



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal  
de Campina Grande

SANNY EMANUELLE OLIVEIRA



Centro de Engenharia  
Elétrica e Informática

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
PROJETO LUMINOTÉCNICO DE UMA GALERIA COM QUATRO SALAS COMERCIAIS



Departamento de  
Engenharia Elétrica



Campina Grande  
2018

SANNY EMANUELLE OLIVEIRA

PROJETO LUMINOTÉCNICO DE UMA GALERIA COM QUATRO SALAS COMERCIAIS

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação do Curso de Graduação em  
Engenharia Elétrica da Universidade Federal  
de Campina Grande como parte dos requisitos  
necessários para a obtenção do grau de  
Bacharel em Ciências no Domínio da  
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.

Orientador

Campina Grande  
2018

SANNY EMANUELLE OLIVEIRA

PROJETO LUMINOTÉCNICO DE UMA GALERIA COM QUATRO SALAS COMERCIAIS

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação do Curso de Graduação  
em Engenharia Elétrica da Universidade  
Federal de Campina Grande como parte dos  
requisitos necessários para a obtenção do grau  
de Bacharel em Ciências no Domínio da  
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Aprovado em    /    /

**Professor Jalberth Fernandes de Araújo, D.Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador, UFCG

**Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho ao meu filho, Lucas, pois desde que ele surgiu em minha vida tudo se tornou possível de acontecer, de ser conquistado, de ser enfrentado e de ser vencido.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu esposo, João Vilian, por todos os esforços, abdições, por ser prestativo e solícito sempre que precisei. Como também por seu amor, cumplicidade, companheirismo e paciência que sempre foram presentes, contribuindo assim para o meu sucesso de ter chegado até aqui.

Agradeço também à minha mãe, Zenilda, e a minha irmã, Fabrícia, por terem se esforçado tanto para me proporcionar uma boa educação.

Agradeço também a toda minha família, que com todo carinho e apoio, não mediu esforços para eu chegar a esta etapa da minha vida, cuidando sempre que necessário de Lucas para que eu não precisasse faltar às aulas.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje. Amigos da universidade que iniciaram juntos comigo, como Milena Arruda, Renan Vieira e Francisco Maerle e os que conheci ao longo do curso como Hotoniones Bezerra que foi muito importante ao longo de todos os semestres. Além das amigas de longa data Ismênia Santos, Lívia Carvalho, Rayssa Lima, Sarah Carvalho, Yasmim Maia, Yasmin Lustosa. Não podendo faltar agradecimento ao professor Célio pela orientação e por todo ensinamento a mim passado ao longo da graduação.

*“Penso que cumprir a vida seja simplesmente  
Compreender a marcha e ir tocando em frente,  
Como um velho boiadeiro levando a boiada  
Eu vou tocando os dias pela longa estrada eu vou,  
Estrada eu sou”*

Renato Teixeira e Almir Sater.

## RESUMO

Uma boa iluminação de um ambiente traz sensação de conforto e, por conseguinte, sensação de segurança, seja em sua residência, restaurante, lugares públicos como principalmente no seu ambiente de trabalho, especificamente na sua área de trabalho. Então, para haver uma padronização de uma boa iluminação em uma área de tarefa, foi criada a NBR ISO 8995-1. Esta norma traz por meio de um conjunto de coeficientes um padrão de como cada tipo de área de tarefa deve ser iluminada. Sendo assim, este trabalho de conclusão de curso teve como objetivo projetar a iluminação adequada de uma galeria, também criada pela autora, contendo quatro empreendimentos distintos, a fim de mostrar o cumprimento da norma. O projeto foi elaborado com o uso de dois *softwares*, o *SketchUP* para criação do projeto arquitetônico e o *DIALux Evo 8.0* para os cálculos de iluminância.

**Palavras-chave:** Iluminação, NBR ISO 8995-1, Área de tarefa, Projeto Luminotécnico.

# ABSTRACT

Good lighting of an environment brings a sense of comfort and, therefore, a sense of security, whether in your residence, restaurant, public places or especially in your desktop, specifically in your workspace. Then, to have a standardization of good lighting in a workspace, the NBR ISO 8995-1 was created. This norm brings through a set of coefficients a standard of how each type of workspace should be illuminated. Thus, this graduation work aimed to design the appropriate lighting of a gallery, also created by the author, containing four distinct projects, in order to show compliance with the norm. The project was elaborated using two software, the SketchUP for creating the architectural project and the DIALux Evo 8.0 for the illuminance calculations.

**Keywords:** Illumination, NBR ISO 8995-1, Workspace, Lighting project.



# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Fluxo Luminoso. ....	4
Figura 2 – Intensidade Luminosa. ....	5
Figura 3 – Luminância.....	5
Figura 4 – Iluminância.....	6
Figura 5 - Espectro Eletromagnético. ....	6
Figura 6 – Refração da luz.....	7
Figura 7 – Reflexão difusa da luz.....	7
Figura 8– Reflexão regular.....	8
Figura 9 – Lâmpada Fluorescente. ....	9
Figura 10 – Luminárias. ....	10
Figura 11 – Dados fotométricos de uma luminária.....	10
Figura 12 – <i>Software SketchUP</i> .....	15
Figura 13 – <i>Software DIALux Evo 8.0</i> .....	16
Figura 14– (a) Vista frontal do Hall, (b) Vista lateral direita do Hall e (c) Vista lateral esquerda do Hall. 16	
Figura 15 – (a) Recepção e sala de espera; (b) Lavatório; (c) Área de trabalho; (d) Sala de depilação; (e) Copa. ....	17
Figura 16 – (a) Vista lateral esquerda; (b) Vista lateral direita.....	19
Figura 17 – (a) Recepção; (b) Copa; (c) Sala 01; (d) Sala 02;(e) Sala 03; (f) Sala de reuniões. ....	19
Figura 18 – (a) Recepção; (b) Sala de atendimento 1; (c) Sala de exames 1; (d) Sala de atendimento 2;(e) Sala de exames 2. ....	21
Figura 19 – Luminária Ouro - E. ....	23
Figura 20 – Curva de Isolux do Hall. ....	24
Figura 21 – Vista do Hall com luminárias(a) Vista para o fundo; (b) Vista para a entrada.....	24
Figura 22– (a) Luminária 2870, (b) Luminária 7010 e (c) Luminária Prata-E.....	25
Figura 23 – Curva de Isolux do Salão de Beleza.....	26
Figura 24 – Vista do Salão de beleza com luminárias(a) Vista do teto da recepção e lavatório; (b) Vista do teto da área de trabalho; (c) Vista geral do teto; (d) Vista do teto da sala de depilação. ....	27
Figura 25 – Curva de Isolux da Cafeteria.....	29
Figura 26 – Vista da Cafeteria com luminárias (a) Vista geral (b) Vista do balcão de atendimento. ....	30
Figura 27 – (a) Luminária 2056 e (b) Luminária 2315.....	31
Figura 28 – Curva de Isolux do Escritório de Advocacia.....	32
Figura 29 – Vista do Escritório de Advocacia com luminárias(a) Vista da recepção com o teto do corredor; (b) Vista da sala 1; (c) Vista da sala 2; (d) Vista da sala 3; (e) Vista da sala da sala de reuniões. ....	33
Figura 30 – Curva de Isolux da Clínica de Dermatologia. ....	35
Figura 31 – Vistas da Clínica de Dermatologia com luminárias(a) Recepção; (b) Sala de atendimento 1; (c) Sala de exames 1; (d) Sala de atendimento 2;(e) Sala de exames 2. ....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de Iluminância de acordo com a Norma.....	13
Tabela 2 – Área dos ambientes da galeria. ....	23
Tabela 3 – Valores calculados pelo DIALux para o hall. ....	23
Tabela 4 – Valores calculados pelo DIALux para o salão de beleza. ....	26
Tabela 5 – Valores calculados pelo DIALux para a cafeteria. ....	28
Tabela 6 – Valores calculados pelo DIALux para o escritório. ....	31
Tabela 7 – Valores calculados pelo DIALux para a clínica de dermatologia. ....	34
Tabela 8 - Consumo mensal das lâmpadas. ....	38
Tabela 9 – Lista de Materiais por empreendimento e de serviço. ....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Três dimensões
NBR	Norma Brasileira
ISO	Conselho Nacional de Petróleo
CIE	Comitê Internacional de Iluminação
K	Kelvin
un.	Unidade
m	Metro
R\$	Reais

# SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
1.1	Motivação .....	2
1.2	Objetivos.....	2
1.3	Organização do Trabalho.....	3
2	Fundamentação Teórica.....	4
2.1	Medidas fotométricas.....	4
2.1.1	Fluxo Luminoso.....	4
2.1.2	Intensidade luminosa .....	4
2.1.3	Luminância .....	5
2.1.4	Iluminância.....	5
2.2	Luz .....	6
2.2.1	Luz natural.....	8
2.2.2	Luz Elétrica .....	9
2.2.2.1	Lâmpadas .....	9
2.2.2.2	Luminárias .....	9
2.2.3	Cor.....	11
2.3	NBR ISO 8995-1.....	12
2.4	Modelos e cálculos.....	13
3	Projeto Luminotécnico .....	15
3.1	Recursos Utilizados .....	15
3.2	Procedimento .....	16
3.3	Análise dos resultados.....	22
3.3.1	Hall .....	23
3.3.2	Salão de Beleza.....	25
3.3.3	Cafeteria .....	28
3.3.4	Escritórios.....	30
3.3.5	Clínica de dermatologia.....	34
4	Investimento do projeto .....	38
5	Conclusão .....	40
	Referências .....	41

# 1 INTRODUÇÃO

A natureza da luz tem sido tema de estudo filosófico e científico há séculos. O maior salto para a sua compreensão foi dado no século XIX e se deve à contribuição do físico James Clerk Maxwell, quando estabeleceu a verdade fundamental sobre a luz: ela é uma forma de energia. A luz visível é parte do espectro eletromagnético que nele está contido as ondas de rádio, os raios X, infravermelhos e ultravioletas. Todas essas são formas de radiação eletromagnética diferenciadas por seu comprimento de onda, no qual o comprimento de onda da luz sensibiliza o sistema visual, proporcionando a sensação da visão (INNES, 2014).

O que é visível aos olhos é resultante de processos físicos externos e do funcionamento da conexão entre os olhos e o cérebro. Como trata-se de uma percepção subjetiva a luz não pode ser expressa com unidades de energia ou eletricidade, possuindo assim um conjunto exclusivo de unidade no Sistema Internacional de Unidades.

Os padrões de luzes e cores são como pistas que caracterizam um ambiente. Eles acionam relações com locais já explorados pelo usuário. Associações similares entre os padrões de claro e escuro em um cômodo e sua identidade aparente podem ser feitos por grupos de pessoas de mesma formação. O processo de percepção é a junção entre os estímulos sensoriais e as experiências. Se o ambiente tem um padrão de áreas claras e escuras significativamente diferentes do usual, as pessoas tendem a atribuir àquele lugar um caráter específico e a usar palavras particulares para descrevê-lo.

A iluminação sobre a área de tarefa é o uso da luz para tornar uma atividade mais fácil de ser realizada. Qualquer atividade que pode ser melhor desempenhada sob a luz do que na escuridão é denominada tarefa visual. As tarefas visuais variam em termos de dificuldades visuais. Elas podem ser uma mera corrida com segurança por uma pista de atletismo ou um trabalho extremamente preciso como o de um cirurgião. Sendo assim, o primeiro passo em um projeto Luminotécnico é definir o programa de necessidades, esclarecendo o propósito da iluminação (TREGENZA e LOE, 2015).

Um projeto Luminotécnico deve priorizar o conforto visual e o melhor desempenho de uma tarefa. Nele podem ser considerados alguns critérios relevantes,

dentre eles a estética, redução do consumo de energia elétrica, a facilidade de manutenção e os custos iniciais e ao longo da vida do sistema.

Como já foi destacado, mesmo a luz sendo uma forma de energia, ela possui um conjunto exclusivo de medidas no Sistema Internacional de Unidades, chamadas de unidades fotométricas. Existem quatro unidades fotométricas e todas relacionam entre si (INNES, 2014). São elas o **lúmen**, que representa o fluxo luminoso; a **candela**, que representa a intensidade luminosa; o **candelas por metro quadrado**, que mede a luminância; e o **lux**, que é utilizado para medir a iluminância de uma superfície, sendo esta última a medida utilizada nas normas técnicas, portanto ela será o foco deste trabalho.

Neste trabalho foi elaborada uma planta em formato 3D de uma galeria contendo quatro salas comerciais voltadas para diferentes empreendimentos e logo após foi feito um projeto Luminotécnico para a mesma, buscando respeitar a norma brasileira 8995-1.

## 1.1 MOTIVAÇÃO

Um projeto Luminotécnico bem elaborado proporciona ao usuário sensação de conforto, garante boas condições de iluminação na área da tarefa, podendo trazer redução no consumo de energia elétrica e deixando o ambiente mais bonito e harmonioso. Com tais benefícios é comum a procura por profissionais dessa área para elaboração de projetos Luminotécnicos para lojas, restaurantes, clínicas, escritórios, residências dentre muitos outros ambientes. Este projeto de engenharia elétrica foi proposto visando estas oportunidades de trabalho.

## 1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso foi fazer o projeto Luminotécnico de uma galeria com quatro empreendimentos distintos afim de mostrar o cumprimento da Norma Brasileira (NBR) ISO/CIE 8995-1 para diferentes tarefas visuais.

A galeria é composta por hall e quatro salas comerciais, sendo elas um salão de beleza, uma cafeteria, um escritório de advocacia e uma clínica de dermatologia. Os 5

ambientes foram escolhidos por possuírem normas diferentes entre si, permitindo assim uma maior variedade na demonstração da aplicação das normas.

### 1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está como se segue. No capítulo 1 foi feita uma introdução do que se trata o projeto. O capítulo 2 apresentará a fundamentação teórica deste trabalho. O projeto Luminotécnico estará descrito no capítulo 3. No capítulo 4 os resultados serão apresentados e discutidos. Por fim, o capítulo 5 contém as conclusões deste trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

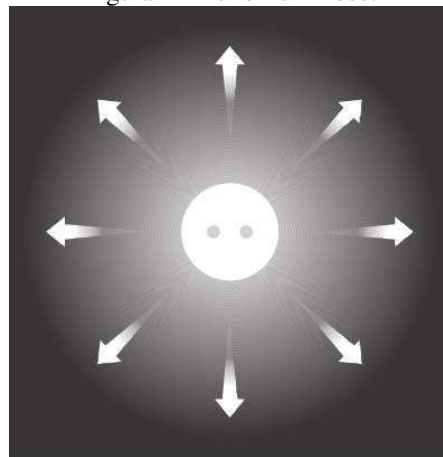
### 2.1 MEDIDAS FOTOMÉTRICAS

No projeto Luminotécnico, a luz é trabalhada como um fluxo de energia, no qual as unidades de medida são chamadas de unidades fotométricas. Todas as quatro unidades fotométricas estão relacionadas entre si. Nas subseções a seguir, serão discutidas as quatro unidades fotométricas: fluxo luminoso, intensidade luminosa, luminância e iluminância.

#### 2.1.1 FLUXO LUMINOSO

A quantidade total de luz que é emitida em todas as direções por uma fonte de luz é denominada fluxo luminoso, como é representado na Figura 1, tendo o lúmen como a sua unidade no Sistema Internacional de Unidades. O fluxo luminoso das lâmpadas quase sempre diminui com o passar do tempo (INNES, 2014).

Figura 1– Fluxo Luminoso.



Fonte: Catálogo ITAIM, 2016.

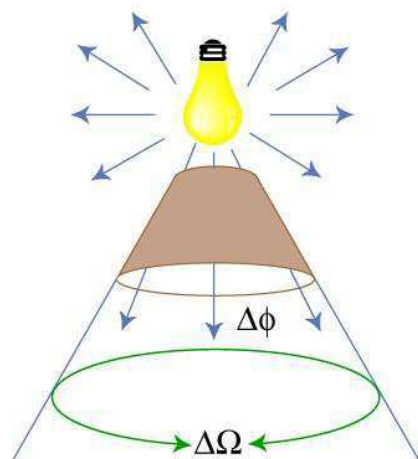
#### 2.1.2 INTENSIDADE LUMINOSA

A intensidade Luminosa, como pode ser vista na Figura 2, descreve a parcela do fluxo luminoso em uma determinada direção. Ela é calculada como o número de lumens



$\Delta\Phi$  dividido pelo tamanho angular do feixe  $\Delta\Omega$  (ANDERSEN, 2004). A sua unidade é o candela [cd] no Sistema Internacional de Unidades.

Figura 2 – Intensidade Luminosa.

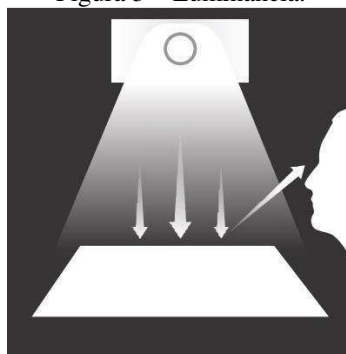


Fonte: ANDERSEN, 2004 (Adaptado).

### 2.1.3 LUMINÂNCIA

A luminância é a intensidade luminosa que uma superfície iluminada emite em direção ao olho humano, como é mostrado na Figura 3. A sua unidade de medida no Sistema Internacional de Unidades é a candela por metro quadrado. [cd/m<sup>2</sup>].

Figura 3 – Luminância.

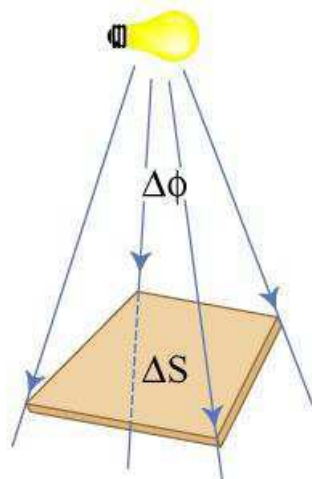


Fonte: Catálogo ITAIM, 2016.

### 2.1.4 ILUMINÂNCIA

Como pode ser visualizado na Figura 4, a iluminância refere-se ao fluxo luminoso  $\Delta\Phi$  incidente em uma superfície  $\Delta S$ . Ela não é visível, o que é visível é a luminância – a luz refletida pela superfície. Essa luz refletida será um parcela da iluminância. A unidade do Sistema Internacional de Unidades é o lux [lx].

Figura 4 – Iluminância.

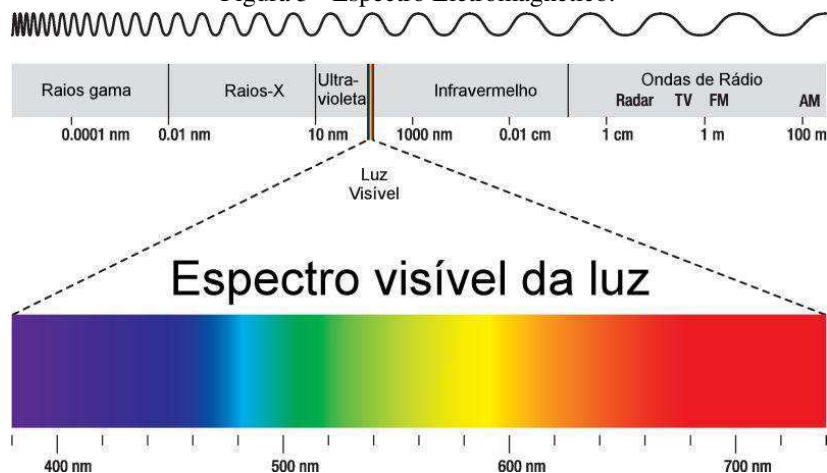


Fonte: ANDERSEN, 2004 (Adaptado).

## 2.2 LUZ

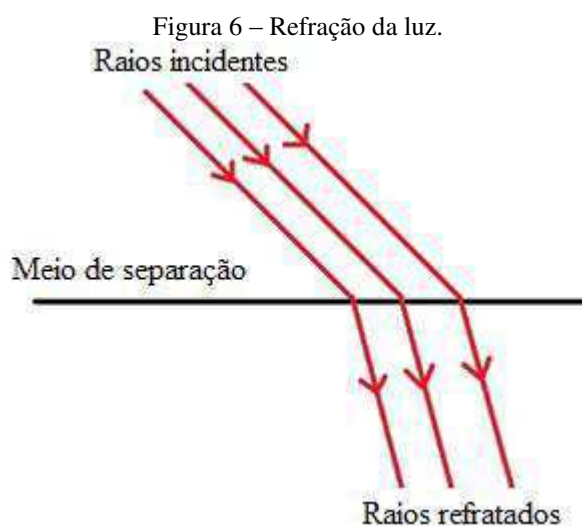
A luz é uma forma de energia que faz parte do espectro eletromagnético que inclui a luz infravermelha, as ondas de rádio e ultravioletas, no qual são diferenciadas pelos seus comprimentos de onda (MAXWELL, 1865), como pode ser visto na Figura 5. O espectro visível da luz é dependente da espécie animal. Os seres humanos enxergam do violeta ao vermelho, compreendendo os comprimentos de onda entre 370 nm (Violeta) até 750 nm (Vermelho), enquanto que outros animais enxergam faixas menores, como cães e gatos, ou maiores, como as cobras. A amplitude de onda da luz sensibiliza o sistema visual, proporcionando assim a sensação da visão. Os receptores localizados nos olhos, que são células especializadas em enviar sinais ao sistema nervoso central, agem como um transdutor, convertendo a energia luminosa que entra nos olhos em energia química.

Figura 5 - Espectro Eletromagnético.



Fonte: Infoescola, 2018.

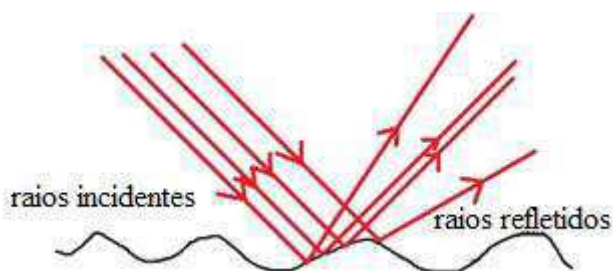
O entendimento de algumas propriedades físicas da luz é imprescindível para que se alcance um resultado satisfatório em um projeto Luminotécnico. A propriedade mais básica da luz é a propagação em linha reta. Ao atravessar a fronteira entre dois meios, a sua direção pode ser afetada, no qual esse processo é chamado refração. Uma outra propriedade é a reflexão, que trata da capacidade de um feixe luminoso incidir sobre um material e ter esse feixe luminoso rebatido no mesmo meio de propagação. Existem dois tipos de reflexão, a reflexão difusa e a reflexão regular. A primeira refere-se à incidência da luz em uma superfície irregular e seus raios refletidos propagam-se em várias direções diferentes. Já a reflexão regular mantém a integridade de um feixe de luz, a incidência desse feixe em um material com um determinado ângulo de incidência será rebatido em um ângulo igual, mas oposto a esse, mantendo os raios refletidos paralelos uns aos outros (TREGENZA e LOE, 2015). Por meio da Figura 6 é possível perceber o que acontece com um feixe de luz ao incidir em um material com densidade diferente do meio de propagação em que vinha percorrendo.



Fonte: Mundo Educação, 2018.

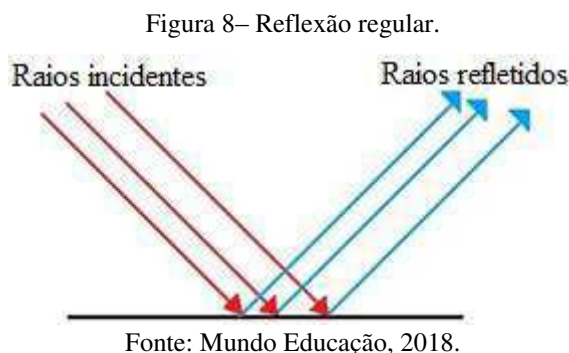
A seguir na Figura 7, uma representação do que ocorre quando um feixe de luz incide em uma superfície fosca. Os raios de luz são refletidos de modo difuso.

Figura 7 – Reflexão difusa da luz.



Fonte: Mundo Educação, 2018.

Por fim, na Figura 8, a representação da reflexão regular. Superfícies polidas originam as chamadas imagens especulares, que mantêm a integridade de um feixe de luz.



O que define a impressão visual dos objetos, materiais e espaço é a interação entre a luz e as superfícies. Sem a luz, as superfícies permanecem invisíveis, e sem uma superfície que interrompa um feixe luminoso, a própria luz é invisível. Uma mera mudança no revestimento de uma parede ou a instalação de um espelho ou uma pintura esmaltada pode modificar de maneira radical o aspecto de um espaço iluminado. Portanto, compreender e levar em conta a reflexão é um componente essencial de qualquer sistema de iluminação (INNES, 2014).

### 2.2.1 LUZ NATURAL

A luz do sol é essencial para a vida na terra. O sistema visual humano e a resposta fisiológica e psicológica à luz e a cor estão intimamente ligadas com a luz natural e suas propriedades. Por isso vale a pena comparar uma proposta de iluminação com as condições de iluminação natural, pois o ser humano está sempre comparando a iluminação dos interiores com a iluminação externa. Quanto menor for a necessidade de adaptação do usuário, maior será sua sensação de conforto.

A luz natural é variável ao longo do dia e essa propriedade influencia a iluminação interna dos ambientes. Quando o céu encontra-se nublado, a quantidade de luz natural incidente em determinado ponto de um cômodo depende principalmente da fração do céu visível daquele local. O principal meio de entrada de luz diurna em um ambiente são as janelas. O seu posicionamento influencia a variação de iluminância incidentes sobre os objetos e paredes do interior.

## 2.2.2 LUZ ELÉTRICA

A luz elétrica é produzida por diversas fontes e direcionada a depender do tipo de luminárias. Os efeitos da luz poderão ser planejados de acordo com a necessidade do ambiente e ou do cliente (TREGENZA e LOE, 2015).

### 2.2.2.1 LÂMPADAS

Para a iluminação arquitetônica, existem três principais tipo de tecnologia de conversão de energia elétrica em energia radiante: as fontes de luz incandescentes que aquecem o filamento de metal, como por exemplo as lâmpadas incandescentes; as fontes de luz de descarga que se resumem a passagem de uma corrente elétrica através de um gás que poderá produzir luz visível, como por exemplo as lâmpadas fluorescentes utilizadas nas residências; e, por fim, as fontes de luz eletroluminescentes.

No projeto Luminotécnico da galeria foi utilizada em sua maioria as lâmpadas tipo descarga, em particular as lâmpadas fluorescentes tubular e compactas, esta última tem-se como exemplo a Figura 9.

Figura 9 – Lâmpada Fluorescente.



Fonte: Iluminação Ecológicas, 2012.

### 2.2.2.2 LUMINÁRIAS

A luminária é um equipamento que engloba a fonte de luz, o soquete, as lentes, o suporte ou suspensão, se for o caso, e todos os acessórios de instalação, como pode ser visto na Figura 10. Suas principais funções são fornecer suporte e proteção às lâmpadas, dissipar o calor indesejável, modificar a distribuição de intensidade de luz e permitir acesso para limpeza e substituição das lâmpadas.

Figura 10 – Luminárias.

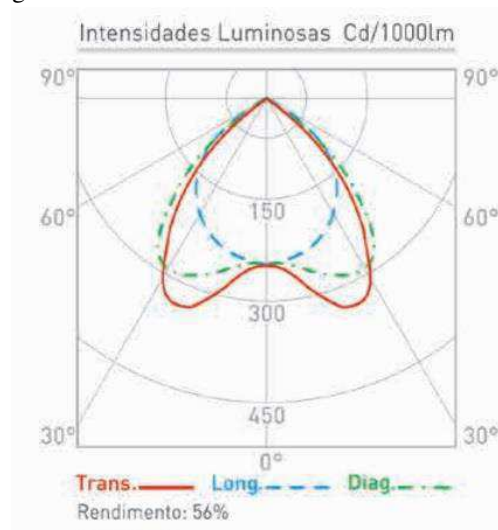


Fonte: Arquitetizze, 2018.

As luminárias devem proporcionar um fluxo luminoso específico, como também a uniformidade do fluxo para todos os ângulos. Grande parte das luminárias utilizam uma combinação de diferentes formas de controle ótico para produzir a distribuição de luz.

A especificação da luminária é referente ao desempenho fotométrico e costuma ser dada em duas medidas: o fluxo luminoso e a distribuição de intensidade luminosa, sendo o fluxo luminoso a proporção da luz da lâmpada que emerge da luminária e a distribuição da intensidade luminosa o padrão da luz emergente da luminária. Os fabricantes de luminárias fornecem as informações fotométricas para cada modelo de luminária, considerando que as luminárias estão novas e limpas. Na Figura 11 é mostrado como geralmente os fabricantes de luminárias disponibilizam os dados fotométricos.

Figura 11 – Dados fotométricos de uma luminária.



Fonte: CatálogoITAIM, 2016.

As curvas, como podem ser observadas na Figura 11, representam a forma como a luz é distribuída pela luminária e também a intensidade luminosa em um plano transversal, longitudinal e diagonal, respectivamente, como está indicado na legenda da figura. A intensidade luminosa é representada por um diagrama polar, candela por 1000 lúmens do fluxo nominal da lâmpada. Já o rendimento é razão entre o fluxo luminoso total emitido pela luminária pela soma do fluxo luminoso das lâmpadas externas.

A eficiência no consumo de energia em um projeto Luminotécnico não deve levar em consideração apenas a eficiência de uma fonte de luz particular na emissão de luz visível, mas também a qualidade da luminária e de como ela será utilizada.

Existem vários tipos de luminárias, podendo ser luminárias pendentes de iluminação descendentes ou ascendente, holofotes, *spots* e refletores.

### 2.2.3 COR

A cor é uma resposta a diferentes comprimentos de onda da luz. Ela não é uma característica intrínseca de um objeto, pois o mesmo pode apresentar diferentes cores em resposta das diferentes naturezas da luz incidentes sob ele.

A distribuição espectral de uma lâmpada pode influenciar propriedades como a temperatura de cor da luz e a acuidade de sua reprodução em superfície coloridas. A última é especialmente importante em locais como hospitais, onde um diagnóstico pode depender do reconhecimento preciso da cor do paciente (TREGENZA e LOE, 2015).

Apesar de existirem várias lâmpadas “brancas”, a temperatura de cor da luz que elas produzem varia muito. O sistema do Comitê Internacional de Iluminação (CIE) faz uso do conceito de corpo negro para determinar a temperatura de cor. Trata de uma fonte hipotética capaz de emitir um espectro contínuo de radiação. A cor da luz produzida pela fonte é registrada no diagrama de cromaticidade do CIE, variando de acordo com a temperatura, quanto mais quente for a luz emitida pela fonte, mais azulada será a cor no diagrama. Caso a fonte do tipo corpo negro registre vários pontos no diagrama, a linha que passa por meio desses pontos é chamada de local de Planckian. A temperatura que fornece a cor a um ponto em específico na linha é denominada temperatura de cor, com a unidade de medida dada em graus Kelvin (INNES, 2014).

O índice de reprodução de cor (IRC) é a escala (de 0 a 100) utilizada para medir a fidelidade de cor que a iluminação reproduz nos objetos. Lâmpadas com IRC na escala entre 80 a 100 são as que reproduzem mais fielmente as cores vistas na decoração

ou nos produtos, independente da sua Temperatura de Cor (K) (CATÁLOGO ITAIM, 2016).

## 2.3 NBR ISO 8995-1

As NBR's são normas técnicas aprovadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Elas estabelecem regras e orientações sobre determinados serviços, produtos, processo dentre outros e tem como objetivo aumentar a qualidade do produto e sua padronização. Elas não são obrigatórias por não terem sido determinadas pelo Poder Público, mas existem algumas leis brasileiras e normas regulamentadoras que exigem o cumprimento de algumas delas.

Neste trabalho foi levada em consideração a NBR ISO 8995-1 que trata sobre Iluminação de ambientes de trabalho.

Esta Norma 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.

Com o objetivo de seguir a norma, é necessária atenção a todos os parâmetros que contribuem para um ambiente luminoso. Dentre eles estão:

1. Distribuição da iluminância - é importante para uma boa execução das atividades, pois melhora a adaptação dos olhos na área da tarefa;
2. Iluminância- Os valores de iluminância determinados na NBR 8995-1 são de iluminância mantidas, ou seja, é o valor mínimo que a instalação emitirá na prática, considerando-se a prazo previsto de limpeza e substituição das lâmpadas;
3. Ofuscamento - Para evitar ofuscamentos, é necessária proteção contra visão direta das lâmpadas. Para isto é estabelecido o ângulo de corte para lâmpadas elétricas;
4. Direcionalidade da luz - A direcionalidade da luz é utilizada para destacar objetos, revelar texturas e melhorar a aparência das pessoas em um espaço;



5. Cor da luz - A qualidade da cor de uma luz é caracterizada pela temperatura de cor (aparência da cor na lâmpada) e pelo seu índice de reprodução de cores (aparência da cor no objeto ou nas pessoas);
6. Cintilação - A norma recomenda que o sistema de iluminação seja projetado para evitar cintilações, pois elas causam distração e podem provocar efeitos como dores de cabeça;
7. Luz natural - A iluminação necessária para tarefas visuais pode ser fornecida total ou parcialmente por luz natural. É necessário evitar o contraste excessivo e o desconforto térmico causados pela exposição ao sol. Portanto, faz-se necessário controlar a exposição com persianas nas janelas;
8. Manutenção - A iluminância mantida corresponde ao nível de iluminação recomendado para uma tarefa. Ela depende das características de manutenção da lâmpada, da luminária, do ambiente e do programa de manutenção.

Alguns valores de iluminância determinado na NBR 8995-1 podem ser vistos na Tabela 1. Foram levados em consideração fatores como requisitos para a tarefa visual, segurança, aspectos psicofisiológicos, economia e experiência prática.

Tabela 1 - Valores de Iluminância de acordo com a Norma.

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	Iluminância média	Uniformidade
Áreas de circulação e corredores	100	0,40
Cabeleireiro	500	0,60
Escrever, ler, teclar, processar dados	500	0,60
Sala de reuniões	500	0,60
Recepção	300	0,60
Restaurante	200	0,60
Salas de dermatologia	500	0,60

Fonte: Adaptada de ABNT (2013).

## 2.4 MODELOS E CÁLCULOS

Um cálculo de luminotécnica é um modelo abstrato de um processo físico. É uma simplificação do mundo real que é obtida partindo do pressuposto de que tudo é constante, exceto um pequeno número de variáveis (TREGENZA e LOE, 2015).

A distribuição de luz em um ambiente é complexa e instável, por isso se faz necessário que sua análise seja feita pelo computador. Apesar disto, é aconselhável que sejam feitos os cálculos manuais também, pois é necessário conhecer o funcionamento dos cálculos manuais para saber compreender os procedimentos feitos pelo computador.

Existem diversos métodos para a realização dos cálculos, como o método do fluxo luminoso total, o de fórmulas analíticas e métodos numéricos. Nesta seção será mostrada a abordagem para a quantificação da luz utilizando o método do fluxo luminoso total.

O método de fluxo luminoso total leva em consideração apenas a quantidade total de luz incidente em um espaço e a sua área. Usando a definição de iluminância, o método é mostrado na equação 1.

$$\text{Iluminância (lux)} = \frac{\text{fluxo incidente sobre uma superfície (lumens)}}{\text{área da superfície (m}^2\text{)}}, \text{ (TREGENZA e LOE, 2015)} \quad (1)$$

Este método é usado quando um ambiente está iluminado de modo homogêneo por um conjunto uniforme de luminárias de teto. Nele é considerado o ambiente todo no nível da área de trabalho.

O fator de utilização (UF) é a razão entre o fluxo incidente na superfície e fluxo emitido pelas lâmpada e ele é fornecido pelos fabricantes de luminárias por meio de suas páginas na internet ou em catálogos impressos com o título de “dados fotométricos”.

Para o cálculo da iluminância também é necessário considerar o coeficiente de manutenção (MF) que trata da perda de eficácia da luminária causada com o tempo, pois as lâmpadas emitem menos luz devido a poeira e sujeita que vão se acumulando. Este coeficiente varia de 0 a 1, sendo o valor 1 um ambiente perfeitamente limpo. Geralmente ele é 0,8 em residências ou escritórios limpos (TREGENZA e LOE, 2015).

Supondo que haja  $n$  luminárias com lâmpadas que emitam  $F$  lumens cada e sendo  $A$  a área por metros quadrados da planta baixa do plano de trabalho, de posse desses dados é possível calcular a iluminância média do plano de trabalho que é dada pela Equação 2.

$$\text{iluminância} = \frac{n * F * UF * MF}{A} \quad (2)$$

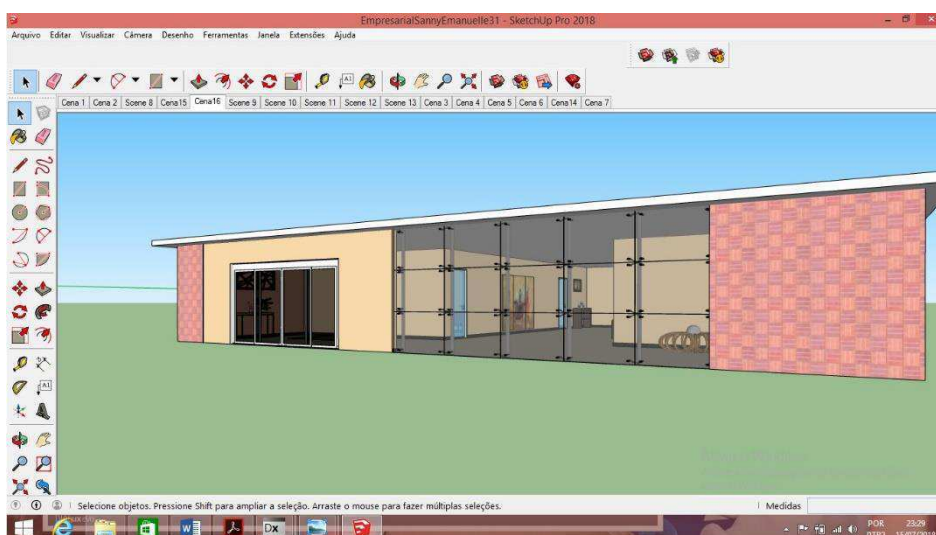
### 3 PROJETO LUMINOTÉCNICO

O objetivo deste capítulo é descrever o procedimento realizado para o desenvolvimento do projeto Luminotécnico. Na primeira subseção deste capítulo estão descritos os recursos utilizados para o projeto. O desenvolvimento é descrito na subseção 2. Por fim, o procedimento realizado para análise dos resultados é mostrado na subseção 3.

#### 3.1 RECURSOS UTILIZADOS

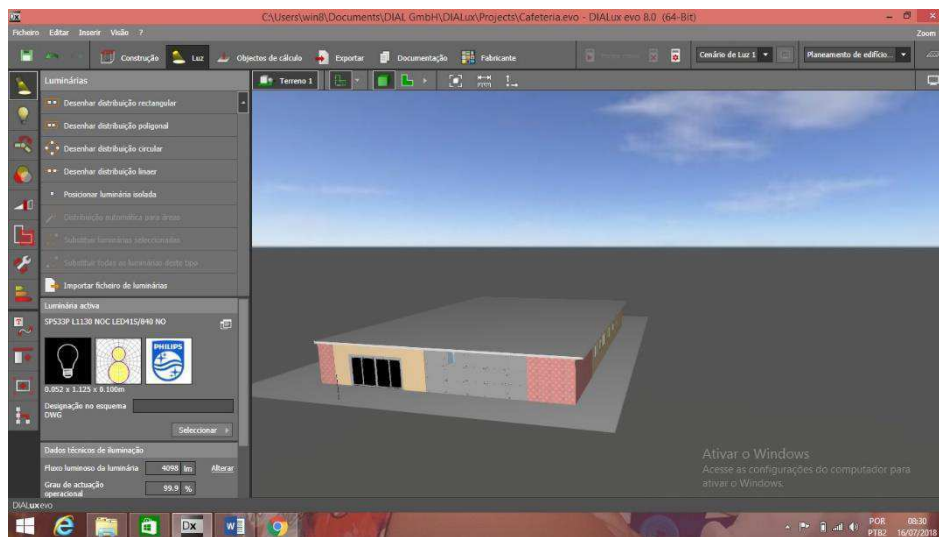
A elaboração da galeria foi realizada utilizando o *software SketchUP Pro 2018*, *software* usualmente utilizado por estudantes e profissionais da área de Arquitetura e *Design* de Interiores. Por meio dele foi possível a elaboração desde a planta baixa, modelo 3D até a inserção de objetos e texturas como pode ser visto na Figura 12. Após a conclusão do projeto arquitetônico, foi realizada a exportação do projeto do SketchUP para o **DIALux Evo 8.0**, obtendo como resultado o mostrado na Figura 13.

Figura 12 – *Software SketchUP*.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 13 – Software DIALux Evo 8.0.



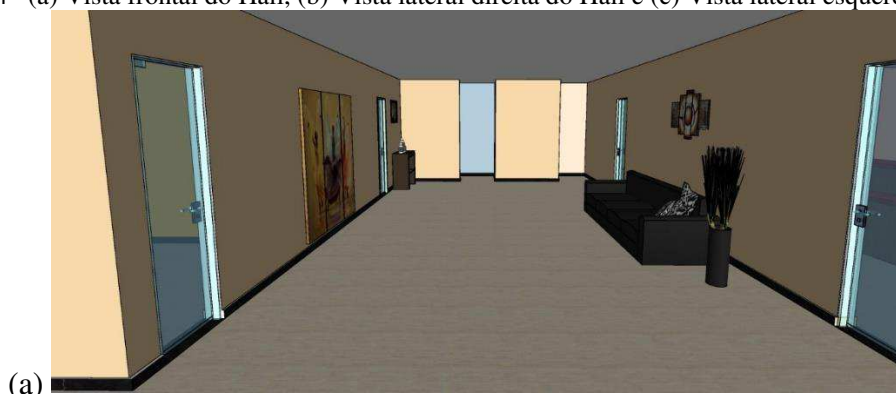
Fonte: Elaborada pela autora.

## 3.2 PROCEDIMENTO

Inicialmente, foram definidos quais são os componentes que a galeria deveria conter. A partir de análise prévia, foi estabelecido que a galeria deveria conter uma sala comercial destinada para um salão de beleza, um escritório de advocacia com salas de variados tamanhos, uma cafeteria e um consultório de dermatologia. Essa variedade de ambientes foi escolhida para ser possível realizar uma análise em diferentes tipos de ambientes. Após, o projeto arquitetônico e decoração de interiores foram desenvolvidos no SketchUP com determinação das áreas de trabalho, a fim de que no momento do cálculo Luminotécnico fosse possível o resultado mais fiel a realidade.

Na Figura 14 é apresentado com detalhes o projeto arquitetônico do Hall.

Figura 14– (a) Vista frontal do Hall, (b) Vista lateral direita do Hall e (c) Vista lateral esquerda do Hall.



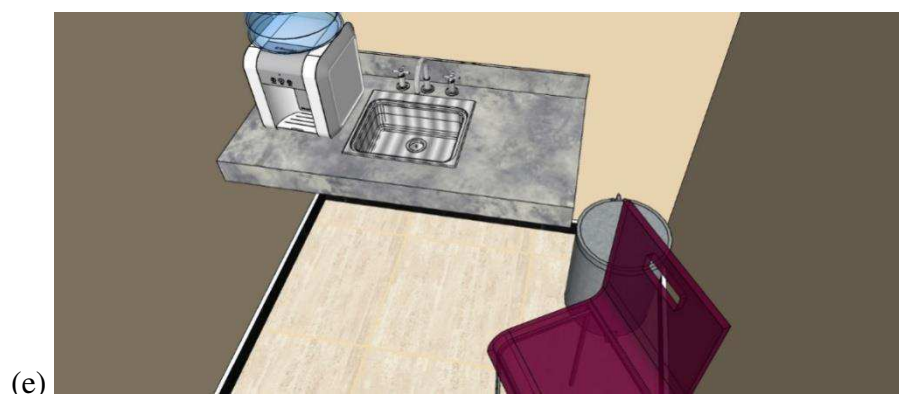
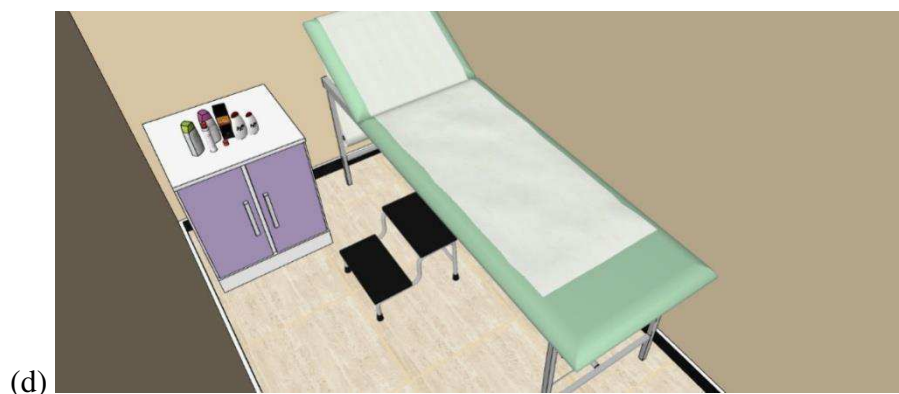
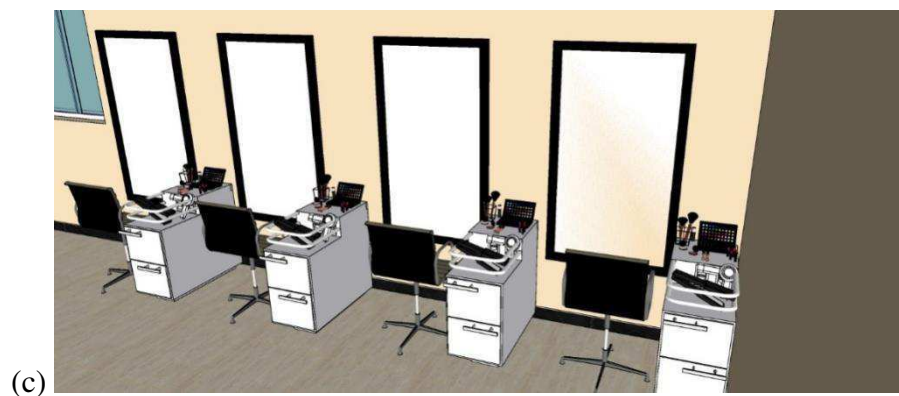


Fonte: Elaborada pela autora.

Na Figura 15 é apresentada todo os cômodos internos do Salão de Beleza.

Figura 15 – (a) Recepção e sala de espera; (b) Lavatório; (c) Área de trabalho; (d) Sala de depilação; (e) Copa.





Fonte: Elaborada pela autora.

Na Figura 16 é mostrada a área interna da Cafeteria.

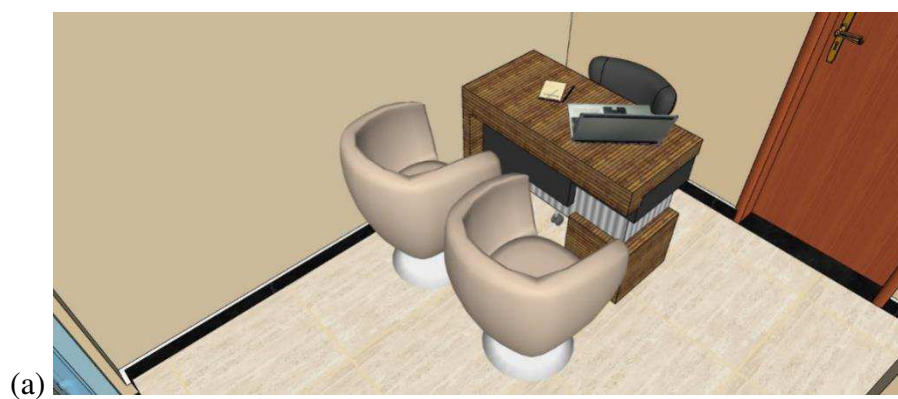
Figura 16 – (a) Vista lateral esquerda; (b) Vista lateral direita.

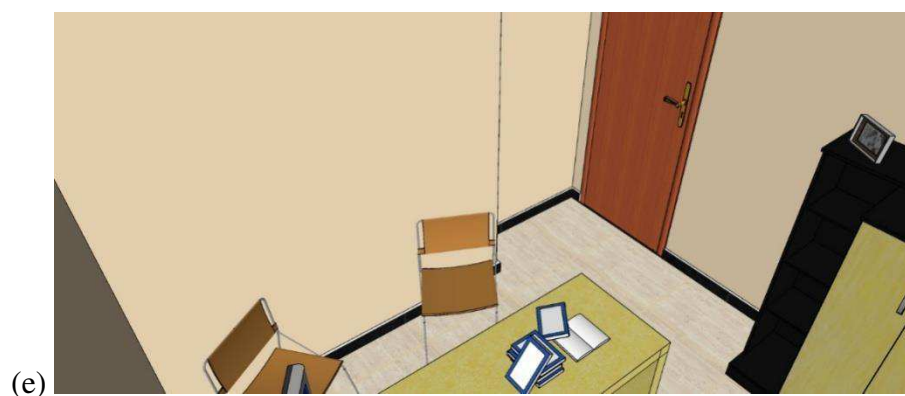
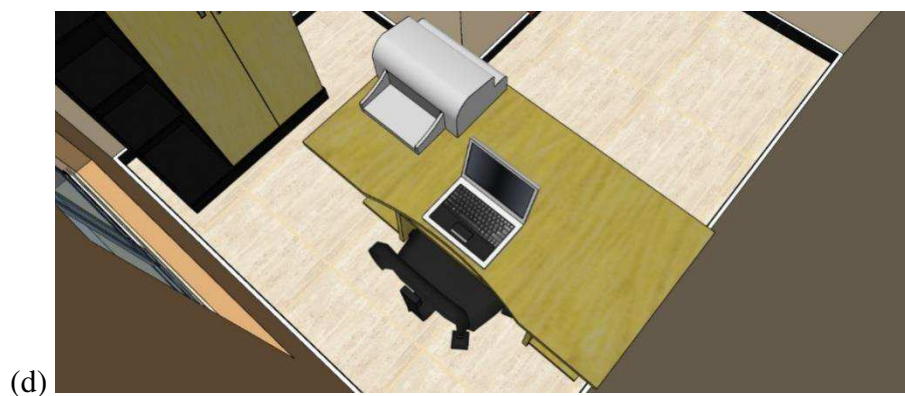
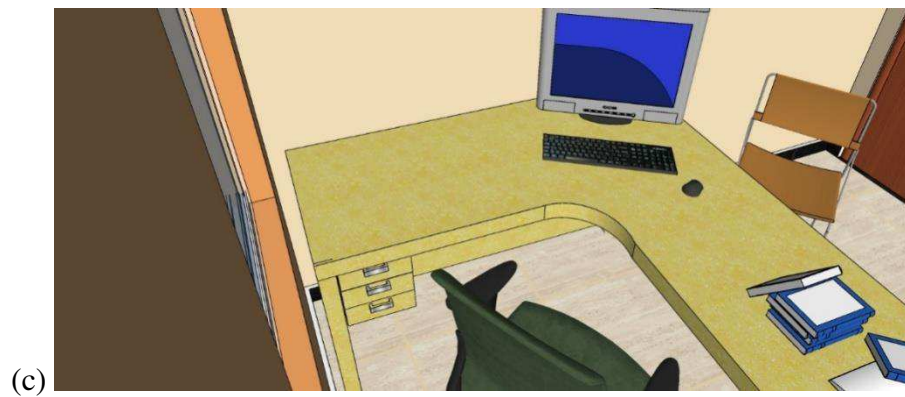
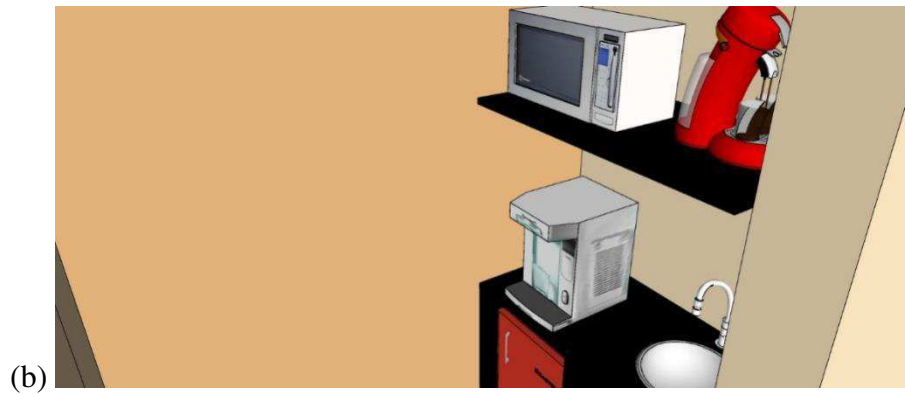


Fonte: Elaborada pela autora.

Na Figura 17 são mostradas as diferentes salas internas do Escritório de Advocacia.

Figura 17 – (a) Recepção; (b) Copa; (c) Sala 01; (d) Sala 02;(e) Sala 03; (f) Sala de reuniões.







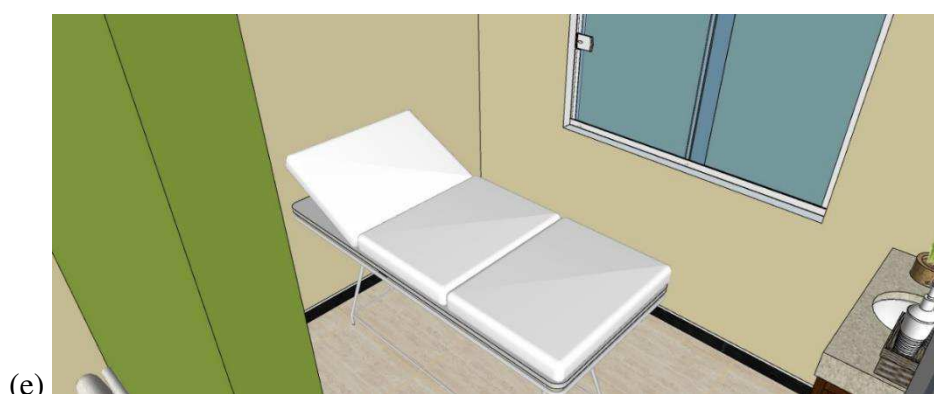


Fonte: Elaborada pela autora.

Por fim, na Figura 18 está apresentado todo o interior da Clínica de Dermatologia.

Figura 18 – (a) Recepção; (b) Sala de atendimento 1; (c) Sala de exames 1; (d) Sala de atendimento 2; (e) Sala de exames 2.





Fonte: Elaborada pela autora.

Em paralelo, foi realizada uma análise prévia das luminárias das marcas Itaim e Philips disponibilizadas em seus catálogos após análise, foi realizada uma seleção prévia de acordo com suas informações fotométricas.

Por meio do DIALux é possível acessar os catálogos das fabricantes de luminárias e realizar o *download* dos ficheiros com os arquivos das luminárias. A partir deste ponto foi possível inicializar a inserção das luminárias no projeto para a realização de testes empíricos dos resultados das iluminâncias.

### 3.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta subseção, serão apresentados os resultados fotométricos de cada ambiente com seu projeto luminotécnico final. Na Tabela 2 é mostrada a área de cada ambiente.

Tabela 2 – Área dos ambientes da galeria.

<b>Ambiente</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Hall	125
Salão de beleza	48,0
Cafeteria	48,0
Escritório	48,0
Clínica de dermatologia	48,0

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.3.1 HALL

Para o Hall foram necessárias 39 luminárias do modelo Ouro- E de 52 W, 1.530 lm, com rendimento luminoso de 29,4 lm / W cada, da fabricante Itaim. Este modelo pode ser visto na Figura 19.

Figura 19 – Luminária Ouro - E.



Fonte: Catálogo Itaim.

Os valores calculados pelo DIALux para o Hall estão contidos na Tabela 3 e a curva de isolux calculada está sendo apresentada na Figura 20. Na Figura 21 são apresentadas vistas do Hall com as luminárias utilizadas.

Tabela 3 – Valores calculados pelo DIALux para o hall.

<b>Ambiente</b>	<b>Iluminância (lux)</b>	<b>Uniformidade</b>
Hall	354	0,40

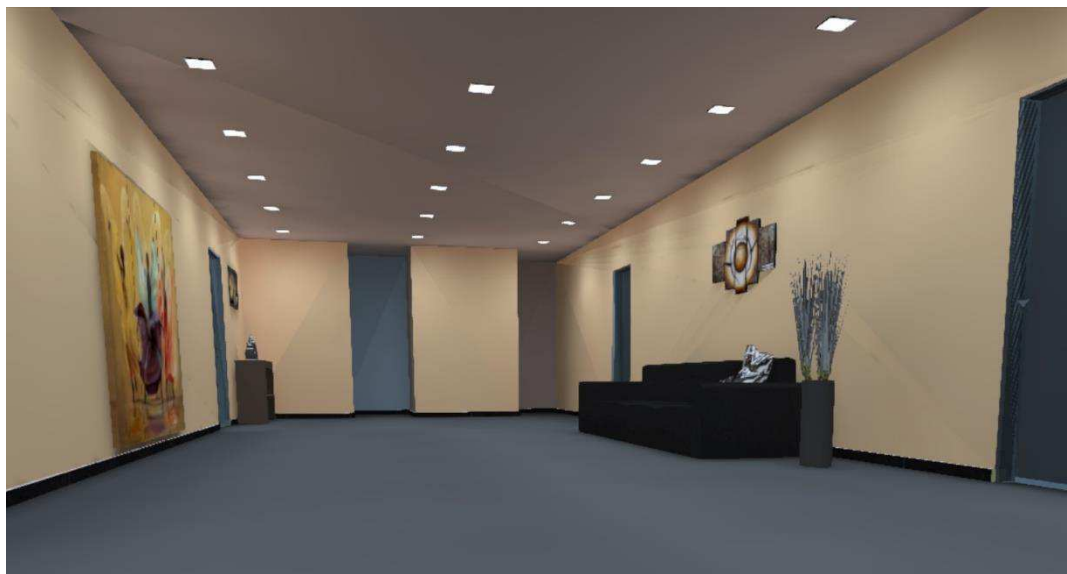
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 20 – Curva de Isolux do Hall.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 21 – Vista do Hall com luminárias (a) Vista para o fundo; (b) Vista para a entrada.



(a)



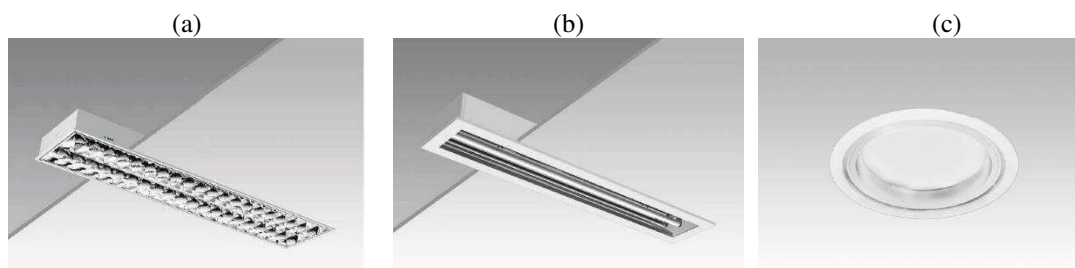
(b)

Fonte: Elaborada pela autora.

### 3.3.2 SALÃO DE BELEZA

Para o salão de beleza foram necessárias 8 luminárias do modelo 2870 2xT26 16W de 32 W, 1.485 lm, com rendimento luminoso de 46,4lm / W cada; 3 luminárias do modelo 7010 2xT16 16W de 32 W, 1.641 lm, com rendimento luminoso de 51,2 lm/ W cada; 16 luminárias do modelo Prata-E 1xTC-D26 W cada, sendo todas as luminárias do fabricante Itaim. Na Figura 22 é apresentada respectivamente os três modelos de luminárias em uso.

Figura 22– (a) Luminária 2870, (b) Luminária 7010 e (c) Luminária Prata-E.



(a)

(b)

(c)

Fonte: Catálogo Itaim, 2016.

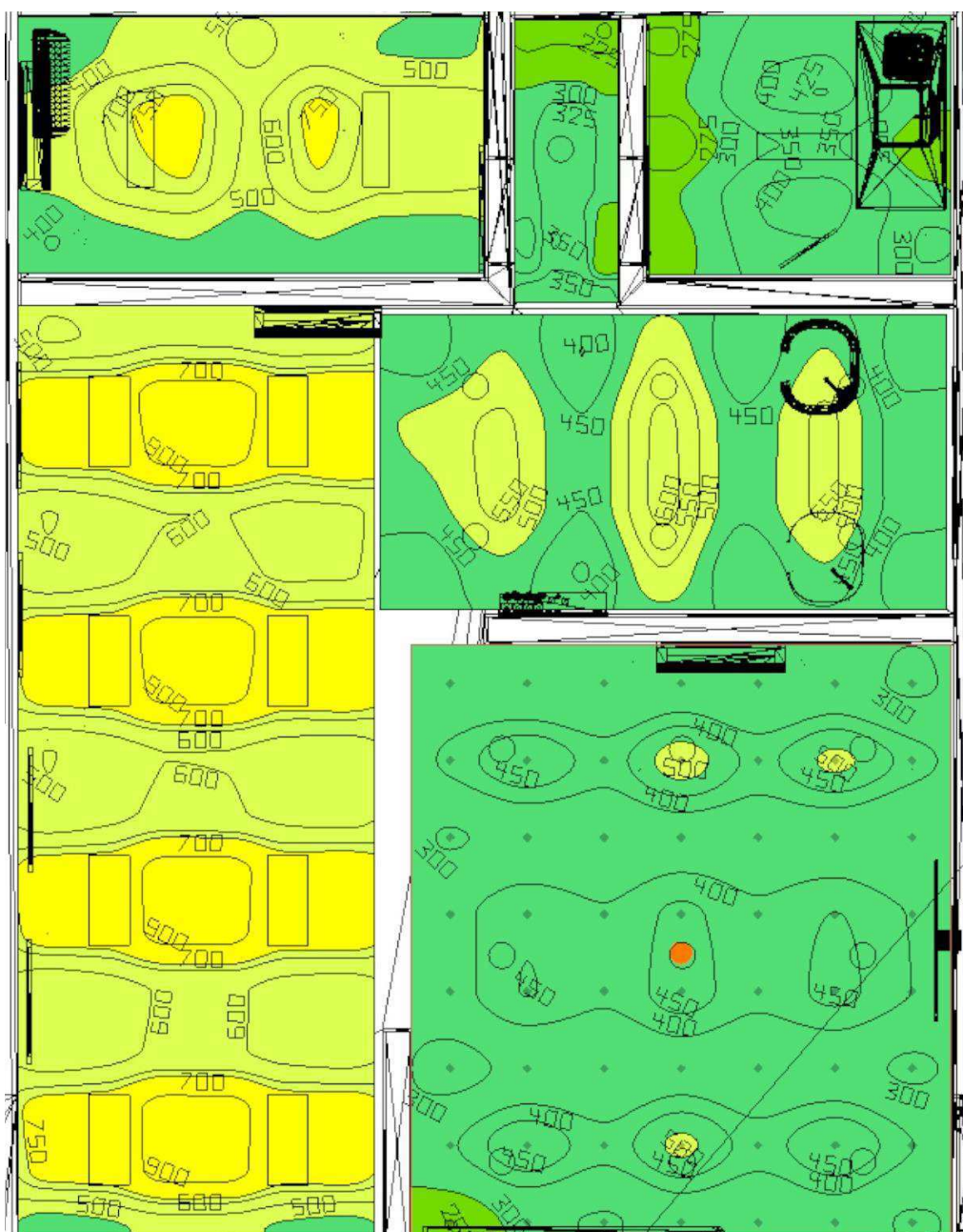
Os valores calculados para o Salão de Beleza pelo DIALux estão apresentados na Tabela 4 e a curva de isolux calculada está sendo apresentada na Figura 23. Na Figura 24 é apresentadas os diferentes ambientes internos do mesmo com as luminárias utilizadas.

Tabela 4 – Valores calculados pelo DIALux para o salão de beleza.

Ambiente	Iluminância (lux)	Uniformidade
Recepção	379	0,70
Bancada de cabelo e make	691	0,63
Lavatório	479	0,78
Sala de depilação	572	0,70
Copa	342	0,75

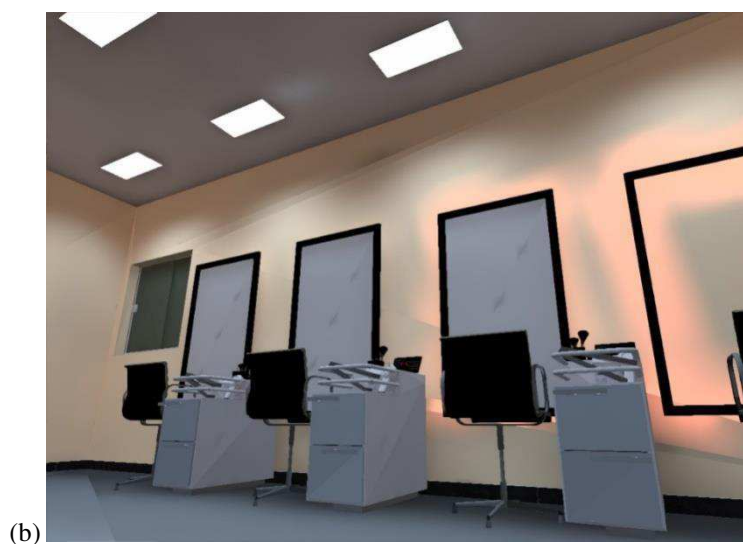
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 23 – Curva de Isolux do Salão de Beleza.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 24 – Vista do Salão de beleza com luminárias(a) Vista do teto da recepção e lavatório; (b) Vista do teto da área de trabalho; (c) Vista geral do teto; (d) Vista do teto da sala de depilação.





(d)

Fonte: Elaborada pela autora.

### 3.3.3 CAFETERIA

Para a Cafeteria foram necessárias 12 luminárias do modelo Ouro- E, de 52 W, 1.530 lm, com rendimento luminoso de 29,4 lm / W cada, da fabricante Itaim. Este modelo de luminária foi mostrado na Figura 19.

Os resultados obtidos pelo DIALux para a Cafeteria estão apresentados na Tabela 5 e a curva de isolux calculada está sendo apresentada na Figura 25. Na Figura 26 são apresentadas duas vistas da Cafeteria já com as luminárias.

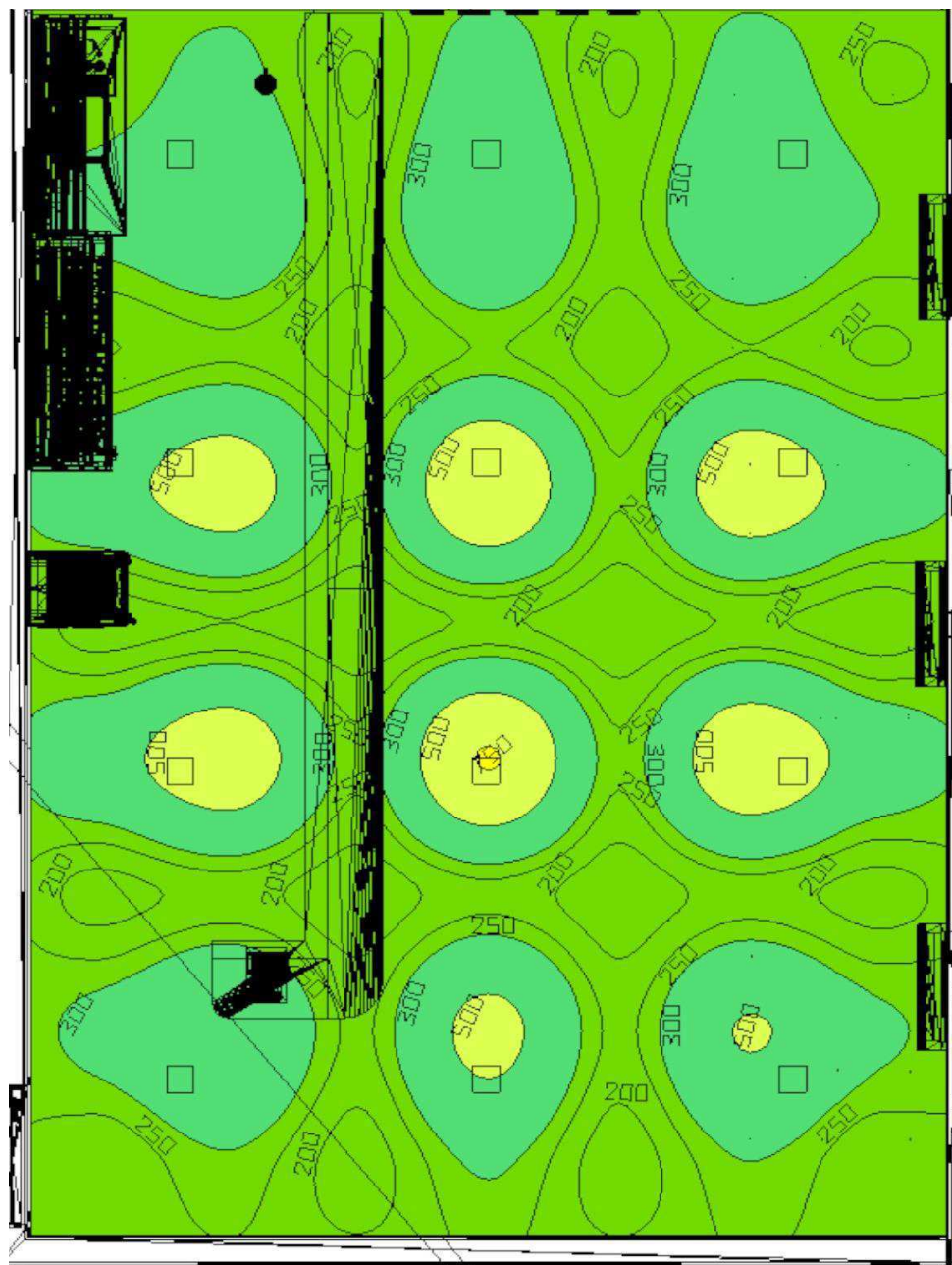
Tabela 5 – Valores calculados pelo DIALux para a cafeteria.

<b>Ambiente</b>	<b>Iluminância (lux)</b>	<b>Uniformidade</b>
Cafeteria	310	0,52

Fonte: Elaborada pelo autor.

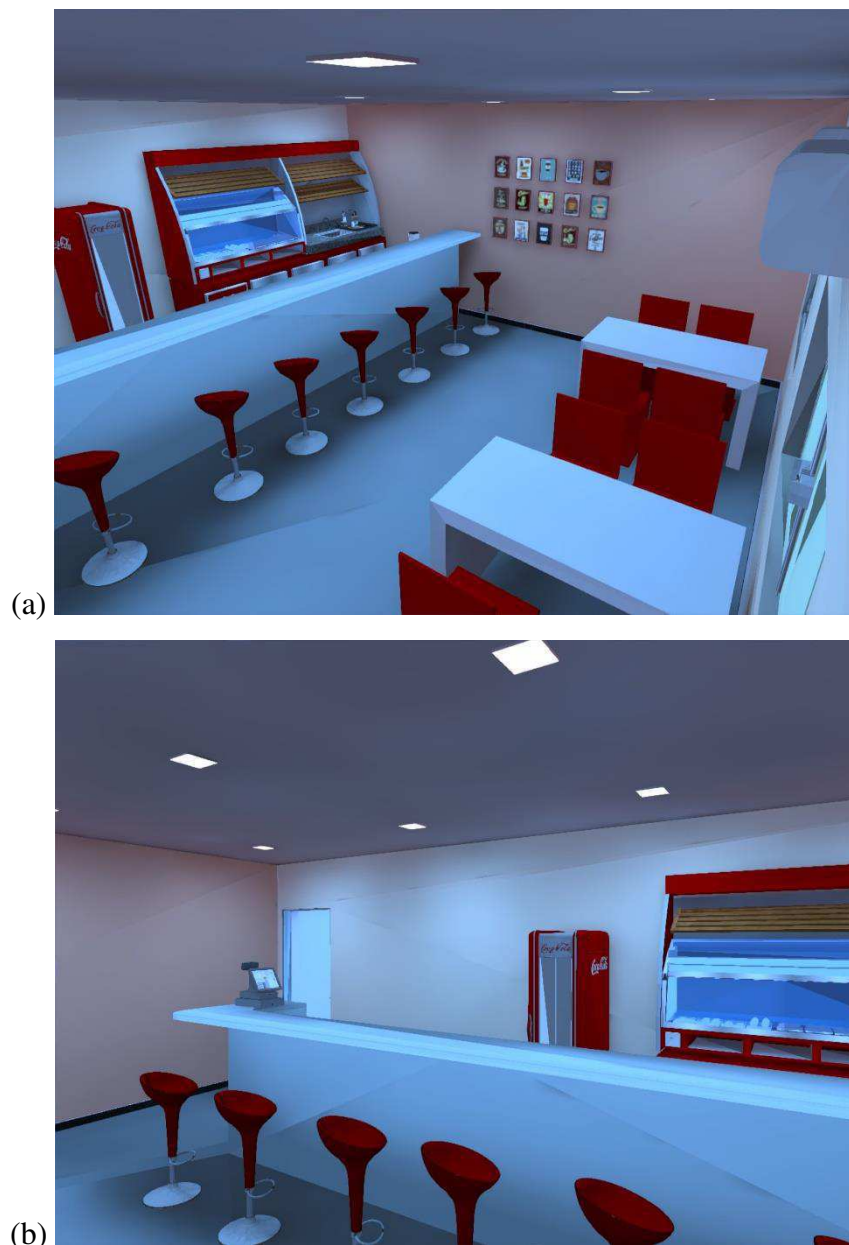


Figura 25 – Curva de Isolux da Cafeteria.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 26 – Vista da Cafeteria com luminárias (a) Vista geral (b) Vista do balcão de atendimento.



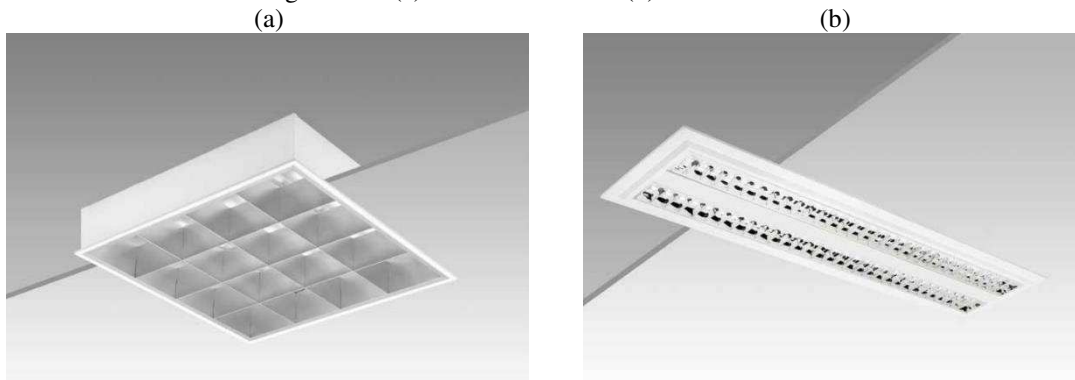
Fonte: Elaborada pelo autor.

### 3.3.4 ESCRITÓRIOS

Para o escritório, foram necessárias: 3 luminárias do modelo 2056 4xT2616 W de 64W, 2.378 lm, com rendimento luminoso de 37,1lm / W cada, da fabricante Itaim; 2 luminárias do modelo 7010 2xT26 16W de 32 Watts, 1.641 lm, com rendimento luminoso de 51,3 lm/W cada; e 19 luminárias do modelo Esmeralda de 52 W, 2.191 lm, com rendimento luminoso de 102,9 lm/W cada, da marca Itaim; 1 luminária do modelo 2315 2xT16 28 W de 56 W, 3.456 lm com rendimento de 61,7 lm/W cada, da marca

Itaim. Os modelos de luminárias utilizados são mostrados nas figuras 27(a), 22(b) e 27(b), respectivamente.

Figura 27 – (a) Luminária 2056 e (b) Luminária 2315.



Fonte: Catálogo Itaim, 2016.

As medições das superfícies de cálculo estão apresentadas na Tabela 6.

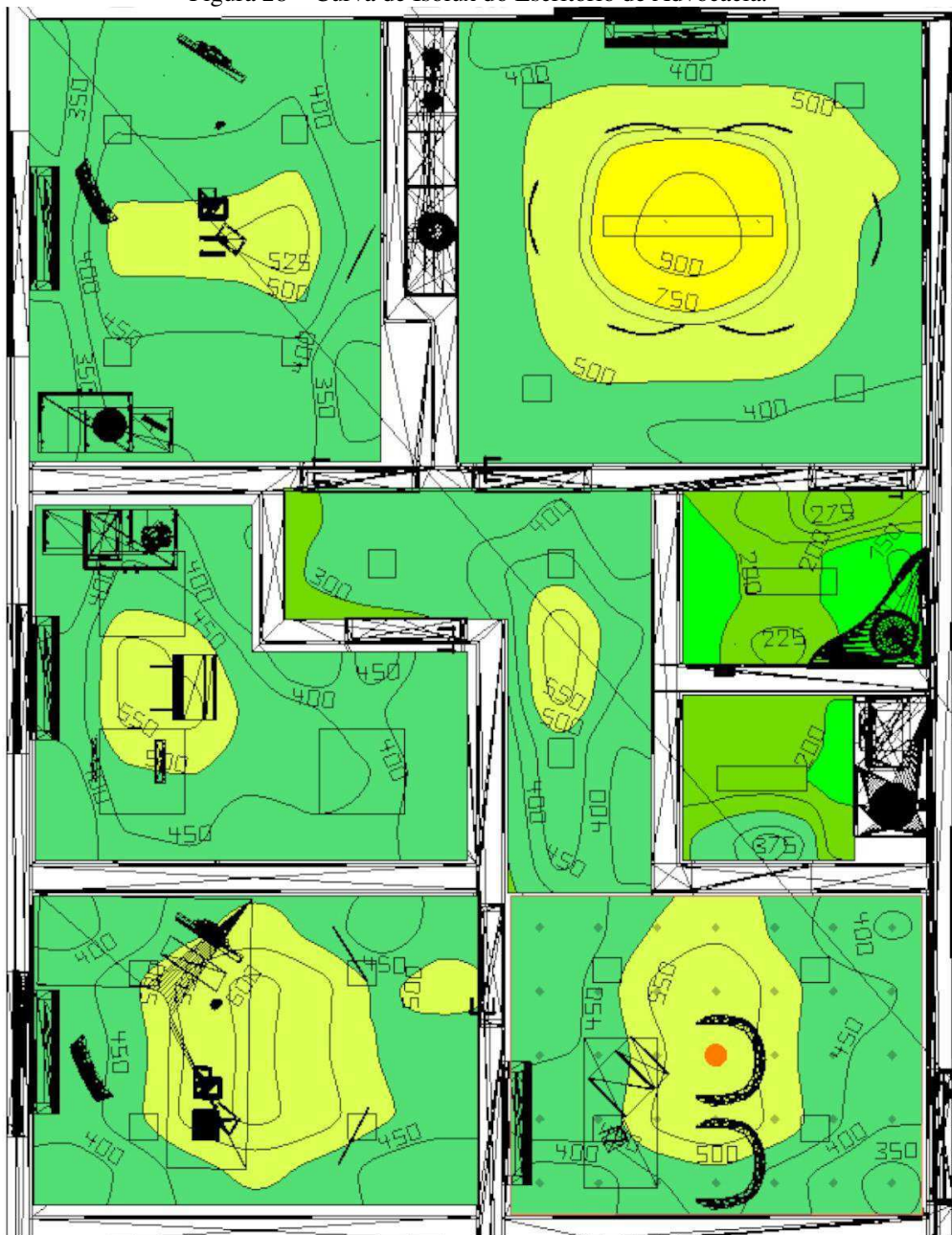
Tabela 6 – Valores calculados pelo DIALux para o escritório.

<b>Ambiente</b>	<b>Iluminância (lux)</b>	<b>Uniformidade</b>
Sala 1	490	0,77
Sala 2	429	0,69
Sala 3	426	0,77
Sala de Reuniões	546	0,60
Recepção	470	0,71
Copa	248	0,71
Banheiro	205	0,72
Área de Circulação	421	0,70

Fonte: Elaborada pela autora.

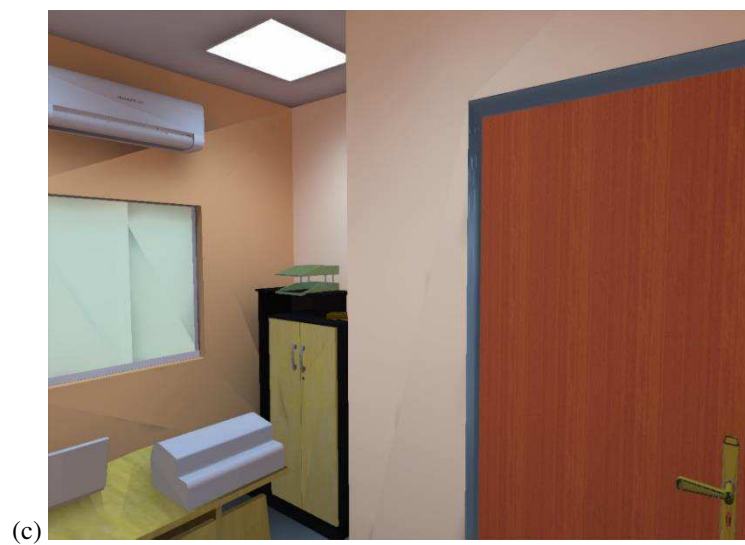
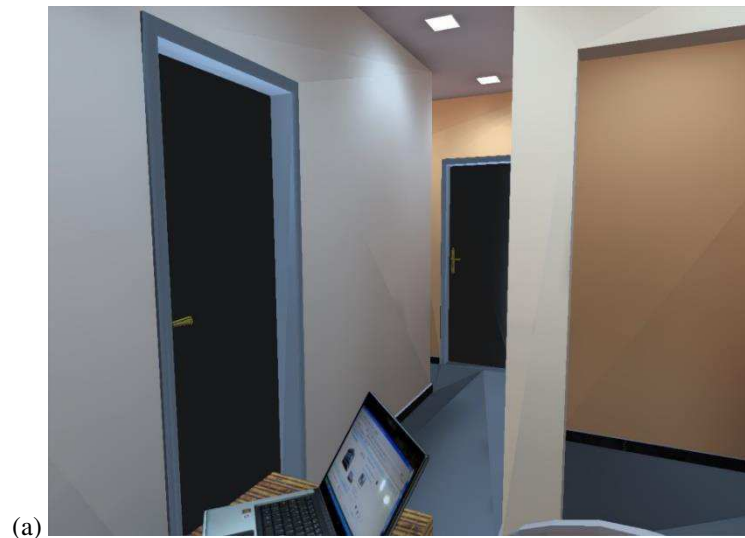
A curva de isolux calculada do escritório está sendo apresentada na Figura 28. Na Figura 29 são apresentadas as vistas das salas do Escritório de Advocacia já com as luminárias.

Figura 28 – Curva de Isolux do Escritório de Advocacia.



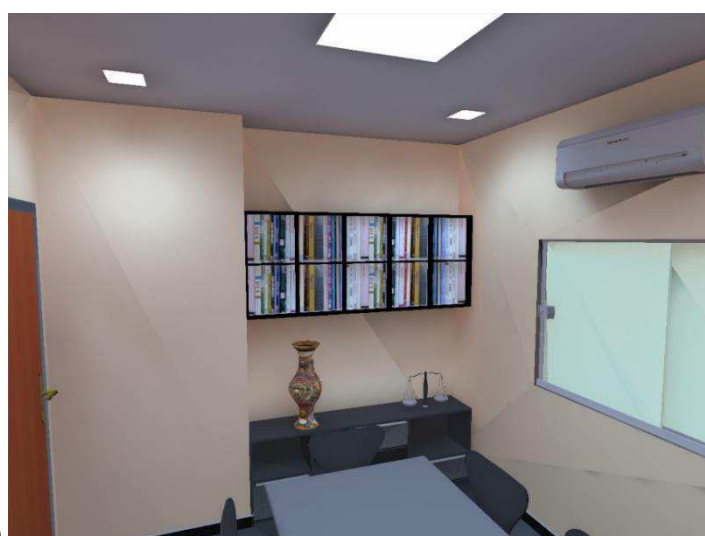
Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 29 – Vista do Escritório de Advocacia com luminárias(a) Vista da recepção com o teto do corredor; (b) Vista da sala 1; (c) Vista da sala 2; (d) Vista da sala 3; (e) Vista da sala da sala de reuniões.





(d)



(e)

Fonte: Elaborada pela autora.

### 3.3.5 CLÍNICA DE DERMATOLOGIA

Para a Clínica de dermatologia foram necessárias 22 luminárias do modelo Ouro- E, de 36 W, 1.115 lm, com rendimento luminoso de 31,0 lm / W cada, da fabricante Itaim. O modelo de luminária está apresentado na Figura 19. Os resultados obtidos pelo DIALux para a Cafeteria estão apresentados na Tabela 7 e a curva de isolux calculada está sendo apresentada na Figura 30. Na Figura 31 são apresentadas as vistas do interior da Clínica de Dermatologia já com as luminárias.

Tabela 7 – Valores calculados pelo DIALux para a clínica de dermatologia.

<b>Ambiente</b>	<b>Iluminância (lux)</b>	<b>Uniformidade</b>
Recepção	262	0,52
Sala de consulta 1	451	0,61
Sala de exames 1	481	0,63
Sala de consulta 2	456	0,61
Sala de exames 2	486	0,63

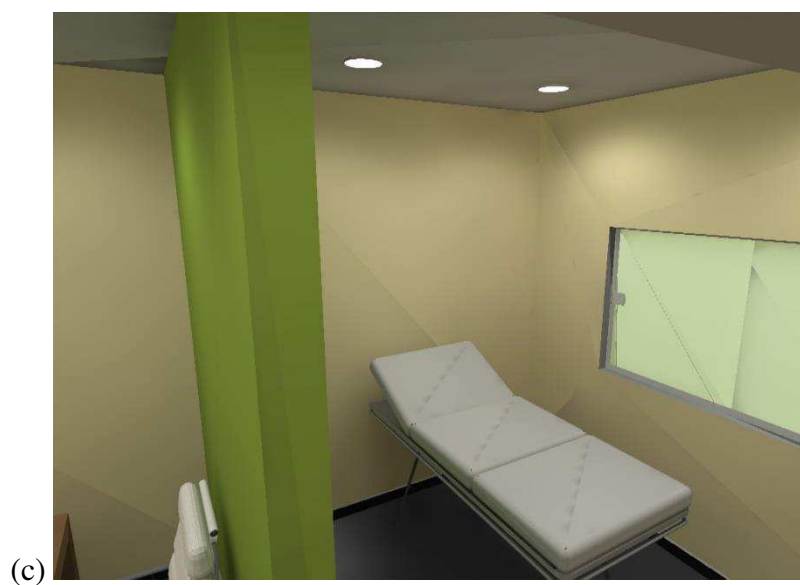
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 30 – Curva de Isolux da Clínica de Dermatologia.

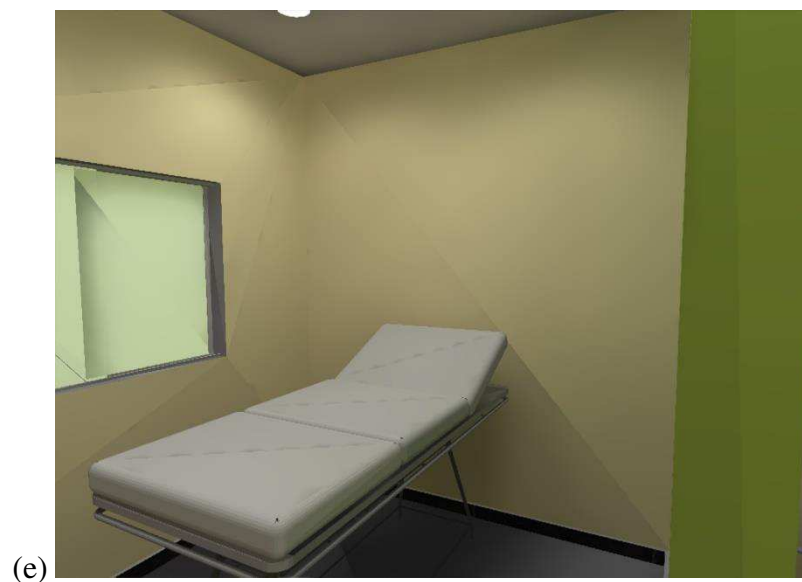
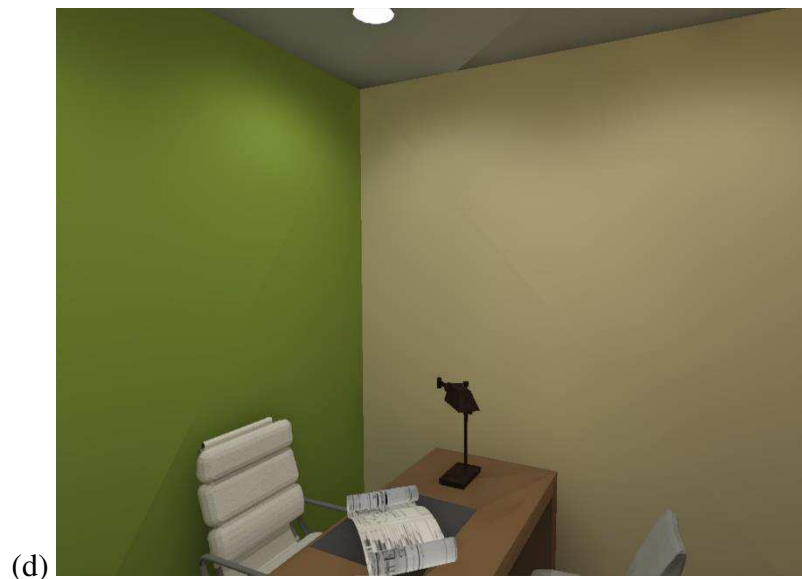


Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 31 – Vistas da Clínica de Dermatologia com luminárias(a) Recepção; (b) Sala de atendimento 1; (c) Sala de exames 1; (d) Sala de atendimento 2; (e) Sala de exames 2.







Fonte: Elaborada pela autora.

## 4 INVESTIMENTO DO PROJETO

Conhecendo-se a potência instalada de cada luminária, é possível a determinação do gasto de energia elétrica mensal. Considerando, na pior das hipóteses, que todas as lâmpadas estarão ligadas em média 8 horas por dia, 22 dias por mês, o consumo total das lâmpadas está apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Consumo mensal das lâmpadas.

<b>Ambiente</b>	<b>Potência Total (kW)</b>	<b>Gasto de energia mensal (kW.h)</b>
Hall	2,028	356,928
Salão de Beleza	2,380	418,880
Cafeteria	0,460	96,096
Escritório	1,300	228,800
Consultório	0,792	139,392

Fonte: Elaborada pela autora.

Na Tabela 9 são detalhados os preços do projeto por ambiente com os preços em média das luminárias e das lâmpadas utilizadas.

Tabela 9 – Lista de Materiais por empreendimento e de serviço.

<b>Lista de materiais</b>					
<b>Ambiente</b>	<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço unit.</b>	<b>Marca</b>	<b>Preço total</b>
<b>Hall</b>	Luminária Ouro - E	39 un.	R\$ 19,00	Itaim	R\$ 741,00
	Lâmpada fluorescente compacta de 26 W	78 un.	R\$ 12,00	OSRAM	R\$ 936,00
	Cabos	120 m	R\$ 0,80		R\$ 96,00
	Dutos	60 m	R\$ 1,55		R\$ 93,00
	Interruptores	4 un.	R\$ 5,00		R\$ 20,00
	Serviço de Instalação	0,3	R\$ 1.886,00		R\$ 565,80
					<b>Total</b>
<b>Salão de Beleza</b>	Luminária 2870.216.000	8 un.	R\$ 180,00	Itaim	R\$ 1.440,00
	Lâmpada fluorescente tubular T8 16 w	16 un.	R\$ 8,67	OSRAM	R\$ 138,72
	Luminária 7010.216.010	3 un.	R\$ 170,00	Itaim	R\$ 510,00
	Lâmpada fluorescente tubular T8 16 w	6 un.	R\$ 8,67	OSRAM	R\$ 52,02
	Luminária Prata- E	16 un.	R\$ 17,00	Itaim	R\$ 272,00
	Lâmpada fluorescente compacta de 26 W	16 un.	R\$ 12,00	OSRAM	R\$ 24,80
	Cabos	40 m	R\$ 0,80		R\$ 32,00
	Dutos	20 m	R\$ 1,55		R\$ 31,00
	Interruptores	6 un.	R\$ 5,00		R\$ 30,00
	Serviço de Instalação	0,3	R\$ 2.530,54		R\$ 759,16
					<b>Total</b>

Continua na página seguinte

Tabela 9 – continuação da página anterior					
Lista de materiais					
Ambiente	Descrição	Quantidade	Preço unit.	Marca	Preço total
Cafeteria	Luminária Ouro-E	12 un.	R\$ 19,00	Itaim	R\$ 228,00
	Lâmpadas fluorescente compacta de 26 W	24 un.	R\$ 12,00	OSRAM	R\$ 288,00
	Cabos	40 m	R\$ 0,80		R\$ 32,00
	Dutos	20 m	R\$ 1,55		R\$ 31,00
	Interruptores	2 un.	R\$ 5,00		R\$ 10,00
	Serviço de Instalação	0,3	R\$ 589,00		R\$ 176,70
				<b>Total</b>	<b>R\$ 765,70</b>
Escritório	Luminária 2056.416.900	3 un.	R\$ 170,00	Itaim	R\$ 510,00
	Lâmpada fluorescente tubular T8 16 W	12 un.	R\$ 8,67	OSRAM	R\$ 104,04
	Luminária 7010.216.010	2 un.	R\$ 170,00	Itaim	R\$ 340,00
	Lâmpada fluorescente tubular T8 16 w	4 un.	R\$ 8,67	OSRAM	R\$ 34,68
	Luminária Esmeralda	19 un.	R\$ 19,00	Itaim	R\$ 361,00
	Lâmpada fluorescente compacta de 26 W	38 un.	R\$ 12,00	OSRAM	R\$ 456,00
	Luminária 2315.228.10A	1 un.	R\$ 155,00	Itaim	R\$ 155,00
	Lâmpada fluorescente tubular T5 28 W	2 un.	R\$ 11,27	Philips	R\$ 22,54
	Cabos	50 m	R\$ 0,80		R\$ 40,00
	Dutos	25 m	R\$ 1,55		R\$ 38,75
	Interruptores	8 un.	R\$ 5,00		R\$ 40,00
	Serviço de Instalação	0,3	R\$ 2.102,01		R\$ 630,60
				<b>Total</b>	<b>R\$ 2.732,61</b>
Clínica de Dermatologia	Luminária Ouro - E	22 un.	R\$ 19,00	Itaim	R\$ 418,00
	Lâmpada fluorescente compacta de 18W	44 un.	R\$ 12,00	OSRAM	R\$ 528,00
	Cabos	50 m	R\$ 0,80		R\$ 40,00
	Dutos	25 m	R\$ 1,55		R\$ 38,75
	Interruptores	5 um	R\$ 5,00		R\$ 25,00
	Serviço de Instalação	0,3	R\$ 1.049,75		R\$ 314,93
				<b>Total</b>	<b>R\$ 1.364,68</b>

Fonte: Elaborada pela autora.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho de conclusão de curso possibilitou o estudo de Iluminação de ambientes, um tema pouco abordado no Curso de Engenharia Elétrica, mas de muita importância por seus benefícios obtidos com uma boa iluminação. Este tema foi visto brevemente nas disciplinas de Instalações Elétricas e no Laboratório de Instalações Elétricas, e para elaboração da planta arquitetônica, a contribuição dos conhecimentos adquiridos na disciplina de Expressão Gráfica.

É importante ressaltar que, apesar de que os cálculos de iluminância e uniformidade terem sido calculados pelo computador levando em consideração vários fatores, ele não representa uma cópia fiel da realidade, pois a mesma contém várias variáveis não tão constantes. Assim, é possível que existam discrepâncias entre os valores obtidos no projeto e os valores reais.

O conhecimento do local das áreas de tarefas facilitou a distribuição das luminárias, buscando alcançar os valores referentes aos que estão na norma. Alguns valores de Iluminância ficaram pouco acima ou pouco abaixo do que os estipulados pela norma, mas não fazendo do mesmo um ambiente mal iluminado, uma vez que o fator de uniformidade foi quase sempre respeitado.

É importante ressaltar que, apesar do *software* disponibilizar do uso da norma diretamente, tendo apenas que selecionar o ambiente com o seu respectivo tipo de área de tarefa, não foi possível fazer isto no projeto desenvolvido, pois o mesmo veio de uma exportação de extensão 3D e o DIALux identificou as paredes do mesmo como sendo objetos, não permitindo assim a distinção dos ambientes.

Por fim, o Trabalho de Conclusão de Curso foi bastante estimulante para a continuação dos estudos na área de iluminação e de projetos arquitetônicos, tendo como objetivo futuro a busca do aperfeiçoamento para que o mesmo se torne a área de atuação principal da autora.

## REFERÊNCIAS

ANDERSEN, M. (2004). *Daylighting*. MIT OpenCourseWare. Disponível em <<http://hdl.handle.net/1721.1/41881>>. Acessado em 08 de agosto de 2018.

ARQUITETIZZE (2018). *Arquitetizze*. Disponível em <<https://arquitetizze.com.br/>>. Acessado em 25 de Julho de 2018.

ILUMINAÇÃO ECOLÓGICA (2013). *Iluminação Ecológica*. Disponível em <<http://iluminacaoecologica.blogspot.com/>>. Acessado em 26 de Julho de 2018.

INFOESCOLA (2018). *Espectro Eletromagnético*. Disponível em <<https://www.infoescola.com/fisica/espectro-eletromagnetico/>>. Acessado em 8 de Julho de 2018.

INNES, M. (2014). *Iluminação no design de interiores*. 1ª edição, Editora GG.

ITAIM (2018). *Catálogo ITAIM*. Disponível em <<http://www.itaimiluminacao.com.br/catalogo>>. Acessado em 25 de julho de 2018.

MAXWELL, J. C. (1865). VIII. *A dynamical theory of the electromagnetic field*. Philosophical transactions of the Royal Society of London, 155, 459-512.

MUNDOEDUCACAO (2018a). *Reflexão da Luz*. Disponível em <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/reflexao-luz.htm>>. Acessado em 8 de Julho de 2018.

MUNDOEDUCACAO (2018b). *Newton e as Cores*. Disponível em <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/newton-as-cores.htm>>. Acessado em 9 de julho de 2018.

TREGENZA, P.; LOE, D. (2015). *Projeto de Iluminação*. 2ª edição, Editora Bokman.