

The cover features several orange brushstroke accents of varying lengths and orientations, scattered around the white central area. Some are at the top, some on the left, and some at the bottom, creating a sunburst or light effect.

JOYCE DE ARAUJO MENDONÇA  
ORGANIZADORA

# E-BOOK CONFORTO LUMINOSO

BIBLIOTECA DE REFERÊNCIA DE ARQUITETURA E URBANISMO  
ISBN: 978-85-7267-167-5

**CEUB**



**E-BOOK**

**CONFORTO**

**LUMINOSO**





AUTORA E COORDENADORA DE PROJETO  
JOYCE DE ARAÚJO MENDONÇA

REVISORES

CAIO VERAS FALCÃO  
CARLOS EDUARDO DAMSCENO BARBOSA  
CECÍLIA PRADO MARINI  
FREDERICO LEÃO SILVA SELEGHIN  
GEOVANNA MACHADO DE CARVALHO SILVA  
HENRIQUE OLIVEIRA DO VALE RIBEIRO  
LEILA MARCONGES  
LUIZA DINIZ ALVES  
LUIZA TRINDADE MELLO  
SAMIRA SODRÉ BARCELOS  
THAÍS FERNANDES NOBRE  
VITOR DA MATA BARBOSA MACEDO

1ª EDIÇÃO  
2024

REITOR

RAFAEL MESQUITA LOPES

REVISÃO GRAMATICAL E IDIOMA  
AUTORES

NORMATIZAÇÃO

BIBLIOTECA REITOR JOÃO HERCULINO

DIAGRAMAÇÃO E REVISÃO

CECÍLIA PRADO MARINI  
LUIZA DINIZ ALVES  
LUIZA TRINDADE MELLO

DISCIPLINA

LABORATÓRIO DE ARQUITETURA SOM E LUZ

## FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DA OBRA

### DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

MENDONÇA, JOYCE ARAUJO.  
CONFORTO LUMINOSO / JOYCE ARAUJO MENDONÇA,  
ORGANIZADORA. – BRASÍLIA: UNICEUB, 2024.

40 P.: IL.

ISBN: 978-85-7267-167-5

1. CONFORTO. 2. ARQUITETURA. 3. ILUMINAÇÃO.

I. CEUB. II. TÍTULO.

CDU 712

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA REITOR JOÃO HERCULINO





## SOBRE OS AUTORES

### JOYCE DE ARAÚJO MENDONÇA

Possui Graduação em ARQUITETURA E URBANISMO - Faculdades Metodistas Integradas Isabela Hendrix, Belo Horizonte - MG. Graduação em DESENHO INDUSTRIAL pela Fundação Mineira de Arte, Belo Horizonte MG. Pós-Graduação Lato Sensu, em nível de Especialização, em Docência do Ensino Superior pela Faculdade de Tecnologia de Palmas TO. Mestrado em Arquitetura e Urbanismo pelo UNICEUB – Brasília - DF

Atuou como arquiteta, da Rede Sarah de Hospitais, no desenvolvimento de projetos de arquitetura, acompanhamento de obras e projetos de equipamentos locomotores na unidade – EquipHos e no ano de 2014 como consultora da Rede.

Na UNB (Universidade de Brasília) fez parte da equipe que desenvolveu projetos para o Campus da Universidade, entre eles o Centro Comunitário Athos Bulcão e a reforma do CET Centro em Excelência e Turismo.

Professora no curso de Arquitetura e Urbanismo nas disciplinas de Projeto de Arquitetura, Projeto de Urbanismo, Projeto de Paisagismo e Conforto Ambiental desde agosto de 2014

Consultora externa na Coordenação Geral de Urgência e Emergência (CGUE) -Ministério da Saúde de 2008 a 2012 –

Consultora da Organização Panamericana de Saúde (OPAS). Programa Brasil-Haiti (Coordenação-Geral de Cooperação Técnica Prestada a País e sem Desenvolvimento (CTPD) - Agência Brasileira de Cooperação – ABC / Ministério das Relações Exteriores), em projetos de arquitetura 2010.

E-mail: [fataharquitetura@gmail.com](mailto:fataharquitetura@gmail.com)

Link CNPQ: <http://lattes.cnpq.br/7702715612294449>





CO-AUTORES

ALEXANDRE MARES GUIA  
CAIO VERAS FALCÃO  
CARLOS EDUARDO DAMASCENO BARBOSA  
CECÍLIA PRADO MARINI  
DANIEL BOTELHO DANTAS  
FERNANDA GRIBEL BRUGGER VILA CHAN  
FREDERICO LEÃO SILVA SELEGHIN  
GEOVANNA MACHADO DE CARVALHO SILVA  
HENRIQUE OLIVEIRA DO VALE RIBEIRO  
LEILA MARCONDES  
LETÍCIA AÍSHA LEMOS SANTOS  
LUCAS LEITE NORONHA  
LUIZA DINIZ ALVES  
LUIZA TRINDADE MELLO  
MARIA FERNANDA DUTRA  
MARCUS GORETTI BUENO  
SABRINA FARIA ALVES  
SAMIRA SODRÉ BARCELOS  
SOPHIA COELHO LACERDA  
SUN GALINDO DA ROCHA HELOU  
THAÍS FERNANDES NOBRE  
TULIO RIBEIRO BITTENCOURT  
VÍTOR DA MATA BARBOSA MACEDO

ALUNOS DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO -  
CEUB - BRASÍLIA  
DISCIPLINA LABORATÓRIO DE ARQUITETURA SOM E LUZ -  
TURMA UN - 0224 - DIURNO  
1º SEMESTRE 2024

## INTRODUÇÃO

Este produto acadêmico é o resultado do trabalho desenvolvido pelos alunos da disciplina Laboratório de Arquitetura Som e Luz, do curso de Arquitetura e Urbanismo do CEUB (Centro Universitário de Brasília) sob a orientação da prof.<sup>a</sup> M<sup>ª</sup>. Joyce de Araujo Mendonça. A atividade é parte do trabalho final do semestre e está relacionada a espaços residenciais, com foco no conforto luminoso no interior das edificações. Para promover o aprendizado e a fixação das orientações, normas e medidas associadas ao conforto luminoso, foi implementada uma abordagem lúdica e colaborativa em sala de aula. A estratégia consiste em reunir a turma para, de forma coletiva, criar compilados e resumos do conteúdo apresentado na disciplina. O processo de criação coletiva ocorreu com a organização da turma em pequenos grupos, cada um responsável por um tópico específico do conteúdo. Essa divisão permitiu que os estudantes se aprofundassem em temas como fontes de luz artificial, percepção visual, aberturas laterais e zenitais, aspectos físicos da luz, além da aplicação de normas e orientação. Cada grupo fez pesquisas e discussões sobre seu tópico, envolveu a leitura de materiais fornecidos pela professora, consultou fontes adicionais e troca de ideias entre os membros. A interação entre os estudantes foi fundamental para esclarecer e reforçar a compreensão dos conceitos. Após a fase de pesquisa, os grupos começaram a elaborar seus compilados e resumos. Organizaram as informações de maneira clara e objetiva, utilizando esquemas, gráficos e exemplos práticos para ilustrar os pontos principais. A inclusão de ilustrações e diagramas facilitou a compreensão visual dos conteúdos. Com os compilados prontos, a turma se reuniu para uma revisão coletiva. Cada grupo apresentou seu resumo para o restante da classe, permitindo que todos os estudantes tivessem a oportunidade de aprender sobre todos os tópicos. Após a revisão coletiva, todos os compilados foram reunidos em um único documento abrangente com todo o material estudado na disciplina. Esse arquivo foi revisado e editado para garantir a coesão e a clareza das informações de forma atrativa traduzida neste e-book com diagramação e estética decidida de forma coletiva e criativa.



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO AO CONFORTO LUMINOSO	01
FONTE DE LUZ ARTIFICIAL	07
PERCEPÇÃO VISUAL	16
ABERTURA LATERAL E ZENITAL	23
ASPECTOS FÍSICOS DA LUZ	27
NORMAS CÓDIGOS E MEDIÇÕES	30
CONCLUSÃO	40

De acordo com o arquiteto Kohlsdorf existem diversas características que podem ser atribuídas a um local, incluindo o conforto nas dimensões bioclimáticas. As características bioclimáticas são divididas em:

Conforto Higrotérmico: está relacionado a temperatura e umidade do local, ela define se serão necessários meios artificiais de aquecimento ou resfriamento para que seja alcançado o conforto Acústico: busca proporcionar um equilíbrio entre propagação e absorção das ondas sonoras. Qualidade do ar: classifica se à riscos a saúde relacionados a

qualidade do ar em que se está envolvido. Conforto Luminoso: Define se o ambiente em que está inserido possui qualidades relacionadas a luz de acordo com seu uso.

O conforto luminoso tem como propósito proporcionar um ambiente que tenha condições adequadas para realização de atividades internas e externas no ambiente. O conforto luminoso considera:

- As características do controle da quantidade de luz;
- A conformação espacial do sítio físico (côncavo, convexo ou plano);

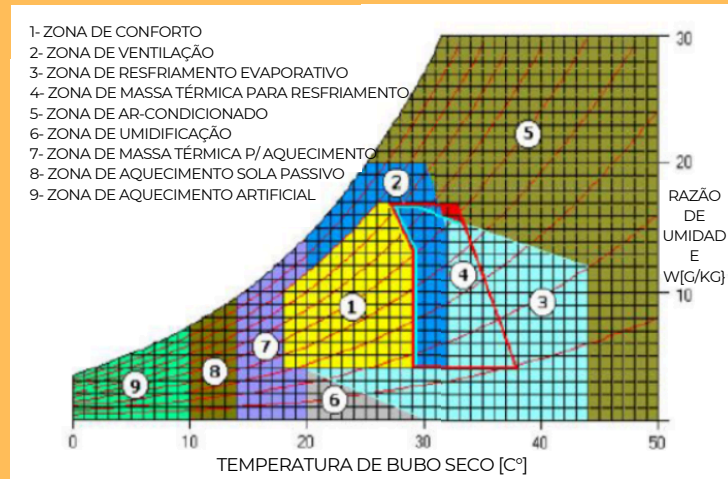


Figura 01 - Carta Psicrométrica de Givoni - [link imagem](#) acesso: 09/06/2024

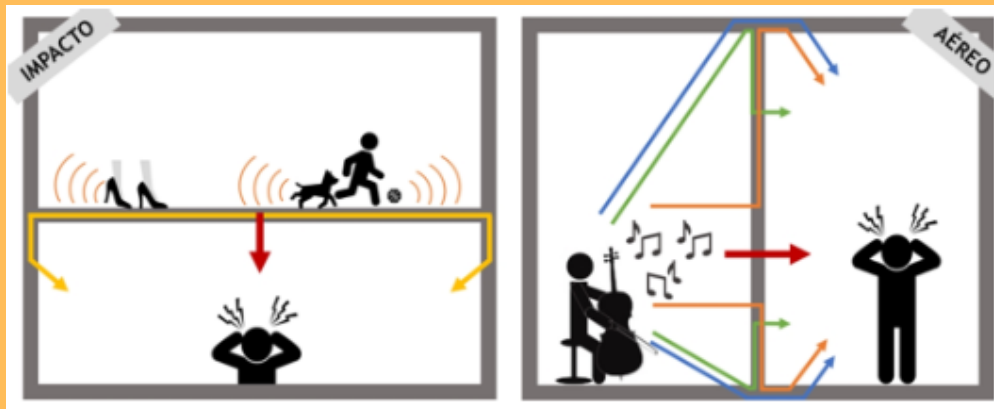


Figura 02 - Ruídos de impacto e aéreo - [link imagem](#) acesso: 09/06/2024

## O QUE É O CONFORTO LUMINOSO

- Características climáticas (insolação nebulosidade);
- Densidade da ocupação (posição da malha viária e dos volumes edílios ou arbóreos em relação ao sol);



Figura 03 - Vista da cidade de São Paulo - [link imagem](#) acesso: 09/06/2024

- Orientação solar;



Figura 04 - Trajetória solar nas estações dos ano - [link imagem](#) acesso: 09/06/2024

- Vegetação arbustiva e arbórea;

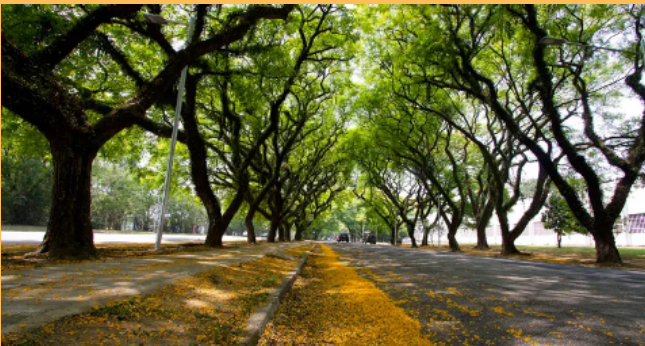


Figura 05 - Rua arborizada na cidade de São Paulo [link imagem](#) acesso: 09/06/2024



- Considera existência de superfícies com materiais e cores absorventes e/ou reflectante;



Figura 06 - Vista aérea do Jardim Botânico de Curitiba - [link imagem](#) acesso:09/06/2024

## ANTES DA ARQUITETURA MODERNA

A janela vertical sempre esteve presente na arquitetura residencial europeia, já no Brasil importam-se soluções e ideias de materiais para se assimilar a essa arquitetura. Um exemplo desse estilo de arquitetura é o Solar do Jambuí, feito na segunda metade do século XIX, Niterói -RJ.



Figura 07 - Solar do Jambuí - Niterói - [link imagem](#) acesso: 09/06/2024



Figura 08 - Solar do Jambuí - Niterói - [link imagem](#) acesso: 09/06/2024

- A arquitetura começou a incorporar o uso do vidro em aberturas para iluminação zenital após o desenvolvimento do processo de fabricação do vidro, a partir do final do século XVII.



Figura 09 - Estação da Luz - SP - [link imagem](#) acesso: 09/06/2024

- No início do século XX, a arquitetura residencial passou por transformações significativas, impulsionadas pelo processo crescente de industrialização, que levou grande parte da população rural a migrar para as áreas urbanas.
- Surgem campanhas sanitárias nesse tempo que influenciam na alteração do código de obras;
- Revisão das condições de habitação, principalmente nas residências de operários;

## ARQUITETURA A PARTIR DO SÉCULO XX

Com o início do Movimento Moderno as construções passam a dar preferência a conjuntos habitacionais de planta aberta, as janelas começam a buscar mais horizontalidade trazendo para si uma luz intensa e prolongada. O renomado arquiteto Le Corbusier desenvolveu uma relação que poderia ser usada como padrão durante o movimento que valorizaria a independência da estrutura e seu fechamento. São eles:

- Pilotis livre: criam sombra e destacam o volume das construções.

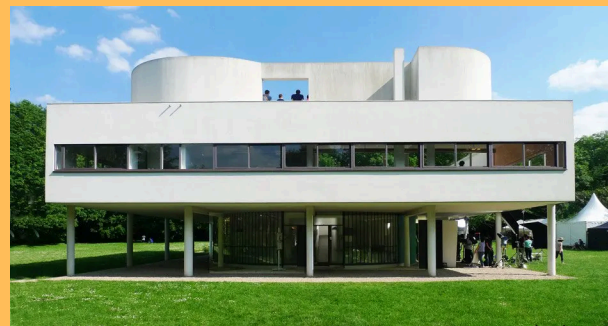


Figura 10 - Vila Savoye - França - [link imagem](#) acesso: 09/06/2024



- Terraço jardim: busca trazer um pouco da natureza que foi desgastada para a construção, aproveita para mostrar a interação pilotis e circulação.

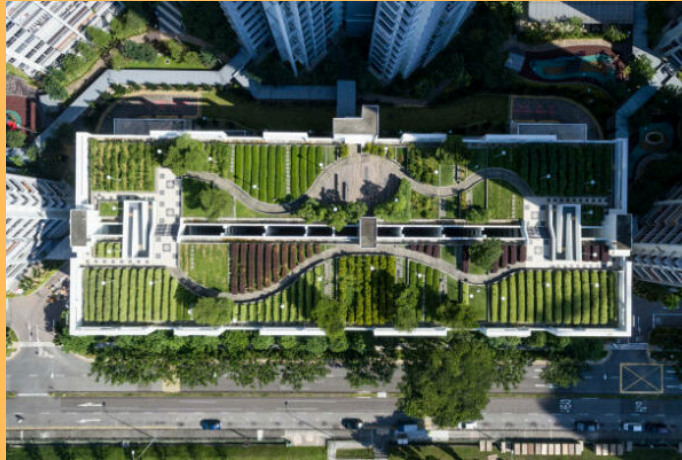


Figura 11 - Terraço Jardim em prédio em Cingapura [link imagem](#) acesso: 09/06/2024

- Janelas em fita e Fachada livre: Item complementar que auxilia garantindo o fluxo de luz.



Figura 12 - Museu de Arte Contemporânea de Niterói [link imagem](#) acesso: 09/06/2024

## O QUE É O CONFORTO LUMINOSO

- Planta livre: ajudam para que a luz penetre e seja refletida em toda a extensão do ambiente, junto com uma malha estrutural que cria volumes soltos com o jogo de luz e sombra.

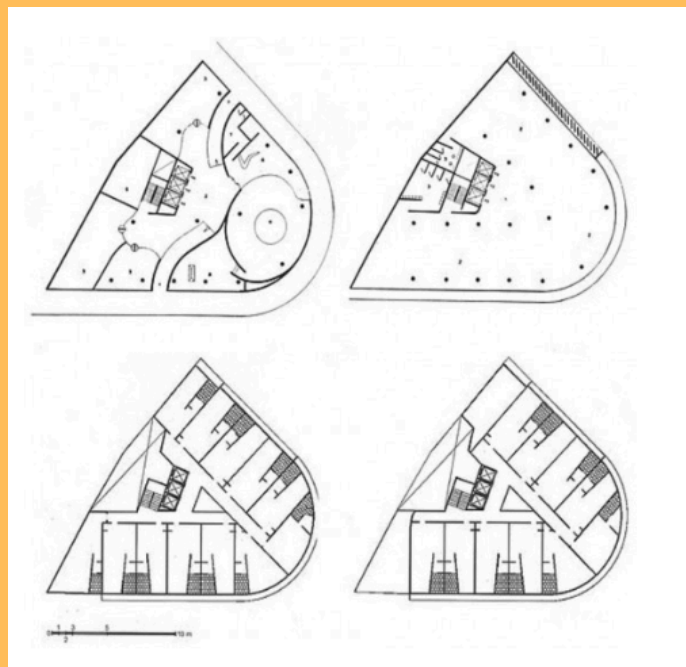


Figura 13 -Edifício Montreal -  
São Paulo [link imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

Garante quantidade e qualidade da luz independente da hora ou do dia. os produtos que geram luz se chamam lâmpadas e são classificados em três grupos principais: incandescentes, de descarga de baixa ou alta pressão e led's.

Classificações de lâmpadas artificiais:

- Processo de incandescência:
  - Lâmpadas incandescentes.
  - Lâmpadas incandescentes halógenas.
- Processo de descarga elétrica (baixa pressão):
  - Lâmpadas fluorescentes.
  - Lâmpadas vapor de sódio a baixa pressão.
- Processo de descarga elétrica (alta pressão):
  - Lâmpada vapor de mercúrio.
  - Lâmpada multivapores metálicos.
  - Lâmpada vapor de sódio a alta pressão. Led's.

## LÂMPADAS INCANDESCENTES

Funcionamento: a corrente elétrica aquece o filamento da lâmpada e libera uma energia que se transforma em luz e calor.

- Características:
  - baixo custo inicial.
  - vida média pequena (750 a 1000 horas).
  - tcc na faixa de 2700k]podem ser “dimerizadas”.
  - tensões 127 e 220v.
  - (Obs. dimerização: o controle da intensidade da luz, a partir de um sistema externo.
- Modelos:
  - vários formatos, tipo e cores
  - bulbo transparente : luminárias fechadas pu com difusores.
  - bulbo leitoso: luminárias ou lustres abertos.
  - formatos “vela” e “bolinha”; design decorativo.
  - refletora: fecho de luz direcionado.
  - especiais: anti-inseto, geladeira/fogão, filamento reforçado, baixa tensão.



Figura 14 - Lâmpadas Incandescentes  
[link imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

## LÂMPADAS INCANDESCENTES HALÓGENAS

Funcionamento: A passagem de corrente elétrica aquece o filamento da lâmpada e produz energia luminosa. Seu filamento trabalha mais quente produzindo uma luz mais branca.

- ciclo do halogênio.
- característico:
  - baixo custo inicial.
  - Baixa resistência a choques e vibrações.
  - vida mediana (1000 a 5000 horas).
  - tcc na faixa de 3000k.
  - podem ser “dimerizadas”.
  - modelos de 12v necessitam de um transformador.
- modelos:
  - tipos (difusas)
    - classic: clara (127/230v)
    - bipino: clara ou fosca (120/230v ou 12v)
    - bipolar: “lapiseira” ou “palito” (120/230v)
  - tipos (refletoras)
    - bipino refletora: axial e lateral.
    - mr 11 e mr 16: “dicróicas”.
    - ar 48, ar 70 e ar 111.
    - par 16, 20, 30 e 38.



Figura 15 - Lâmpadas Halógenas  
[link imagem](#) acesso: 09/06/2024

Funcionamento: A passagem da corrente elétrica pelo eletrodo gera um raio ultravioleta, que é convertida em luz visível ao passar pela camada de pó fluorescente que reveste o tubo de vidro.

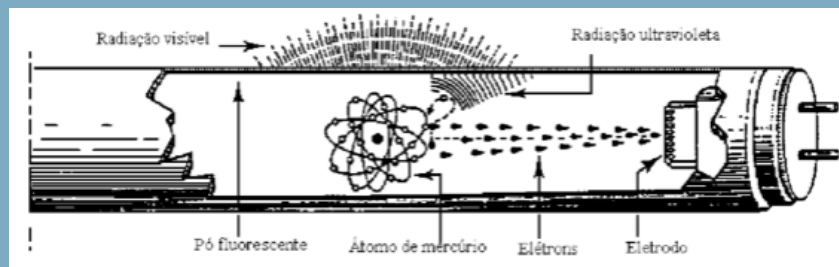


Figura 16 - Estrutura interna e princípio de funcionamento de uma lâmpada fluorescente tubular  
[link imagem](#)  
 acesso: 09/06/2024

- Características:
  - custo inicial variada
  - alta resistência a choques e vibrações
  - diversas tcc
  - média e alta eficiência luminosa (50 a 116 lm/w) vida mediana de 8000 a 24000 horas (45000/90000h)
  - modelos necessitam de reator
- modelos tubulares: em formato de um tubo, possuem modelos que podem variar de 38mm a 7mm.
- compacta: são lâmpadas de tamanho reduzido e possuem um reator.
- compacta integrada: não possui reatores e possuem tensões entre 127 a 220v.

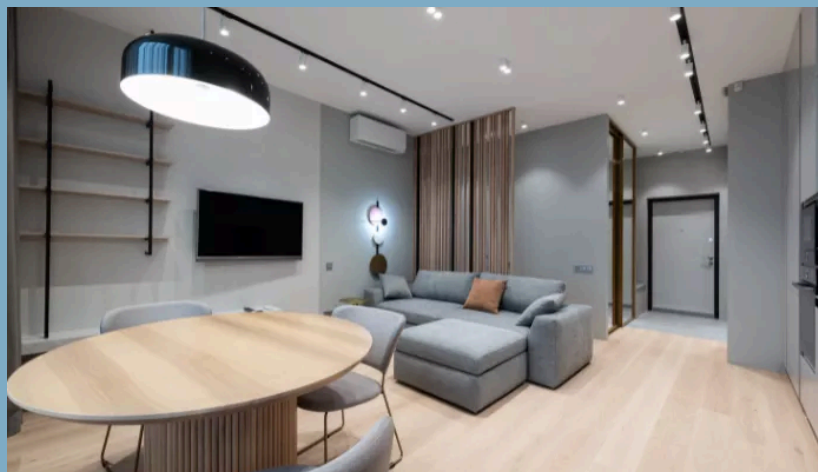


Figura 17 - Sala com projeto luminotécnico  
[link imagem](#)  
 acesso: 09/06/2024

## LÂMPADAS VAPOR DE MERCÚRIO

- fonte de luz artificial em que a luz é produzida pela passagem da corrente elétrica através de um gás sob pressão se assemelhando a uma lâmpada fluorescente.
- Características:
  - bulbo leitoso.
  - formato ovóide.
  - vida mediana de 10000 e 16000 horas.
  - tcc na faixa da 4000k.
  - necessitam do uso de reator.

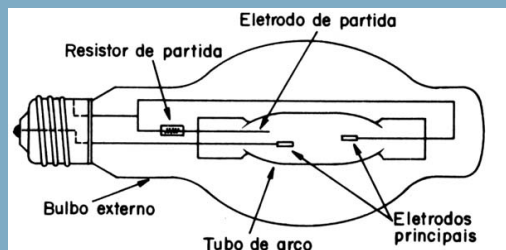


Figura 18 - Elementos básicos de uma lâmpada de vapor de mercúrio [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

## LÂMPADAS MULTIVAPORES METÁLICOS (MVM)

Funcionamento: O princípio de funcionamento é similar ao já descrito para as lâmpadas fluorescentes sendo que a diferença está na composição dos elementos internos do tubo.

- características:
  - custo inicial elevado
  - vários formatos
  - vida mediana de 6000 a 15000 horas
  - necessitam do uso ed reator

## LÂMPADAS VAPOR DE SÓDIO (VS)

- Funcionamento: O princípio de funcionamento é similar ao já descrito para as lâmpadas fluorescentes e vapor de mercúrio, sendo que a diferença está na presença do sódio na composição dos elementos internos do tubo, deixando-a mais eficiente e com aparência mais quente.
- aplicações: predominantemente em vias públicas ou em locais onde a eficiência energética é o mais importante.

- Características:
  - custo inicial elevado
  - bulbo claro ou leitoso
  - formato tubular e ovóide
  - grande resistência a choques e vibrações
  - vida mediana de 24000 a 32000 horas
  - tcc de 2000k
  - necessitam do uso de reator



Figura 19 - Lâmpada Vapor de Sódio HPS - [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

## LED (LIGHT EMITTING DIODES)

- Estrutura básica
  - são componentes semicondutores, mesma tecnologia utilizada nos chips de computadores, que tem a propriedade de transformar energia elétrica em luz.
- Os led's de baixa (0,1w) e média potência (0,2w à 0,5w) são utilizados para sinalização e efeitos decorativos
- Os de alta potência (acima de 0,5w) são aplicados em iluminação geral.
- Princípio de funcionamento: o aquecimento destes semicondutores por uma pequena corrente elétrica, gera uma luz bastante intensa.
- Características específicas:
  - baixo custo operacional
  - máximo efeito visual
  - acendimento imediato
  - intensidade variável
  - baixa sensibilidade a variações de tensão e vibrações
  - alta flexibilidade
  - maior segurança (operam em baixa tensão < 33v)

- alto custo inicial
- necessitam de equipamentos complementares
- variação de fluxo luminoso entre si
- variação de cor entre si
- modelos
  - módulos



Figura 20 - Módulos LED - [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

- fitas



Figura 21 - Fita LED - [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

- áreas
- rgb



Figura 22 - Lâmpada RGB+CCT - [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024



- Lâmpadas difusas

- Bulbo



Figura 23 - Lâmpada de Bulbo [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

- filamento



Figura 24 - Lâmpada de Filamento [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

- bipino



Figura 25 - Lâmpada Bipino [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

- bipolar



Figura 26 - Lâmpada Bipolar [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

- Tubular



Figura 27 - Lâmpada Tubular [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

- PCI/PLI



Figura 28 - Lâmpada PCI/PLL [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

- lâmpadas “refletoras”

- Dicótica



Figura 29 - Lâmpada Dicótica [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

- par



Figura 30 - Lâmpada Par [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

- ar



Figura 31 - Lâmpada de Ar [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

- aplicações

- ambientais internos (Figura 35)
- áreas externas (Figura 32)
- fachadas (Figura 33)
- iluminação de emergência
- sinalização (Figura 34)



Figura 32 - Faixa de luz LED RGB [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

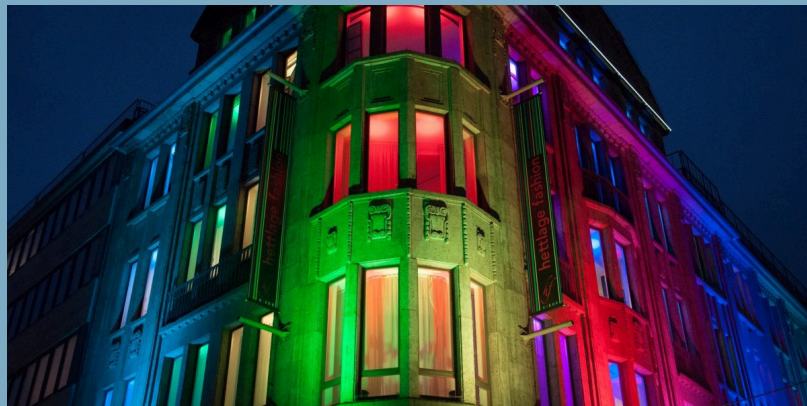


Figura 33 - Fachada Iluminada [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024



Figura 34 - Semáforo [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

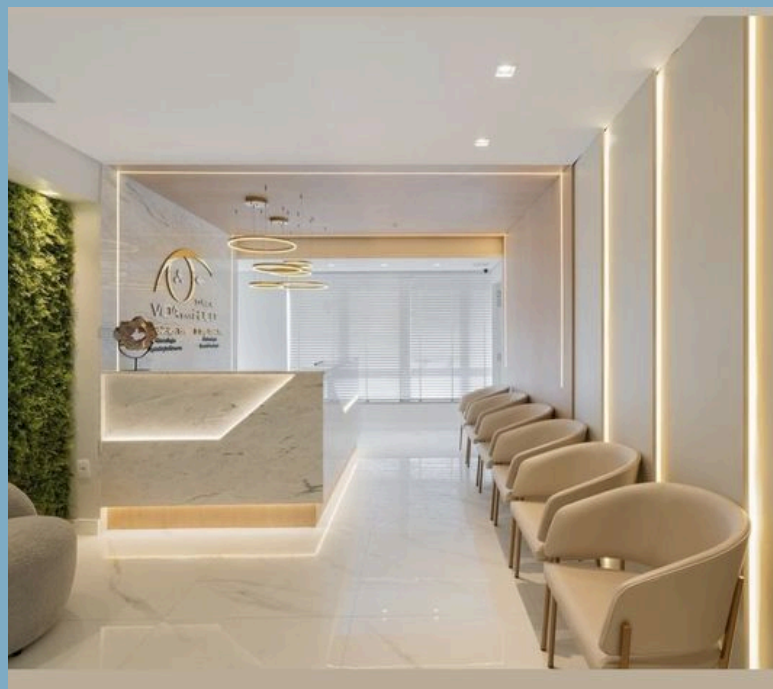



Figura 35 - Consultório Iluminado [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

## A EFICIÊNCIA DOS DIFERENTES TIPOS DE LÂMPADAS

				
	Incandescentes	Halógenas	Fluorescentes (CFLs)	LEDs
<b>Consumo</b>	Alto	Alto	Baixo	<b>Baixíssimo</b>
<b>Vida útil (horas)</b>	1.000	2.000	6.000	<b>25.000</b>
<b>Eficiência luminosa</b>	<b>1600</b>	100 w	75 w	20 w
	<b>1100</b>	75 w	55 w	15 w
Quantidade de luz que a lâmpada produz por segundo, em	<b>800</b>	60 w	45 w	12 w
<b>lumens.</b>	<b>450</b>	40 w	30 w	8 w
	<b>210</b>	25 w	19 w	5 w

**Potência**  
Quanto a lâmpada consome de energia para “produzir” luz, medida em **Watts (w)**

Figura 36 - Consumo de Lâmpadas em Watts [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

É o conjunto de condições para realizar tarefas com precisão visual com pouco esforço, prejuízo à vista e risco de acidente.

- iluminação suficiente
- boa distribuição de luz
- ausência de ofuscamento
- contraste adequado (proporção de luminância)
- bom padrão e direção de sombras

Tarefas visuais demandam diferentes níveis de iluminação (dependendo do tipo de atividade)

O luxímetro é o equipamento que mede a iluminação do ambiente.



Figura 37 - Luxímetro [Link](#)  
[Imagem](#) acesso: 09/06/2024

O desempenho humano está muito relacionado ao seu relógio biológico.

“A norma NBR 8995-1:2013: A iluminação de um ambiente de trabalho parte 01: interior 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.”

uma iluminação inadequada gera:

- acidentes
- danos a visão
- ofuscamento

- desconforto
- fadiga visual

uma iluminação adequada gera:

- produção de melanina
- produtividade
- ambiente agradável
- diferenças de humor
- produção de vitamina d
- equilíbrio do ciclo circadiano

## LUZ

O equilíbrio da luz está relacionado à quantidade e qualidade da luz.

As condições físicas da luz podem ser resultantes de fontes naturais ou artificiais.

A luz natural tem maior qualidade.

A variabilidade da luz natural envolve a percepção espaço tempo.

Iluminação artificial estende o tempo das atividades humanas.

O parâmetro térmico está diretamente ligado ao efeito térmico.

A transição de iluminação entre os ambientes evita o ofuscamento.

A luz visível é uma parte do espectro eletromagnético percebida pelo olho humano, composta por diferentes cores com comprimentos de onda específicos.

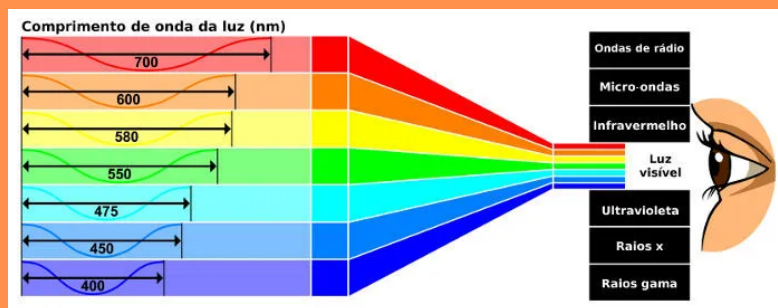


Figura 38 - Espectro Visível da Luz [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

- órgão recepção de luz
- acomodação visual
- adaptação visual
- acuidade visual (detalhes finos)
- formação de imagem

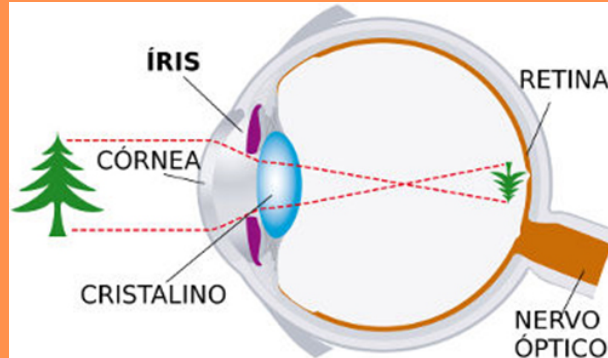


Figura 39 - Partes do Olho Humano [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

- funcionamento

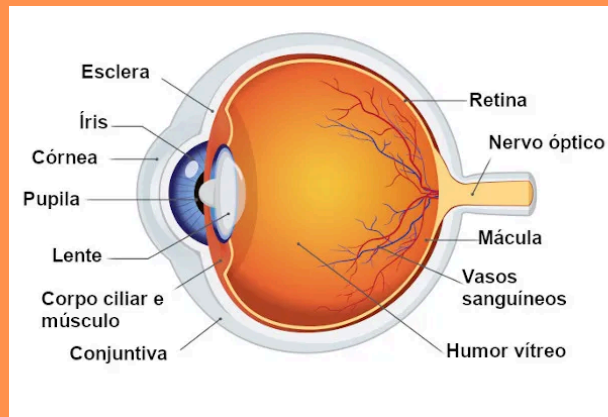


Figura 40 - Funcionamento do Olho Humano [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

- córnea (refrator)
- humor vítreo (preenchimento interno)
- íris (lamina pigmentada)
- Pupila (orifício circular no centro da íris)
- cristalina (biconvexa)
- retina (recebe e transmite impressões visuais)

- O sol e as estrelas são fontes de luz natural
- Luz gratuita
- A cartela solar representa a trajetória solar
- Efeito térmico está ligado a radiação solar
- Intensidade
- Qualidade de cor e direcionamento
- Pode ser reproduzida artificialmente
- Envolve a condição do céu ( céu encoberto, claro e intermediário)

## CÉU



- encoberto: as nuvens preenchem o céu e a luz é difusa e homogênea

Figura 41 - Céu Encoberto  
[Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024



- claro: Ausência de nuvens no céu e baixa nebulosidade, raios solares são diretos e pode causar ofuscamento

Figura 42 - Céu Claro  
[Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024



- Parcialmente encoberto: condição comum e é o meio termo entre céu claro e encoberto

Figura 43 - Céu Parcialmente Nublado  
[Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024



Expressividade através da iluminação moldando nossa experiência com o ambiente (depende do padrão e direcionamento).

Recomendação para um bom ambiente luminoso-visual:



Figura 44 - Tipos de Iluminação [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

- iluminação demarcando tarefa visual



Figura 45 - Iluminação em Sala de Reuniões [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

- local com passagem livre



Figura 46 - Iluminação Natural [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

- iluminação sem ofuscamento ou falta de luz



- transição de iluminação



Figura 47 - Sala de Cinema  
- [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

- evitar ambientes uniformemente sombrios
- permitir a passagem de luz aos forros quando desejável
- superfícies retas tem que ser iluminadas uniformemente
- a luz tem que atender a necessidade da tarefa
- a luz natural é essencial
- a acomodação visual e a acuidade visual (permite a adaptação a distância e detalhes)

Um exemplo é a catedral metropolitana de Brasília:



Figura 48- Catedral de Brasília - [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

Melatonina é um hormônio produzido pela glândula pineal do cérebro, que possui como principal função regular o ciclo circadiano, estimulando o sono ao final do dia. Além disso, a melatonina promove também o bom funcionamento do organismo e atua como antioxidante.

A produção de melatonina acontece especialmente no fim do dia, quando já não existem estímulos luminosos e o metabolismo está mais lento, o que faz com que a sua produção aconteça principalmente à noite. Por isso, na hora de dormir, é importante evitar a luminosidade, estímulos sonoros ou aromáticos que possam acelerar o metabolismo e diminuir a produção de melatonina.

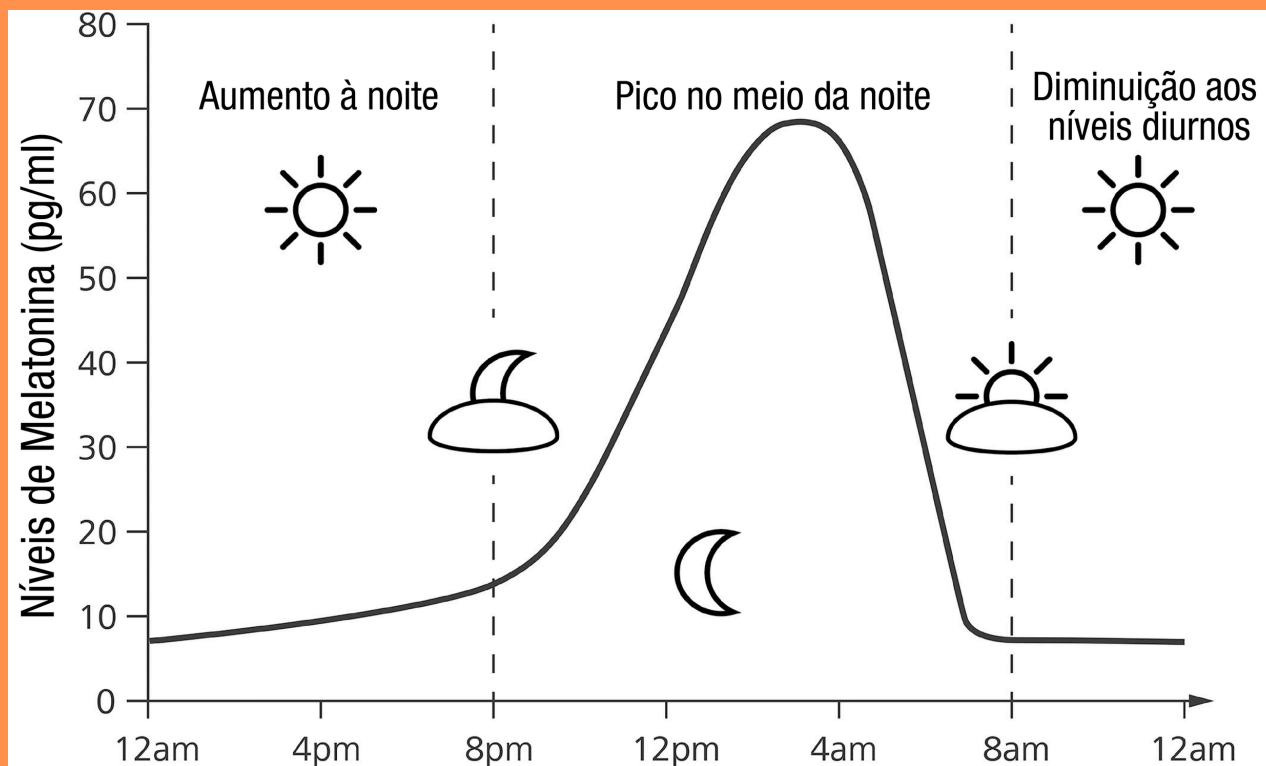


Figura 49 - Níveis de Melatonina ao Longo do Dia - Link Imagem acesso: 09/06/2024

## DESEMPENHO LUMINOTÉCNICO DE DIFERENTES TIPOLOGIAS DE ABERTURA:

Nessa aula exploramos os princípios fundamentais da iluminação lateral e zenital, assim como as diferentes tipologias de aberturas associadas a cada uma delas. As aberturas laterais podem ser através de janela baixa, janela alta, Janela alta e estreita, janela larga e horizontal, janelas em paredes adjacentes, janelas em paredes opostas.

- Janela baixa



Figura 50 - Cherry Tree House  
- [Link Imagem](#) acesso:  
09/06/2024

- Janelas em paredes opostas



Figura 51 - Sala com Janelas em Paredes Opostas - [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

## CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DA ILUMINAÇÃO LATERAL

Com isso, vemos que algumas das características das aberturas laterais são: a relação entre a distância  $X$  abertura; e a deformidade na distribuição de luz e o posicionamento dessas janelas. Assim, define-se a quantidade de luz de um ambiente, de acordo com as necessidades de iluminação no espaço e a disposição das aberturas (janelas). As variantes serão: a distancia entre as aberturas, a altura do piso até a parte superior da abertura, que poderá ser de 1,5 a 2 vezes. Portanto, as aberturas podem ser janelas altas, que propiciam uma maior profundidade na distribuição de luz, e baixas, que propiciam iluminação próxima à elas; janelas altas e estreitas; janelas largas e horizontais, que distribuem a luz de forma mais uniforme, porém com ofuscamento e ganho térmico; janelas em paredes opostas, que aumentam consideravelmente o nível luminoso e melhora a uniformidade de distribuição de luz, reduzindo o ofuscamento; e janelas em paredes adjacentes, que se não forem estreitas e próximas, ocasionam boa entrada e distribuição de luz. Resumindo podemos definir: Janelas baixas propiciam iluminação mais próxima do chão. Quanto mais alta e larga é a abertura, mais eficiente será a incidência da luz e atingira todo o ambiente. Quando existem duas aberturas em uma parede a incidência de luz será maior. Janelas altas e estreitas em uma única parede, menor incidência de luz no solo.

## ILUMINAÇÃO ZENITAL

A arquitetura se apropriou desse termo e criou a iluminação zenital, ou seja, que vem do zênite, de cima. Logo, esse nome é dado à técnica utilizada para permitir que a luz natural penetre nos ambientes, por meio de aberturas criadas no teto. A iluminação zenital serve tanto para fins decorativos quanto funcionais.

6 de nov. de 2020

- melhora a qualidade ambiental e oferece maior uniformidade da incidência da luz.
- difícil manutenção e limpeza



Figura 52 - Iluminação Zenital:  
claraboia - [Link Imagem](#), acesso:  
09/06/2024



- oferece luz natural ao paisagismo



Figura 53 - Iluminação Zenital no paisagismo [Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

### FORMAS DE ILUMINAÇÃO ZENITAL

- sheds ou lanternim
  - lanternins: elevações no teto que permitem a entrada de luz de várias direções



Figura 54 - Iluminação Zenital: shed - [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

- iluminação zenital em domus, estrutura geométrica sobre cobertura.



Figura 55 - Galleria Vittorio Emanuele II - Milão [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

## ASPECTOS FÍSICOS DA LUZ

### ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

O espectro eletromagnético abrange todas as formas de radiação eletromagnética, desde as ondas de rádio e micro-ondas até os raios-X e os raios gama. A luz visível é apenas uma pequena parte desse espectro. Cada região do espectro tem diferentes aplicações e efeitos, desde comunicações sem fio até imagens médicas e estudos astrofísicos.

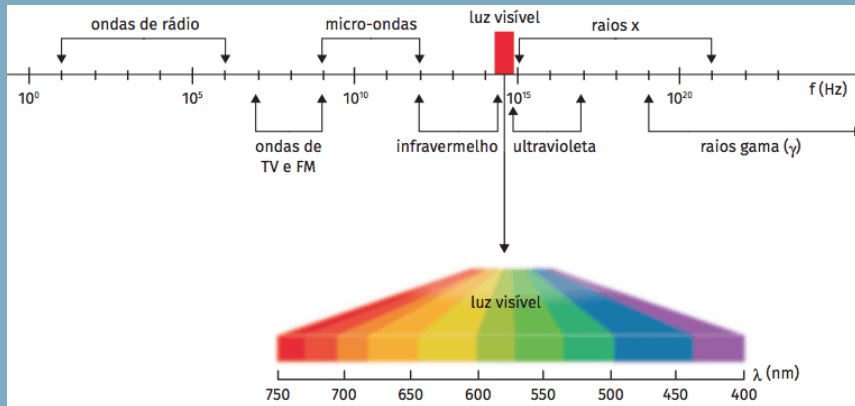


Figura 56 - Esquema do espectro eletromagnético, com destaque para os comprimentos de onda da luz visível [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

## ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

As ondas eletromagnéticas são formas de energia que se propagam pelo espaço na forma de campos elétricos e magnéticos oscilantes. Elas abrangem uma vasta gama de frequências, desde ondas de rádio até raios gama, e são usadas em comunicações, medicina, sensoriamento remoto e outras aplicações. Essas ondas se movem à velocidade da luz e podem sofrer interferência e difração.

As ondas eletromagnéticas são formas de energia que se propagam pelo espaço na forma de campos elétricos e magnéticos oscilantes. Elas abrangem uma vasta gama de frequências, desde ondas de rádio até raios gama, e são usadas em comunicações, medicina.

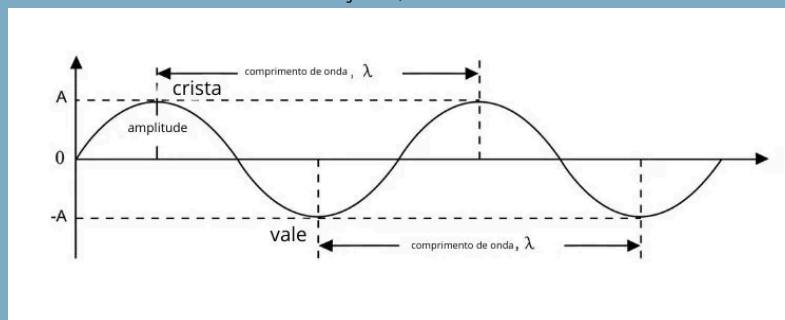


Figura 57 - Principais características das ondas mecânicas [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

## LUZ VISÍVEL

A luz que conseguimos ver é chamada de "luz visível". Ela é apenas uma pequena parte do espectro eletromagnético e está situada entre as frequências do infravermelho e do ultravioleta. O espectro de luz visível inclui uma variedade de cores, desde o violeta até o vermelho. Nossos olhos são sensíveis a essa faixa específica de frequências e percebem diferentes cores de acordo com a frequência da luz. Por exemplo, percebemos a luz de frequência mais alta como azul ou violeta e a luz de frequência mais baixa como vermelho.

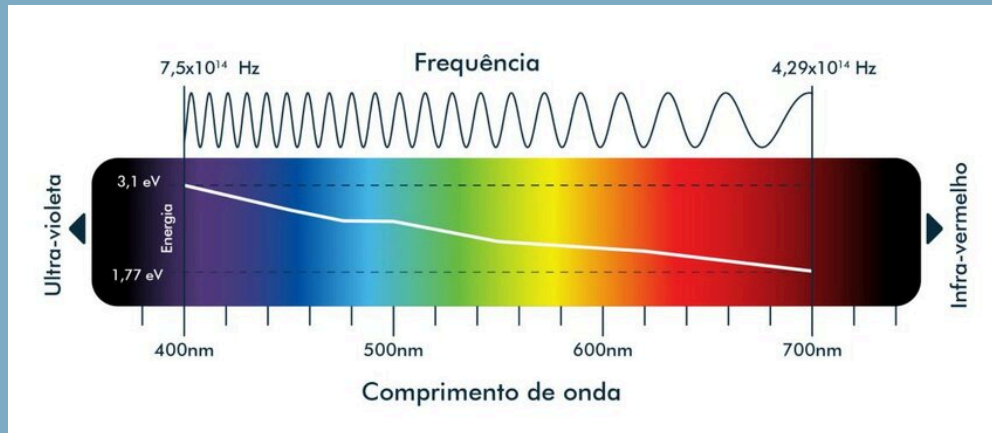


Figura 58 - Espectro de Luz Visível [Link Imagem](#) acesso:09/06/2024

## REFLEXO DA LUZ

O texto aborda a refração da luz, um fenômeno em que a luz muda de direção ao passar de um meio para outro, devido à mudança na velocidade de propagação. Destaca-se a Lei de Snell, que governa esse processo, e são mencionadas aplicações práticas, como lentes refrativas em tecnologia, e fenômenos naturais, como o arco-íris.

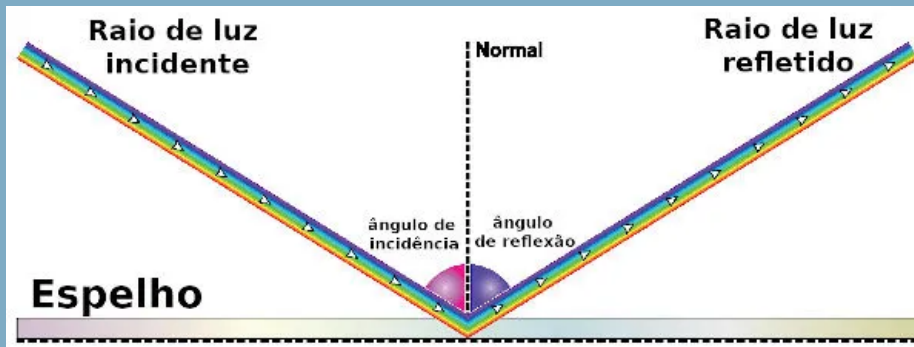


Figura 59 - Raio de luz incidente sobre um espelho sendo refletido de acordo com as leis da reflexão [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024



## FLUXO LUMINOSO

O fluxo luminoso é uma medida da quantidade total de luz emitida por uma fonte de luz e é expresso em lúmens (lm). Ele desempenha um papel fundamental na avaliação do brilho percebido de uma fonte de luz e é uma consideração importante em projetos de iluminação e na escolha de lâmpadas e luminárias para diferentes aplicações.

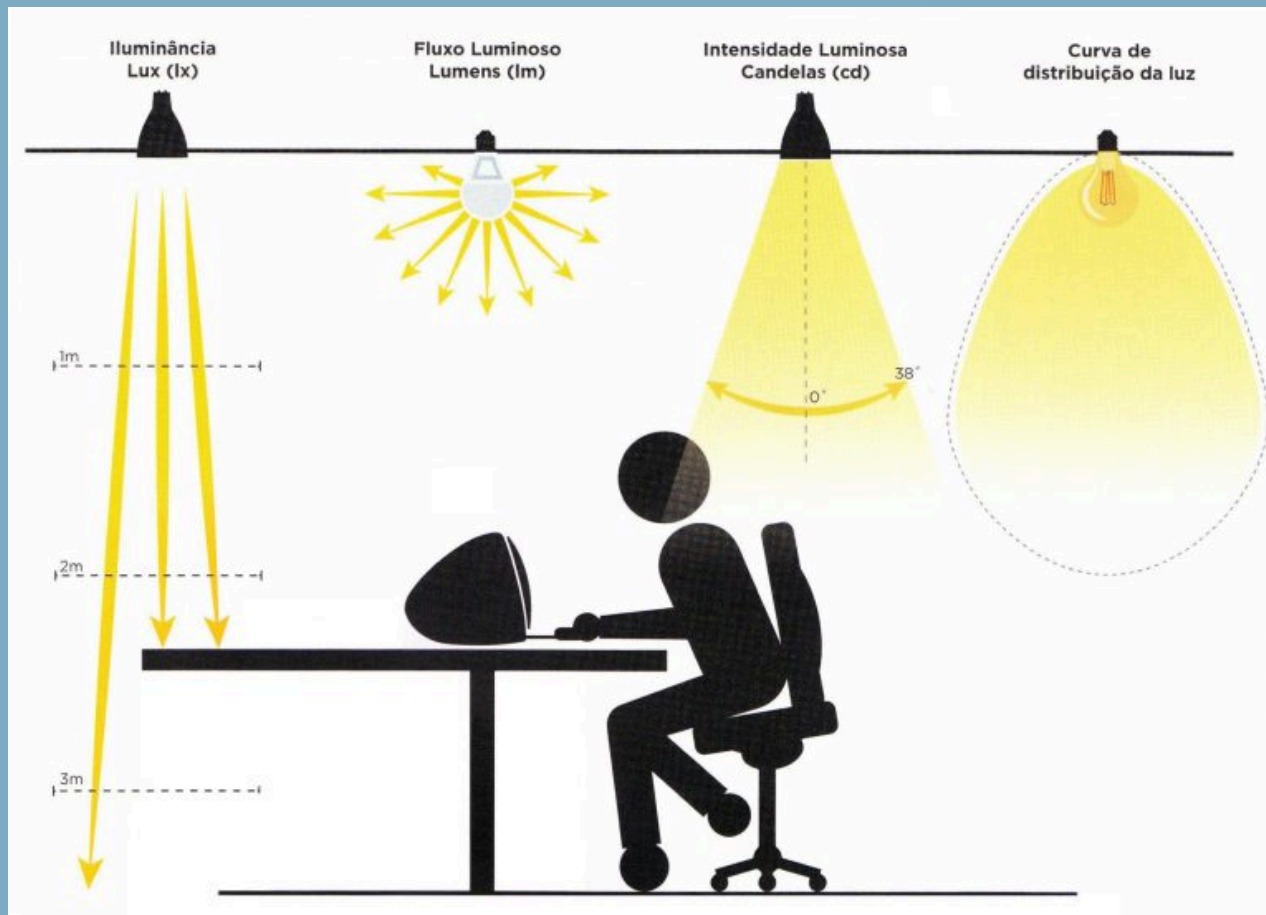


Figura 60 - Esquema da diferença entre Iluminância, Fluxo Luminoso, Intensidade Luminosa e Curva de distribuição de Luz  
[Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

## NORMAS, CÓDIGOS E MEDIÇÕES

Sobre a análise do potencial de iluminação. A luz natural disponível no interior de um edifício depende do trecho de céu que pode ser visto. Edificações com bom aproveitamento da luz natural podem trazer redução de consumo de 40-50% de energia elétrica. Alguns parâmetros buscam definir o controle da obstrução do céu, visando preservar a iluminação proveniente da abóbada celeste (céu visível). Para esse estudo é necessário conhecer a trajetória solar e os dois principais ângulos que definem a posição do sol (azimute e altura solar).

### AZIMUTE E A ALTURA SOLAR

Azumute: é o ângulo ( $Az$ ) formado entre a projeção do ângulo de incidência solar sobre a superfície e a orientação norte. Sempre tomado pela direita ou no sentido horário.

Altura solar: É o ângulo formado entre o raio solar e a sua projeção na superfície tem a ver com a hora do dia ponto por exemplo, ao nascer do sol sua altura é igual a zero.

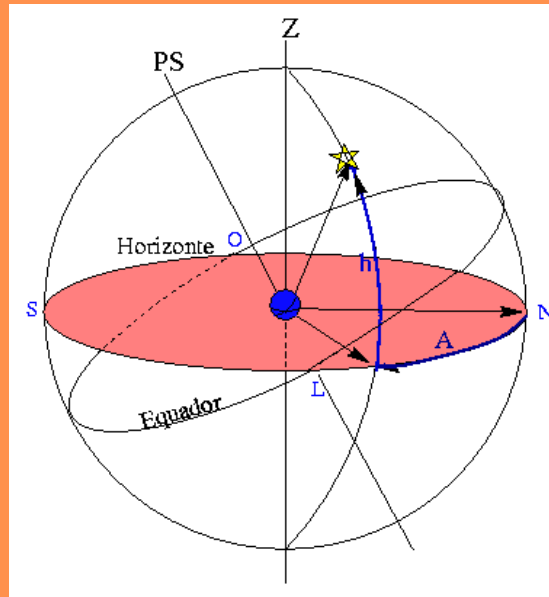


Figura 61 - Sistema de  
Coordenadas Astronômicas  
[Link Imagem](#)  
acesso: 09/06/2024

## NORMAS

A norma NBR 15215-3, define um cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. Além do Sol-Ar para análise do diagrama solar, é importante identificar a interferência do entorno em um terreno. Tendo como estudo de caso a área de intervenção da disciplina Projeto, pode-se utilizar o software Sketchup, o Heliodon ou cálculos manuais.

O SOL-AR é um programa gráfico que permite a obtenção da carta solar da latitude especificada, auxiliando no projeto de proteções solares através da visualização gráfica dos ângulos de projeção desejados sobre transferidor de ângulos, que pode ser plotado para qualquer ângulo de orientação. O programa também permite, para as cidades com dados horários disponíveis na base de dados, a visualização de intervalos de temperatura anuais correspondentes às trajetórias solares ao longo do ano e do dia. Para estas cidades, o programa também oferece a possibilidade de obtenção da rosa dos ventos para frequência de ocorrência dos ventos e velocidade média para cada estação do ano em oito orientações (N, NE, L, SE, S, SO, O, NO). O programa possui algumas cidades com latitude, longitude e dados de temperatura e vento disponíveis em arquivos CSV (Valores Separados por Vírgula): Belém, Brasília, Curitiba, Florianópolis, Fortaleza, Maceió, Natal, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador, São Luís, São Paulo, Vitória.

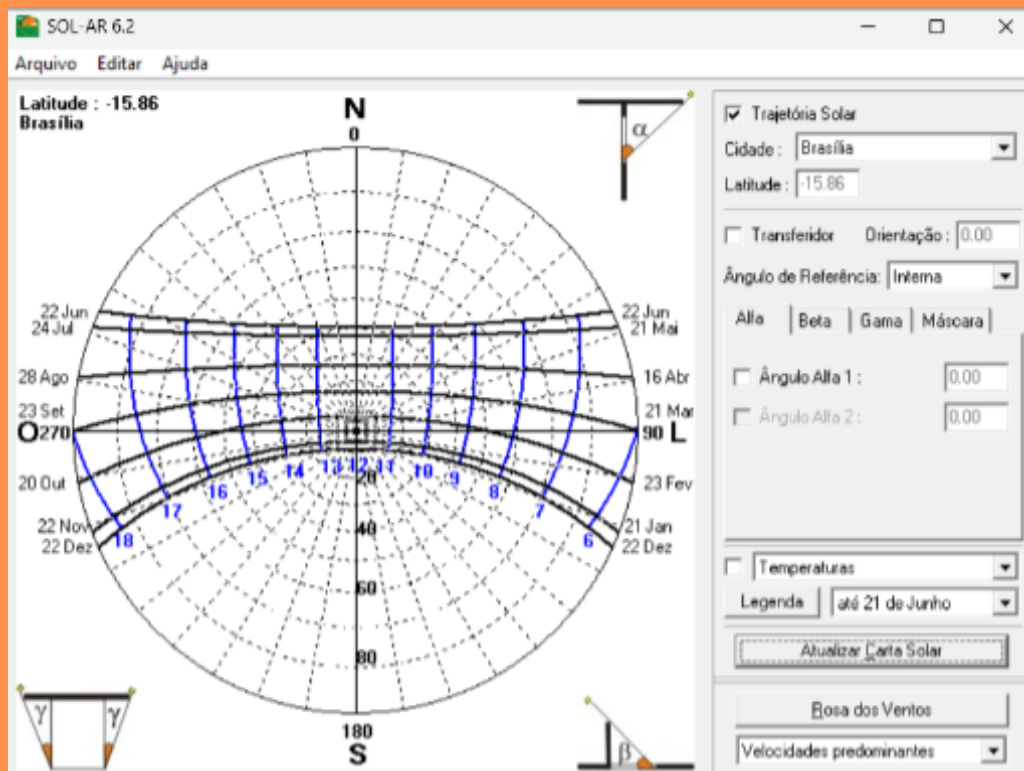


Figura 62 - Imagem da Trajetória Solar em Brasília no Programa SolAr Captura de Tela Própria acesso: 09/06/2024

SketchUp é um software próprio para a criação de modelos em 3D no computador. Foi originalmente desenvolvido pela At Last Software. Em 2012, Trimble Navigation adquiriu o programa. O SketchUp está disponível em duas versões: a versão profissional, Pro, e a versão gratuita, Make, (para uso privado, não comercial). No site em inglês do SketchUp, você encontra para download a versão 2014 em inglês do software. No Brasil, sua revendedora autorizada é a totalCAD softwares técnicos, que disponibiliza em seu site downloads de avaliação da versão Pro em português.

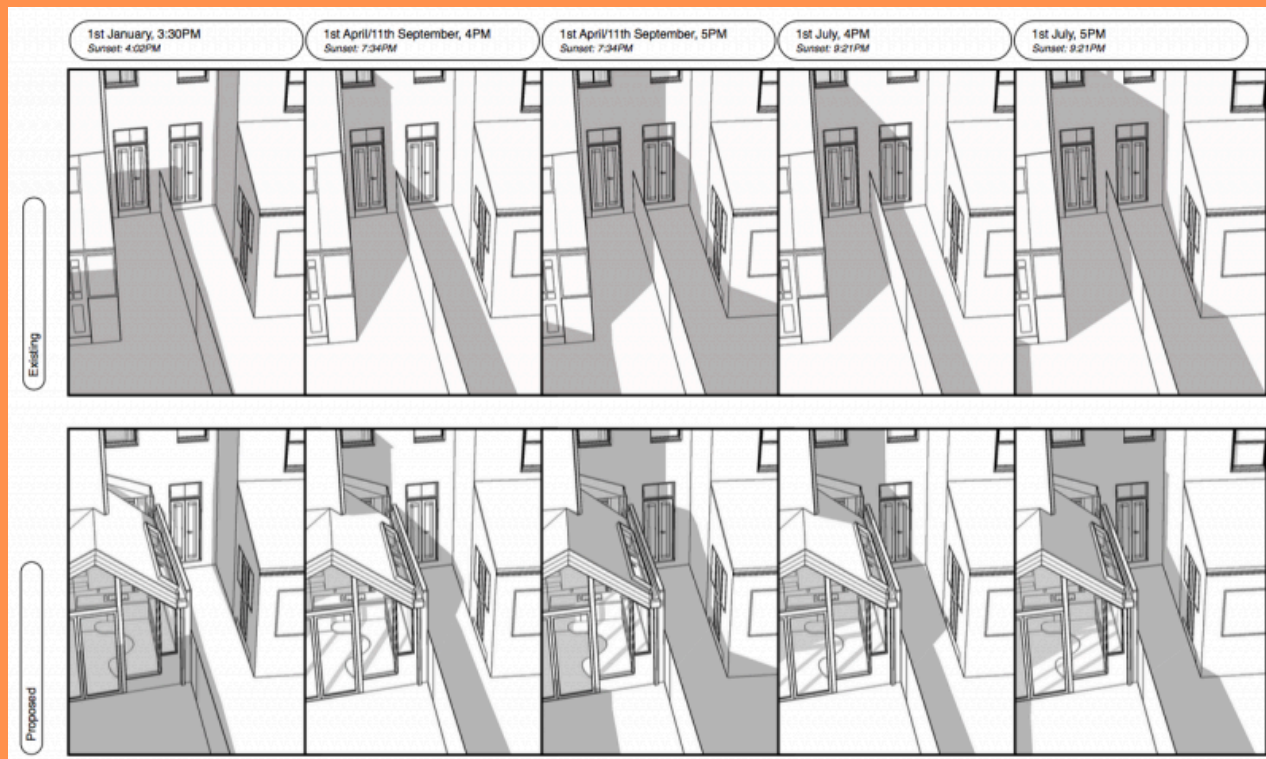


Figura 63 - Estudo Insolação SketchUp [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

## DAYLIGHT FACTOR - DF

Ou fator de luz diurna, é definido como a razão entre a iluminância num ponto (EP) - localizado num plano horizontal interno, devido à luz recebida direta ou indiretamente da abóbada celeste, com uma distribuição de luminâncias assumida ou conhecida - e a iluminância simultânea num plano externo horizontal (EE), devida à uma abóbada celeste desobstruída, conforme a seguinte expressão:

$$DF = E_p / E_e \times 100\%$$

### PROCEDIMENTO DE CÁLCULO: MÉTODO DO FLUXO DIVIDIDO

- É um método baseado na consideração dos vários caminhos através dos quais a luz natural pode alcançar um ponto no interior de uma edificação.
- proveniente diretamente do céu;
- ambiente interno após ter refletido em uma superfície externa;
- interno somente após ter sofrido uma ou mais reflexões nas superfícies internas.
- Procedimento de cálculo: método do fluxo dividido
  - CC - Componente do Céu
  - CRE - Componente Refletida Externa
  - CRI - Componente Refletida Interna

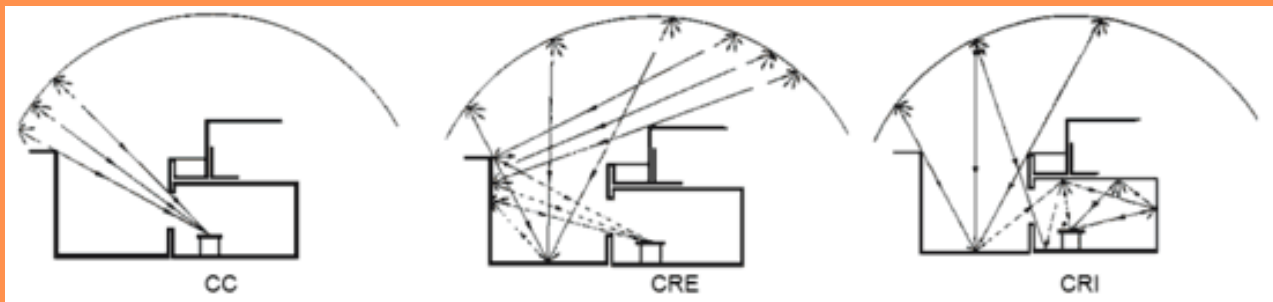


Figura 64 - Fontes de Luz Natural que Alcançam o Edifício [Link Imagem](#) acesso: 09/06/2024

Para a medição de grandezas fotométricas são utilizados fotômetros, instrumentos que possuem um sensor fotométrico para medição de radiação visível (luz), cuja resposta espectral apresente um erro máximo de 6%, com relação à sensibilidade do olho humano.

- Luxímetros: realizam medidas de iluminância



Figura 65 - Luxímetro Link  
Imagem acesso: 09/06/2024

- Luminancímetro: igual aos luxímetros, porém, com a adição de elementos óticos (lentes) apropriados para captar o brilho de objetos contidos num determinado ângulo sólido e medir a intensidade luminosa proveniente deste ângulo sólido.



Figura 66 - Luminancímetro  
[Link Imagem](#) acesso:  
09/06/2024



- dados principais para se ter uma avaliação melhor dos níveis de iluminação:
  - considerar a quantidade de luz no ponto e no plano onde a tarefa for executada, seja horizontal, vertical ou em qualquer outro ângulo;
  - manter o sensor paralelo à superfície a ser avaliada ou deixá-lo sobre a superfície cujos níveis de iluminação estão sendo medidos;
  - atentar para o nivelamento da fotocélula quando ela não for mantida sobre a superfície de trabalho e sim na mão da pessoa que faz as medições, pois pequenas diferenças na posição podem acarretar grandes diferenças na medição;
  - evitar sombras sobre a fotocélula, acarretadas pela posição de pessoas em relação a ela, a não ser que seja necessário para a caracterização de um posto de trabalho; verificar, sempre que possível, o nível de iluminação em uma superfície de trabalho, com e sem as pessoas que utilizam estes ambientes em suas posições; desta forma, é possível verificar eventuais falhas de iluminação;
  - expor a fotocélula à luz aproximadamente 5 min antes da primeira leitura, evitando-se sua exposição a fontes luminosas muito intensas, como, por exemplo, raios solares;
  - realizar as medições num plano horizontal a 75 cm do piso quando a altura da superfície de trabalho não é especificada ou conhecida.
- Para levantamentos nos quais não seja possível um monitoramento da iluminação natural ao longo do ano, recomenda-se verificar a iluminância nas condições de céu mais representativas do local nos seguintes períodos:
  - em um dia próximo ao solstício de verão (22 de dezembro);
  - em um dia próximo ao solstício de inverno (22 de junho);
  - de 2 h em 2 h a partir do início do expediente (horário legal).

## ILUMINÂNCIA EM PLANOS DE TRABALHO

É necessário medir em uma determinada quantidade de pontos (divididos dentro de uma malha regular) para conseguir os dados necessários, então basta determinar o índice do local (k). A partir desses pontos também determina-se a iluminância média do ambiente.

$$k = \frac{\text{comprimento (m)} * \text{largura (m)}}{\text{distância vertical entre o plano de trabalho e o topo da janela (m)} * (\text{comprimento (m)} * \text{largura (m)})}$$

$$\bar{E} = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{n}$$

$$\bar{E} = \frac{E_1 \cdot A_1 + E_2 \cdot A_2 + \dots + E_n \cdot A_n}{A_{\text{total}}}$$

Figura 67 - Cálculo de Iluminância em Planos de Trabalho  
Captura de Tela dos Slides da Aula

Figura 68 - Tabela da Quantidade  
Mínima de Pontos a Serem  
Medidos no Cálculo de Iluminância  
em Planos de Trabalho  
Captura de Tela dos Slides da Aula

**Tabela 2 - Quantidade mínima de pontos a serem medidos**

K	Nº de Pontos
$K < 1$	9
$1 \leq K < 2$	16
$2 \leq K < 3$	25
$K \geq 3$	36

Fonte: CIBSE [1984]

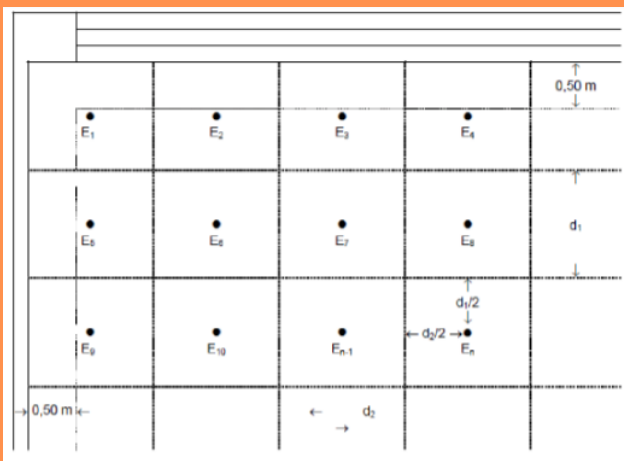


Figura 69 - Malha de Pontos para Medições no Cálculo de Iluminância em Planos de Trabalho  
Captura de Tela dos Slides da Aula

Dois grandes sistemas estrangeiros de certificação ambiental difundidos no Brasil abordam aspectos específicos relacionados à iluminação:

- LEED - sistema americano adaptado para o contexto brasileiro, pelo Green Building Council Brasil.
- HQE – sistema francês que no Brasil foi adaptado pela Fundação Vanzolini e renomeado AQUA.

## **CERTIFICAÇÕES**

Baseadas no fato de que os edifícios causam impactos ao ambiente em qualquer fase de sua vida (realização, uso e operação, adaptação, desconstrução) e que por isso devem ser projetados de forma a aumentar o desempenho dessas etapas, muitas certificações que classificam edifícios quanto à eficiência energética têm surgido.

## **PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

No Brasil, o PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) é um programa do Governo Federal que tem como objetivo promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica.

O Selo Procel tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética.

A Eletrobrás, em parceria com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), executor do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), concede a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), a produtos submetidos a ensaios específicos em laboratório.

## PROCEL EDIFICA - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS EDIFICAÇÕES

o PROCEL é um programa do Governo Federal que tem como objetivo promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica. O Selo Procel tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética. Trata-se de uma Etiqueta que estabelece níveis máximos de consumo de energia ou níveis mínimos de eficiência energética nas edificações construídas. A metodologia para classificação do nível de eficiência energética avalia 3 sistemas do edifício: Envolvória (40%), Iluminação artificial (30%) e Condicionamento de ar (30%).

Para a aplicação da etiquetagem há dois documentos disponibilizados pelo Procel, além do Manual para aplicação adequada de cada Regulamento :

- RAC (RAC-C e RAC-R – Requisitos de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética)
- RTQ (RTQ-C e RTQ-R – Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética)



Figura 70 - Selo Procel [Link Imagem](#), acesso em 09/06/24

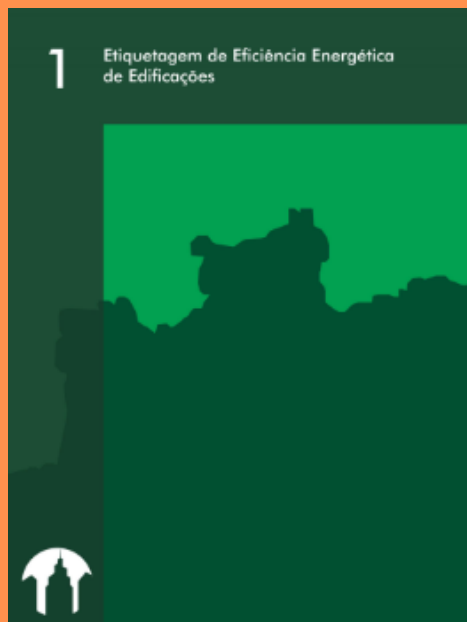


Figura 71 - Documentos Orientadores Procel acesso em 09/06/24

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KOLSDORF, Maria Elaine. Dimensões Morfológicas do Espaço Urbano. São Paulo: Editora Arquitetura Moderna, 2020

LAMBERTS, Roberto. Eficiência Energética na Arquitetura. Eletrobrás, 3a. edição, 2012



# CONCLUSÃO

Em conclusão, o projeto desenvolvido pelos alunos da disciplina Laboratório de Arquitetura Som e Luz do curso de Arquitetura e Urbanismo do CEUB não apenas proporcionou um aprendizado aprofundado sobre o conforto luminoso em espaços residenciais, mas também incentivou a colaboração e a criatividade dos estudantes. A abordagem lúdica e a organização em pequenos grupos facilitaram a compreensão dos conceitos e permitiram que os alunos explorassem diferentes aspectos da iluminação de forma prática e aplicada. A criação de um documento coletivo, resultante da revisão e compilação dos resumos, culminou na produção deste e-book, que reflete a dedicação, o esforço e a cooperação de toda a turma. Esse material, elaborado de maneira clara e visualmente atrativa, serve como um recurso valioso tanto para os alunos quanto para futuros estudos na área de arquitetura e urbanismo, demonstrando o sucesso da metodologia aplicada pela prof.<sup>a</sup> M<sup>a</sup>. Joyce de Araujo Mendonça.