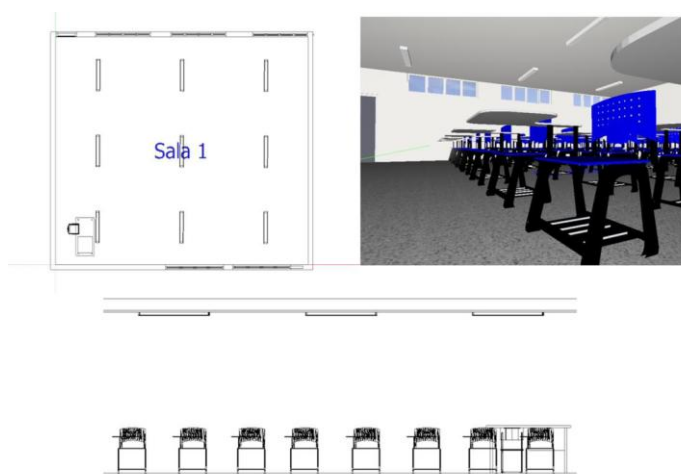


Tabela 8: Valores calculados no DIALux

Plano de uso (Potencia luminosa vertical)	
E médio	235 lx
E mínimo	192 lx
E máximo	298 lx

3.4 DESENVOLVIMENTO DO NOVO PROJETO DE ILUMINAÇÃO

3.4.1 PROPOSTA 01

O valor da iluminância média que a sala deve possuir segundo a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 é de 300 lux para salas de aula e 500 lux para salas de aula noturnas. A lâmpada selecionada para o projeto um foi a LUMILUX Warm White OSRAM T8 36W. A escolha desta foi baseada na sua capacidade de substituir lâmpadas fluorescentes tubulares T10 utilizando uma menor potência, além de possuírem um índice de reprodução de cor ≥ 80 , temperatura de cor de 3000 K, fluxo luminoso de 3300 lm e classe de eficiência energética A+ com o consumo de energia 43 kWh/1000h e tempo de vida útil de 42000 horas. Desse modo, ela se enquadra nos requisitos necessários para o novo sistema. Será utilizado um reator eletrônico para o conjunto de 2 lâmpadas de 36W tubular T8.

Para a lâmpada LUMILUX Warm White, foi escolhida a luminária CAC 01-S232 Sobrepor da LUMICENTER figura XX, pois é indicada para o uso em salas de aula, possuindo refletores facetado em alumínio alto brilho e aletas planas em chapa de aço fosforizada para um controle de ofuscamento médio, distribuição uniforme do fluxo luminoso, com rendimento de 74%.

Organização



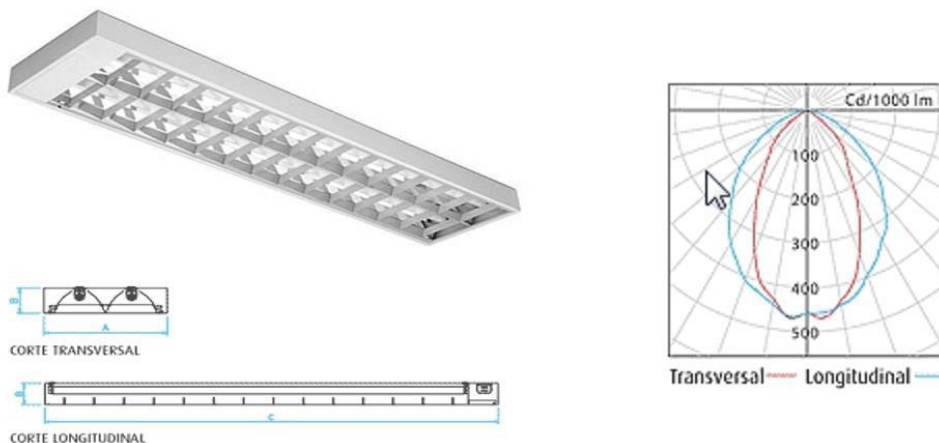
Promoção





Figura 13 – Luminária CAC 10 - S

Fonte: elaborado pelos autores



Foram utilizadas 12 luminárias, observando assim que o sistema atual encontrasse subdimensionado. Através da simulação no *software* DIALux os seguintes resultados foram obtidos:

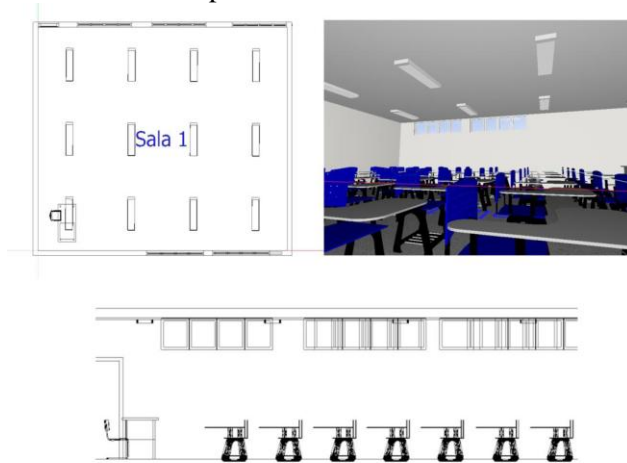
Tabela 9:
 simulação no

Plano de uso (Potencia luminosa vertical)	
E médio	631 lx
E mínimo	522 lx
E máximo	806 lx

Resultados da
 DIALux

Figura 14 – Sistema proposto de iluminação

Fonte: elaborado pelos autores



Organização



Promoção





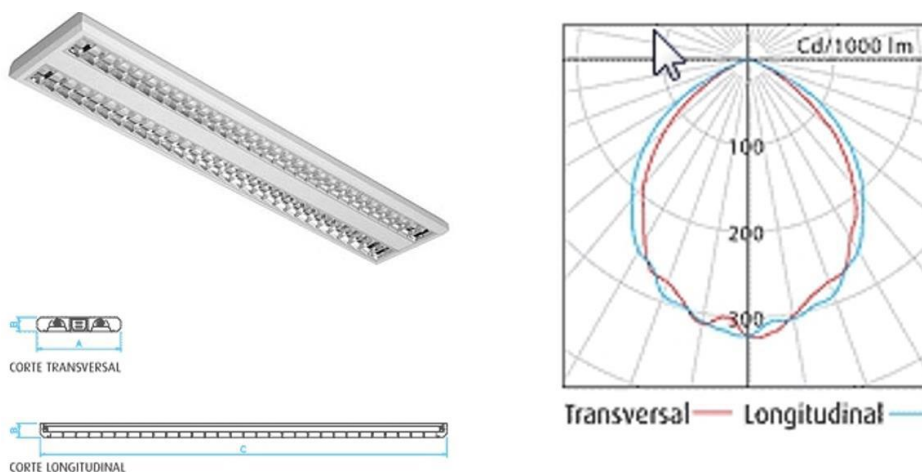
3.4.2 PROPOSTA 02

A lâmpada selecionada para a segunda proposta de projeto um foi a LUMILUX T5 HE ES tubular 25W. A escolha desta foi baseada na sua capacidade de substituir lâmpadas fluorescentes tubulares T10, utilizando uma menor potência energética e maior eficiência representa até 20 por cento de economia em relação ao sistema T8 e até 40 por cento em relação aos T10/T12, além de apresentar apenas 8 por cento de depreciação do fluxo luminoso ao final de sua vida útil. Possui um índice de reprodução de cor ≥ 80 , temperatura de cor de 4000 K, fluxo luminoso a 35 ° de 2900 lm e classe de eficiência energética A+ com o consumo de energia 28 kWh/1000h com tempo de vida útil de 24000 horas .Desse modo, ela se enquadra nos requisitos necessários para o novo sistema. Será utilizado um reator eletrônico para o conjunto de 2 lâmpadas de 28W tubular T5.

Para a lâmpada LUMILUX Warm White, foi escolhida a luminária FAA01-S228 Sobrepôr da LUMICENTER figura XX, pois é indicada para o uso em salas de aula, com corpo em chapa de aço fosforizada possuindo refletores parabólico em alumínio alto brilho e aletas parabólicas em alumínio alto brilho com rendimento de 71%.

Figura 15 – Luminária FAA01-S228

Fonte: elaborado pelos autores



Foram utilizadas 15 luminárias três a mais do que o sistema proposto 01, devido as lâmpadas T5 apresentarem um fluxo luminoso menor. Através da simulação no DIALux os seguintes resultados foram obtidos:

Tabela 10: Resultados da simulação no DIALux

Plano de uso (Potencia luminosa vertical)	
E médio	509 lx
E mínimo	488 lx
E máximo	649 lx

Organização



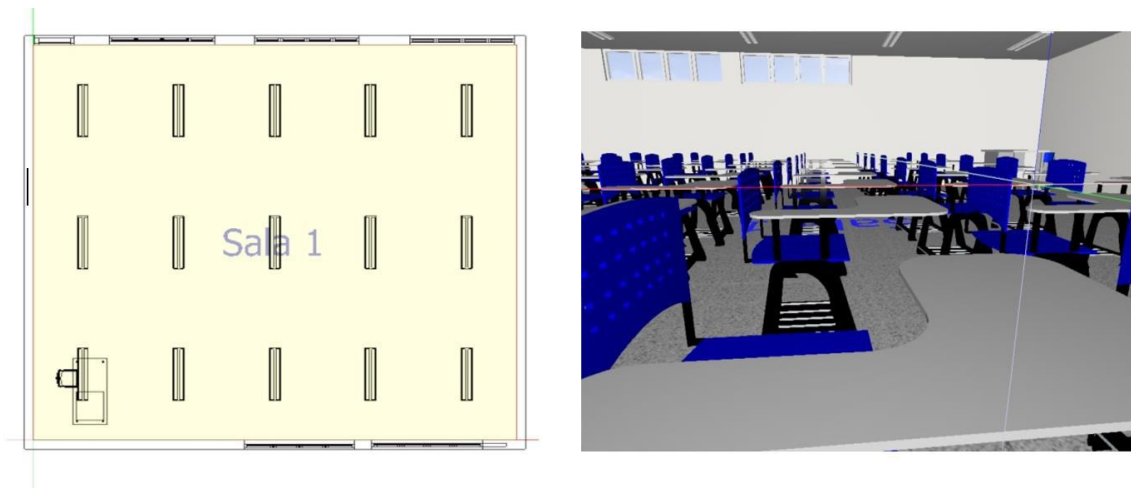
Promoção





Figura 16 – Sistema proposto de iluminação

Fonte: elaborado pelos autores



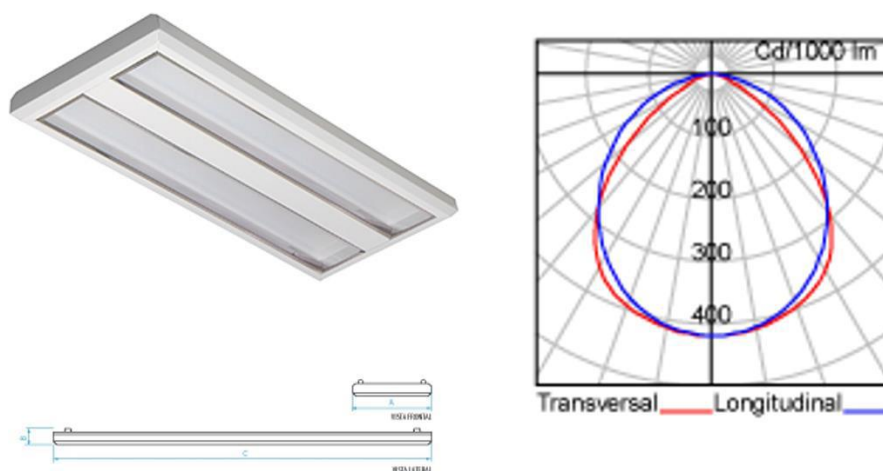
3.4.3 PROPOSTA 03

A lâmpada selecionada para a terceira proposta de projeto foi uma lâmpada linear LED module 28W/2400lm. Esta tem a capacidade de substituir lâmpadas fluorescentes tubulares T10/T8, sem a necessidade de uso de reator. Com alta eficiência energética e baixo consumo, o LED se torna uma excelente opção para substituição das lâmpadas existentes. O uso desta tecnologia oferece diversas vantagens, dentre as quais se destacam: alto rendimento luminoso, vida útil longa, redução dos custos de manutenção e alta qualidade de reprodução de cor.

Para a lâmpada linear LED module 28W/2400lm foi escolhida a luminária LAN01-S1750840 sobrepôr da LUMICENTER (Figura 17), com corpo em chapa de aço, pó branco refletor de alumínio translúcido e difusor acrílico.

Figura 17 – Luminária LAN01-S1750840

Fonte: elaborado pelos autores



Organização



Promoção





Foram utilizadas 20 luminárias. Através da simulação no DIALux, os seguintes resultados foram obtidos:

Tabela 11: Resultados da simulação no DIALux

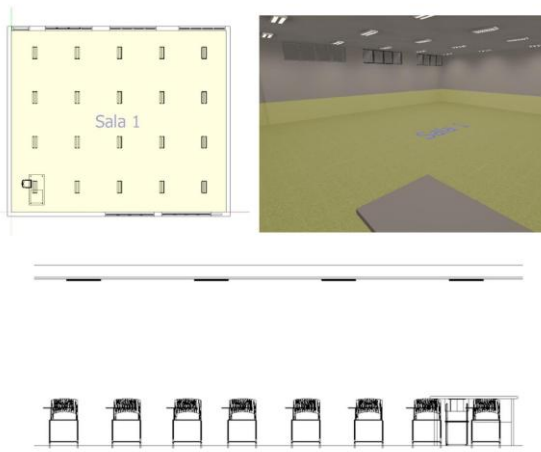
Fonte: elaborado pelos autores

Plano de uso (Potencia luminosa vertical)	
E médio	501 lx
E mínimo	227 lx
E máximo	554 lx

A disposição das lâmpadas da proposta 03 está representada na Figura 18.

Figura 18 – Sistema proposto de iluminação

Fonte: elaborado pelos autores



4 CONCLUSÃO

Percebeu-se com a realização deste estudo que a iluminação da sala em questão não se encontra de acordo com a norma ISO de iluminação de interiores. A média de iluminância medida está abaixo da recomendada, pois não houve um correto dimensionamento da iluminação em diversos aspectos, tais como, a quantidade de lâmpadas e luminárias, a má disposição destas para o layout da sala, a não complementariedade entre luz artificial e natural, entre outras.

Com esse resultado não satisfatório, foi proposto três novos projetos de iluminação. Eles envolvem a troca das lâmpadas atuais da sala por lâmpadas de maior eficiência visto as dimensões da sala de aula. As lâmpadas escolhidas foram a LUMILUX Warm White OSRAM T8 36W, a LUMILUX T5 HE ES tubular 25W e uma lâmpada linear LED module 28W/2400lm. As sugestões realizadas se mostraram válidas através das simulações realizadas no software DIALux, pois os níveis de iluminância foram equivalentes àqueles propostos pela norma.

Organização



Promoção





REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413. *Iluminância de interiores*. Rio de Janeiro: ABNT, 1992
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5461. *Iluminação: Terminologia*. Rio de Janeiro: ABNT, 1991. 68 p.
- [3] CREDER, H. *Instalações Elétricas*. 15ª ed. Rio de Janeiro: Livro Técnico Científico Editora S.A, 2007
- [4] RAMOS, Luise Wanderley Torres. *Projeto Luminotécnico com tecnologia LED para algumas áreas do Centro de Tecnologia da UFRJ*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- [5] OSRAM. Manual Luminotécnico Prático. Disponível em:
<<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/ManualOsram.pdf>. Acesso em 18 de nov. 2013>
- [6] Catálogo disponível em:
<http://www.osram.com.br/osram_br/produtos/lampadas/lampadas-fluorescentes/lampadas-fluorescentes-t8/lumilux-xt-t8/index.jsp > acesso 02 de dezembro.
- [7] Catálogo disponível em:
<http://www.osram.com.br/osram_br/produtos/lampadas/lampadas-fluorescentes/lampadas-fluorescentes-t5/lumilux-t5-he-es/index.jsp > acesso 04 de dezembro.

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção

