

AUTORES

JOYCE DE ARAUJO MENDONÇA (ORGANIZADORA)

ANA LUIZA LABONDE

JULIA CARVALHO

JÚLIA JACQUES

JULIA RODRIGUES

LAURA LEAL

MARIA LUIZA CAMBRAIA

LUZ

INTRODUÇÃO
AO CONFORTO LUMINOSO

AUTORA E COORDENADORA DE PROJETO

Prof. Ma. JOYCE DE ARAUJO MENDONÇA

CO-AUTORAS

ANA LUIZA LABONDE

JULIA CARVALHO

JÚLIA JACQUES

JULIA RODRIGUES

LAURA LEAL

MARIA LUIZA CAMBRAIA

1ª Edição

EQUIPE EDITORIAL

REITOR

PIO PACELLI MOREIRA LOPES

REVISÃO GRAMATICAL E IDIOMA

AUTORES

NORMATIZAÇÃO

BIBLIOTECA REITOR JOÃO HERCULINO

DIAGRAMAÇÃO

LAURA BARBEITOS LEAL

DISCIPLINA

LABORATÓRIO DE ARQUITETURA SOM E LUZ - 4º. Semestre
turma 2024

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DA OBRA

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

MENDONÇA, JOYCE ARAUJO.

LUZ - INTRODUÇÃO AO CONFORTO LUMINOSO

JOYCE ARAUJO MENDONÇA, ORGANIZADORA. – BRASÍLIA: UNICEUB, 2026.

52 P.: IL.

ISBN 978-85-7267-268-9

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

I. CEUB. II. TÍTULO.

CDU 72.01

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA REITOR JOÃO HERCULINO

SOBRE O PROJETO

Este produto acadêmico é o resultado de um processo colaborativo e engajado desenvolvido pelos alunos da disciplina Laboratório de Arquitetura Som e Luz em 2024 semestre 04, do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário de Brasília (CEUB), sob a orientação da Professora Ma. Joyce de Araujo Mendonça. A atividade, que integra o trabalho final do semestre, teve como foco principal o estudo de espaços residenciais, com ênfase no conforto luminoso no interior das edificações. O objetivo central foi explorar, de forma prática e teórica, os princípios que garantem a qualidade luminosa em ambientes internos, considerando aspectos técnicos, normativos e perceptivos.

Para promover uma aprendizagem significativa e a fixação dos conceitos, normas e medidas associadas ao conforto luminoso, foi adotada uma abordagem lúdica, interativa e colaborativa em sala de aula. A estratégia consistiu em reunir a turma para, de forma coletiva, elaborar compilados e resumos dos conteúdos abordados durante a disciplina. Essa metodologia buscou não apenas transmitir conhecimentos, mas também estimular a participação ativa dos estudantes, incentivando a troca de ideias, a criatividade e o trabalho em equipe.

O processo de criação coletiva foi organizado em etapas bem definidas. Inicialmente, a turma foi dividida em grupos, e cada um foi responsável por explorar tópicos relacionado ao conforto luminoso. Entre os temas abordados estão: fontes de luz artificial, percepção visual, aberturas laterais e zenitais, aspectos físicos da luz, desempenho luminotécnico e a aplicação de normas e orientações técnicas, como a NBR 15215 (Iluminação Natural) e a NBR ISO/CIE 8995 (Iluminação Artificial).

Cada participante do grupo realizou pesquisas aprofundadas sobre seu respectivo tema, envolvendo a leitura de materiais fornecidos pela professora, consulta a fontes complementares (como artigos científicos, manuais técnicos e estudos de caso) e a troca de ideias entre os membros. Essa interação colaborativa foi essencial para esclarecer dúvidas, consolidar conceitos e enriquecer a compreensão dos temas estudados. Além disso, os estudantes foram incentivados a relacionar os conteúdos teóricos com situações práticas, analisando exemplos reais de projetos arquitetônicos e identificando soluções luminotécnicas aplicadas em diferentes contextos.

Após a fase de pesquisa, os grupos dedicaram-se à elaboração de seus compilados e resumos. As informações foram organizadas de maneira clara, objetiva e didática, utilizando recursos como esquemas, gráficos, ilustrações, tabelas comparativas e exemplos práticos para facilitar a compreensão dos conceitos. A inclusão de elementos visuais, como diagramas, fluxogramas e imagens, contribuiu significativamente para a assimilação dos conteúdos, tornando o material mais acessível e visualmente atraente.

Com os compilados finalizados, cada grupo realizou uma revisão coletiva. Essa etapa permitiu que todos os estudantes tivessem a oportunidade de aprender sobre todos os tópicos estudados, promovendo uma visão integrada e abrangente do tema central da disciplina. As apresentações foram seguidas de debates e discussões, que enriqueceram ainda mais o entendimento dos conceitos e estimularam a reflexão crítica sobre a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.

Por fim, os compilados foram reunidos por cada grupo em um único documento, que sintetiza todo o material estudado ao longo do semestre. Esse arquivo passou por uma revisão e edição cuidadosa, garantindo coesão, clareza e consistência nas informações. O resultado é este e-book, que alia conteúdo técnico a uma diagramação atrativa e estética criativa, definida de forma colaborativa pelos alunos. A escolha de cores, fontes e layouts foi pensada para facilitar a leitura e destacar os pontos mais relevantes, criando uma experiência visual agradável e funcional.

Este trabalho reflete não apenas o esforço e dedicação dos estudantes, mas também a importância de metodologias ativas e colaborativas no processo de aprendizagem. A experiência de construir conhecimento de forma coletiva, aliando teoria e prática, permitiu que os alunos desenvolvessem habilidades essenciais para a prática da arquitetura e urbanismo, como a capacidade de pesquisa, análise crítica, trabalho em equipe e comunicação eficaz.

Além disso, o e-book representa uma ferramenta valiosa para futuras consultas, servindo como um guia prático e didático para profissionais e estudantes que desejam aprofundar seus conhecimentos sobre conforto luminoso em espaços residenciais. Acreditamos que este produto acadêmico não apenas cumpre seu propósito educacional, mas também contribui para a disseminação de conhecimentos técnicos e inovadores na área de arquitetura e iluminação.

Por fim, este projeto reforça a importância de integrar teoria e prática no ensino da arquitetura, demonstrando como a colaboração e a criatividade podem transformar o aprendizado em uma experiência enriquecedora e inspiradora. Esperamos que este trabalho sirva como referência e inspiração para futuras turmas e profissionais da área, incentivando a busca por soluções luminotécnicas que promovam o bem-estar e a qualidade de vida nos espaços construídos.

Prof. Joyce de Araujo Mendonça

SUMÁRIO

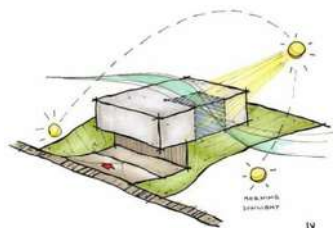
1- INTRODUÇÃO AO CONFORTO AMBIENTAL - LUMINOSO	PG.3-6
• CONFORTO NA ARQUITETURA • DIMENSÕES DA LUZ	
2- ASPECTOS FÍSICOS DA LUZ E SUAS GRANDEZAS	PG. 7-12
• O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO • ONDAS ELETROMAGNÉTICAS • COMPORTAMENTO DA LUZ • A COR • PSICOLOGIA DAS CORES	
3- PERSEPÇÃO VISUAL, O OLHO HUMANO & LUZ NATURAL	PG. 13-16
• CONFORTO VISUAL • O OLHO HUMANO • LUZ NATURAL • LUZ ARTIFICIAL	
4- ILUMINAÇÃO LATERAL E ZENITAL	PG.17-23
• ILUMINAÇÃO LATERAL • TIPOS DE JANELA • MODERNISMO • ILUMINAÇÃO ZENITAL	
5- FONTES DE LUZ ARTIFICIAL	PG.25-27
• LUZ ARTIFICIAL E SEUS EFEITOS • LAMPADAS	
6- NORMAS, CÓDIGOS E MEDIÇÃO DA ILUMINAÇÃO	PG.28-34
• LUZ ARTIFICIAL E SEUS EFEITOS • ANÁLISE DO POTENCIAL DE ILUMINAÇÃO • INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO • CERTIFICAÇÕES E REGULAMENTOS	
7- CALCULO LUMINOTÉCNICO	PG.35-45
• ATIVIDADES PARA APRENDIZADO • RESOLUÇÃO DAS ATIVIDADES • COMPARAÇÃO DE RESULTADOS	
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	PG.46-xx



INTRODUÇÃO AO CONFORTO LUMINOSO

INTRODUÇÃO AO CONFORTO LUMINOSO

Conforto na arquitetura refere-se à criação de espaços que proporcionam bem-estar físico, emocional e psicológico aos ocupantes. Isso inclui vários aspectos:



<https://www.projetou.com.br/posts/conforto-termico/>



<https://scaladb.com.br/isolamento-acustico-ou-condicionamento-acustico/>
DATA DE ACESSO: 22 de maio 21/62

- **Conforto Térmico:** manutenção de uma temperatura confortável por meio de ventilação, aquecimento e refrigeração adequados; orientação solar; seleção de materiais e eficiência energética
- **Conforto Acústico:** Redução do nível de ruído externo e ambiente, a fim de promover um senso de calma. O Conforto Acústico pode ser obtido por isolamento acústico, seleção de materiais que absorvam sons e design de espaço acústico.
- **Conforto Lumínico:** iluminação natural ou artificial recomendada para realização de atividades, sem causar desconforto ou fadiga visual. O design deve favorecer a iluminação natural, ao mesmo tempo em que controla o brilho e a intensidade.
- **Conforto Ergonômico:** Os espaços devem ser projetados para facilitar o uso e movimentação, com mobiliário e equipamentos adaptados às necessidades físicas dos usuários, evitando desconfortos e lesões.
- **Conforto Psicológico e Estético:** Um ambiente que é visualmente agradável e que atende às necessidades emocionais dos usuários, através do uso harmonioso de cores, texturas, formas e a organização espacial, contribui para o bem-estar psicológico.
- **Conforto Ambiental:** Refere-se à conexão dos ocupantes com o ambiente externo, como a presença de áreas verdes, vistas para a natureza e integração com o entorno.

O **conforto luminoso** é essencial para criar ambientes que promovam o bem-estar visual, tanto em áreas internas quanto externas. As condições de iluminação devem ser cuidadosamente controladas, otimizando a quantidade de luz natural proveniente da abóbada celeste para garantir que não haja excesso ou falta de luminosidade. O estudo da **carta solar**, que analisa o percurso do sol ao longo do dia, é fundamental para planejar a iluminação natural, considerando os horários de maior incidência solar.

As características climáticas e meteorológicas do local, como a presença de nuvens, chuva ou nevoeiro, também influenciam a quantidade de luz disponível. Além disso, a rugosidade do terreno, o espaçamento entre edificações e a altura dos prédios são fatores que afetam a distribuição da luz, devendo ser considerados para garantir um ambiente equilibrado e confortável.

A luz natural sempre teve um papel importante na arquitetura, influenciando como os espaços são pensados e usados ao longo dos séculos. Lá na antiguidade, civilizações como os egípcios, gregos e romanos já sabiam como usar a luz do sol para dar destaque a templos e prédios públicos, posicionando aberturas de forma estratégica para capturar a luz e criar efeitos de sombra e iluminação bem marcantes.

Na Idade Média, a luz ganhou um significado mais espiritual, especialmente nas catedrais góticas, onde os vitrais coloridos e as janelas altas permitiam que a luz, vista como divina, entrasse nos espaços de oração. Já no Renascimento, a luz natural foi usada para ressaltar a beleza e a harmonia das proporções clássicas, refletindo o surgimento de ideias humanistas e científicas.

No Modernismo, arquitetos como Le Corbusier e Frank Lloyd Wright abraçaram a luz natural como uma parte essencial tanto funcional quanto estética, criando projetos que celebravam a transparência e a conexão com a natureza. Ao longo da história, a luz natural não só iluminou os espaços, mas também foi usada para transmitir simbolismo, influenciar o clima dos ambientes e criar uma ligação entre o prédio e o mundo ao seu redor

Essas são diferentes dimensões que se referem a aspectos específicos da arquitetura e do ambiente construído, cada uma abordando diferentes aspectos da experiência humana nos espaços. Vamos detalhar cada uma delas:

I. Dimensões Bioclimáticas (Acústico, Luminoso e de Qualidade do Ar)

- **Acústico:** Controle do som no ambiente, visando proporcionar conforto auditivo, minimizando ruídos indesejados e melhorando a acústica para atividades específicas.
- **Luminoso:** o controle da iluminação, tanto natural quanto artificial, para garantir que os ambientes sejam confortáveis para a visão, prevenindo o ofuscamento e maximizando a eficiência energética.
- **Qualidade do Ar:** manutenção de um ar interno saudável, livre de poluentes, com adequada ventilação e controle de umidade, contribuindo para o bem-estar dos ocupantes.

2. Dimensão Copresencial (Interação Social)

- A Criação de espaços que promovem a interação social, onde as pessoas podem se reunir, comunicar e interagir. A arquitetura deve facilitar o encontro e a comunicação, contribuindo para a coesão social e o sentido de comunidade.

3. Dimensão Econômico-Financeira (Classe Social)

- Impacto econômico e à acessibilidade de diferentes classes sociais aos espaços arquitetônicos. A consideração do custo de construção, manutenção e uso dos espaços, bem como a acessibilidade de habitações e serviços para diferentes grupos socioeconômicos.

4. Dimensão Expressivo-Simbólica (Expressivas, Artísticas e Simbólicas - Acadêmica)

- Capacidade de a arquitetura expressar ideias, valores culturais e simbólicos. Uso de formas, cores, materiais e estilos que tenham significados específicos ou que comuniquem mensagens artísticas e culturais. No contexto acadêmico, isso pode envolver o uso da arquitetura para representar ideais educacionais ou filosóficos.

5. Dimensão Funcional (Funcionais e Operativas - Habilidades)

- Funcionalidade dos espaços, ou seja, quão bem um ambiente atende às necessidades práticas dos seus usuários. Ou seja, a organização espacial, a acessibilidade, a flexibilidade e a facilidade de uso, garantindo que o espaço seja operativamente eficiente e que as habilidades humanas possam ser exercidas sem impedimentos.

6. Dimensão Topoceptiva (Noção de Espaço e Localização)

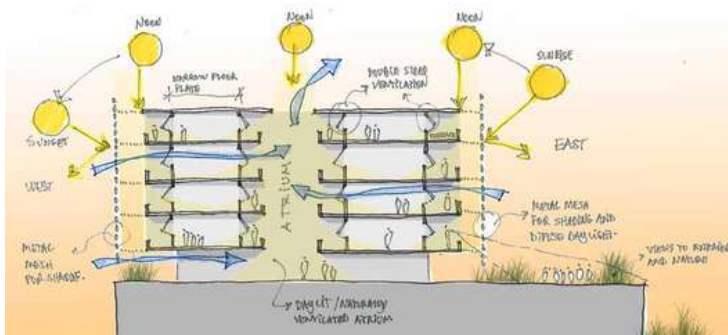
- Percepção do espaço e da localização dentro de um ambiente. Isso inclui a orientação espacial, a legibilidade do espaço (facilidade de se orientar e navegar) e a sensação de estar situado em um determinado local. Uma boa dimensão topoceptiva facilita a compreensão do espaço e a movimentação dentro dele.

7. Dimensão de Conforto Higrotérmico (Clima, Temperatura e Sensação)

- Controle do clima interno, incluindo temperatura, umidade e circulação de ar, para garantir que o ambiente seja confortável termicamente. Depende de fatores como o isolamento térmico, a ventilação natural e o uso de materiais que ajudam a regular a temperatura interna.

Essas dimensões são fundamentais para o design de ambientes que atendam às necessidades humanas de maneira holística, considerando não apenas a funcionalidade, mas também o conforto, a interação social e a expressão cultural.

- Um dos principais benefícios de analisar a **carta solar** na hora de executar um projeto é a eficiência energética. Ao entender a posição do sol ao longo do ano, é possível maximizar o uso da luz natural, o que reduz a necessidade de iluminação artificial e aquecimento, resultando em economia de energia. Além disso, a carta solar contribui para o conforto térmico, permitindo o planejamento de estratégias de sombreamento que evitam o superaquecimento no verão e aproveitam o aquecimento solar passivo no inverno, garantindo um ambiente interno mais confortável para os ocupantes.



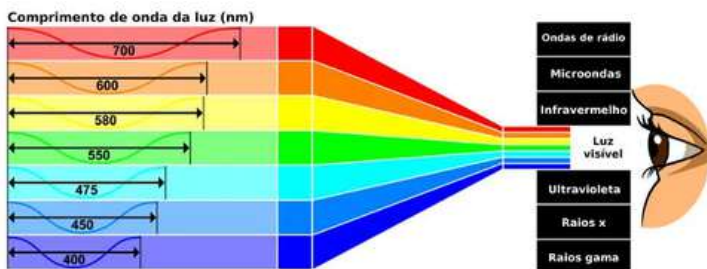
fonte: <https://ca-2.com/o-gue-e-conforto-ambiental-na-arquitetura/>



ASPECTOS FÍSICOS DA LUZ E SUAS GRANDEZAS

ASPECTOS FÍSICOS DA LUZ E SUAS GRANDEZAS

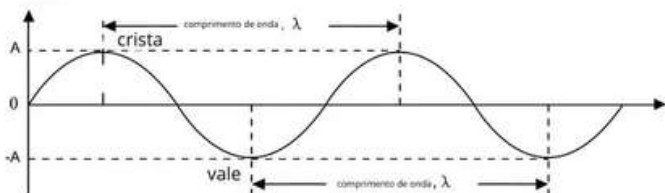
De acordo com Rafael Helerbrock diretor do Brasil Escola **O espectro eletromagnético** refere-se à gama completa de radiações eletromagnéticas, que vão desde ondas de rádio com longos comprimentos de onda até raios gama extremamente curtos. Esse espectro abrange diferentes tipos de radiação, como micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama. Cada tipo de radiação é caracterizado por seu comprimento de onda e frequência e interage de maneira diferente com a matéria. A luz visível, por exemplo, é apenas uma pequena parte desse espectro que podemos ver com os olhos, enquanto outras partes, como infravermelho e ultravioleta, são invisíveis para nós, mas têm amplas aplicações em áreas como medicina, telecomunicações e astronomia.



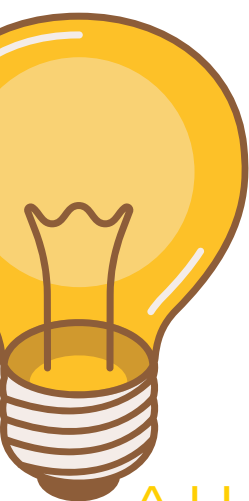
fonte: <https://images.app.goo.gl/3TXKY9Wueg8Dnski6> acesso 29 de maio às 10:09

Ondas eletromagnéticas são perturbações que se propagam através do espaço e de meios materiais, transportando energia de um lugar para outro. Essas ondas são geradas pela oscilação de cargas elétricas e consistem em campos elétricos e magnéticos que oscilam perpendicularmente entre si e à direção de propagação da onda. As ondas eletromagnéticas não precisam de um meio material para se propagarem, o que significa que podem viajar no vácuo, como é o caso da luz do Sol que chega à Terra.

Elas variam em comprimento de onda e frequência, o que determina suas diferentes classificações dentro do espectro eletromagnético, incluindo ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama. Essas ondas têm uma ampla gama de aplicações, como comunicação por rádio e televisão, imagens médicas por raios X, e a visão de objetos iluminados pela luz visível.



fonte: <https://images.app.goo.gl/t2fbvg2EGKmkWoxY7> acesso 29 de maio às 10:09



A LUZ

A luz é uma forma de radiação eletromagnética que é visível ao olho humano. Ela se comporta tanto como onda quanto como partícula, uma dualidade conhecida como "dualidade onda-partícula". Como onda, a luz tem características como comprimento de onda, frequência e velocidade de propagação, que determinam sua cor e outras propriedades. Como partícula, a luz é composta por fótons, que são pacotes discretos de energia sem massa.



Os raios ultravioleta (UV) são um tipo de radiação eletromagnética que faz parte do espectro eletromagnético, situado entre a luz visível e os raios X. Eles possuem comprimentos de onda mais curtos que a luz visível, variando de aproximadamente

UV A: de 400 a 700 nm

-Pigmentação da pele.
-Responsável pelo envelhecimento da pele.
-Presente nas câmaras de bronzeamento artificial.

UV B: de 280 a 315 nm

Causa vermelhidão e queimaduras na pele.

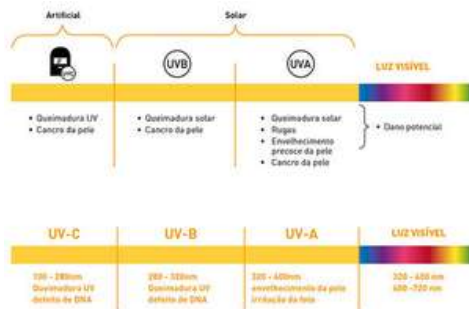
As principais características das ondas eletromagnéticas incluem:

- **Velocidade:** no vácuo, todas as ondas eletromagnéticas viajam à mesma velocidade, que é aproximadamente 299.792.458 metros por segundo (a velocidade da luz).
- **Comprimento de Onda:** é a distância entre dois picos consecutivos de uma onda. Ondas eletromagnéticas variam muito em comprimento de onda, desde quilômetros nas ondas de rádio até frações de nanômetros nos raios gama.
- **Frequência:** número de oscilações ou ciclos que uma onda completa em um segundo, medida em hertz (Hz). A frequência está inversamente relacionada ao comprimento de onda: quanto maior a frequência, menor o comprimento de onda.
- **Amplitude:** é a altura da onda, que corresponde à intensidade ou quantidade de energia transportada pela onda. Ondas com maior amplitude transportam mais energia.

No espectro eletromagnético, a **luz visível** ocupa uma faixa de comprimentos de onda que vai aproximadamente de 400 nanômetros (violeta) a 700 nanômetros (vermelho). A luz é essencial para a vida na Terra, pois é a principal fonte de energia para a fotossíntese nas plantas e permite a visão nos seres humanos e em muitos outros organismos.

O Sol é a principal fonte de luz e energia para a Terra. Ele emite uma vasta quantidade de radiação eletromagnética, incluindo luz visível, infravermelho e ultravioleta.

- O Sol irradia uma enorme quantidade de energia para o espaço.
- Uma pequena fração corresponde à luz visível.
- Há ainda os raios infravermelhos, os raios ultravioletas, as micro-ondas e os raios cósmicos.

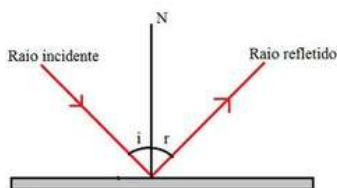


Os raios infravermelhos são um tipo de radiação eletromagnética com comprimentos de onda mais longos que a luz visível, mas mais curtos que as micro-ondas. Eles estão situados no espectro eletromagnético logo abaixo da faixa da luz vermelha visível, com comprimentos de onda variando aproximadamente entre 700 nanômetros (nm) e 1 milímetro (mm).

São comumente associados ao calor, pois qualquer objeto que emite calor também emite radiação infravermelha. Essa radiação é utilizada em diversas aplicações, como em controles remotos, câmeras de visão noturna, termografia (medição de temperatura à distância), e em aquecedores infravermelhos.

COMPORTAMENTO DA LUZ

A reflexão ocorre quando a luz incide sobre uma superfície e é desviada de volta para o meio de origem. A lei da reflexão estabelece que o ângulo de incidência (o ângulo entre o feixe incidente e a normal à superfície) é igual ao ângulo de reflexão.



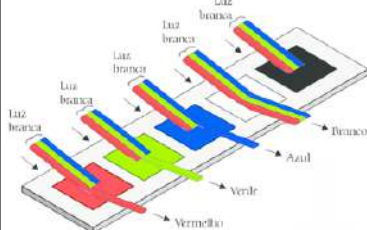
fonte: <https://images.app.goo.gl/VtRAuQo2VWmVtWuZA>, acesso 30 de maio às 10:09

- **reflexão regular:** plana (por exemplo, superfície de um metal) e polida (uma superfície regular) - a um feixe incidente de raios luminosos paralelos corresponderá um feixe refletido de raios luminosos igualmente paralelos.
- **reflexão difusa:** quando a superfície de separação apresenta rugosidades e a luz é espalhada em todas as direções - de um feixe de raios luminosos incidentes paralelos são refletidos raios com as mais diversas direções.

Quando a luz interage com a matéria, ela pode ser **absorvida**, elevando os elétrons de átomos ou moléculas para níveis de energia mais altos. Subsequentemente, esses elétrons podem retornar a um nível de energia mais baixo, emitindo luz no processo. Este comportamento é a base de fenômenos como fluorescência e fosforescência.

Sendo assim: $\rho + \alpha + \tau = 1$

Material	Refletividade ρ	Absorbtividade α	Transmitância τ
Alumínio	0,51 - 0,90	0,45 - 0,19	
Aço polido	0,55 - 0,65	0,45 - 0,35	
Níquel	0,58	0,48	
Papel branco	0,70 - 0,85	0,20 - 0,15	0,10 - 0,20
Vidro transparente	0,06 - 0,08	0,04 - 0,02	0,90 - 0,90
Gesso	0,80 - 0,90	0,20 - 0,10	
Banco de c/d	0,80	0,20	
Asfalto de asf	0,40 - 0,70	0,60 - 0,30	
Concreto	0,40 - 0,70	0,60 - 0,30	
Tijolo	0,10 - 0,32	0,92 - 0,68	
Madeira	0,15 - 0,50	0,85 - 0,50	
Esmalte	0,70 - 0,85	0,30 - 0,15	



fonte: <https://images.app.goo.gl/VYjLUxQUoFAWW58>, acesso 20 de maio às 10:09

A COR

A **cor** é uma percepção visual que resulta da interação da luz com os olhos humanos. Ela é determinada pelo comprimento de onda da luz que é refletida ou emitida por objetos e captada pelas células fotorreceptoras da retina, chamadas cones, que são sensíveis a diferentes comprimentos de onda.

• COMO PERCEBEMOS AS CORES

A luz branca, como a luz do Sol, é composta por uma mistura de todas as cores do espectro visível, que inclui o vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Quando a luz incide sobre um objeto, algumas partes do espectro são absorvidas pelo material do objeto, enquanto outras são refletidas.

- A cor que percebemos é a combinação das frequências de luz que são refletidas e chegam aos nossos olhos.

Vermelho:

- Associado a comprimentos de onda longos (cerca de 620-750 nm).

Verde:

- Associado a comprimentos de onda médios (cerca de 495-570 nm).

Azul

- Associado a comprimentos de onda curtos (cerca de 450-495 nm).

• MISTURA DE CORES

As cores podem ser misturadas de diferentes maneiras, resultando em novas cores:

Mistura aditiva: Ocorre quando diferentes fontes de luz colorida são combinadas. As três cores primárias da luz (vermelho, verde e azul) podem ser combinadas em diferentes proporções para criar uma ampla gama de cores. Quando essas três cores são combinadas em intensidades iguais, produzem luz branca.

Mistura subtrativa: são os pigmentos ou corantes, que absorvem certas cores e refletem outras, são misturados. As cores primárias nesse sistema são ciano, magenta e amarelo. Quando misturadas, essas cores absorvem luz de determinadas frequências, resultando em novas cores.





CORES PRIMÁRIAS

São as cores básicas que não podem ser criadas pela mistura de outras cores.

- No modelo tradicional de cores, as cores primárias são vermelho, azul e amarelo. Elas são usadas para criar todas as outras cores por meio de combinações e misturas.

CORES SECUNDÁRIAS & TERCIÁRIAS

- As **cores secundárias** são formadas pela mistura de duas cores primárias, resultando em laranja (a partir de vermelho e amarelo), verde (a partir de azul e amarelo) e roxo (a partir de vermelho e azul).



Já as **cores terciárias** surgem da combinação de uma cor primária com uma cor secundária adjacente no círculo cromático, criando tonalidades como:

- Vermelho alaranjado
- Amarelo esverdeado
- Azul arroxeado

CORES COMPLEMENTARES

São pares de cores que, quando colocadas lado a lado, criam um contraste forte e vibrante. No círculo cromático, as cores complementares estão posicionadas diretamente opostas uma à outra. Exemplos de cores complementares incluem vermelho e verde, azul e laranja, e amarelo e roxo. Quando misturadas, essas cores tendem a neutralizar-se, criando tons acinzentados ou marrons.



PSICOLOGIA DAS CORES

Com base no livro "cores em casa", a Psicologia das cores baseia-se na ideia de que as cores podem evocar reações emocionais específicas, muitas vezes subconscientes, que variam de acordo com a cultura, o contexto e a experiência pessoal. Algumas cores são associadas universalmente a certas emoções ou conceitos, embora essas associações possam variar em diferentes culturas.

ASSOCIAÇÕES DE CORES

- **Vermelho:** Frequentemente associado à energia, paixão, amor, mas também a perigo e agressão. O vermelho é uma cor estimulante e pode aumentar a frequência cardíaca.
- **Azul:** Ligado à calma, confiança e segurança. É uma cor frequentemente utilizada por empresas para transmitir confiança e profissionalismo. No entanto, também pode ser percebida como fria ou distante.
- **Amarelo:** Associado à felicidade, otimismo e criatividade, mas também ao alerta (como em sinais de aviso). O amarelo é uma cor energizante, mas em excesso pode causar irritação.
- **Verde:** Evoca sensações de natureza, saúde e tranquilidade. É frequentemente usado para representar crescimento, harmonia e frescor, mas também pode estar associado a inveja.
- **Preto:** Simboliza poder, elegância e sofisticação, mas também pode estar relacionado a mistério ou luto.
- **Branco:** Representa pureza, simplicidade e inocência, sendo comum em contextos religiosos e médicos. No entanto, em algumas culturas, o branco é associado ao luto.

As associações de cores podem variar significativamente entre diferentes culturas. Por exemplo, enquanto o branco é geralmente associado a pureza em muitas culturas ocidentais, em algumas culturas orientais, como na China, é a cor do luto.



PERSEPÇÃO VISUAL, O OLHO HUMANO & LUZ NATURAL

PERCEPÇÃO VISUAL

CONFORTO VISUAL

Conforto visual na arquitetura refere-se à criação de ambientes que proporcionam uma experiência visual agradável e funcional para os ocupantes. Isso envolve o uso cuidadoso da iluminação natural e artificial, a escolha de cores e materiais, e o design de espaços de forma que minimizem o cansaço visual e maximizem a eficiência e o bem-estar.

Em um contexto arquitetônico, o conforto visual é alcançado quando os elementos do ambiente, como luz, sombras, contrastes e disposição dos objetos, são harmoniosamente combinados para permitir que as pessoas realizem suas atividades com clareza e sem esforço excessivo.



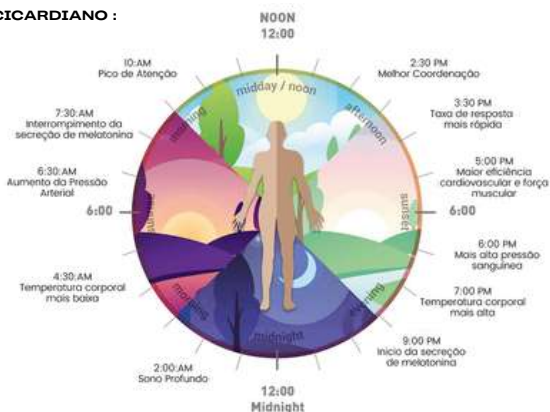
- **A norma NBR 8995-I:2013**, intitulada "Iluminação de ambientes de trabalho - Parte I: Interior", estabelece os requisitos para a iluminação adequada em ambientes de trabalho interiores, visando assegurar o conforto visual, a segurança e a eficiência nas atividades realizadas. Ela define os níveis mínimos de iluminância necessários para diferentes tipos de tarefas, destacando a importância de uma distribuição uniforme da luz para evitar áreas de sombra ou brilho excessivo.
- A norma também aborda o controle do ofuscamento, que pode causar fadiga ocular, e a necessidade de escolher a temperatura de cor adequada para a luz, influenciando a percepção das cores e o bem-estar dos ocupantes. Além disso, enfatiza a importância de manter contrastes visuais adequados e de realizar a manutenção regular dos sistemas de iluminação, garantindo que a qualidade da luz seja preservada ao longo do tempo.



O relógio biológico é um mecanismo interno nos seres vivos que regula os ritmos e ciclos naturais do corpo, como o sono, a vigília, a temperatura corporal, a produção de hormônios, entre outros processos fisiológicos. Esse relógio é influenciado principalmente pela luz do ambiente e segue um ciclo de aproximadamente 24 horas, conhecido como ciclo circadiano. Ele ajuda a sincronizar as atividades corporais com o dia e a noite, garantindo que as funções do organismo ocorram nos momentos mais adequados para a saúde e o bem-estar.

- Para construir um ambiente confortável é necessário balancear a quantidade e a qualidade de luz natural e artificial, visto que se projetada corretamente usando a carta solar a luz natural pode ser bem aproveitada durante o dia e a iluminação artificial usada como auxílio durante a noite garantindo, assim, os benefícios biológicos e econômicos dos dois tipos de iluminação;
- A luz solar assegura o equilíbrio do **ciclo circadiano**, aumenta a produção de melanina, que é o nosso mecanismo de defesa contra os raios nocivos dos sol e também da vitamina D, que atua no metabolismo do cálcio o qual está diretamente ligado a manutenção da saúde óssea;
- Já a luz artificial permite que o homem exerça suas atividades durante o período em que não há luz natural e por consequência aumenta a sua produtividade. Contudo o uso inadequado da iluminação pode causar danos a visão do ser humano, como a fadiga visual, o desconforto ocular e o ofuscamento, além dos efeitos térmicos gerados pela luz que podem causar desconforto ao homem.

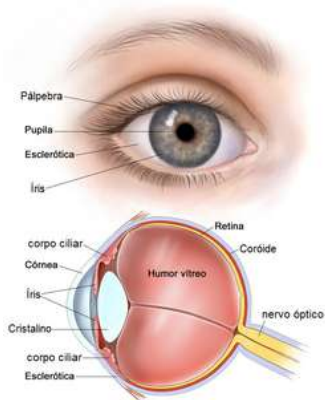
CICLO CICARDIANO :



<https://images.apo.gov.gl/htn5rKuUna3Ez6dV9>-acesso 29 de maio às 10:11

O OLHO HUMANO

- De acordo com a UFMG -Universidade Federal de Minas Gerais ,O olho é o órgão receptor de luz do ser humano e é subdividido em algumas estruturas, por onde a luz passa, cada uma com sua função. Em primeiro plano a luz passa pela córnea onde é refratada, logo após passa pela íris, que aumenta e diminui a abertura da pupila controlando a quantidade de luz que entra, chamada de adaptação visual, e posteriormente passa pelo cristalino, lente biconvexa que regula o foco do objeto observado, chamada de acomodação visual até chegar na retina que recebe e transmite as impressões visuais invertidas e menores para o nervo óptico, que direciona a informação para o cérebro, o qual interpreta e corrige a imagem recebida. Além disso, o olho também é capaz de distinguir detalhes finos, como contorno de formas e essa medida é chamada de acuidade visual.



<https://images.apo.gov.gl/2DLu8pCndMC7Zew0>-acesso 29 de maio às 10:09

LUZ NATURAL

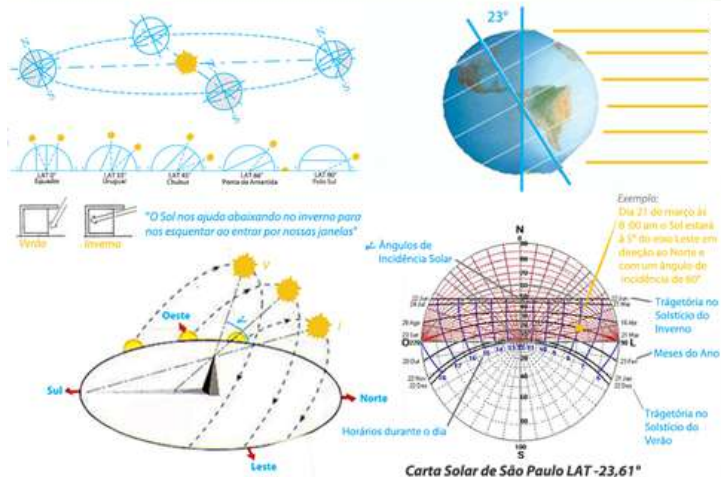
Luz do Sol :

A **Carta Solar** é a representação gráfica do percurso do Sol na abóbada celeste da Terra durante todo o ano, ao utilizar dessa ferramenta na execução do projeto é possível planejar ambientes que utilizem da melhor maneira um dos maiores benefícios do Sol, que é a manutenção térmica de um ambiente e por consequência do indivíduo que usufruir desse lugar. Além disso, a luz solar é variável de acordo com o período do dia ou do ano, alternando-se em intensidade, cor e direcionamento o qual gera a sensação agradável aos seres humanos de quebra da monotonia, por suas mudanças sutis, por isso é psicologicamente mais atraente ao homem e por ser fornecida naturalmente é economicamente mais viável projetar um espaço que aproveite o máximo de suas condições.

Para garantir toda a emissão luminica do Sol em um projeto é necessário analisar também as condições do céu que são subdivididas em:

- **Céu encoberto**, o qual as nuvens encobrem praticamente toda a superfície da abóbada celeste. Nessa condição a luz fica difusa e relativamente homogênea por toda a abóbada celeste e a iluminação no **zênite** é cerca de 3 vezes maior do que no horizonte, sendo assim, chamada de condição mínima de um projeto.

Bioclimática



*Zênite é o ponto mais alto do globo celeste localizado acima da cabeça do observador.

- **Céu parcialmente encoberto ou intermediário**, é a condição mais cotidiana em que o céu possui nuvens, porém não encobrem completamente a superfície. Nesse cenário, o nível de iluminação não é constante por toda a abóbada celeste;
- **Céu Claro**, no qual o céu fica completamente limpo de nuvens ou com baixa nebulosidade, assim, a iluminação dos raios solares é mais poderosa que a refletida pela abóbada celeste e a distribuição solar é 3 vezes mais forte no horizonte do que no zênite. Porém, nesse cenário a luz solar é incidida diretamente podendo causar ofuscamento e altas temperaturas.

Essas condições são medidas pelo **INMET**, Instituto Nacional de Meteorologia, lá são registrados os números médios de dias claros, nublados e parcialmente nublados usando um percentual total de dias do mês e disponibilizados gráficos para análise.



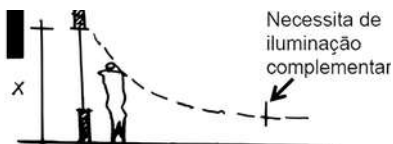
ILUMINAÇÃO LATERAL E ZENITAL

Como já citado neste livro, é de conhecimento geral que a luz natural é uma das melhores soluções quando queremos iluminar, por exemplo, casas ou edifícios. Além de ser uma fonte de luz gratuita, ela é saudável para todo ser humano.

Quando se opta por usar luz natural em um projeto as opções mais escolhidas são a luz lateral e a luz zenital; e são elas que iremos discutir neste capítulo.

ILUMINAÇÃO LATERAL

- A iluminação natural lateral acaba sendo uma das mais comuns em edifícios, já que elas seguem a forma vertical das paredes: porém dependendo da sua altura, largura e quantidade, ela não pode ser suficiente para o local, pois tem a possibilidade de má distribuição da luz e a uma pequeno trajeto da luz pelo local, que acontece por exemplo, em janelas muito altas onde dificilmente todo o ambiente será iluminado.

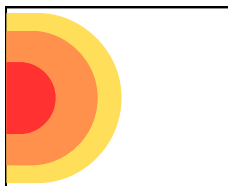
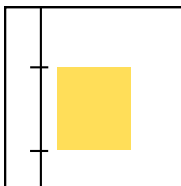


https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8055258/mod_resource/content/1/AUT0284_AJUL7.pdf
Acesso: 2029/08/24-acesso 30 de maio às 11:00

Para explicar melhor como a iluminação lateral funciona, precisamos explicar sobre os tipos de janelas e como elas funcionam em um ambiente.

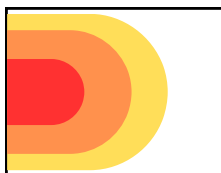
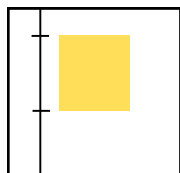
JANELA BAIXA

Como estão posicionadas perto do solo, permitem que a luz solar entre de forma mais direta, o que pode iluminar melhor os espaços, economizando energia e criando ambientes mais agradáveis.



- A altura mais baixa também contribui para uma ventilação mais eficiente, facilitando a circulação de ar no nível do solo.
- Esse estilo de janela pode ser visto em diferentes tipos de arquitetura, desde construções coloniais até designs modernos e minimalistas. Elas ajudam a criar uma sensação de amplitude e sofisticação.
- Dependendo do design e da altura em relação ao chão, as janelas baixas podem precisar de proteções adicionais, como grades ou vidros mais resistentes, para garantir a segurança do imóvel.

JANELA ALTA

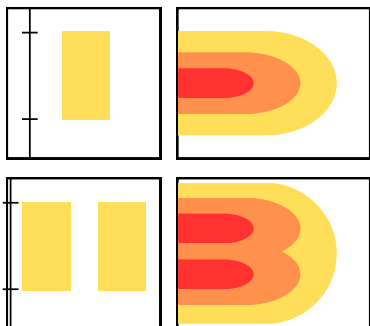


Por estarem em uma posição mais elevada, as janelas altas oferecem mais privacidade, pois as pessoas do lado de fora têm dificuldade para ver o interior.

As janelas altas permitem a entrada de luz natural sem a exposição direta à visão do exterior. Isso ajuda a iluminar o ambiente de forma suave, mantendo a privacidade. Podem facilitar a ventilação, pois o ar quente tende a subir e sair por essas aberturas, ajudando na circulação de ar e mantendo o ambiente mais fresco. Elas podem criar uma sensação de verticalidade e elegância nos ambientes, destacando o design das paredes e tetos.

JANELA ALTA E ESTREITA

Quando se tem uma janela alta e estreita, a fonte de luz é focada mais no centro: porém com a utilização de duas no mesmo ambiente, há uma maior distribuição de luz para os lados proporcionando maior iluminação.

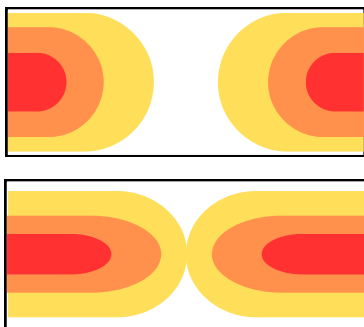


Ela proporciona elegância ao ambiente, criando uma sensação de verticalidade, além de permitir a entrada de luz natural de maneira controlada, sem comprometer a privacidade. Devido à sua forma vertical e abertura reduzida, esse tipo de janela é ideal para locais onde se deseja privacidade, como banheiros e quartos, e também é eficiente na ventilação dos espaços.

Em construções com pé-direito alto, ela aproveita bem o espaço vertical, dando equilíbrio e leveza ao design. Além disso, seu formato estreito e altura dificultam o acesso de pessoas do lado de fora, aumentando a segurança.

JANELAS OPOSTAS

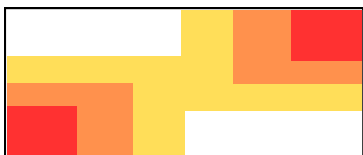
A iluminação de janelas opostas reduz o ofuscamento. Esse método tem um melhor resultado se a janela for alta. Janelas opostas são uma solução arquitetônica utilizada para melhorar a ventilação e a iluminação natural de um ambiente.



Quando duas janelas estão posicionadas em lados opostos de um cômodo, elas permitem uma circulação de ar eficiente, conhecida como ventilação cruzada. Esse fluxo constante ajuda a refrescar o ambiente de forma natural, tornando-o mais agradável, especialmente em regiões quentes. Além disso, a disposição oposta das janelas maximiza a entrada de luz natural ao longo do dia, iluminando o espaço de maneira uniforme.

JANELAS ADJACENTES

Posicionadas em paredes que formam um ângulo, geralmente em um canto de um cômodo, criando uma abertura luminosa e ventilada em duas direções. Essa disposição favorece uma iluminação natural mais equilibrada, permitindo que a luz entre de diferentes ângulos ao longo do dia. as janelas adjacentes também podem melhorar a circulação de ar, embora de forma menos intensa do que janelas opostas.



Esteticamente, essa configuração pode dar um toque de dinamismo ao ambiente, criando uma sensação de maior conexão com o exterior e ampliando visualmente o espaço.

MODERNISMO

Para falar sobre o ultimo exemplo e encerrar sobre os tipos de janela para iluminação natural lateral, precisamos discutir sobre o movimento modernista na arquitetura.

O modernismo moldou grande parte de projetos arquitetônicos durante o século XX e suas características são uma grande influência para a arquitetura até hoje. Grandes nomes são ligados a esse movimento porém iremos falar sobre Le Corbusier.

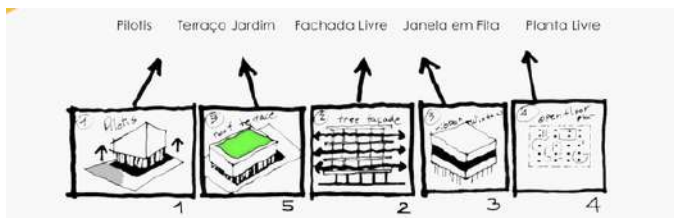
Le Corbusier é o arquiteto importante para o nosso assunto pois ele foi responsável por criar os 5 pilares da arquitetura moderna:

- Pilotis
- Planta Livre
- Fachada Livre
- Terraço jardim
- Janela em Fita

Em 1929, Corbusier concretizou esses pilares em seu projeto da residência Villa Savoye.

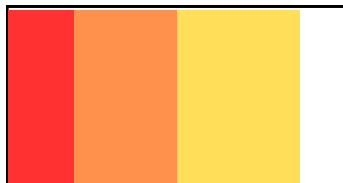


https://saritasaes.com/wp-content/uploads/2018/11/Villa_Savoye_2015-1024x576.jpg acesso 31 de maio às 13:00



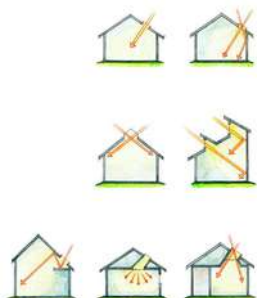
https://sistemasad.unicaemar.edu.br/fluxo/arquivo/servicos/Portal/Imagem/Questionario/CUE_195209_572287_1.png acesso 31 de maio de 16:00

Janelas Largas e Horizontais



A janela em fita dos pilares de Le Corbusier trouxe uma maior iluminação para os ambientes. Foi a partir dessa janela que começamos a ter uma evolução em que hoje em dia temos aberturas que ocupam uma parede inteira

ILUMINAÇÃO ZENITAL



Fonte: <https://www.oxfordlanguages.com/oxford-illustrated-dictionary/2020/04/oxford-illustrated-dictionary-2020-04-01/oxford-illustrated-dictionary-2020-04-01/>

- A utilização da luz zenital proporciona iluminação natural a partir da cobertura, oferecendo excelente luminosidade. Essa forma de iluminação é empregada em muitos projetos arquitetônicos para trazer não apenas luz, mas também beleza e funcionalidade. Existem várias formas de iluminação zenital, tais como domos ou cúpulas, sheds, lanternins, claraboias, átrios e tubos solares.

Zênite da astronomia, significa: ponto da esfera celeste diretamente oposto ao nadir, que se situa na vertical do observador, sobre a sua cabeça.

Definições de Oxford Languages.

https://images.adsttc.com/media/images/5b17dc58f197cc5d9e000030/medium_ipg1_Domo.jpg?1528290380 acesso 24 de agosto às 08:35



CÚPULAS

- Os domos ou cúpulas são aberturas integradas na cobertura das edificações e podem assumir diversos formatos, como quadrado ou triângulo; contudo, o formato circular é o mais frequente. Essas estruturas permitem que a iluminação natural penetre na parte interna do edifício através de uma abertura situada logo abaixo da cúpula, que pode ser confeccionada com materiais diversos, como vidro, acrílico ou policarbonato.

Assim, é possível obter uma iluminação natural eficiente, reduzindo a necessidade de luz artificial, contrapartida não proporciona ventilação natural.

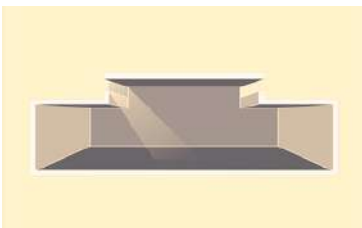
- **ATENÇÃO:** A área total das aberturas não deve ultrapassar 10% da superfície da cobertura, para evitar comprometer o conforto térmico do ambiente.



<https://www.oxfordlanguages.com/oxford-illustrated-dictionary/2020/04/oxford-illustrated-dictionary-2020-04-01/oxford-illustrated-dictionary-2020-04-01/>

LANTERNINS

- Conhecidas como "faces verticais", essas aberturas são implementadas nas laterais da cobertura. Elas servem tanto para proporcionar iluminação natural quanto para ventilação. Podem ser usadas em uma variedade de ambientes, tanto residenciais quanto comerciais, oferecendo uma excelente alternativa para reduzir o consumo de luz, ventilação e climatização artificial.



https://images.adsttc.com/media/images/5b17dc68f197cc5d9e000065/newsletter1_Lanterrim.jpg?1528290395 acesso 25 de agosto às 8:55



<https://www.fabryassandminor.com/blog/wp-content/uploads/2022/04/image1-1.jpg> acesso 25 de agosto às 8:58



- Como vedação, comumente recebe a aplicação de vidro translúcido em sua face superior, permitindo maior porcentagem luminica ao espaço.
- Deve ser utilizada com cuidado, já que tende a favorecer o ganho de cargas térmicas na edificação, aumentando a temperatura interna. Portanto, deve ser estrategicamente posicionada e projetada no que diz respeito às dimensões e materiais vedantes.
- **iluminação Natural:** A principal vantagem é aumentar a quantidade de luz natural em um ambiente, o que pode reduzir a necessidade de iluminação artificial e melhorar a eficiência energética.
- **Ventilação:** As claraboias que podem ser abertas proporcionam ventilação adicional, ajudando a controlar a umidade e melhorar a qualidade do ar interno.
- **Estética:** Elas podem adicionar um toque arquitetônico ao edifício e criar um ambiente mais agradável e arejado.



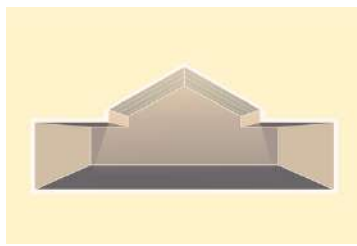
- Usualmente são posicionados em relação à fachada com menor insolação (sul no hemisfério sul e norte, no norte), permitindo receber luz natural sem raios solares. Em alguns casos, também contemplam aberturas à ventilação.
- Variações em dimensões e inclinações são concebidas a partir da necessidade percentual luminica no espaço interno, permitindo maior ou menor entrada de luz. Neste sistema é imprescindível o fechamento por caixilhos de vidro, impedindo infiltrações provenientes das chuvas.

O termo "shed" vem do inglês e se refere a um tipo de estrutura simples e funcional. A característica mais marcante das aberturas Shed é o telhado inclinado, que geralmente é composto por uma única inclinação ou por um sistema de várias inclinações. Essa inclinação ajuda a maximizar a entrada de luz natural e facilita o escoamento de água.

ÁTRIOS

Feitos diretamente na cobertura, eles permitem a entrada direta de luz no ambiente. Podem ser cobertos ou não, proporcionando iluminação natural e eficiente em ambos os casos.

- Geralmente localizados no centro do edifício, esses elementos possibilitam a criação de jardins de inverno ou a utilização de plantas em geral, além de oferecerem uma ampla visão do ambiente."



TUBOS SOLARES

Neste método de iluminação, não é necessário prestar tanta atenção à porcentagem de abertura em relação à cobertura, pois, antes de a luz atingir o ambiente interno, ela é direcionada através de aberturas no forro, conforme o projeto.

O que faz? Captação, Transmissão e difusão de iluminação solar natural tipo solartube chatron.

Fonte: Chatron - Tubo Solar



USO DE ABERTURAS ZENITAIS COM O DESING BIOFÍLICO



Fonte: ArchDaily | Foto de Dentro Fotografia
acesso | de junho às 9:35



Fonte: ArchDaily | Foto de Maura Melloacesso | de junho às 9:40

A utilização do design biofilico com a iluminação zenital traz diversos benefícios físicos e mentais para o ser humano. O uso de plantas cria uma barreira contra os raios solares, além de aumentar a umidade dos ambientes, enquanto a iluminação natural proporcionada pelas aberturas oferece condições ideais para o cultivo de plantas.

Vale lembrar também que essa abordagem contribui para a sustentabilidade do projeto, reduzindo a necessidade de climatização e iluminação artificial.



FONTES DE LUZ ARTIFICIAL

LÂMPADAS

A luz artificial acontece quando a uma geração de energia que emite ondas na faixa do visível. O produto que cria essa energia são as lâmpadas; que são classificadas em 3 categorias: incandescentes, de descarga (alta e baixa) e LEDs.

LÂMPADAS INCANDESCENTES

O funcionamento ocorre quando o filamento da lâmpada é aquecido pela passagem da corrente elétrica e sua energia é transformada em luz e calor. Ela normalmente é usada em residências; tem um baixo custo inicial, baixa eficiência, produz luz mais quente e tem uma vida média de 750 a 1.000 horas.



LÂMPADAS INCANDESCENTES HALÓGENAS

Por essa lâmpada possuir o halogênio, ela se torna uma versão “melhorada” da lâmpada incandescente de ser uma luz mais econômica, ela gera uma excelente reprodução de cor. Por outro lado, a produção de calor dela é maior. Sua vida média é de 1.000 a 5.000 horas; usada normalmente em residências, comércios, galeria e jardins.



LÂMPADAS FLUORESCENTES

A passagem da corrente elétrica para o eletrodo (material que transfere elétrons) cria uma radiação ultravioleta que se torna luz visível após decorrer a uma camada de pó fluorescente. Tendo uma vida média de 8.000 a 24.000 horas, a luz fluorescente tem uma alta eficiência e um baixo consumo de energia. Sua reprodução de cores é um pouco baixa e necessita de um reator para funcionar. É usada normalmente em residências, comércios, escritórios e hotéis.



LÂMPADAS VAPOR DE SÓDIO

Seu funcionamento é parecido com a da luz fluorescente, sendo diferente principalmente na quantidade de sódio na composição interna de seus elementos. A vida média dele é de 24.000 a 32.000 horas. O consumo de energia é baixo e sua luz criada é surpreendentemente brilhante. Normalmente é usada em vias públicas por conseguir iluminar e alcançar grandes áreas. Também é preciso de um reator.



LÂMPADAS VAPOR DE MERCÚRIO

seu funcionamento é produzido pela passagem da corrente elétrica através de um gás sob pressão. Possui grande resistência a choque e vibrações, possui uma vida média de 1.0000 e 1.6000 horas com uma eficiência luminosa de 19 a 55 lm/W; possuindo diferentes formatos no mercado hoje em dia. São muito usadas em galpões industrial e vias públicas. Hoje em dia conseguem ser substituídas por lâmpadas mais eficientes; porém devem ser ligadas a um reator.

LÂMPADAS MULTIVAPORES MATÁLICOS

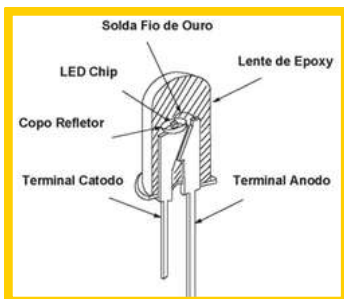
Com o funcionamento similar as lâmpadas fluorescentes e a de vapor de mercúrio, sua diferença principal acaba sendo interna; na composição da lâmpada. Possui um custo inicial elevado, com vários formatos, uma alta eficiência luminosa e com uma vida mediana de 6.000 a 15.000 horas. Também necessitando do uso de reator. São muito usadas em lugares que precisam de alta qualidade de luz, como comércios, fachadas, locais esportivos e monumentos.



LED'S - LIGHT EMITTING DIODES

ESTRUTURA:

- Utiliza a mesma tecnologia utilizada em chips de computadores, que transforma energia elétrica em luz;
- Pode ser usado para efeitos decorativos podendo ter dois tipos de potência baixa de 0,1 W e de média potência 0,2 à 0,5 W;
- E também pode ser utilizado em iluminações gerais, quando de alta potência de 0,5 W.



Seu princípio de funcionamento é pelo o aquecimento destes semicondutores e por uma pequena corrente elétrica, que pode gerar uma luz bem intensa.

Algumas características específicas, possui baixo custo operacional, tem efeito visual, aquecimento imediato, intensidade variável, alta flexibilidade, possui um alto custo inicial e necessitam de equipamentos complementares e também possui uma grande variação de cores.

Possui diversos tipos, veja alguns:

FITA



<https://www.maxilux.com.br/fita-led-3528-12v-jp20-120-leds-10wm-6500k> Acesso: 18/09/2024--acesso 1 junho às 13:50

REFLECTOR



<https://www.onelighbrasil.com.br/linhaled>
Acesso: 1/6/2025 às 14:00

RIBALTA



<https://www.onelighbrasil.com.br/linhaled>
acesso 2 de junho às 15:00

LÂMPADA



<https://images.tcdn.com.br/imag/prod/64/3535/lampada-direcional-led-4-8w-eu10-2700k-branco-quente-saves-nazky-25624974-1-2020/pls224639.jpg> Acesso: 2 de junho às 15:20

NÃO ERRE MAIS NO SEU PROJETO DE ILUMINAÇÃO

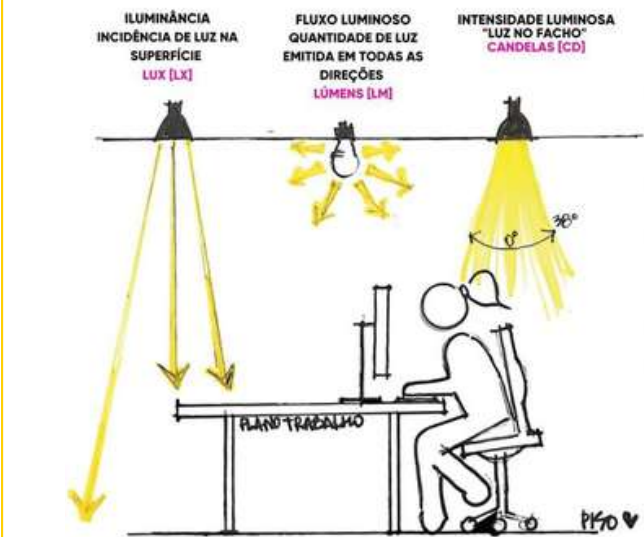


ILUSTRAÇÃO <https://pin.it/57IZc3AsU> acesso 2 de junho às 16:00



NORMAS ,CÓDIGOS & MEDIÇÃO DA ILUMINAÇÃO

Normas de arquitetura são um conjunto de diretrizes, leis e regulamentações que visam garantir que projetos arquitetônicos sejam funcionais, seguros, sustentáveis e em conformidade com padrões locais e internacionais. Elas são importantes para garantir a qualidade e segurança das construções, além de promover a harmonização com o ambiente urbano ou natural.

1. Normas de segurança estrutural garantem que os edifícios sejam projetados para suportar cargas, ventos, terremotos, entre outros.

Incêndio: Especificam rotas de fuga, tipos de materiais que retardam o fogo e instalação de sistemas de prevenção e combate a incêndios.

2. Acessibilidade certificam que os edifícios sejam acessíveis para todas as pessoas, incluindo aquelas com mobilidade reduzida, idosos e pessoas com deficiência. Isso inclui rampas, elevadores, banheiros acessíveis, sinalização adequada, entre outros.

3. Normas ambientais

Exigem o uso sustentável de materiais, a eficiência energética, o reaproveitamento de água, ventilação natural e o controle de impactos ambientais no projeto.

4. Zoneamento urbano regulam o uso do solo, determinando onde podem ser construídos determinados tipos de edificações (residenciais, comerciais, industriais) e a altura ou o recuo dos edifícios.

5. Iluminação e ventilação definem os padrões mínimos de iluminação natural e ventilação para garantir o conforto e a saúde dos ocupantes.

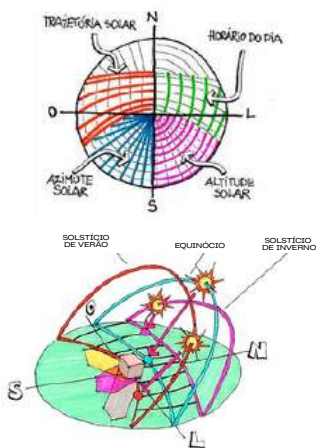
6. Instalações elétricas e hidráulicas especificam como devem ser projetadas e instaladas as redes elétricas e hidráulicas, para garantir a segurança e o bom funcionamento. Essas normas são estabelecidas por órgãos regulamentadores e variam de acordo com o país, estado ou cidade. No Brasil, por exemplo, algumas normas importantes incluem a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e os Códigos de Obras Municipais.

- **NBR5461/1992**- Iluminação (Terminologia).
- **ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013**– Iluminação de ambientes de trabalho
- Parte I: Interior (substituta à NBR 5413/1992- Iluminação de Interiores).
- **NBR5382/1985**- Verificação de Iluminâncias de Interiores.
- **NBR15215/2005**- Iluminação Natural.
- Parte I- Conceitos básicos e definições
- Parte 2- Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural
- Parte 3- Procedimento de cálculo para a determinação da luz natural em ambientes internos
- Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações– Método de medição

- **NBR15575/2013**- Desempenho
- Parte 1: Requisitos gerais
- Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais
- Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos
- Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas– SVVIE
- Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas
- Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários

ANÁLISE DO POTENCIAL DE ILUMINAÇÃO

- A luz natural disponível no interior de um edifício depende do trecho de céu que pode ser visto.
- Bom aproveitamento de luz natural reduz o consumo de 40-50% da energia elétrica
- Obstrução do céu influência no ambiente interno
- Não pode construir uma janela a 1,50m de distância do lote para que não haja obstrução do céu
- Para esse estudo de forma mais completa, devemos conhecer a trajetória solar e os dois principais ângulos que definem a posição do sol: azimute e altura solar
- A norma **NBR 15215-3**, define um Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos: Importante compreender os elementos de análise de luz natural. Identificar a interferência do entorno do terreno durante a criação do projeto.



Introdução

- A norma **NBR 15215-3**, define um Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos.
- Entretanto, para facilitar o entendimento dos cálculos que serão realizados, antes de trabalharmos com cálculos, iremos compreender elementos de análise do potencial de luz natural de forma mais empírica.
- 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

NBR 15215-3

- A luz natural admitida no interior das edificações consiste em luz proveniente diretamente do sol, luz difundida na atmosfera (abóbada celeste) e luz refletida no entorno.
- Um bom projeto de iluminação natural tira proveito e controla a luz disponível, maximizando suas vantagens e reduzindo suas desvantagens.
- As decisões mais críticas a este respeito são tomadas nas etapas iniciais de projeto.
- O início do projeto de iluminação natural talvez não seja um conjunto de valores absolutos, mas uma medida da iluminação natural interna num dado local como uma percentagem da iluminação externa

PROCEDIMENTO DE CÁLCULO: MÉTODO DO FLUXO DIVIDIDO

Método baseado na consideração dos vários caminhos através dos quais a luz natural pode alcançar um ponto no interior de uma edificação.

• Três caminhos básicos resultantes da divisão do fluxo luminoso admitido em três componentes:

a) CC - Componente do Céu: luz que alcança um ponto do ambiente interno proveniente diretamente do céu.

b) CRE - Componente Refletida Externa: luz que alcança um ponto do ambiente interno após ter refletido em uma superfície externa.

c) CRI - Componente Refletida Interna: luz que alcança um ponto do ambiente interno somente após ter sofrido uma ou mais reflexões nas superfícies internas.

INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

- **fotômetros:** instrumentos que possuem um sensor fotométrico para medição de radiação visível (luz)

EXEMPLOS:

- **Luxímetros-** Realizam medidas de iluminância.
- **Luminancímetros-** Realizam medidas de luminância; Consistem essencialmente nos mesmos elementos que os luxímetros, mas 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.

Recomendações (NBRI5215-4)

Para garantir a precisão e a continuidade das medições, as seguintes recomendações, relativas aos instrumentos, devem ser observadas:

- calibrar periodicamente;
- evitar choques de qualquer natureza;
- não expor às intempéries e aos limites de umidade e temperatura recomendados pelo fabricante;
- guardar os instrumentos em seus estojos, após a utilização, certificando-se de que estejam desligados e sem bateria.

Procedimentos de medição da iluminação

Para avaliação mais precisa:

- 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 layout.
- 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.

MEDIÇÕES DE ILUMINÂNCIA EM AMBIENTES REAIS

- níveis de iluminação, estes devem ser verificados em diferentes horas do dia (horário legal) e também em diferentes épocas do ano.
- recomenda-se verificar a iluminância nas condições de céu mais representativas do local nos seguintes períodos:

- a) em um dia próximo ao solstício de verão (22 de dezembro);
- b) em um dia próximo ao solstício de inverno (22 de junho);
- c) de 2h em 2h a partir do início do expediente (horário legal).

ILUMINÂNCIA EM PLANOS DE TRABALHO

- Para avaliação, deve-se fazer medições em uma quantidade de pontos suficiente para caracterizar adequadamente tal plano.
- Para determinar o número mínimo de pontos necessários para verificação do nível de iluminação natural com erro inferior a 10%, determinado pelo índice do local (K)

ILUMINÂNCIA EM PLANOS DE TRABALHO – QUANTIDADE DE PONTOS

• índice caracteriza um número mínimo de pontos a serem medidos e que este deve ser aumentado para que se consiga simetria nas medições e sempre que se desejar melhor caracterização da iluminância do ambiente.

ILUMINÂNCIA EM PLANOS DE TRABALHO – MALHA DE PONTOS PARA MEDIÇÕES

- O ambiente interno é dividido em áreas iguais. A Iluminância em planos de trabalho – Malha de pontos para medições
- Deve-se planejar a malha evitando pontos muito próximos às paredes. Recomenda-se um afastamento mínimo de 0,50 m. Sempre que possível, deve-se fazer $d1 = d2$
- A iluminância média é calculada através da média aritmética de todos os n pontos medidos nas medições, conforme a equação seguinte:
- Quando as áreas de abrangência não forem iguais, deve-se utilizar uma média ponderada, conforme a equação a seguir:
- Recomenda-se uma medição horizontal.

CERTIFICAÇÕES E REGULAMENTOS

Para eficiência energética, a alternativa mais adequada para conciliar a oferta de recursos naturais disponíveis com a crescente exigência sócio-econômica da população é aumentar a conservação e a eficiência no uso da energia. Para aumentar o uso eficiente de energia, existem normas, certificações e regulamentos.

• 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. 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 E REGULAMENTOS

Para eficiência energética, a alternativa mais adequada para conciliar a oferta de recursos naturais disponíveis com a crescente exigência sócio-econômica da população é aumentar a conservação e a eficiência no uso da energia. Para aumentar o uso eficiente de energia, existem normas, certificações e regulamentos.

• 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. 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

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

No Brasil, o PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) é o programa do Governo Federal que promove o racionamento da produção e consumo de energia elétrica. Ele tem por objetivo orientar o consumidor na hora da compra, e indica os valores e níveis energéticos.

- A Eletrobras é responsável pela etiqueta nacional de conservação de energia. Normalmente, os produtos contemplados com o selo Procel são caracterizados pela faixa "A" da ENCE. PROCEL EDIFICA

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS EDIFICAÇÕES

O Procel desenvolveu duas metodologias distintas para classificação do nível de eficiência energética de dois tipos de usos:

- RTQ-C para Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos;
- RTQ-R para Edificações Residenciais.

É uma Etiqueta que estabelece níveis máximos de consumo de energia ou níveis mínimos de eficiência energética nas edificações construídas. É concedida em dois momentos: na fase de projeto e após a construção do edifício. Um projeto pode ser avaliado pelo método prescritivo ou pelo método da simulação, enquanto o edifício construído deve ser avaliado através de inspeção *in loco*.

- Emite uma ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia) que pode variar de A à E, classificando o nível de eficiência energética respectivamente do mais ao menos econômico.

São disponibilizados 2 documentos:

- **RAC (RAC-C e RAC-R**

- Requisitos de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética) - tem como objetivo estabelecer os critérios para o Programa de Avaliação da Conformidade para os respectivos edifícios, com foco na eficiência energética, através dos mecanismos de etiquetagem e inspeção.

- **RTQ (RTQ-C e RTQ-R**

- Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética) - tem como objetivo criar condições para a etiquetagem do nível de eficiência energética dos respectivos edifícios, especificando requisitos técnicos, bem como os métodos para classificação desses edifícios quanto à eficiência energética. Também existem manuais para cada regulamentação explicando cada métodos e justificando-os RTQ-C avalia três sistemas do edifício:

- Envolvória (40%),
- Iluminação artificial (30%),
- Condicionamento de ar (30%).

A obtenção da ENCE dada pelo Inmetro pode ser fornecida parcialmente ou para o edifício completo. a envoltória é sempre avaliada, sendo que um edifício não pode ser nem parcialmente etiquetado se a envoltória não for analisada.

- Nos sistemas de iluminação os indicadores consideram apenas aspectos quantitativos (densidade de potência instalada) e não avaliam a qualidade do projeto.
- Os pré-requisitos específicos do sistema de iluminação são:
- Divisão dos circuitos
- Contribuição da luz
- Desligamento automático do sistema de iluminação



CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

Método por lúmens

- Este método é comumente mais usado, por ser bastante abrangente em seu cálculo, considerando diversos fatores para uma boa iluminação.

Para calcular a **média uniforme de iluminância** de um ambiente deve-se utilizar a fórmula:

$$E_{med} = \frac{(n.lamp/lum) \cdot (lm/lamp) \cdot (n.lum) \cdot (FU) \cdot (LLD) \cdot (LDD)}{\text{Área}}$$

em Lux

E_{med} = iluminância média

LLD = depreciação do fluxo luminoso da lâmpada

N.lamp/lum = nº de lâmpadas por luminária

LDD = depreciação da luminária por sujeita

Lm/lamp = fluxo luminoso da lâmpada

Área = espaço considerado para cálculo

N.lum = nº de luminárias

FU = fator de utilização

Para calcular o **fator de perda de luz** use:

LLD . LDD = MF (fator de manutenção)

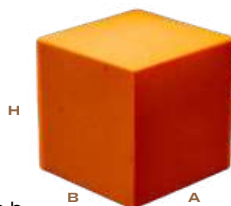
$$N.lum = \frac{E_{med} \cdot \text{Área}}{(n.lamp/lum) \cdot (lm/lamp) \cdot (FU) \cdot (LLD) \cdot (LDD)}$$

Para calcular o **número de luminárias em uma certa área** utiliza-se:

Cada tipo de luminária apresenta uma certa quantidade de lâmpadas, onde estas podem ser verificadas nas especificações do fabricante..



Esta é a fórmula usada para descobrir o **fator de utilização** da luminária.



$$K = \frac{a.b}{h.(a+b)}$$

índice do local

Este fator considera a cor de paredes, piso e teto, o tipo da luminária e do local, além da área e altura de montagem. Isto é usado para verificar a eficiência da luz utilizada.

2

$$RCR = \frac{5h.(a+b)}{a.b}$$

fator local diferenciado

Reflexão	Significado
10%	Superfície escura
30%	Superfície médio
50%	Superfície clara
70%	Superfície branca

refletância

3

Teto (%)	70	50	30	0
Parede (%)	50	30	10	0
Chão (%)	20	20	20	0
RCR	Fator de Utilização (%)			
0	86	86	82	82
1	78	76	74	73
2	70	66	63	62
3	63	58	54	53
4	56	51	47	46
5	51	45	41	40
6	46	41	36	35
7	42	37	33	32
8	39	33	29	27
9	36	30	26	25
10	33	28	24	23

fator de utilização em %

4

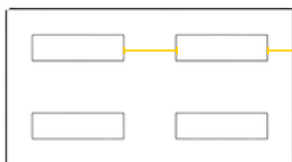
São nessas tabelas que o valor de refletância, de utilização em porcentagem e de manutenção serão encontrados para o cálculo final.

Ambiente	Período de manutenção		
	2.500 h	5.000 h	7.500 h
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

fator de manutenção

5

6



distribuição de luminárias

O espaçamento entre as luminárias varia entre 1 e 1,5 x a altura útil em qualquer direção. Além disso, deve-se considerar que a distância entre a fonte de luz e a parede é de metade das luminárias.

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO NA PRÁTICA

Exercício resolvido

- Calcule a quantidade de luminárias tipo PHILIPS TCS 029, com duas lâmpadas fluorescentes de 32W – 4.000K, que será necessária para iluminar um escritório com 18 x 9 metros de área e 3 metros de pé direito.

Luminária TBS / TCS 029

Refletores e aletas pintadas em branco. Bom rendimento: 63% para 2 x 32W. Simples, garantindo baixo investimento inicial.



Resolução

- Escolha o nível de iluminância de acordo com a norma – **500 lux**
- Índice do Local (K)
 - Utilizando a fórmula deve-se **descobrir o valor de K.**
- Fator de Utilização
 - De acordo com a tabela da luminária, o coeficiente de utilização é **0,67**
- Fator de depreciação de acordo com a tabela = **0,91**
- Fluxo luminoso (N. lum)
 - Utilizando a fórmula se descobre a quantidade de luminárias

$$N. lum = \frac{E_{med} \cdot Área}{(n. lamp / lum) \cdot (lm / lamp) \cdot (FU) \cdot (LLD) \cdot (LDD)}$$

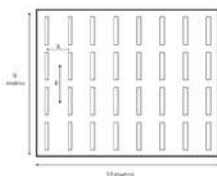
$$N. lum = \frac{500 \cdot (18 \times 9)}{2 \cdot 2700 \cdot 0,63 \cdot 0,91} \quad N. lum = \frac{81000}{2604,42}$$

N. lum = 31,10 (32 luminárias)

7. Distribua as luminárias

$$A = 18/8 = 2,25 \text{ metros}$$

$$B = 9/4 = 2,25 \text{ metros}$$



Considere teto e parede claros e piso escuro. Ambiente normal com manutenção 1 x por ano (2500h)

Fluxo luminoso = 2700 lm

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a+b)}$$

a = 18m
b = 9m
h = 3m

$$K = \frac{18 \cdot 9}{3 \cdot (18+9)}$$

$$K = \frac{162}{81}$$

K = 2

Teto (%)	50	30	10	50	30	10	0
Parede (%)	50	30	10	50	30	10	0
Chão (%)	20	10	5	20	10	5	0
RCR	Fator de Utilização (%)						
0	86	86	86	82	82	79	79
1	78	78	78	75	75	72	71
2	70	66	63	67	64	62	60
3	63	58	54	61	57	55	52
4	56	51	47	55	50	46	44
5	51	45	41	49	45	41	40
6	46	41	36	45	40	36	34
7	42	37	33	41	36	32	31
8	39	33	29	38	33	29	27
9	36	30	26	35	30	26	25
10	33	28	24	32	27	24	23

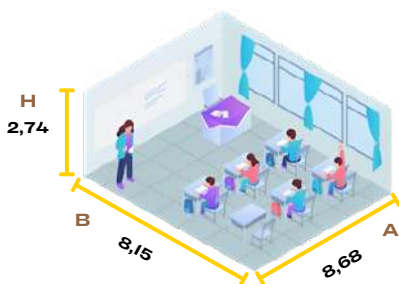
Ambiente	Período de manutenção		
	2.500 h	5.000 h	7.500 h
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujas	0,80	0,68	0,57

Reflexão	Significado
10%	Superfície escura
30%	Superfície média
50%	Superfície clara
70%	Superfície branca

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO NA PRÁTICA

Exercício

- Calcule a **quantidade de luminárias** necessárias a garantir uma iluminância de **500 lux** em uma sala de aula com paredes e teto brancos e piso escuro. Considere ambiente limpo com manutenção a cada 5000 h.



Levar em consideração:

- Utilizar a luminária modelo FAA07-E4I4 - Lumicenter (4x I4W) - fluorescente tubular de I4W.



Tabelas de apoio

Teto (%)	70	50	30	0
Parede (%)	50 30 10	50 30 10	50 30 10	0
Chão (%)	20	20	20	0
RCR	Fator de Utilização (%)			
0	86 86 86	82 82 82	79 79 79	74
1	78 76 74	75 73 71	72 71 69	66
2	70 66 63	67 64 62	65 62 60	57
3	63 58 54	61 57 53	59 55 52	50
4	56 51 47	55 50 46	53 49 46	44
5	51 45 41	49 45 41	48 44 40	39
6	46 41 36	45 40 36	44 39 36	34
7	42 37 33	41 36 32	40 35 32	31
8	39 33 29	38 33 29	37 32 29	27
9	36 30 26	35 30 26	34 29 26	25
10	33 28 24	32 27 24	31 27 24	23

Fator de
utilização em %

AMBIENTE	2.500H	5.000H	7.500H
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

Fator de
manutenção

Reflexão	Significado
10%	Superfície escura
30%	Superfície médio
50%	Superfície clara
70%	Superfície branca

Reflectância

RESOLUÇÃO DO EXERCÍCIO

Dados da questão

- Garantir **500 lux** para a sala;
- Teto e parede : **branco** | **refletância= 551**
- Piso : **preto** | **K $\approx$ 2,5**
- Ambiente: **limpo** e manutenção a cada **5000h**
- Fluxo luminoso = 4800 lm

Índice local (K)

$$K = \frac{a.b}{h \cdot (a+b)}$$

$$K = \frac{70,742}{2,74 \cdot (16,83)}$$

$$K = \frac{70,742}{46,1142}$$

$$K \approx 1,534$$

Fator local diferenciado (RCR)

$$RCR = \frac{5h \cdot (a+b)}{a.b}$$

$$RCR = \frac{5 \cdot 2,74 \cdot (16,83)}{70,742}$$

$$RCR = \frac{230,571}{70,742}$$

$$RCR \approx 3,259$$

Coefficiente de utilização (FU)

Teto branco 50%

Parede branco 50%

Piso escuro 20%

0,61

Reflexão	Significado
10%	Superfície escura
30%	Superfície médio
50%	Superfície clara
70%	Superfície branca

Teto (%)	70	50	30	0
Parede (%)	50	30	10	0
Chão (%)	20	20	20	0
RCR	Fator de Utilização (%)			
0	86	86	86	82
1	78	76	74	75
2	70	66	63	67
3	63	58	54	61
4	56	51	47	55
5	51	45	41	49
6	46	41	36	45
7	42	37	33	41
8	39	33	29	38
9	36	30	26	35
10	33	28	24	32

Fator de manutenção (MF)

AMBIENTE	2.500H	5.000H	7.500H
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

Número de luminárias (NL)

$$N. lum = \frac{500 \cdot 70,742}{4 \cdot 4800 \cdot 0,61 \cdot 0,91}$$

$$N. lum = \frac{35371}{19200 \cdot 0,61 \cdot 0,91}$$

$$N. lum = \frac{35371}{10657,92}$$

$$N. lum \approx 3,31$$

4 lâmpadas

+ ponto das lâmpadas

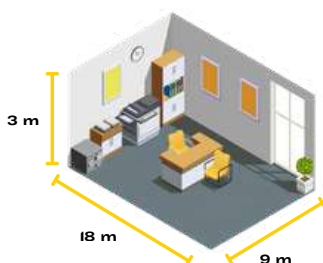
+
+

40

RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIO DE COMPARAÇÃO

Comparação de modelos

- Informações do ambiente
 - Local: escritório
 - Nível de iluminância: 500 lux
 - Teto e parede claros e piso escuro
 - Lâmpadas novas e limpas com período de manutenção de 2.500h



Modelo I

FAA01-E



CORTE TRANSVERSAL



CORTE LONGITUDINAL

Teto (%)	70			50			30			0
Parede (%)	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
Chão (%)	20			20			20			0
RCR	Fator de Utilização (%)									
0	74	74	74	71	71	71	68	68	68	64
1	67	66	64	65	63	62	62	61	60	57
2	61	57	55	58	56	53	56	54	54	52
3	54	50	47	53	49	46	51	48	46	44
4	49	44	41	47	44	40	46	43	40	38
5	44	40	36	43	39	36	42	38	35	34
6	40	35	32	39	35	32	38	34	31	30
7	37	32	29	36	32	28	35	31	28	27
8	34	29	26	33	29	26	32	28	25	24
9	31	27	23	30	26	23	30	26	23	22
10	29	24	21	28	24	21	28	24	21	20

Modelo 2

FAA01-E414

Teto (%)	70			50			30			0
Parede (%)	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
Chão (%)	20			20			20			0
RCR	Fator de Utilização (%)									
0	72	72	72	69	69	69	66	66	66	62
1	66	64	62	63	62	60	61	60	59	56
2	59	56	53	57	54	52	55	53	51	49
3	53	49	46	51	48	45	50	47	45	43
4	48	44	40	47	43	40	45	42	39	38
5	43	39	36	42	38	35	41	38	35	33
6	40	35	32	39	34	31	38	34	31	30
7	36	32	28	35	31	28	34	31	28	27
8	33	29	25	32	28	25	32	28	25	24
9	31	26	23	30	26	23	29	26	23	22
10	28	24	21	28	24	21	27	24	21	20



CORTE LONGITUDINAL



CORTE TRANSVERSAL

RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIO DE COMPARAÇÃO

Modelo 3

LAN03-E



LAM/F-4



Teto (%)	70			50			30		0
Parede (%)	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Chão (%)				20				20	
RCR	Fator de Utilização (%)								
0	112	112	112	107	107	107	102	102	96
1	100	96	93	96	93	90	92	90	88
2	88	83	78	85	80	77	82	78	75
3	78	72	67	76	70	65	73	68	64
4	70	63	57	68	62	57	66	60	56
5	63	56	50	61	55	49	59	54	49
6	57	50	44	56	49	44	54	48	43
7	52	45	39	51	44	39	49	43	39
8	48	40	35	47	40	35	45	39	35
9	44	37	32	43	36	32	42	36	32
10	41	34	29	40	33	29	39	33	27

Cálculo modelo I - FAAOI - E2I4

- Dados
 - 500 lux necessários
 - Teto e parede claros e piso escuro
 - $h = 3$ $a=18$ $b=9$
 - Lâmpadas novas e limpas
 - Manutenção a cada 2500h
 - Fluxo luminoso= 2400 lm
 - Nº de luminárias p/ área = 6.6

Fluxo	2.400 lm			
Iluminância	300 lx	500 lx		
Pé direito	2,5 m	3,0 m	2,5 m	3,0 m
Área	Número de luminárias			
10 m²	3,4	4,0	5,7	6,6
20 m²	5,9	6,6	9,8	11,0
30 m²	8,2	9,0	13,7	15,0
40 m²	10,4	11,4	17,4	18,9
50 m²	12,7	13,7	21,1	22,8

Índice local (K)

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a+b)} \quad K = \frac{18 \cdot 9}{3 \cdot (18+9)} \quad K=2$$

Fator local diferenciado (RCR)

$$RCR = \frac{5h \cdot (a+b)}{a \cdot b} \quad RCR = \frac{5 \cdot 3 \cdot (18+9)}{18 \cdot 9} \quad RCR=2,5$$

Coeficiente de utilização (FU)

Teto (%)	70			50			30		0
Parede (%)	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Chão (%)				20				20	
RCR	Fator de Utilização (%)								
0	86	86	86	82	82	82	79	79	74
1	78	76	74	75	73	71	72	71	69
2	70	66	63	67	64	62	65	62	60
3	63	58	54	61	57	53	59	55	52
4	56	51	47	55	50	46	53	49	46
5	51	45	41	49	45	41	48	44	40
6	46	41	36	45	40	36	44	39	36
7	42	37	33	41	36	32	40	35	32
8	39	33	29	38	33	29	37	32	27
9	36	30	26	35	30	26	34	29	25
10	33	28	24	32	27	24	31	27	23

Reflexão	Significado
10%	Superfície escura
30%	Superfície médio
50%	Superfície clara
70%	Superfície branca

Teto branco 50%
Parede branco 50%
Piso escuro 20%

0,61

Fator de manutenção (MF)

AMBIENTE	2.500H	5.000H	7.500H
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

Número de luminárias (NL)

$$N.lum = \frac{E_{med} \cdot \text{Área}}{(n.lamp/lum) \cdot (lm/lamp) \cdot (FU) \cdot (MF)}$$

$$N.lum = \frac{500 \cdot 162}{6,6 \cdot 2400 \cdot 0,81 \cdot 0,95}$$

N. lum $\cong$ 8,82 (9 lâmpadas)

+ ponto das lâmpadas



Cálculo modelo 2 - FAAOI - E414

- Dados
 - 500 lux necessários
 - Teto e parede claros e piso escuro
 - $h = 3$ $a = 18$ $b = 9$
 - Lâmpadas novas e limpas
 - Manutenção a cada 2500h
 - Fluxo luminoso = 4800 lm
 - Nº de luminárias p/ área = 2,7

Fluxo	4.800 lm			
Iluminância	300 lx		500 lx	
Pé direito	2,5 m	3,0 m	2,5 m	3,0 m
Área	Número de luminárias			
10 m²	1,4	1,6	2,3	2,7
20 m²	2,4	2,7	3,9	4,4
30 m²	3,3	3,6	5,5	6,1
40 m²	4,2	4,6	6,9	7,6
50 m²	5,0	5,5	8,4	9,1

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12



Índice local (K)

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a+b)} \quad K = \frac{18 \cdot 9}{3 \cdot (18+9)} \quad K = 2$$

Fator local diferenciado (RCR)

$$RCR = \frac{5h \cdot (a+b)}{a \cdot b} \quad RCR = \frac{5 \cdot 3 \cdot (18+9)}{18 \cdot 9} \quad RCR = 2,5$$

Coeficiente de utilização (FU)

Teto (%)	70	50	30	0
Parede (%)	50	30	10	0
Chão (%)	20	10	0	0
RCR	Fator de utilização (%)			
0	86	86	82	79
1	78	76	74	71
2	70	66	63	60
3	63	58	54	51
4	56	51	47	44
5	51	45	41	39
6	46	41	36	34
7	42	37	33	31
8	39	33	29	27
9	36	30	26	25
10	33	28	24	23

Reflexão	Significado
10%	Superfície escura
30%	Superfície média
50%	Superfície clara
70%	Superfície branca

Teto branco 50%
Parede branco 50%
Piso escuro 20%

0,61

Fator de manutenção (MF)

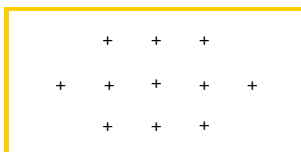
AMBIENTE	2.500H	5.000H	7.500H
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

Número de luminárias (NL)

$$N.lum = \frac{E_{med} \cdot \text{Área}}{(n.lamp/lum) \cdot (lm/lamp) \cdot (FU) \cdot (MF)} \quad N.lum = \frac{500 \cdot 162}{2,7 \cdot 4800 \cdot 0,61 \cdot 0,95}$$

N. lum $\approx$ 10,78 (11 lâmpadas)

+ ponto das lâmpadas



Cálculo modelo 3 - LAN03 - E3500830

- Dados
 - 500 lux necessários
 - Teto e parede claros e piso escuro
 - $h = 3$ $a = 18$ $b = 9$
 - Lâmpadas novas e limpas
 - Manutenção a cada 2500h
 - Fluxo luminoso = 3445 lm
 - Nº de luminárias p/ área = 2,9

Fluxo	3445 lm			
Iluminância	300 lx		500 lx	
Pé-direito	2,5 m	3,0 m	2,5 m	3,0 m
Área	Número de luminárias			
10 m²	1,5	1,7	2,5	2,9
20 m²	2,6	2,9	4,3	4,8
30 m²	3,6	3,9	6,0	6,5
40 m²	4,6	4,9	7,6	8,2
50 m²	5,5	6,0	9,2	9,9

Índice local (K)

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a+b)} \quad K = \frac{18 \cdot 9}{3 \cdot (18+9)} \quad K = 2$$



Fator local diferenciado (RCR)

$$RCR = \frac{5h \cdot (a+b)}{a \cdot b} \quad RCR = \frac{5 \cdot 3 \cdot (18+9)}{18 \cdot 9} \quad RCR = 2,5$$

Coefficiente de utilização (FU)

Teto (%)	70	50	30	0
Parede (%)	50	30	10	0
Chão (%)	20	20	20	0
RCR	Fator de Utilização (%)			
0	86	86	82	82
1	78	76	74	75
2	70	66	63	67
3	63	58	54	61
4	56	51	47	55
5	51	45	41	49
6	46	41	36	45
7	42	37	33	41
8	39	33	29	38
9	36	30	26	35
10	33	28	24	32

Reflexão	Significado
10%	Superfície escura
30%	Superfície médio
50%	Superfície clara
70%	Superfície branca

Teto branco 50%
Parede branco 50%
Piso escuro 20%

0,61

Fator de manutenção (MF)

AMBIENTE	2.500H	5.000H	7.500H
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

Número de luminárias (NL)

$$N.lum = \frac{E_{med} \cdot \text{Área}}{(n.lamp/lum) \cdot (lm/lamp) \cdot (FU) \cdot (MF)} \quad N.lum = \frac{500 \cdot 162}{2,9 \cdot 3445 \cdot 0,61 \cdot 0,95}$$

N. lum $\approx$ 13,99 (14 lâmpadas)

+ ponto das lâmpadas

+ + + + + + +
+ + + + + + +

Comparação

FAAOI - E2I4



- Dados
 - Fluxo luminoso= **2400 lm**
 - Nº de luminárias p/ área = **6,6**

9 lâmpadas

+ + +
+ + +
+ + +

FAAOI - E4I4



- Dados
 - Fluxo luminoso= **4800 lm**
 - Nº de luminárias p/ área = **2,7**

11 lâmpadas

+ + +
+ + + + +
+ + +

LAN03 - E3500830



- Dados
 - Fluxo luminoso= **3445 lm**
 - Nº de luminárias p/ área = **2,9**

14 lâmpadas

+ + + + + + +
+ + + + + + +
+ + + + + + +



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referências Bibliográficas e Fontes Citadas

1. Normas Técnicas (ABNT e outras)

- ABNT NBR 5382/1985: Verificação de Iluminâncias de Interiores.
- ABNT NBR 5461/1992: Iluminação (Terminologia).
- ABNT NBR 15215/2005: Iluminação Natural.
 - Parte 1: Conceitos básicos e definições.
 - Parte 2: Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural.
 - Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da luz natural em ambientes internos.
 - Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição.
- ABNT NBR 15575/2013: Desempenho de Edificações Habitacionais.
 - Parte 1: Requisitos gerais.
 - Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.
 - Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos.
 - Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas (SVIE).
 - Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas.
 - Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.
- ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior (substituta à NBR 5413/1992).
- ABNT NBR 5413/1992: Iluminação de Interiores. (Citada como norma substituída).

2. Livros, Artigos e Publicações

- HELEBROCK, Rafael. Diretor do Brasil Escola. (Citado como fonte para a definição de espectro eletromagnético).
- Livro "Cores em Casa". (Citado como base para a seção de Psicologia das Cores).
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). (Citada como fonte para a descrição do olho humano).

3. Programas e Certificações

- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design): Sistema americano adaptado para o contexto brasileiro pelo Green Building Council Brasil.
- HQE (Haute Qualité Environnementale): Sistema francês adaptado no Brasil pela Fundação Vanzolini e renomeado como AQUA (Alta Qualidade Ambiental).
- PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica): Programa do Governo Federal.
- PROCEL EDIFICA: Metodologias RTQ-C (Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos) e RTQ-R (Edificações Residenciais).
- ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia).

4. Softwares e Ferramentas

- SketchUp: Software citado para análise de interferência do entorno e estudo solar.
- Heliodon: Ferramenta citada para análise solar.

5. Fontes de Imagens e Ilustrações (conforme citadas no texto)

- Chatron - Tubo Solar: Fonte para a imagem do sistema de tubo solar.
- Luminicenter: Fonte para as imagens e especificações das luminárias (modelos FAAOI-E, FAA07-E4I4, etc.).
- PHILIPS: Marca da luminária TCS 029 citada no exercício.
- CONELLT BRASIL: Fonte para imagens de fitas LED, refletores e lâmpadas.
- MAILVUX: Fonte para imagem de refletor LED.
- Pexels: Fonte para a imagem do ciclo circadiano.
- Battastones.com: Fonte para a imagem da Villa Savoye.
- ArchDaily: Fonte para imagens de design biofílico e iluminação zenital.
- Brasil Escola: Fonte para a imagem do espectro eletromagnético.
- Imagens Ago.co.it: Fonte para as imagens das ondas eletromagnéticas e comprimento de onda.
- Edição UEN.br: Fonte para a imagem sobre iluminação lateral.
- ICV.pt: Fonte para as imagens sobre conforto acústico e isolamento.
- Outras fontes de imagens: O documento também cita links genéricos e encurtados (ex: <https://images.pexels.com/...>, <https://images.ago.co.it/...>) que não puderam ser totalmente resolvidos, mas que indicam a origem das ilustrações.

6. Documento Base

- MENDONÇA, Joyce de Araujo (Org.). Aspectos Físicos da Luz & Suas Grandezas. Brasília: UNICEUB, 2024. (Trabalho desenvolvido pelos alunos da disciplina Laboratório de Arquitetura Som e Luz, 4º Semestre, 2024).