

AUTORES

Joyce de Araujo Mendonça (Organizadora)

Giovanna Versiani Campante

Nicolas Sedelmaier Nassur

Heloísa Bratz Mendes

Maria Clara Faustino Gonçalves

Anna Júlia Penetra Contijo

D I N Â M I C A

D A L U Z

N O S

E S P A Ç O S

AUTORES

JOYCE DE ARAUJO MENDONÇA (ORGANIZADORA)

GIOVANNA VERSIANI CAMPANTE

NICOLAS SEDELMAIER NASSUR

HELOÍSA BRATZ MENDES

MARIA CLARA FAUSTINO GONÇALVES

ANNA JÚLIA PENETRA GONTIJO

1ª EDIÇÃO - 2026

EQUIPE EDITORIAL

REITOR

PIO PACELLI MOREIRA LOPES

REVISÃO GRAMATICAL E IDIOMA

AUTORES

NORMATIZAÇÃO

BIBLIOTECA REITOR JOÃO HERCULINO

PROJETO GRÁFICO (ILUSTRAÇÃO)

GIOVANNA VERSIANI - NICOLAS NASSUR - HELOÍSA BRATZ -

MARIA CLARA FAUSTINO

GIOVANNA VERSIANI CAMPANTE (DIAGRAMAÇÃO E DESIGN)

COORDENAÇÃO DO PROJETO

PROF. MA. JOYCE ARAUJO MENDONÇA

DISCIPLINA

LABORATÓRIO DE ARQUITETURA, SOM E LUZ

1º SEMESTRE-2026 - TURMA A

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DA OBRA
DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

MENDONÇA, JOYCE ARAUJO.
DINÂMICA DA LUZ E DO SOM NOS ESPAÇOS

JOYCE ARAÚJO MENDONÇA, ORGANIZADORA - BRASÍLIA: UNICEUB, 2026.

40P.: IL.
ISBN 978-85-7267-266-5
CONFORTO. 2. ARQUITETURA. 3. ILUMINAÇÃO
I. CEUB. II. TÍTULO.
CDU 72.01
FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA REITOR JOÃO
HERCULINO

SOBRE A ORGANIZADORA:

JOYCE DE ARAUJO MENDONÇA

TAMBÉM CONHECIDA COMO FATAH 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 - CURSO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN - ASUNCIÓN PELA UNIVERSIDAD DEL SOL - UNADES. MESTRADO EM ARQUITETURA E URBANISMO PELO UNICEUB - BRASÍLIA - DF DURANTE 8 ANOS 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 BULÇÃO E A REFORMA DO CET CENTRO EM EXCELÊNCIA E TURISMO. PROFESSORA NO CURSO DE TEATRO DA FUNDAÇÃO BRASILEIRA DE TEATRO/FACULDADE DULCINA, NAS DISCIPLINAS "CENOGRAFIA" E "INDUMENTÁRIA E CARACTERIZAÇÃO" DE MARÇO DE 1998 A JULHO DE 2005 PROFESSORA NO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO NA UNICEPLAC - BRASÍLIA, NAS DISCIPLINAS PROJETO DE ARQUITETURA E CONFORTO AMBIENTAL DESDE FEVEREIRO DE 2011 PROFESSORA NO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO NA IESPLAN - BRASÍLIA, NAS DISCIPLINAS PROJETO DE ARQUITETURA DESDE MARÇO DE 2013 ATÉ 2017. PROFESSORA NO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO NA UNICEUB - BRASÍLIA, NAS DISCIPLINAS PROJETO DE ARQUITETURA, PROJETO DE URBANISMO E PROJETO DE PAISAGISMO, 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) DE 2008 A 2012. PROGRAMA BRASIL-HAITI (COORDENAÇÃO-GERAL DE COOPERAÇÃO TÉCNICA PRESTADA A PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO (CTPD) - AGÊNCIA BRASILEIRA DE COOPERAÇÃO - ABC / MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES), EXECUTOU ESTUDOS PRELIMINARES DE PROJETOS DE ARQUITETURA DA "UNIDADE MISTA DE SAÚDE" E "INSTITUTO HAITI - BRASIL DE REABILITAÇÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA" EM 2010. TEM EXPERIÊNCIA NA ÁREA DE ARQUITETURA E URBANISMO, COM ÊNFASE EM PROJETO DE ARQUITETURA E URBANISMO, ATUANDO PRINCIPALMENTE NOS SEGUINTE TEMAS: ARQUITETURA RESIDENCIAL, ARQUITETURA COMERCIAL, ARQUITETURA HOSPITALAR, DESENHO INDUSTRIAL, URBANISMO, CENOGRAFIA/DIREÇÃO DE ARTE (TEATRO E CINEMA) E ENSINO SUPERIOR.

INTRODUÇÃO

ESTE E-BOOK NASCEU DA EXPERIÊNCIA CRIADA EM SALA DE AULA COM ALUNOS DA DISCIPLINA LABORATÓRIO DE ARQUITETURA, SOM E LUZ, DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA (CEUB), SOB A ORIENTAÇÃO DA ARQUITETA PROF.^a M^a. JOYCE DE ARAUJO MENDONÇA. ESTA ATIVIDADE É PARTE INTEGRANTE DO TRABALHO FINAL DO SEMESTRE LETIVO 01/2026, TENDO COMO OBJETO O ESTUDO DO CONFORTO AMBIENTAL, SOB ASPECTO DO CONFORTO LUMINOSO E ACÚSTICO.

COM O PROPÓSITO DE PROMOVER A APRENDIZAGEM E A FIXAÇÃO DOS CONTEÚDOS, NORMAS E MEDIDAS RELATIVAS AO CONFORTO, ESTE TRABALHO UTILIZOU O MÉTODO COLABORATIVO ATRAVÉS DO TRABALHO EM GRUPO DESENVOLVIDO EM SALA DE AULA. A ESTRATÉGIA CONSISTIU EM REUNIR OS ALUNOS PARA, COLETIVAMENTE, ELABORAREM COMPILAÇÕES E RESUMOS DO CONTEÚDO APRESENTADO AO LONGO DA DISCIPLINA.

O PROCESSO DE CRIAÇÃO COLETIVA SE MOSTROU RESPONSÁVEL PELO APROFUNDAMENTO DO CONTEÚDO E ESSA METODOLOGIA PERMITIU QUE OS ESTUDANTES SE DEDICASSEM A TEMAS COMO: ILUMINAÇÃO: FONTES DE LUZ ARTIFICIAL, PERCEPÇÃO VISUAL, ABERTURAS LATERAIS E ZENITAIS, ASPECTOS FÍSICOS DA LUZ, BEM COMO A APLICAÇÃO DE NORMAS E ORIENTAÇÕES TÉCNICAS; E SOM: QUALIDADE DO SOM EM UM AMBIENTE, POLUIÇÃO SONORA, COMPORTAMENTO E SOLUÇÕES ACÚSTICAS E TRATAMENTO ACÚSTICO. O GRUPO REALIZOU PESQUISAS E DISCUSSÕES ACERCA DO CONTEÚDO APRESENTADO, ENVOLVENDO LEITURA DOS MATERIAIS DISPONIBILIZADOS PELA DOCENTE, CONSULTA A FONTES COMPLEMENTARES E TROCA DE IDEIAS ENTRE OS MEMBROS. A INTERAÇÃO ENTRE OS ALUNOS MOSTROU-SE FUNDAMENTAL PARA A COMPREENSÃO DOS CONCEITOS.

APÓS A FASE DE PESQUISA, OS GRUPOS INICIARAM A ELABORAÇÃO DE RESUMOS, COM A ORGANIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DE MANEIRA SIMPLES, CLARA E OBJETIVA. OS ALUNOS UTILIZARAM ESQUEMAS, GRÁFICOS E EXEMPLOS PRÁTICOS PARA ILUSTRAR OS PONTOS PRINCIPAIS, SENDO QUE A INCLUSÃO DE ILUSTRAÇÕES E DIAGRAMAS FOI UM FACILITADOR PARA A COMPREENSÃO VISUAL DOS CONTEÚDOS.

BOA LEITURA!

MÓDULO 01

1. INTRODUÇÃO AO CONFORTO LUMINOSO

- DEFINIÇÃO DE CONFORTO LUMINOSO: A RELAÇÃO ENTRE A VISÃO SEM ESFORÇO E O BEM-ESTAR.
- OBJETIVOS: PROPORCIONAR AMBIENTES COM QUANTIDADE E QUALIDADE DE LUZ ADEQUADAS PARA AS TAREFAS VISUAIS.
- IMPACTOS: INFLUÊNCIA DA LUZ NA PRODUTIVIDADE, NO HUMOR, NO RITMO CIRCADIANO E NA PERCEPÇÃO ESTÉTICA DO ESPAÇO.

2. ASPECTOS FÍSICOS DA LUZ E SUAS GRANDEZAS

- NATUREZA DA LUZ: ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO, LUZ VISÍVEL E TEMPERATURA DE COR (KELVIN).
- GRANDEZAS FUNDAMENTAIS:
 1. FLUXO LUMINOSO (LÚMEN - LM): QUANTIDADE TOTAL DE LUZ EMITIDA POR UMA FONTE.
 2. ILUMINÂNCIA (LUX - LX): QUANTIDADE DE LUZ QUE INCIDE SOBRE UMA SUPERFÍCIE (LM/M^2).
 3. LUMINÂNCIA (CD/M^2): SENSAÇÃO DE BRILHO DE UMA SUPERFÍCIE (LUZ REFLETIDA).
 4. INTENSIDADE LUMINOSA (CANDELA - CD): CONCENTRAÇÃO DE LUZ EM UMA DIREÇÃO ESPECÍFICA.
 5. EFICIÊNCIA LUMINOSA (LM/W): RELAÇÃO ENTRE LUZ EMITIDA E ENERGIA CONSUMIDA.

3. PERCEPÇÃO VISUAL: O OLHO HUMANO E A LUZ NATURAL

- ANATOMIA DA VISÃO: BREVE EXPLICAÇÃO SOBRE CONES, BASTONETES E A ACOMODAÇÃO VISUAL.
- ADAPTAÇÃO VISUAL: COMO O OLHO SE AJUSTA A DIFERENTES NÍVEIS DE LUZ.
- LUZ NATURAL: VANTAGENS (SAÚDE, ECONOMIA) E DESAFIOS (OFUSCAMENTO, GANHO TÉRMICO). VARIAÇÃO SAZONAL E HORÁRIA DA LUZ DO DIA.

MÓDULO 01

4. ILUMINAÇÃO LATERAL E ZENITAL

- ILUMINAÇÃO LATERAL:

1. JANELAS E ABERTURAS VERTICAIS.
2. DISTRIBUIÇÃO DA LUZ: PROFUNDIDADE DO AMBIENTE E ALTURA DO PEITORIL.
3. VANTAGENS: VISTA PARA O EXTERIOR, BOA MODELAGEM DE FORMAS.
4. DESVANTAGENS: DISTRIBUIÇÃO IRREGULAR,
5. RISCO DE OFUSCAMENTO.

- ILUMINAÇÃO ZENITAL:

1. CLARABOIAS, SHEDS, LANTERNINS E ÁTRIOS.
2. DISTRIBUIÇÃO UNIFORME DA LUZ EM PLANTA.
3. VANTAGENS: ILUMINAÇÃO EM GRANDES ÁREAS, PRIVACIDADE. DESVANTAGENS: GANHO TÉRMICO, DIFICULDADE DE MANUTENÇÃO.

5. FONTES DE LUZ ARTIFICIAL

- EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA: INCANDESCENTE, FLUORESCENTE, LED.

- CLASSIFICAÇÃO:

1. QUANTO À DISTRIBUIÇÃO: DIRETA, INDIRETA, DIFUSA, MISTA.
2. QUANTO À APLICAÇÃO: DESTAQUE, TAREFA, AMBIENTAÇÃO.

- CARACTERÍSTICAS ATUAIS: LED, TEMPERATURA DE COR (3000K VS. 6000K), ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR (IRC) E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.

6. NORMAS E CÓDIGOS: MEDIÇÃO DA ILUMINAÇÃO

- NBR ISO/CIE 8995-1: ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES DE TRABALHO - REQUISITOS DE ILUMINÂNCIA PARA CADA ATIVIDADE (EX: ESCRITÓRIOS, SALAS DE AULA, INDÚSTRIAS).
- CÓDIGOS DE OBRAS MUNICIPAIS: EXIGÊNCIAS MÍNIMAS DE ABERTURA PARA VENTILAÇÃO E ILUMINAÇÃO.
- MEDIÇÃO: USO DO LUXÍMETRO PARA VERIFICAR OS NÍVEIS DE ILUMINÂNCIA EM CAMPO.

MÓDULO 01

7. EXERCÍCIOS PRÁTICOS (LUZ)

- CÁLCULO PELO MÉTODO DOS LUMENS: DIMENSIONAMENTO BÁSICO DA QUANTIDADE DE LUMINÁRIAS PARA UM AMBIENTE (ESCRITÓRIO 10X8M).
- MAQUETE FÍSICA OU SOFTWARE: SIMULAR A ENTRADA DE LUZ SOLAR EM UMA ABERTURA LATERAL VS. ZENITAL NO SOLSTÍCIO DE INVERNO.
- EXERCÍCIO DE PERCEPÇÃO: MEDIR COM LUXÍMETRO A ILUMINÂNCIA EM DIFERENTES PONTOS DE UMA SALA E COMPARAR COM A NBR.

MÓDULO 02

1. INTRODUÇÃO AO CONFORTO ACÚSTICO

- DEFINIÇÃO: A QUALIDADE DO SOM EM UM AMBIENTE, SEJA PARA INTELIGIBILIDADE DA FALA, PRIVACIDADE OU APRECIÇÃO MUSICAL.
- POLUIÇÃO SONORA: EFEITOS NEGATIVOS NA SAÚDE (ESTRESSE, PERDA AUDITIVA, DISTÚRBIOS DO SONO).
- CONCEITOS BÁSICOS: SOM VS. RUÍDO, PRESSÃO SONORA (DB), FREQUÊNCIA (HZ - GRAVES, MÉDIOS, AGUDOS).

2. COMPORTAMENTO SOLUÇÕES ACÚSTICAS

- FENÔMENOS FÍSICOS:
 1. REFLEXÃO: GERA ECO E REVERBERAÇÃO.
 2. ABSORÇÃO: TRANSFORMA ENERGIA SONORA EM CALOR (MATERIAIS POROSOS).
 3. DIFRAÇÃO: CONTORNO DE OBSTÁCULOS PELO SOM.
 4. DIFUSÃO: ESPALHAMENTO UNIFORME DO SOM.
- SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS:
 5. ISOLAMENTO DE VEDAÇÕES VERTICAIS (PAREDES DUPLAS, MASSA E MOLA).
 6. TRATAMENTO DE PISOS (LAJES FLUTUANTES).
 7. ESQUADRIAS ACÚSTICAS (VIDROS DUPLOS, SELAGEM).

3. TRATAMENTO ACÚSTICO

- MATERIAIS E ELEMENTOS:
 1. ABSORVEDORES: LÃ DE VIDRO, LÃ DE ROCHA, ESPUMAS ACÚSTICAS, PAINÉIS DE GESSO PERFURADO, CARPETES.
 2. RESSONADORES: ABSORVEM FREQUÊNCIAS ESPECÍFICAS.
 3. DIFUSORES: SUPERFÍCIES IRREGULARES (QUADRÁTICOS OU GEOMÉTRICOS) PARA ESPALHAR O SOM EM AUDITÓRIOS.
- 4. TRATAMENTO ACÚSTICO
 - TEMPO DE REVERBERAÇÃO (RT60): O PRINCIPAL PARÂMETRO PARA CARACTERIZAR UM AMBIENTE.

MÓDULO 02

4.EXERCÍCIO DE ACÚSTICA

- CÁLCULO DO TR: CALCULAR O TEMPO DE REVERBERAÇÃO DE UMA SALA DE AULA UTILIZANDO A FÓRMULA DE SABINE ($RT60 = 0,161 * V / A$), LISTANDO OS MATERIAIS E SUAS RESPECTIVAS ÁREAS DE ABSORÇÃO.

5.QUESTÕES DE ACÚSTICA

- 1.EXPLIQUE A DIFERENÇA ENTRE ISOLAMENTO ACÚSTICO E TRATAMENTO ACÚSTICO.
- 2.POR QUE MATERIAIS LEVES (COMO DIVISÓRIAS DE DRYWALL SIMPLES) SÃO MAUS ISOLANTES PARA SONS AÉREOS?
- 3.QUAL A FUNÇÃO DE UMA "JUNTA ELÁSTICA" NA CONSTRUÇÃO CIVIL?
- 4.COMO A FORMA ARQUITETÔNICA DE UM AUDITÓRIO INFLUENCIA NA DISTRIBUIÇÃO DO SOM?

6. TIPOLOGIAS ESPECÍFICAS (ACÚSTICA)

- AUDITÓRIOS E TEATROS: FOCO NA FORMA (LEQUE, FERRADURA, SHOEBOX) E NO TEMPO DE REVERBERAÇÃO ADEQUADO.
- ESTÚDIOS DE GRAVAÇÃO: ISOLAMENTO EXTREMO E TRATAMENTO PARA RESPOSTA PLANA DE FREQUÊNCIAS.
- SALAS DE AULA: FOCO NA INTELIGIBILIDADE DA FALA (RELAÇÃO S/R).
- RESTAURANTES: CONTROLE DO RUÍDO DE FUNDO PARA CONFORTO DOS CLIENTES.

CONCLUSÃO

- SÍNTESE: A INTERDEPENDÊNCIA ENTRE OS SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO (NATURAL/ARTIFICIAL) E ACÚSTICOS NA QUALIDADE DO PROJETO ARQUITETÔNICO.
- VISÃO HOLÍSTICA: A IMPORTÂNCIA DE PROJETAR CONSIDERANDO O CONFORTO DO USUÁRIO COMO UM TODO, INTEGRANDO AS SOLUÇÕES DE LUZ E SOM DESDE O PARTIDO ARQUITETÔNICO.

Definição de Conforto Luminoso

Conforto luminoso (ou lumínico) é a condição ambiental em que a iluminação natural ou artificial, de um espaço permite a realização de atividades visuais com o mínimo esforço ocular e o máximo bem-estar psicofísico. Ele vai além de apenas "enxergar", envolvendo a sensação de agrado, saúde, segurança e produtividade que a luz proporciona ao usuário.

A Relação: Visão sem Esforço vs. Bem-estar

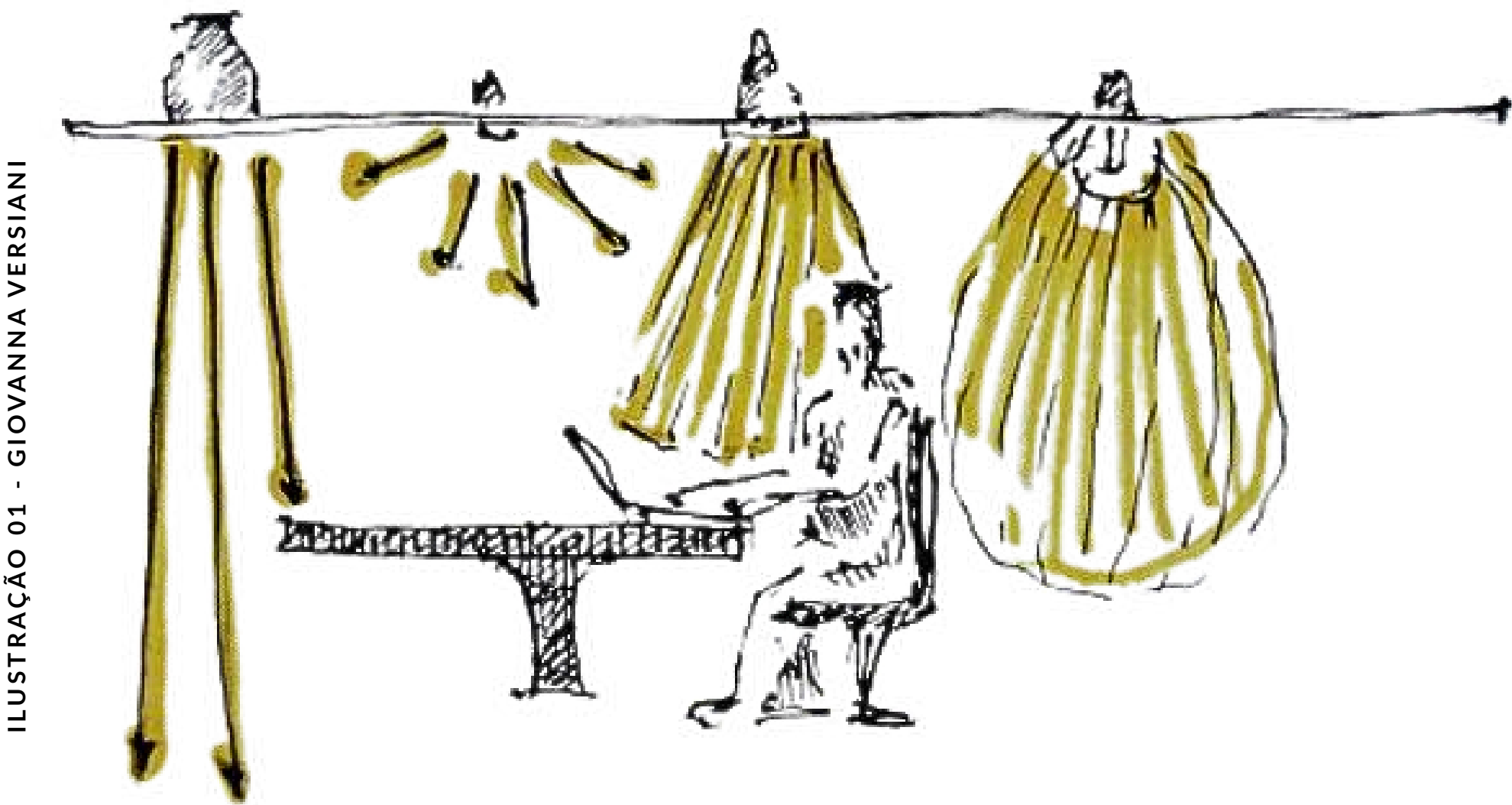
O conforto luminoso se baseia em um equilíbrio de fatores físicos que afetam diretamente o corpo e a mente:

- **Visão sem Esforço (Conforto Ocular):** Envolve um projeto que evita ofuscamentos (brilhos intensos), sombras indesejadas e contrastes excessivos, reduzindo a fadiga visual e dores de cabeça. Uma boa iluminação garante a acuidade visual necessária para tarefas.
- **Bem-estar (Efeitos Não Visuais):** A luz influencia ritmos biológicos (ciclo circadiano), regulação hormonal, humor e energia. Luz adequada melhora a concentração e o apetite, enquanto iluminação deficiente pode aumentar o estresse e a depressão.

Pilares para o Conforto Lumínico

Para alcançar o conforto luminoso, a arquitetura e o design de interiores consideram os seguintes fatores:

1. Luz Natural (Prioridade): É a fonte mais benéfica para o bem-estar humano, embora exija controle para evitar calor excessivo ou ofuscamento.
2. Equilíbrio com Luz Artificial: Integração para manter níveis de iluminação constantes, mesmo em dias nublados ou à noite, evitando a fadiga.
3. Qualidade da Luz: Considera a temperatura de cor (luz quente para descanso, fria para alerta) e a reprodução de cor (fidelidade com que a luz mostra as cores reais).
4. Acomodação Visual: Minimiza a necessidade de os músculos oculares se ajustarem constantemente a mudanças de luz (ex: telas brilhantes em salas escuras)



"A ARQUITETURA É O JOGO SÁBIO, CORRETO E MAGNÍFICO DOS VOLUMES SOB A LUZ."
— LE CORBUSIER

INTRODUÇÃO AO CONFORTO LUMINOSO

Objetivos

Quando projetamos um espaço, a luz não serve apenas para iluminar, ela define como percebemos e utilizamos o ambiente. O conforto lumínico tem como principal objetivo proporcionar ambientes com quantidade e qualidade de luz adequadas para as tarefas visuais, garantindo que as pessoas realizem suas atividades com conforto, segurança e eficiência.

Imagine tentar ler um livro em um ambiente muito escuro ou trabalhar em um espaço excessivamente iluminado. Em ambos os casos, seus olhos precisam se esforçar mais do que deveriam. Por isso, um dos objetivos do conforto lumínico é adequar a quantidade de luz à atividade realizada no espaço. Ambientes de estudo, trabalho ou leitura exigem níveis maiores de iluminação, enquanto áreas de descanso ou circulação podem ter níveis mais suaves de luz (ABNT, 2013).

Já aconteceu de você olhar para uma luminária ou para uma janela muito iluminada e sentir desconforto nos olhos? Esse fenômeno é chamado de ofuscamento. No projeto arquitetônico, controlar esse excesso de brilho é essencial para garantir conforto visual. Elementos como brises, cortinas, difusores e o posicionamento correto das luminárias ajudam a reduzir esse problema e tornam o ambiente mais agradável.

Um ambiente muito iluminado em alguns pontos e muito escuro em outros pode gerar desconforto visual. O objetivo do conforto lumínico também é garantir uma distribuição equilibrada da luz no espaço, evitando contrastes excessivos.

Quando a iluminação é bem distribuída, o usuário consegue perceber melhor o ambiente e se movimentar com mais conforto. A luz também influencia diretamente a experiência do usuário no espaço. Ambientes com boa iluminação natural tendem a ser mais agradáveis, saudáveis e produtivos.

Para um arquiteto, é importante perceber que o conforto lumínico não depende apenas de luminárias. Muitas vezes, a própria arquitetura resolve a qualidade da iluminação. A posição das aberturas, a orientação solar do edifício, o tamanho das janelas e o uso de elementos de proteção solar são decisões de projeto que influenciam diretamente na entrada e no controle da luz natural.

Bons exemplos podem ser observados em edifícios do Plano Piloto de Brasília, onde diversos projetos modernistas utilizaram brises como estratégia para controlar a incidência solar. Nos Edifícios Morro Vermelho e Camargo Corrêa projetados Lelé (João Filgueiras Lima), por exemplo, é utilizado brises em suas fachadas que permitem a entrada da luz natural ao mesmo tempo em que reduzem o excesso de radiação solar direta. Dessa forma, o ambiente interno recebe iluminação natural mais difusa, evitando ofuscamento e diminuindo o ganho térmico no interior dos edifícios.

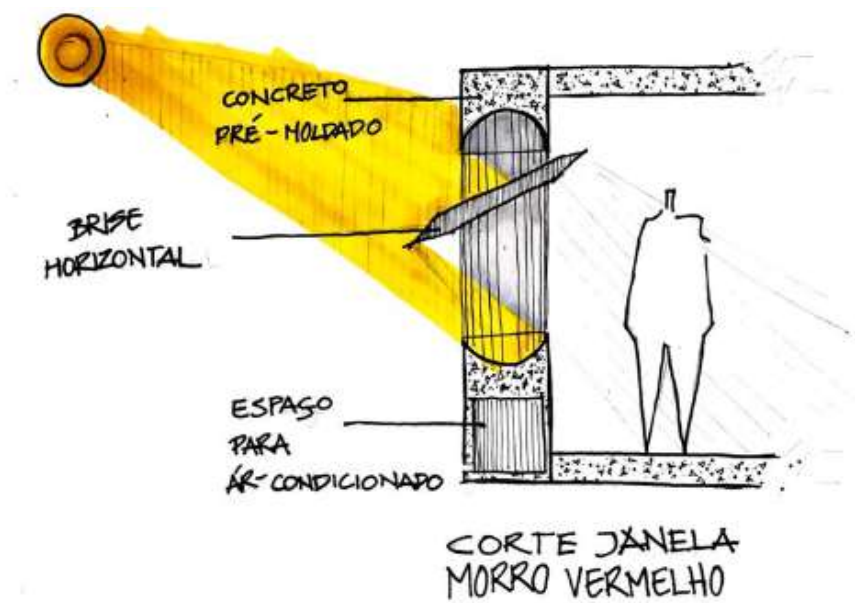


ILUSTRAÇÃO 3 - NICOLAS NASSUR

Esse tipo de solução mostra como o conforto lumínico está diretamente ligado às decisões arquitetônicas. Em vez de bloquear completamente a luz do sol, os brises funcionam como filtros, permitindo que a iluminação natural entre de forma controlada e confortável para os usuários. O resultado são ambientes mais agradáveis, com melhor qualidade visual e menor dependência de iluminação artificial durante o dia.

Assim, ao projetar, o arquiteto precisa pensar na luz como parte fundamental da composição do espaço, buscando sempre equilibrar quantidade de iluminação, controle do ofuscamento e aproveitamento da luz natural para criar ambientes mais confortáveis e eficientes.

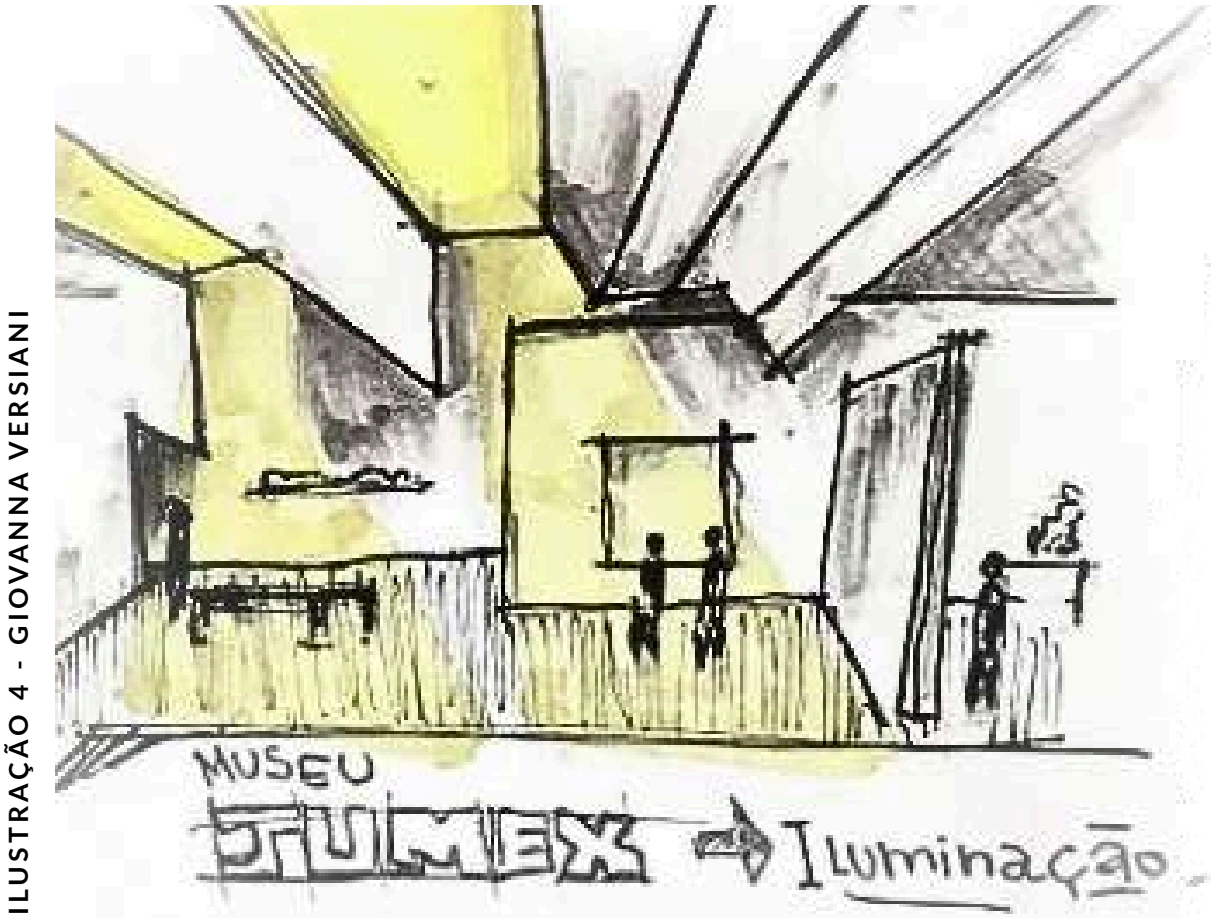


ILUSTRAÇÃO 2 - NICOLAS NASSUR

selocaudf.org.br

Impactos

A falta de luz natural na rotina do ser humano é um fator agravante pois está correlacionado om a biologia, psicologia e fatores ambientais. De acordo com diversos estudos, a relação entre suicídio e luz natural é complexa e frequentemente associada ao Transtorno Afetivo Sazonal (TAS), um tipo de depressão relacionado a mudanças de estação, especialmente durante o inverno, quando a exposição à luz solar é drasticamente reduzida em certas regiões. Por isso, países como Suécia, Finlândia e Noruega estão nas posições mais altas no ranking de países com maiores riscos de depressão sazonal, uma vez que a exposição a luz solar é limitada. Assim, biologicamente falando, a exposição ao sol relete na saúde física e mental, principalmente por regular hormônios e principalmnete o ciclo biológico. Dessa a luz solar é o principal sinalizador para regular o relógio biológico - CICLO CIRCADIANO-, inibindo a produção de melatonina e ativando o estado de alerta pela manhã, enquanto a escuridão estimula a melatonina, preparando o corpo para o repouso. Por tanto, na arquitetura é dever do projestista pensar um edifício que vai ajudar a população, arquitetos tem o poder de interferir diretamente na vida da população, então é de extrma responsabilidade criar ambientes que tragam qualidade de vida para os usuários.



Como a luz influência na estética do espaço? Não só na estética mas também na funcionalidade, como exemplo o Museu Jumex, na Cidade do México, projetado por David Chipperfield, utiliza iluminação natural de forma estratégica, especialmente no último andar. O telhado em dente-de-serra e claraboias com filtros difusores garantem luz zenital uniforme e controlada, protegendo as obras de arte e reduzindo o ganho de calor solar, criando um ambiente difuso e ideal para exposições. Assim, a utilização da iluminação como artifício arquitetônico estético garante ao usuário uma experiência única.

Primeiramente, o conforto da luz natural aos olhos das pessoas é muito mais confortável do que uma luz artificial, então museus por exemplo que utilizam dessa estratégia tem ganhos maiores, uma vez que o usuário vai passar mais tempo no local. Em um segundo plano, edifícios com claraboias e luz natural, conseguem prender e intrigar a maneira que o espaço é visto, então a partir de um feixe de luz é possível destacar algo no espaço arquitetônico, ou seja, fazer um jogo de estética.

As claraboias permitem que o visitante perceba variações sutis na luminosidade ao longo do dia e nas diferentes condições climáticas. Essa dinâmica reforça a sensação de que o edifício faz parte da paisagem, e não apenas se impõe sobre ela. Ademais outro aspecto importante é a forma como a relação entre luz e ambiente é ditada pelo arquiteto e como o conforto luminoso pode vir de várias maneiras.

Outro projeto que vale a pena mencionar e difere do uso feito da luz no Museu Jumex é o Thermes Vals, onde a luz entra de forma pontual por aberturas superiores e se difunde pelo vapor e pelas superfícies de pedra, criando um ambiente de penumbra controlada que favorece o relaxamento e a introspecção., Conta com uma iluminação suave e atmosférica, reforçando a experiência sensorial do banho termal e estabelecendo uma conexão sutil com o ambiente natural ao redor. Nesse caso, a luz contribui diretamente para o bem-estar físico e psicológico.

Já no Museo Jumex, a luz natural é utilizada de maneira mais técnica e homogênea, voltada principalmente para a exposição de obras de arte. enquanto em um a luz é usada para construir uma experiência sensorial e contemplativa ligada ao relaxamento, no outro ela é empregada de forma mais controlada e racional para atender às exigências de um espaço expositivo. Apesar dessas diferenças, ambos os projetos demonstram como o uso cuidadoso da iluminação natural pode gerar conforto luminoso, qualidade espacial e uma relação mais profunda entre o usuário e o ambiente arquitetônico.



ASPECTOS FÍSICOS DA LUZ E SUAS GRANDEZAS

Natureza da Luz

A luz é um dos elementos mais fundamentais na arquitetura, não apenas por sua função utilitária, mas por seu papel determinante na percepção, na forma e na experiência do espaço. Ao abordar a natureza da luz, é necessário compreendê-la tanto sob o ponto de vista físico quanto sensorial. A luz natural, proveniente do sol, apresenta variações constantes de intensidade, direção e temperatura de cor ao longo do dia e das estações, o que a torna um elemento dinâmico na composição arquitetônica. Já a luz artificial, controlada pelo homem, surge como complemento e extensão dessa variabilidade, permitindo a continuidade das atividades humanas e a criação de atmosferas específicas.

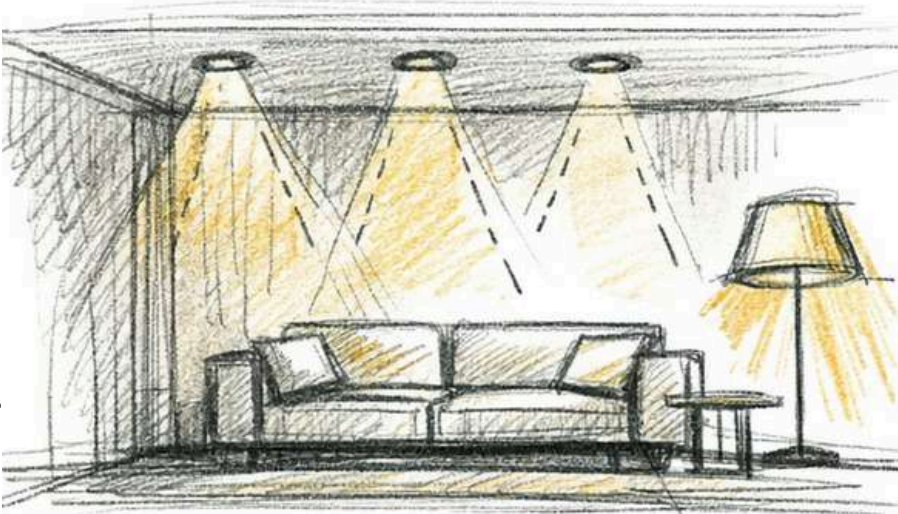
Do ponto de vista físico, a luz é uma forma de radiação eletromagnética visível ao olho humano, propagando-se em linha reta e interagindo com as superfícies por meio de reflexão, refração e absorção. Essas interações são fundamentais na arquitetura, pois definem como os materiais respondem à incidência luminosa. Superfícies claras e polidas tendem a refletir mais luz, contribuindo para ambientes mais iluminados e amplos, enquanto materiais escuros ou rugosos absorvem maior quantidade de luz, gerando espaços mais introspectivos e aconchegantes.

No contexto arquitetônico, a luz também atua como elemento de composição espacial. Através da manipulação de aberturas, como janelas, claraboias e brises, o arquiteto controla a entrada da luz natural, direcionando-a de forma estratégica para destacar volumes, texturas e percursos. A luz pode enfatizar a verticalidade de um espaço, alongar perspectivas ou criar zonas de sombra que reforçam a profundidade. Assim, ela deixa de ser apenas um recurso funcional e passa a ser um instrumento de projeto.

Além disso, a percepção da luz está diretamente relacionada à experiência humana. A qualidade da iluminação influencia o conforto visual, o bem-estar e até o comportamento dos usuários. Ambientes bem iluminados naturalmente tendem a ser mais agradáveis e saudáveis, reduzindo a necessidade de iluminação artificial e promovendo uma maior conexão com o exterior. Por outro lado, o excesso de luz ou o ofuscamento podem causar desconforto, evidenciando a importância do equilíbrio no seu uso.

Portanto, compreender a natureza da luz é essencial para a prática arquitetônica. Mais do que iluminar, a luz revela, transforma e qualifica o espaço. Ao ser cuidadosamente integrada ao projeto, ela se torna um elemento capaz de construir atmosferas, orientar percursos e enriquecer a experiência sensorial dos ambientes, consolidando-se como um dos principais instrumentos na criação da arquitetura.

ILUSTRAÇÃO 06- HELOÍSA BRATZ



LUZ ARTIFICIAL NO ESPAÇO

Na prática projetual, o arquiteto trabalha a luz como matéria intangível. Diferente de elementos sólidos como concreto ou madeira, a luz não pode ser tocada, mas pode ser moldada. Essa “modelagem” acontece por meio de decisões como orientação da edificação, dimensionamento e posicionamento de aberturas, escolha de materiais e uso de dispositivos de controle solar, como brises, cobogós e muxarabis. Esses elementos não apenas filtram a luz, mas também criam padrões de sombra que enriquecem a experiência visual e sensorial do espaço.

A orientação solar é um dos fatores mais determinantes. Em países tropicais como o Brasil, fachadas voltadas para o oeste recebem uma incidência solar mais intensa no período da tarde, o que pode gerar desconforto térmico e visual. Já as fachadas voltadas para o norte tendem a receber uma iluminação mais constante e controlável ao longo do dia. Assim, compreender o percurso do sol – frequentemente estudado por meio da carta solar – permite ao arquiteto antecipar o comportamento da luz e projetar soluções mais eficientes e sustentáveis.

O projeto luminotécnico integra a materialidade ao emocional, utilizando superfícies translúcidas para conexão externa e materiais opacos para criar texturas através de luz e sombra. Além da funcionalidade, a iluminação define a atmosfera do espaço: enquanto luzes difusas promovem calma e introspecção, a luz direta estimula o foco e a atividade, exigindo que o arquiteto equilibre a quantidade e a qualidade da luz para valorizar a profundidade e o propósito de cada ambiente.



ILUSTRAÇÃO 07- HELOÍSA BRATZ

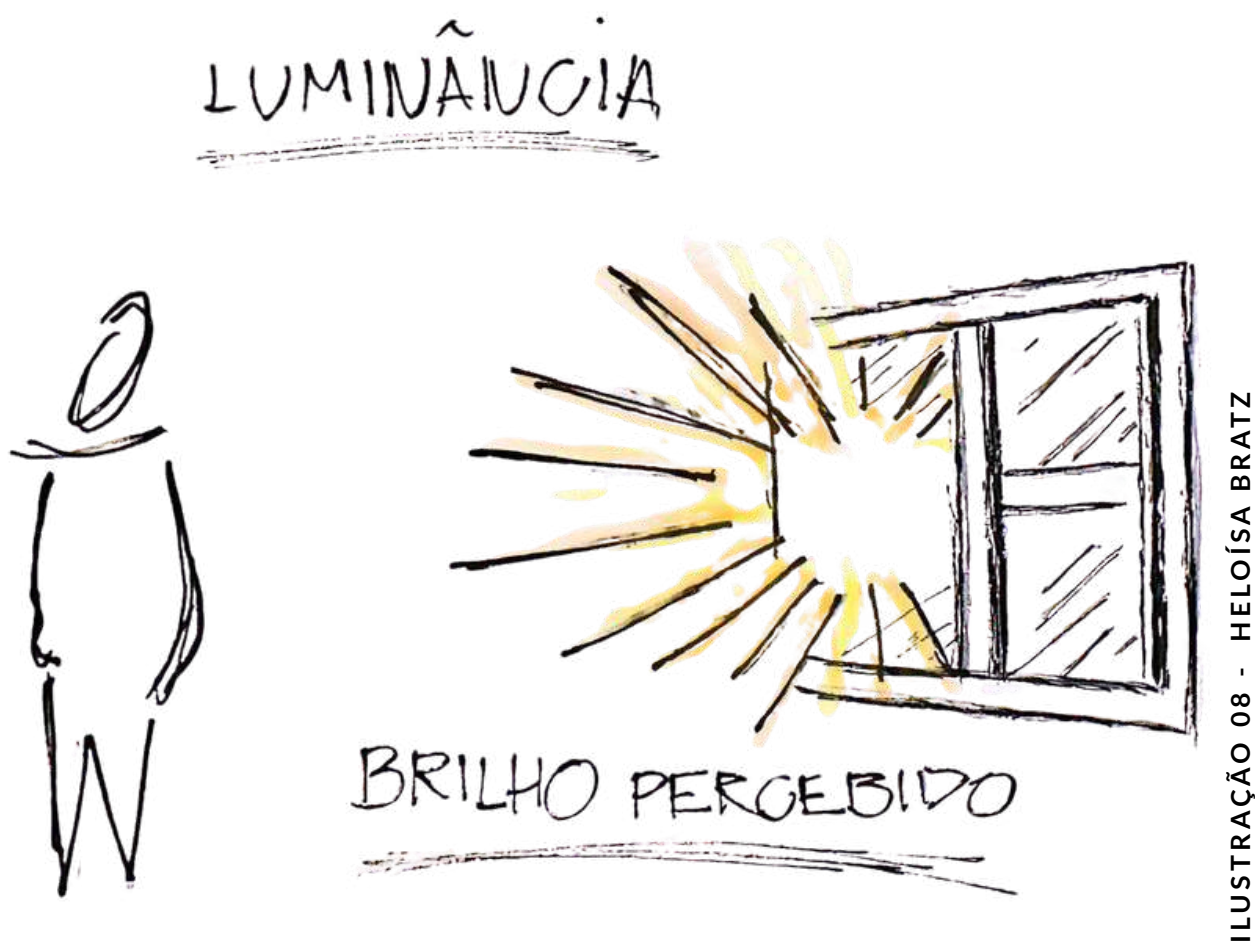
ASPECTOS FÍSICOS DA LUZ E SUAS GRANDEZAS

Grandezas Fundamentais

No estudo da luz aplicada à arquitetura, compreender suas grandezas fundamentais é essencial para transformar percepções sensoriais em decisões projetuais. Mais do que apenas iluminar um ambiente, a luz pode ser medida, analisada e controlada, permitindo ao arquiteto criar espaços mais confortáveis, eficientes e visualmente agradáveis. Ao observar um ambiente iluminado, muitas vezes temos a sensação de que ele está claro ou escuro, agradável ou desconfortável. No entanto, essas sensações estão diretamente relacionadas a diferentes grandezas físicas da luz, que ajudam a explicar como ela se comporta no espaço e como é percebida pelo usuário.

Uma das principais grandezas é o FLUXO LUMINOSO, medido em lúmens (lm), que representa a quantidade total de luz emitida por uma fonte luminosa. Em termos simples, ele indica o quanto uma lâmpada “gera” de luz. Quanto maior o fluxo luminoso, maior será a quantidade de luz disponível no ambiente. No entanto, essa medida sozinha não é suficiente para garantir conforto visual, pois não considera como essa luz se distribui no espaço.

Nesse sentido, a ILUMINÂNCIA, medida em lux (lx), torna-se fundamental. Ela corresponde à quantidade de luz que incide sobre uma superfície, como uma mesa, o piso ou um plano de trabalho. Diferentes atividades exigem diferentes níveis de iluminância: tarefas como leitura e estudo demandam níveis mais elevados, enquanto áreas de circulação ou descanso podem funcionar adequadamente com níveis mais baixos. Assim, o arquiteto deve ajustar a iluminação de acordo com o uso de cada ambiente.



Outra grandeza importante é a LUMINÂNCIA, que está relacionada à forma como a luz é percebida pelo olho humano, sendo medida em candela por metro quadrado (cd/m²). Diferente das anteriores, ela não trata apenas da quantidade de luz, mas da sensação de brilho que uma superfície produz. É a luminância que explica, por exemplo, o desconforto causado por uma janela com incidência direta de sol ou por uma tela muito brilhante em um ambiente escuro, fenômeno conhecido como ofuscamento.

Já a INTENSIDADE LUMINOSA, medida em candela (cd), refere-se à quantidade de luz emitida em uma direção específica. Essa grandeza é especialmente relevante em projetos que utilizam iluminação direcionada, como spots e refletores, que destacam elementos arquitetônicos, obras de arte ou pontos específicos do espaço. Nesse caso, não se trata apenas de iluminar, mas de orientar o olhar e valorizar determinados elementos.

Por fim, a EFICIÊNCIA LUMINOSA, expressa em lúmens por watt (lm/W), relaciona a quantidade de luz emitida com a energia consumida pela fonte. Essa grandeza é essencial para avaliar o desempenho energético de sistemas de iluminação, sendo cada vez mais importante em projetos que buscam sustentabilidade e economia de energia. Fontes mais eficientes conseguem produzir mais luz com menor consumo, contribuindo para ambientes mais econômicos e ambientalmente responsáveis.

Dessa forma, compreender essas grandezas permite ao arquiteto ir além da intuição, utilizando a luz de maneira consciente e estratégica. A partir desse conhecimento, é possível projetar espaços que não apenas atendam às necessidades funcionais, mas que também proporcionem conforto, bem-estar e qualidade sensorial aos usuários.

PERCEPÇÃO VISUAL: O OLHO HUMANO E A LUZ NATURAL

Anatomia da Visão

A anatomia da visão é um sistema complexo que transforma a luz em impulsos elétricos interpretados pelo cérebro. Para compreender a luz como como é transformada em impluso nervoso é necessário primeiro saber a anatomia ocular, os mecanismo de captação e percepção da luz.

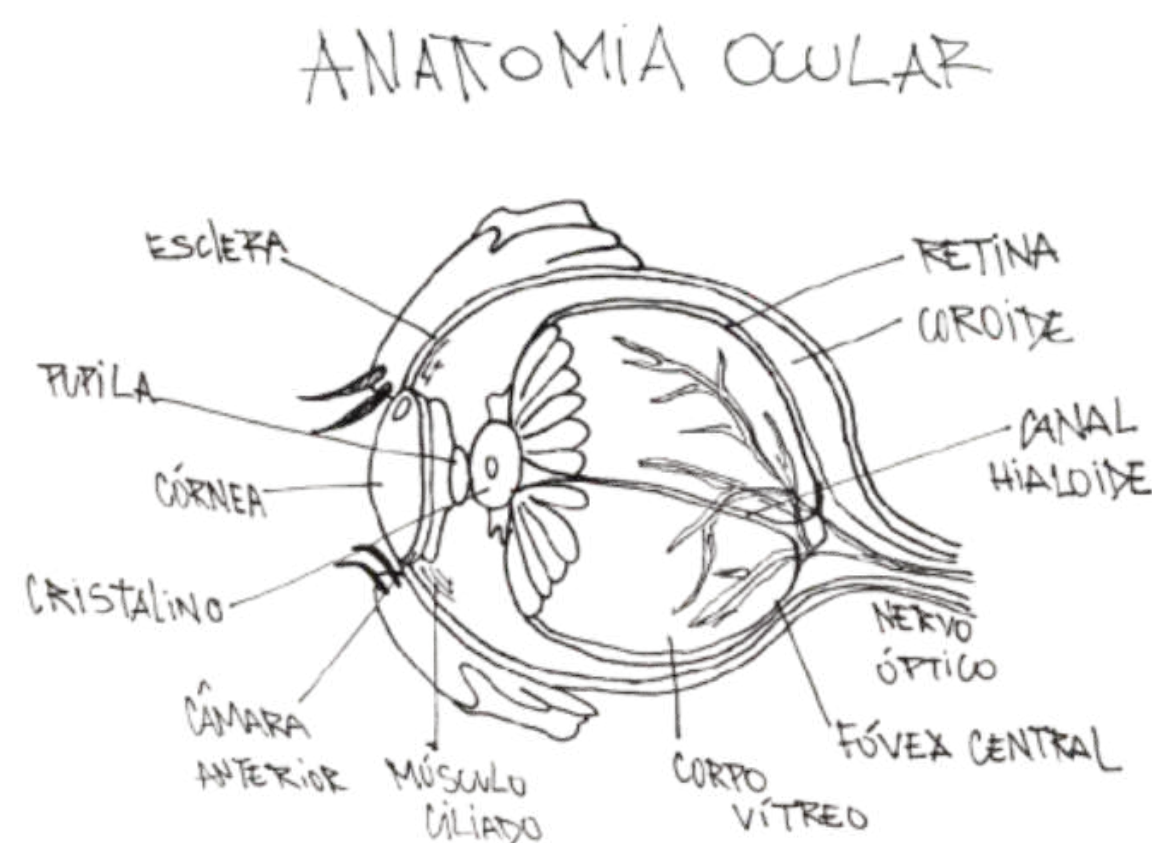


ILUSTRAÇÃO 10 - GIOVANNA VERSIANI

Íris e Pupila: A íris é a parte colorida que controla a quantidade de luz que entra através da pupila (o orifício central)

Córnea: A primeira "lente" do olho, uma camada externa transparente que protege a íris e ajuda a focar a luz.

Cristalino: Uma lente flexível que muda de forma para ajustar o foco de objetos próximos ou distantes.

Retina: Camada interna no fundo do olho que contém os fotorreceptores. É onde a luz é convertida em sinais elétricos.

Esclera: A "parte branca" do olho, uma camada fibrosa resistente que dá suporte e proteção.

Humor (corpo vítreo): o humor vítreo é um gel que preenche o interior do globo, mantendo sua forma esférica.

O processo de transformar luz em impulsos nervosos ocorre na retina e é chamado de fototransdução. É uma das reações biológicas mais rápidas e sensíveis do corpo humano.

Resume-se no processo de:

Captura: A luz atinge pigmentos (como a rodopsina) no fotorreceptor.

Reação Química: Isso altera a forma da molécula de retinal, disparando uma cascata de proteínas.

Sinal Elétrico: A reação fecha canais de íons, gerando um impulso elétrico (hiperpolarização).

Transmissão: Esse sinal viaja pelo nervo óptico até o cérebro, que traduz a eletricidade em imagem.

Existem dois tipos principais de células fotorreceptoras que são as principais responsáveis para o processo de fototrasnsdução na retina, os quais são:

Bastonetes: São extremamente sensíveis à luz, permitindo a visão em ambientes escuros (visão escotópica). Eles não detectam cores, apenas tons de cinza, e estão concentrados na periferia da retina.

Cones: Responsáveis pela acuidade visual (nitidez) e pela visão colorida. Funcionam melhor sob luz intensa. Existem três tipos, cada um sensível a um comprimento de onda diferente: azul, verde e vermelho. Concentram-se na fóvea (centro da visão).

Para ocorrer esse processo descrito anteriormente de maneirs efetiva é necessário que haja acomodação visual, isso porquê são processos estritamente ligados. Dessa forma, a acomodação visual altera a curvatura do cristalino para garantir que a imagem de um objeto próximo ou distante seja projetada nítida e precisamente sobre a retina. Assim, se não houver uma acomodação adequada, a imagem chegaria à retina desfocada, o que resultaria em uma fototransdução ineficiente pelas células fotorreceptoras, gerando um visual de baixa qualidade. Em suma, a acomodação visual é o mecanismo automático do olho que ajusta o foco do cristalino para enxergar com nitidez objetos em diferentes distâncias, principalmente para perto. Ao focar, o músculo ciliar contrai, tornando o cristalino mais curvo, alterando seu poder de refração. É possível ver a importância desses mecanismos com o passar do tempo, ao envelhecer o cristalino endurece, perdendo a capacidade de mudar de forma, logo, dificulta-se a visão.

Em resumo, a acomodação visual garante a qualidade óptica (foco) necessária para que a fototransdução converta essa imagem em visão de forma eficaz.

PERCEPÇÃO VISUAL: O OLHO HUMANO E A LUZ NATURAL

Adaptação Visual

Dando continuidade à compreensão de como a luz é captada, transformada e interpretada, torna-se essencial entender como as obras arquitetônicas se articulam a esse processo. A presença da luz, por si só, não garante uma boa leitura espacial; é o modo como ela incide, se distribui e interage com os materiais dos edifícios que define a qualidade da percepção.

Nos edifícios, a luz está em constante transformação, sendo refletida pelas superfícies e refratada ao atravessar diferentes elementos, como planos de vidro, lâminas d'água ou materiais translúcidos. A reflexão influencia diretamente a intensidade luminosa e a definição das formas, podendo ampliar a claridade ou acentuar contrastes. Já a refração altera a trajetória da luz, suavizando sua incidência e contribuindo para uma iluminação mais difusa, muitas vezes associada ao conforto visual.

Para que a leitura do espaço seja clara e precisa, é necessário que haja um equilíbrio entre luz e sombra, bem como uma distribuição coerente da iluminação ao longo dos percursos. Em muitas obras, a transição entre áreas mais iluminadas e outras mais sombreadas é cuidadosamente construída, permitindo que o olhar se ajuste gradualmente e evitando rupturas bruscas na percepção.

Assim, a qualidade visual de um edifício não depende apenas de sua forma ou materialidade, mas da maneira como a luz é conduzida e transformada ao longo de sua espacialidade. Projetar, nesse sentido, implica compreender o comportamento da luz — sua reflexão, refração e variação — como parte fundamental da experiência arquitetônica.

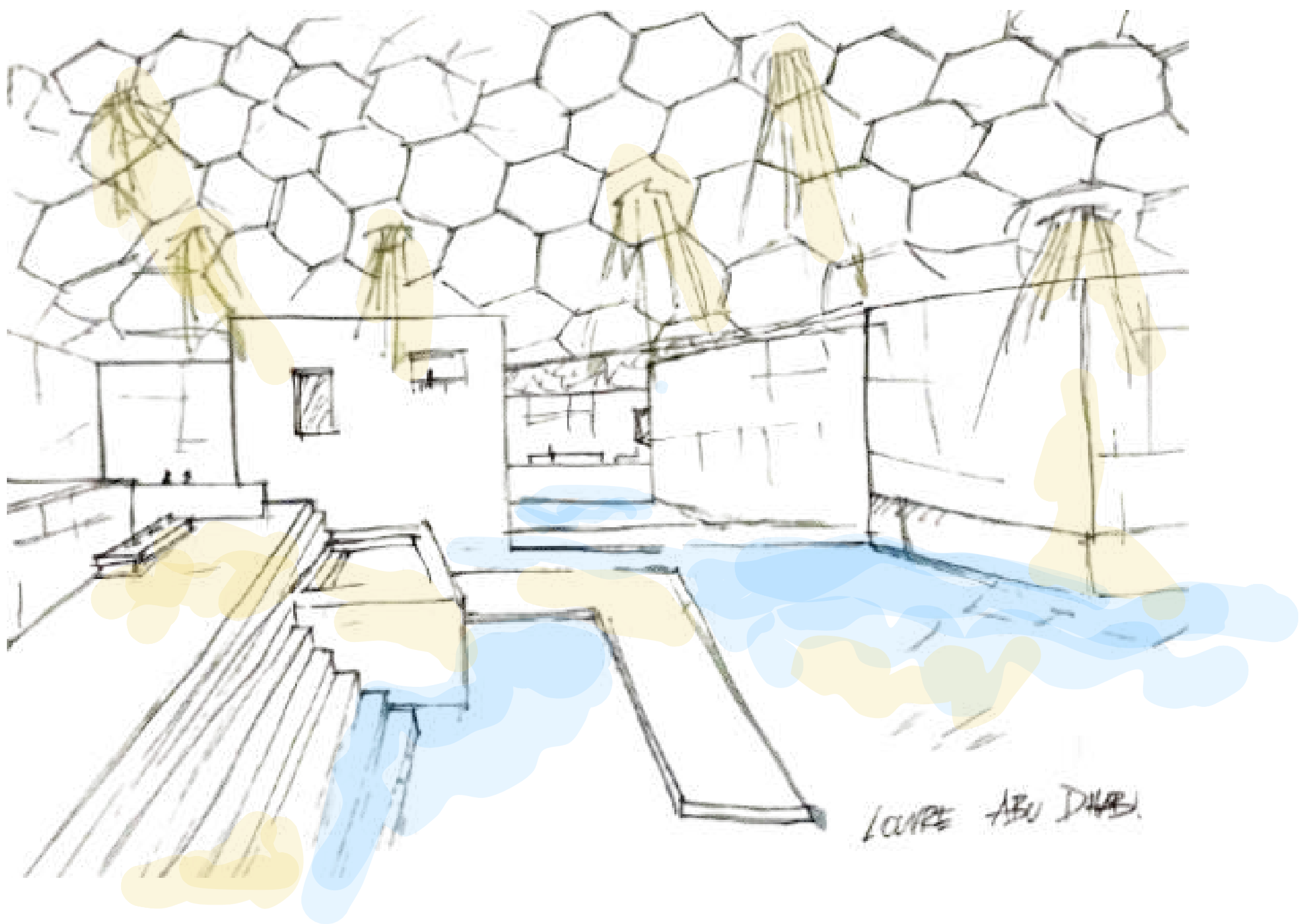


ILUSTRAÇÃO 11 - MARIA CLARA

A construção dessa qualidade perceptiva nos edifícios exige o domínio preciso da luz como elemento ativo de projeto. Mais do que iluminar, trata-se de conduzi-la — controlando sua incidência, filtrando sua intensidade e orientando sua distribuição ao longo dos espaços.

Estratégias como a introdução de luz zenital, o uso de planos translúcidos e a incorporação de superfícies refletoras permitem difundir a luz e suavizar contrastes, enquanto materiais mais densos e opacos contribuem para a absorção e a criação de zonas de sombra. Nesse jogo entre reflexão e refração, a luz deixa de ser homogênea e passa a estruturar a percepção.

Da mesma forma, a construção de percursos com transições graduais entre diferentes condições luminosas garante continuidade visual e conforto, evitando rupturas bruscas. Assim, a luz, ao ser modulada, não apenas revela o espaço, mas o qualifica, estabelecendo uma relação direta entre forma, materialidade e experiência.

PERCEPÇÃO VISUAL: O OLHO HUMANO E A LUZ NATURAL

Luz Natural

Projetar com a luz é projetar com o tempo, mistura o clima com a experiência humana. A luz natural projeta o espaço, além de todas as suas qualidades estéticas ela ainda influencia desde o desempenho ambiental até a percepção sensorial do espaço. A qualidade da luz deve responder ao uso do espaço, variando de acordo com as necessidades funcionais e sensoriais de cada programa arquitetônico.

Existem diversas maneiras de projetar usando a luz natural, métodos como claraboias por exemplo permitem a entrada de luz zênital, permeando o espaço de forma harmônica. Outro exemplo pode ser a Igreja da Luz projetada por Tadao Ando, onde se utiliza uma luz direta, resultando numa luz dramática com alto contraste, conectando a arquitetura com o usuário. O domínio da luz deve ser algo minuciosamente pensado em um projeto. A luz natural não atua sozinha; é no contraste com a sombra que o espaço ganha profundidade e legibilidade.

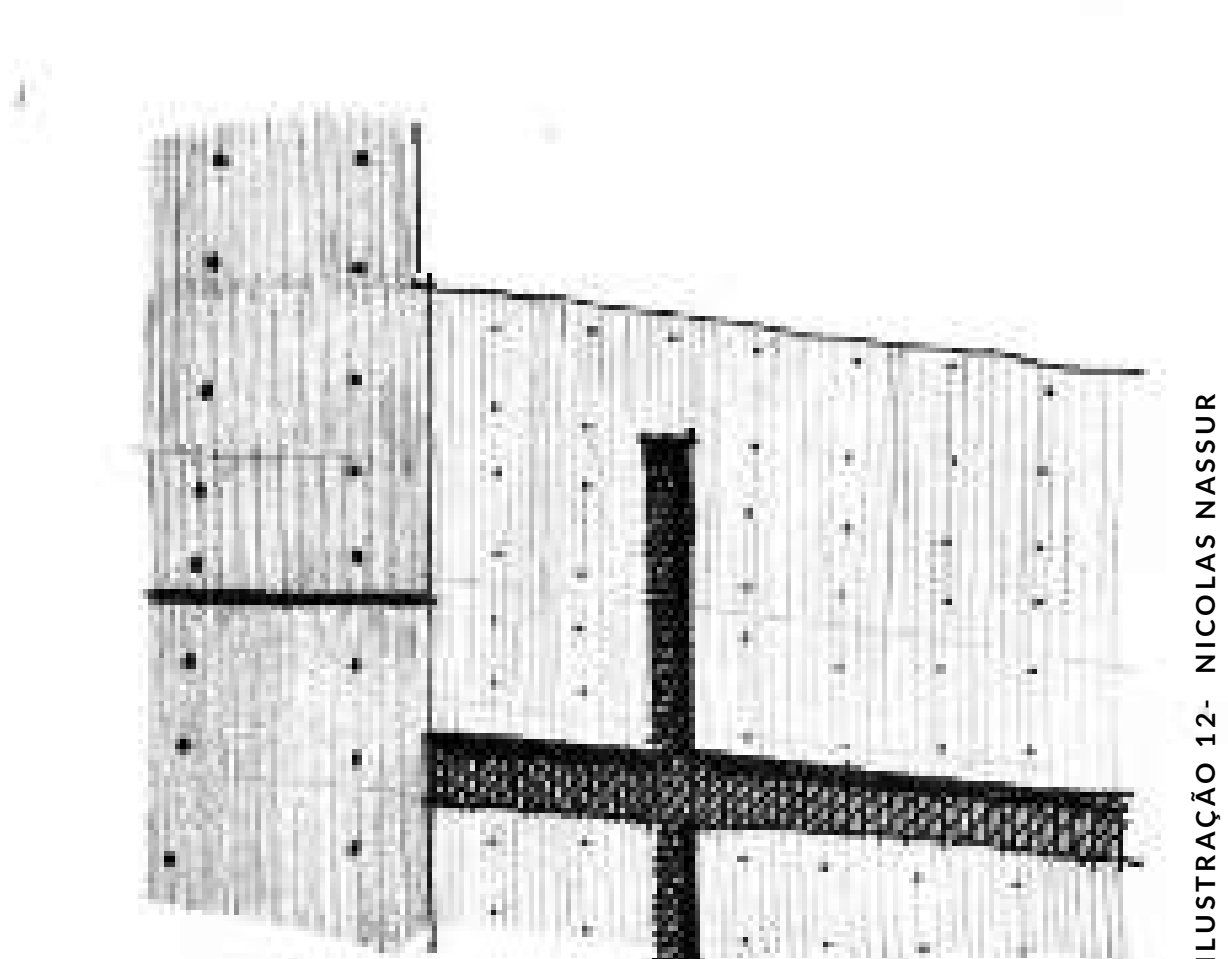


ILUSTRAÇÃO 12- NICOLAS NASSUR

Além de todos esses elementos ditos, um dos mais importantes com certeza é a eficiência energética e ambiental que a luz natural pode trazer. Muitos edifícios e casas usam essa luz para reduzir a necessidade de luz artificial, porém deve se pensar no tanto de iluminação que vai entrar por conta da incidência solar, que pode esquentar muito o cômodo e trazer desconforto térmico e até ofuscamento. A melhor solução para isso é escolher as aberturas de acordo com o trajeto solar e utilizar elementos como brises ou cobogós para assim filtrar essa luz e até trazer ainda mais estética para o seu projeto com o uso da luz e repetição. Em climas tropicais como o nosso, onde a tendência é temperaturas elevadas, aliando com a ventilação natural são soluções de projetos essenciais para todos os tópicos já citados. No contexto brasileiro, estratégias como cobogós e brises não apenas controlam a incidência solar, mas também constroem uma linguagem arquitetônica própria.



kolekto

A luz natural assume um papel ainda mais fundamental devido à alta incidência solar durante o ano todo, principalmente em Brasília, onde o clima tropical de altitude se junta com períodos de seca e chuva. Por conta de todas essas condições, teve que se pensar em soluções, essas ditas no último parágrafo. Isso acabou resultando em uma arquitetura própria, em Brasília, essa relação é clara na própria concepção modernista da cidade, onde os prédios das superquadras trazem esses aspectos e exploram essa integração com o espaço como uma resposta ao clima. A luz natural no Brasil não é apenas um recurso ambiental, mas também algo que molda a linguagem arquitetônica e expressa a adaptação às condições locais.

JANELAS E A ILUMINAÇÃO

Iluminação Lateral:

Dessa forma, projetar com luz natural não se limita a iluminar um espaço, mas implica compreender o clima, o tempo e o comportamento humano, transformando a arquitetura em uma experiência sensorial dinâmica e integrada ao ambiente. Nesse contexto, a iluminação lateral se destaca como uma importante estratégia projetual, pois além de proporcionar iluminação natural aos ambientes, estabelece uma relação direta entre interior e exterior.

Por meio de janelas, aberturas e fachadas envidraçadas, a luz lateral entra no espaço de forma gradual, variando de acordo com a orientação solar, o horário e as condições climáticas. Essa variação torna a arquitetura mutável ao longo do dia, modificando a atmosfera dos ambientes e proporcionando diferentes percepções espaciais. Além disso, a incidência lateral da luz evidencia texturas, materiais e volumes, criando contrastes e sombras que auxiliam na leitura do espaço e reforçam sua profundidade.

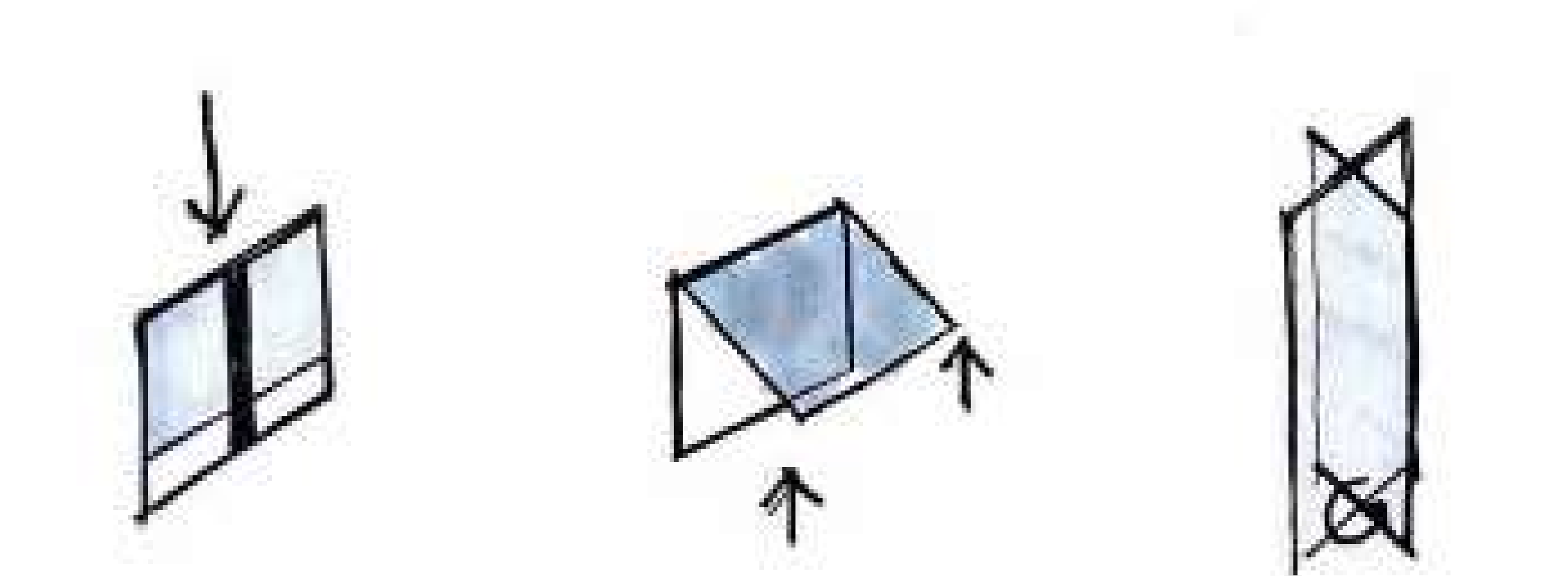


ILUSTRAÇÃO 13,14,15 - NICOLAS NASSUR

Outro aspecto relevante é sua influência no conforto ambiental. Quando bem planejada, a iluminação lateral contribui para a redução do uso de iluminação artificial, melhora a qualidade visual interna e pode favorecer estratégias passivas de aquecimento ou proteção térmica, dependendo da orientação e dos elementos de controle solar adotados. Assim, a iluminação lateral não atua apenas como recurso funcional, mas como elemento capaz de qualificar a experiência arquitetônica e fortalecer a conexão entre usuário, edifício e ambiente natural.

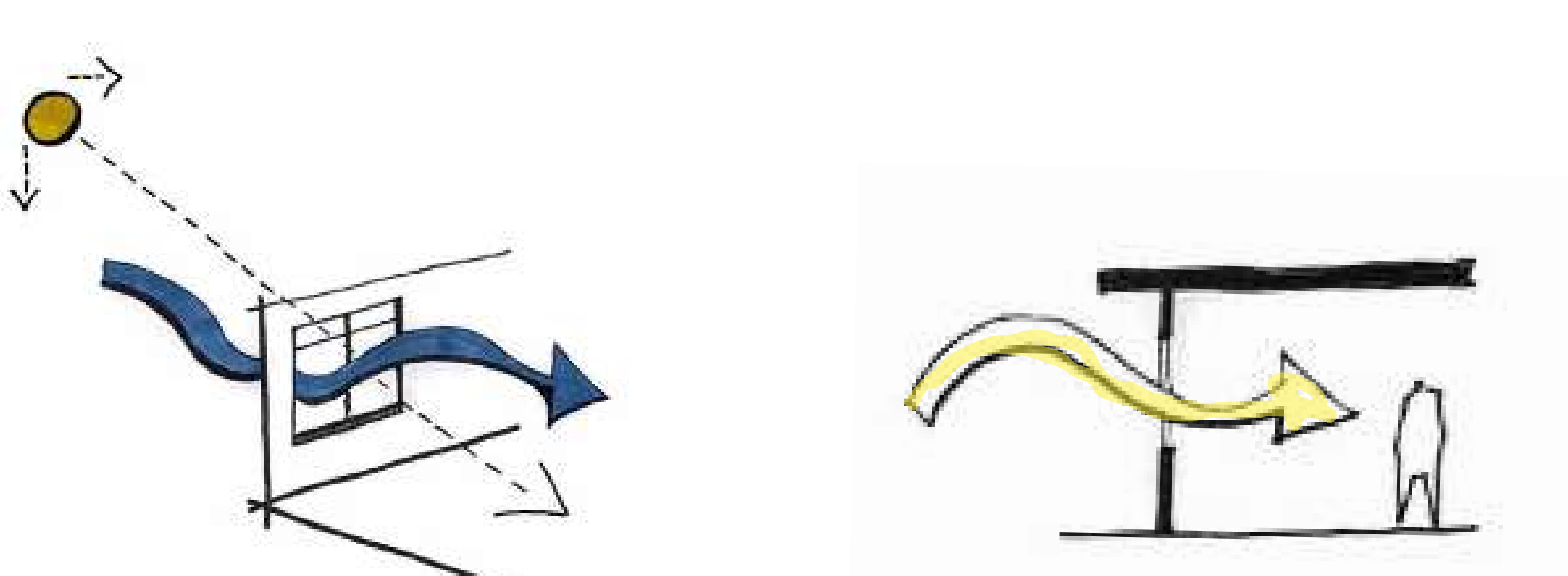


ILUSTRAÇÃO 16, 17 - NICOLAS NASSUR

JANELAS E A ILUMINAÇÃO

Iluminação Zenital:

Complementando a atuação da iluminação lateral, a iluminação zenital se caracteriza pela entrada de luz natural através da cobertura, por meio de elementos como claraboias, sheds, lanternins, átrios e aberturas superiores. Diferente da incidência lateral, esse tipo de iluminação distribui a luz de maneira mais homogênea pelo ambiente, alcançando áreas mais profundas e reduzindo zonas de sombra excessiva.

Sua aplicação contribui para uma percepção espacial mais uniforme e ampla, já que a luz proveniente do plano superior valoriza a totalidade do espaço e reduz contrastes bruscos. Em muitos casos, a iluminação zenital também cria sensação de monumentalidade e verticalidade, direcionando o olhar para cima e enfatizando a relação entre espaço, cobertura e percurso da luz ao longo do dia. Por isso, é frequentemente utilizada em museus, galerias, bibliotecas e edifícios institucionais, onde a qualidade luminosa influencia diretamente a experiência do usuário.

As formas de obtenção dessa iluminação variam conforme a intenção projetual e as condições climáticas locais. Claraboias simples permitem entrada direta de luz, enquanto sheds orientados corretamente possibilitam captação de luz difusa e maior controle térmico. Já lanternins e átrios, além de iluminar, podem auxiliar na ventilação natural e no conforto ambiental. Assim, a iluminação zenital amplia as possibilidades de projeto ao integrar desempenho ambiental, percepção sensorial e valorização espacial em uma única estratégia arquitetônica.

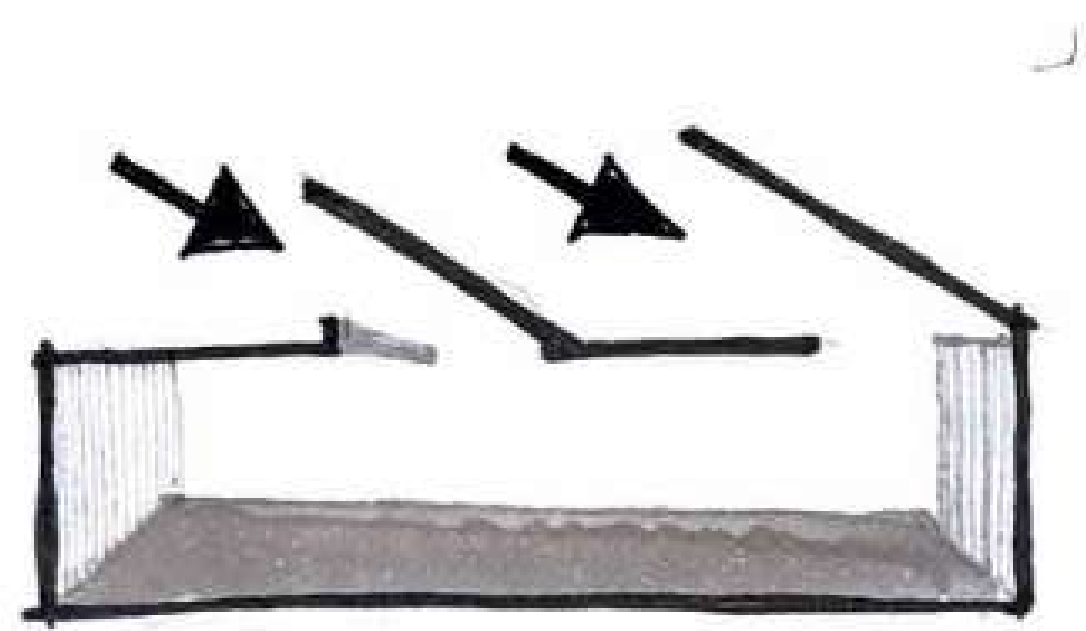


ILUSTRAÇÃO 18 - NICOLAS NASSUR

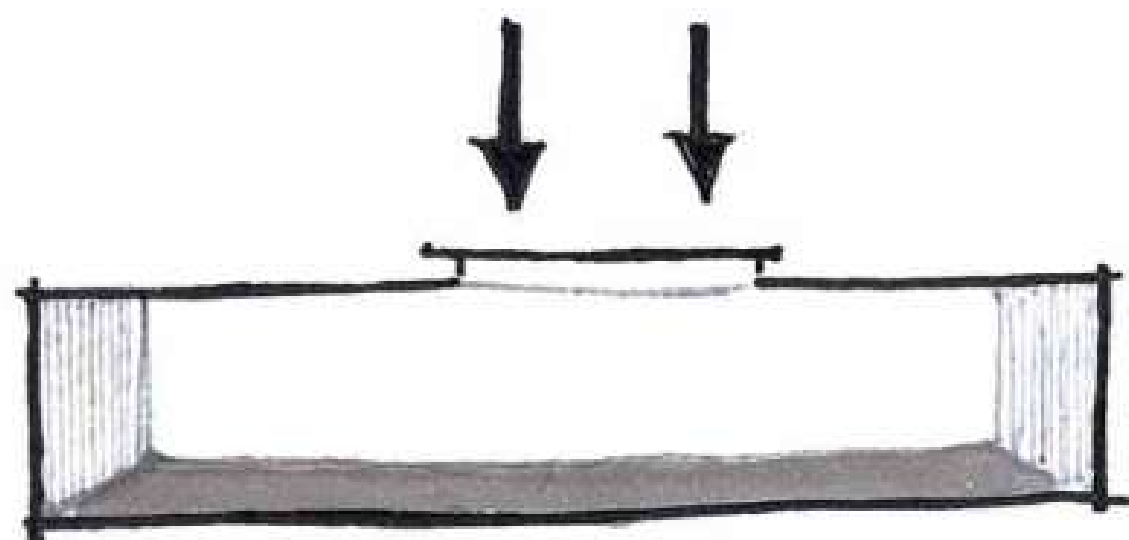


ILUSTRAÇÃO 19 - NICOLAS NASSUR

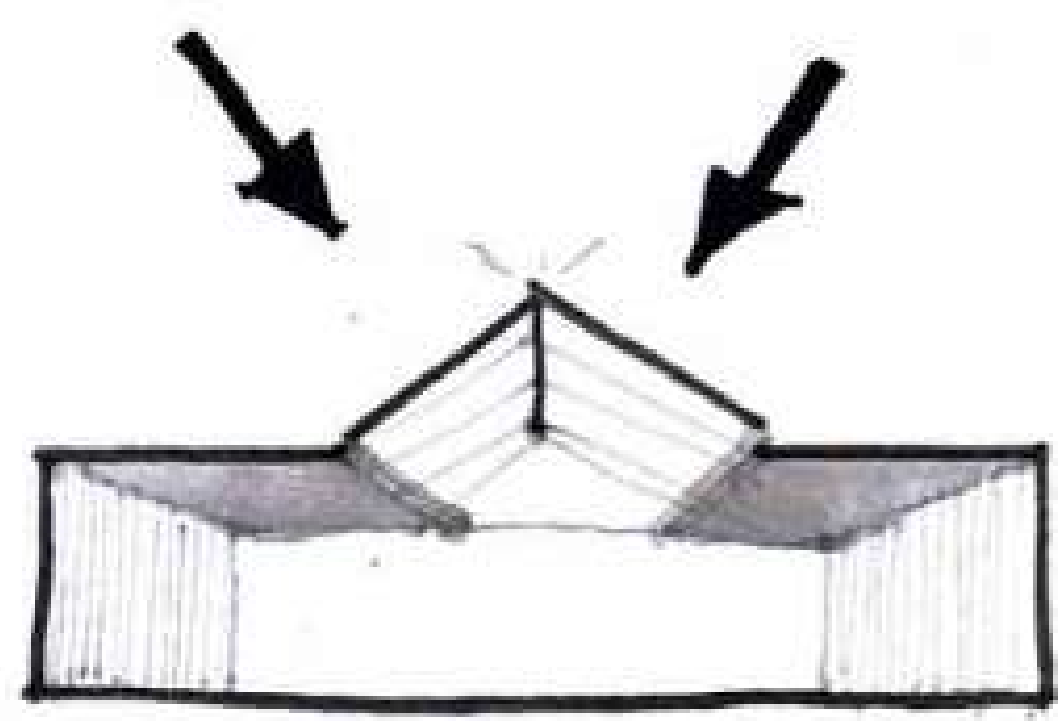


ILUSTRAÇÃO 20 - NICOLAS NASSUR

FONTES DE LUZ ARTIFICIAL

Evolução Tecnológica: Incandescente, fluorescente, LED.

Thomas Edison e a Invenção (1879)

Thomas Edison (1847-1931), um inventor inquieto e prolífico, é considerado o pai da lâmpada elétrica comercialmente viável. Após mais de 1.000 tentativas e testes com cerca de 6.000 materiais, ele superou o desafio de manter um filamento incandescente duradouro dentro de um bulbo a vácuo. Em 1879, utilizando um filamento de algodão carbonizado, Edison obteve sucesso definitivo. Ele fundou a Edison Electric Company para comercializar o produto, que se tornou um sucesso imediato, com sua autoria provada em tribunal e produção em larga escala pela General Electric (GE) por volta de 1890.

Lâmpada Fluorescente: Criada por Nikola Tesla (e aprimorada posteriormente), surgiu 46 anos após a comercialização da incandescente, oferecendo maior eficiência e economia.

Lâmpada LED (1989): Introduziu a iluminação de baixa voltagem, colorida e de alta durabilidade.

Cenário Atual: Lâmpadas incandescentes e halógenas estão sendo gradualmente substituídas por serem menos eficientes (geram mais calor que luz).

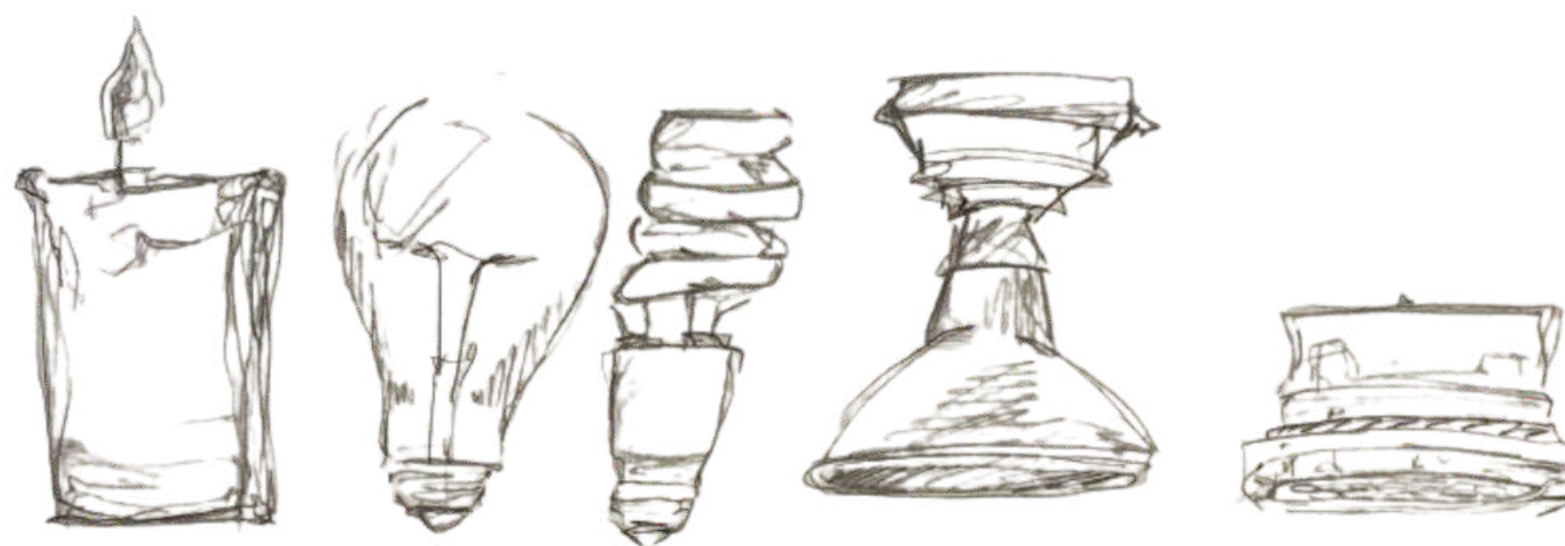


Ilustração 21- Giovanna Versiani

Classificação:

Sistemas de Iluminação

Refere-se ao trajeto que a luz percorre da luminária até a superfície de trabalho

Direta: A luz incide diretamente sobre o objeto ou superfície, sem barreiras. É focada, criando contrastes e sombras marcadas. Ideal para bancadas de trabalho e leitura. Exemplos: spots, pendentes.

Indireta: A luz é projetada primeiro em uma superfície refletora (teto ou parede) antes de atingir o ambiente. Proporciona suavidade, conforto visual e elimina sombras duras. Ideal para criar ambientes acolhedores.

Difusa: A luz é espalhada uniformemente por todo o ambiente, passando por um filtro ou difusor (vidro leitoso, acrílico). Evita contrastes fortes, sombreamento e proporciona conforto visual.

Objetivo Luminotécnico

Refere-se à finalidade da luz em um ambiente específico.

Iluminação de Destaque: Usada para chamar a atenção para um ponto específico.

Iluminação de Tarefa: Luz focada e intensa, voltada para atividades que exigem atenção visual detalhada.

Iluminação de Ambientação: A principal fonte de luz, destinada a iluminar todo o espaço de forma uniforme e acolhedora.

Temperatura de Cor - A escolha da temperatura de cor é crucial para o conforto visual e o ritmo circadiano.

Índice de Reprodução de Cor O IRC mede a fidelidade das cores. LEDs de alta qualidade devem priorizar alto desempenho.

Eficiência Energética O foco migra do simples "ser LED" para a eficácia real (lúmens por watt - lm/W) no ambiente, buscando sustentabilidade.

NORMAS E CÓDIGOS: MEDIÇÃO DA ILUMINAÇÃO

NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho – requisitos de iluminância para cada atividade

A **NBR ISO/CIE 8995-1**, publicada pela ABNT, estabelece os critérios técnicos para o projeto de iluminação em ambientes de trabalho internos, com o objetivo de assegurar condições visuais adequadas, conforto e desempenho das atividades humanas. Fundamentada na norma internacional ISO/CIE 8995-1, ela define parâmetros quantitativos e qualitativos que devem ser considerados no planejamento luminotécnico.

A iluminância, expressa em lux, constitui um dos principais parâmetros normativos e representa a quantidade de fluxo luminoso incidente sobre uma superfície. Contudo, a norma não se limita à definição de valores mínimos de iluminância; ela abrange também aspectos como a uniformidade da distribuição luminosa, o controle do ofuscamento, a reprodução de cores e a direção da luz, fatores essenciais para a percepção visual e o bem-estar dos usuários.

Os níveis de iluminância recomendados variam de acordo com a natureza da atividade desempenhada e o grau de precisão visual exigido. Em áreas de circulação, onde a demanda visual é reduzida, os valores situam-se tipicamente em torno de 100 a 200 lux. Para atividades gerais de escritório, leitura e escrita, recomenda-se iluminância da ordem de 500 lux, considerada adequada para tarefas de complexidade moderada. Já em atividades que requerem maior acuidade visual, como desenho técnico ou montagem de precisão, os níveis podem alcançar 750 a 1000 lux ou mais. Em situações críticas, como inspeções minuciosas ou procedimentos cirúrgicos, a iluminância pode ultrapassar 1000 lux, garantindo condições ideais de visualização de detalhes.

Outro conceito relevante introduzido pela norma é o de iluminância mantida, que corresponde ao valor mínimo que deve ser assegurado ao longo do tempo de uso do sistema de iluminação, considerando a depreciação das lâmpadas e a acumulação de sujeira nos equipamentos. Esse conceito reforça a necessidade de manutenção periódica e de um dimensionamento adequado do sistema desde a fase de projeto.

Além dos aspectos quantitativos, a norma enfatiza o conforto visual como elemento indispensável. O controle do ofuscamento, por exemplo, é tratado por meio do índice **UGR (Unified Glare Rating)**, que limita o desconforto causado por fontes luminosas intensas no campo de visão.

Dessa forma, a **NBR ISO/CIE 8995-1** constitui um instrumento fundamental para engenheiros, arquitetos e projetistas, ao fornecer diretrizes que integram desempenho técnico e qualidade ambiental. Sua aplicação contribui não apenas para a eficiência das tarefas, mas também para a saúde, segurança e produtividade dos ocupantes dos ambientes de trabalho.

Outro ponto pouco conhecido é que mais luz nem sempre significa melhor iluminação. Níveis excessivos de iluminância podem causar ofuscamento e fadiga visual, reduzindo o desempenho em vez de melhorá-lo. Por isso, a norma enfatiza o equilíbrio entre quantidade e qualidade da luz, incluindo o controle do índice UGR.

NORMAS E CÓDIGOS: MEDIÇÃO DA ILUMINAÇÃO

NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho – requisitos de iluminância para cada atividade

Há também uma curiosidade histórica: a ISO/CIE 8995-1, que deu origem à versão brasileira, foi desenvolvida com base em décadas de estudos da CIE, que investiga como o olho humano responde à luz em diferentes condições de trabalho.

Outro detalhe interessante é o conceito de “iluminância mantida”. Na prática, isso significa que o sistema de iluminação deve ser projetado para fornecer mais luz do que o mínimo exigido no início, pois haverá perda ao longo do tempo devido ao envelhecimento das lâmpadas e ao acúmulo de sujeira. Ou seja, um projeto novo já nasce “superdimensionado” de forma controlada.

A norma também dialoga com ergonomia e produtividade. Estudos mostram que ambientes bem iluminados podem reduzir erros, aumentar a concentração e até influenciar o humor dos trabalhadores. Em escritórios, por exemplo, uma iluminação adequada pode impactar diretamente a eficiência cognitiva.

Outro ponto curioso é a diferença entre tarefas aparentemente semelhantes. Ler um livro pode exigir cerca de 500 lux, mas realizar um desenho técnico detalhado pode exigir o dobro disso, mesmo sendo ambas atividades “de mesa”. A diferença está no nível de precisão visual requerido.

Por fim, vale destacar que a norma não se restringe à iluminação artificial. Sempre que possível, incentiva-se o uso da luz natural, desde que controlada para evitar ofuscamento e contrastes excessivos, mostrando que a melhor solução luminotécnica muitas vezes combina tecnologia e recursos naturais.



Ilustração 22- Giovanna Versiani

NORMAS E CÓDIGOS: MEDIÇÃO DA ILUMINAÇÃO

Códigos de Obras Municipais: Exigências mínimas de abertura para ventilação e iluminação

Os Códigos de Obras Municipais constituem instrumentos legais fundamentais para a regulamentação das edificações urbanas, estabelecendo parâmetros mínimos que visam assegurar condições adequadas de habitabilidade, salubridade e conforto ambiental. Dentre esses parâmetros, destacam-se as exigências relativas às aberturas destinadas à ventilação e à iluminação natural dos ambientes.

Ventilação natural

A ventilação natural é indispensável para a renovação do ar interno, contribuindo para a remoção de umidade, odores e agentes contaminantes, além de favorecer o conforto térmico dos usuários. Nesse sentido, os Códigos de Obras geralmente determinam que os compartimentos de permanência prolongada, como salas, dormitórios e escritórios, possuam aberturas voltadas diretamente para o exterior.

Como critério dimensional, estabelece-se que a área das aberturas destinadas à ventilação deve corresponder, em regra, a no mínimo 1/10 (10%) da área do piso do ambiente.

Ambientes de permanência transitória, como banheiros, lavabos e cozinhas, podem, conforme a legislação local, utilizar ventilação indireta ou sistemas mecânicos de exaustão, desde que assegurada a eficiência na renovação do ar. Ainda assim, sempre que possível, recomenda-se a ventilação natural direta. Além disso, a disposição das aberturas deve permitir a adequada circulação do ar, sendo desejável a presença de aberturas em paredes opostas ou adjacentes, configurando a chamada ventilação cruzada, que potencializa o desempenho ambiental dos espaços internos.

Iluminação natural

A iluminação natural desempenha papel essencial na qualidade dos ambientes construídos, influenciando não apenas a visibilidade, mas também o bem-estar físico e psicológico dos usuários, além de contribuir para a eficiência energética das edificações. Os Códigos de Obras estabelecem que os compartimentos de permanência prolongada devem dispor de aberturas que garantam iluminação natural direta, proveniente de espaços externos como vias públicas, pátios ou áreas descobertas. Não é admitido, como regra geral, que um ambiente receba iluminação principal exclusivamente por meio de outro cômodo. Quanto ao dimensionamento, determina-se que a área das aberturas destinadas à iluminação natural seja, no mínimo, 1/8 (12,5%) da área do piso do ambiente. A correta distribuição das aberturas é igualmente relevante, devendo-se evitar concentrações que gerem contrastes excessivos de luz e sombra. A orientação solar, a profundidade dos ambientes e a presença de elementos de sombreamento também devem ser considerados no projeto arquitetônico.

Além das proporções mínimas estabelecidas, os Códigos de Obras frequentemente incluem diretrizes complementares que influenciam diretamente o desempenho das aberturas, tais como:

- A necessidade de evitar obstruções externas que prejudiquem a entrada de luz e ar, como edificações muito próximas ou barreiras físicas;
- A exigência de afastamentos mínimos entre construções, garantindo condições adequadas de insolação e ventilação;
- A utilização de elementos arquitetônicos auxiliares, como poços de ventilação e iluminação (poços de luz), especialmente em edificações mais adensadas;
- A recomendação de dispositivos de controle, como brises, venezianas e persianas, que permitam o ajuste das condições ambientais internas.

As exigências relativas à ventilação e iluminação natural refletem a preocupação com a qualidade ambiental das edificações e com a saúde de seus usuários. Tais parâmetros, embora possam apresentar variações conforme o município, baseiam-se em princípios consolidados da arquitetura e do urbanismo, bem como em normas técnicas nacionais.

NORMAS E CÓDIGOS: MEDIÇÃO DA ILUMINAÇÃO

Medição: Uso do luxímetro para verificar os níveis de iluminância em campo

A iluminação dos ambientes construídos exerce papel fundamental na qualidade dos espaços, influenciando diretamente o conforto visual, a produtividade e a segurança dos usuários. Nesse contexto, a iluminância se apresenta como a principal grandeza luminotécnica utilizada para avaliar quantitativamente a luz incidente sobre uma superfície. Expressa em lux, essa grandeza permite compreender se um determinado ambiente possui níveis de iluminação adequados às atividades nele desenvolvidas. Para a obtenção desses valores em campo, utiliza-se o luxímetro, instrumento essencial nas análises técnicas de iluminação.

No Brasil, a avaliação dos níveis de iluminância deve estar em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela ABNT, especialmente por meio da norma NBR 8995-1, que trata da iluminação de ambientes de trabalho. Essa norma estabelece parâmetros que consideram não apenas a quantidade de luz necessária, mas também aspectos relacionados ao conforto visual, à uniformidade da iluminação e às características das atividades realizadas no espaço. Dessa forma, a medição com luxímetro não é uma prática isolada, mas sim parte de um processo técnico que visa assegurar qualidade e eficiência luminosa.

O luxímetro é um dispositivo eletrônico projetado para medir a iluminância de maneira precisa. Seu funcionamento baseia-se na presença de um sensor fotométrico, responsável por captar a luz incidente e convertê-la em um sinal elétrico. Esse sinal é processado internamente e exibido em forma de valor numérico no visor do aparelho. Para garantir que a leitura seja compatível com a percepção humana da luz, o equipamento possui filtros que ajustam a resposta do sensor à sensibilidade do olho humano. A precisão das medições depende diretamente do estado de calibração do instrumento, sendo indispensável que o luxímetro esteja devidamente aferido antes de sua utilização.

Antes de iniciar a medição em campo, é necessário realizar um planejamento detalhado. Essa etapa envolve a análise do ambiente a ser estudado, considerando suas dimensões, layout, tipo de uso e características das fontes de iluminação, tanto naturais quanto artificiais. Também é fundamental identificar o plano de trabalho, ou seja, a superfície onde as atividades principais são realizadas, pois é nesse nível que a iluminância deve ser avaliada. A definição prévia dos pontos de medição, organizados em uma malha distribuída de forma uniforme, garante que os dados coletados representem adequadamente todo o espaço analisado.

A preparação do ambiente constitui uma fase essencial do processo de medição. Todas as luminárias devem estar em pleno funcionamento, simulando as condições reais de uso do espaço. Caso existam lâmpadas queimadas ou equipamentos defeituosos, essas condições devem ser registradas, pois influenciam diretamente os resultados obtidos. Elementos como cortinas e persianas devem permanecer na posição habitual, permitindo que a contribuição da luz natural seja considerada de forma realista. Além disso, deve-se evitar qualquer interferência externa durante a medição, como sombras projetadas pelo operador ou por objetos móveis.

O posicionamento do sensor do luxímetro é um aspecto crítico para a obtenção de resultados precisos. O sensor deve ser colocado paralelo ao plano de trabalho e voltado para a direção da luz incidente. Em superfícies horizontais, como mesas e bancadas, o sensor deve estar voltado para cima, na altura correspondente à atividade desenvolvida. Durante a medição, o operador deve tomar cuidado para não interferir na leitura, evitando projetar sombras sobre o sensor ou inclinar o equipamento. A estabilidade durante a leitura é fundamental para garantir a confiabilidade dos valores registrados.

O procedimento de medição em si deve ser realizado de forma sistemática e padronizada. Inicialmente, o luxímetro é ligado e ajustado para a faixa de medição adequada. Em seguida, o sensor é posicionado no primeiro ponto da malha, aguardando-se alguns instantes até que a leitura se estabilize. O valor indicado no visor é então registrado. Esse processo é repetido em todos os pontos previamente definidos, mantendo-se sempre o mesmo cuidado no posicionamento do sensor e na forma de leitura. A consistência na execução é essencial para que os dados possam ser comparados e analisados corretamente.

NORMAS E CÓDIGOS: MEDIÇÃO DA ILUMINAÇÃO

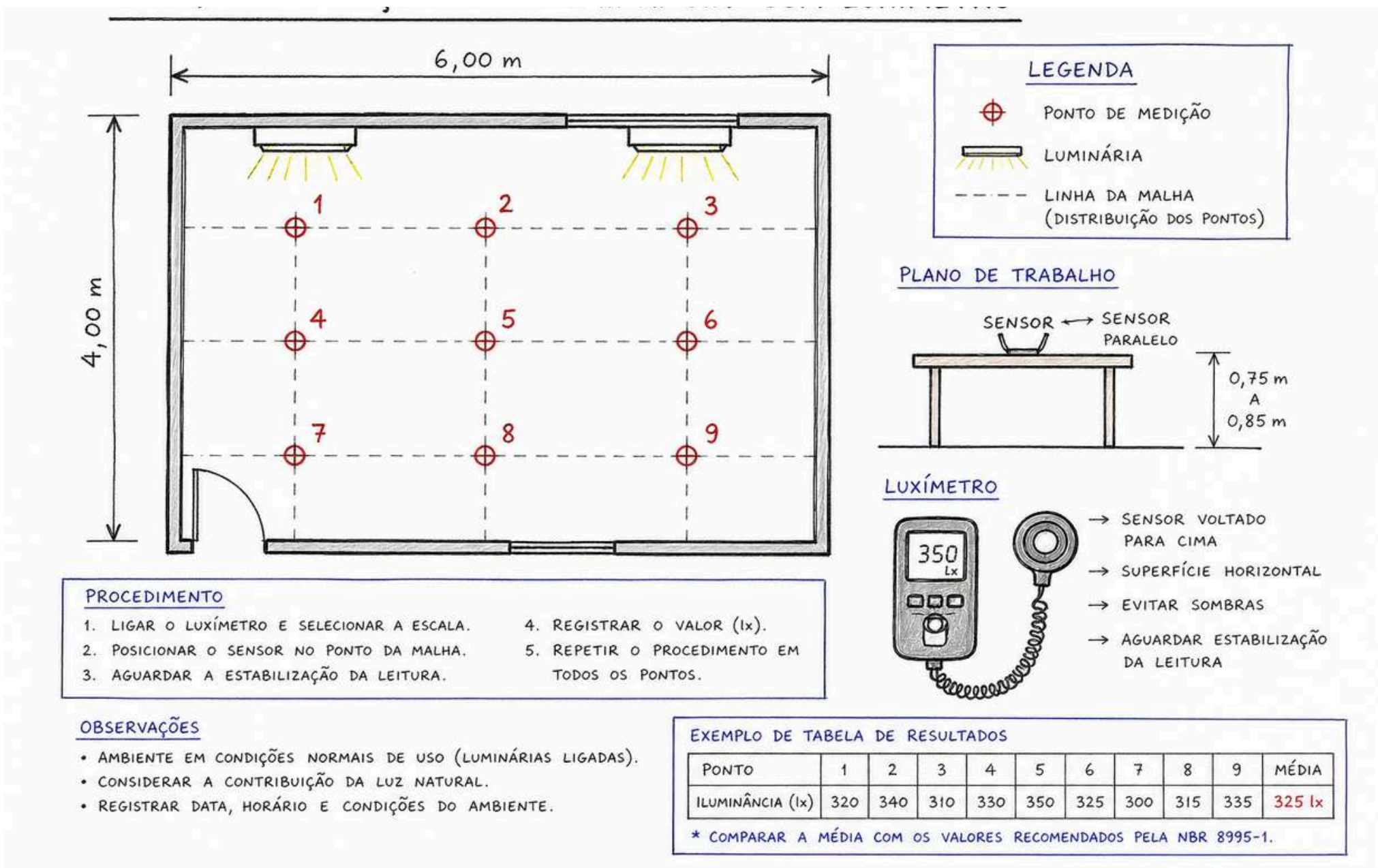
Medição: Uso do luxímetro para verificar os níveis de iluminância em campo

Após a coleta dos dados, os valores obtidos devem ser organizados e analisados. A iluminância média do ambiente é calculada por meio da média aritmética dos valores medidos, permitindo uma visão geral da qualidade da iluminação. Além disso, a análise pode incluir a identificação dos valores mínimo e máximo, bem como a avaliação da uniformidade da iluminação, que indica o grau de variação entre diferentes pontos do ambiente. Esses indicadores são fundamentais para uma avaliação mais completa do sistema de iluminação.

A interpretação dos resultados deve ser realizada à luz dos parâmetros estabelecidos pelas normas técnicas. Ambientes destinados a atividades que exigem maior precisão visual, como leitura e escrita, requerem níveis mais elevados de iluminância, enquanto áreas de circulação podem operar com valores mais baixos. Caso os níveis medidos estejam abaixo do recomendado, torna-se necessário propor intervenções, como o aumento da quantidade de luminárias, a substituição de lâmpadas ou a redistribuição das fontes de luz. Por outro lado, níveis excessivamente elevados também podem causar desconforto, exigindo ajustes no sistema de iluminação.

É importante considerar que diversos fatores podem influenciar os resultados das medições. A variação da luz natural ao longo do dia, as características de reflexão das superfícies internas, o acúmulo de sujeira nas luminárias e o envelhecimento das lâmpadas são elementos que podem alterar significativamente os níveis de iluminância. Por essa razão, a análise dos dados deve levar em conta o contexto em que as medições foram realizadas, evitando interpretações equivocadas.

Por fim, a medição de iluminância com luxímetro deve ser entendida como um procedimento técnico que exige rigor metodológico e atenção aos detalhes. A adoção de boas práticas, como o uso de equipamentos calibrados, a realização de medições em condições representativas e o registro cuidadoso de todas as etapas, garante a confiabilidade dos resultados. Dessa forma, a avaliação luminotécnica se consolida como uma ferramenta indispensável para o projeto, a análise e a melhoria dos ambientes construídos, contribuindo para a qualidade dos espaços e o bem-estar dos usuários.



(ESQUEMA CRIADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL.)

EXERCÍCIOS PRÁTICOS (LUZ)

Cálculo pelo Método dos Lumens: Dimensionamento básico da quantidade de luminárias para um ambiente (Escritório 10x8m).

O correto dimensionamento de sistemas de iluminação é fundamental para garantir conforto visual, segurança, produtividade e eficiência energética em ambientes internos. Em locais de trabalho, especialmente escritórios, níveis inadequados de iluminação podem causar fadiga visual, queda de rendimento, desconforto e erros operacionais. Entre os métodos mais utilizados no dimensionamento preliminar de iluminação interna destaca-se o Método dos Lúmens, também conhecido como Método do Fluxo Luminoso Médio. Trata-se de um procedimento prático e confiável, empregado para determinar a quantidade de luminárias necessária em determinado ambiente, a partir das características geométricas do local, do nível de iluminância desejado e do desempenho dos equipamentos adotados.

Dados do exercício:

- Escritório: 36 m x 18 m
- Pé-direito: 3,50 m
- Iluminância média desejada (E_{med}) = 500 lux
- Ambiente: teto e paredes claros, piso escuro
- Manutenção: lâmpadas novas e limpas → 2.500 h
- Modelo de luminária: CAA01-S416 Lunicenter

Fórmula do Método dos Lúmens

$$n = \frac{E_{med} \cdot A}{n_{lamp} \cdot \Phi \cdot FU \cdot MF}$$

- n = número de luminárias
- E_{med} = iluminância média (lux)
- A = área (m²)
- n_{lamp} = número de lâmpadas por luminária
- Φ = fluxo luminoso de cada lâmpada (lm)
- FU = fator de utilização
- MF = fator de manutenção

1- Calcular a área

A = 36 × 18 = 648 m²

2- Calcular índice do local (K)

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

Onde:

- a = 36 m
- b = 18 m
- h = altura da luminária ao plano de trabalho

Para escritório, plano de trabalho = 0,80 m

Então:

$$h = 3,50 - 0,80 = 2,70 \text{ m}$$

Agora:

$$K = \frac{36 \cdot 18}{2,7(36+18)} = \frac{648}{145,8} = 4,44$$

3- Escolher FU

Para:

- teto claro
- paredes claras
- piso escuro
- K = 4,44

Normalmente em tabela de fabricante:

FU ≈ 0,72

4- Fator de manutenção (MF)

Ambiente limpo e 2.500h:

MF = 0,95

5- Dados da luminária CAA01-S416

Esse modelo usa:

- 4 lâmpadas fluorescentes de 16W
- fluxo médio por lâmpada ≈ 1350 lm

Então:

Fluxo total = 4 × 1350 = 5400 lm

6- Aplicar fórmula

$$n = \frac{500 \cdot 648}{5400 \cdot 0,72 \cdot 0,95}$$

Calculando numerador:

500 × 648 = 324000

Denominador:

5400 × 0,72 × 0,95 = 3693,6

Resultado:

$$n = \frac{324000}{3693,6} = 87,7$$

Resposta final

Arredondando para cima:

Serão necessárias

88 luminárias

Distribuição na sala

Sala:

- 36 m comprimento
- 18 m largura

7- Distribuição na sala

-intuitivo

11 colunas × 8 linhas = 88 luminárias

Assim:

- 11 luminárias no comprimento
- 8 luminárias na largura

Espaçamento

Comprimento:

36/11 = 3,27 m

Largura:

18/8 = 2,25 m

Conclusão Final

Quantidade necessária: **88 luminárias CAA01-S416**

Distribuição ideal:

11 x 8

Nível de iluminação atendido:

500 lux

CAA01-S416 LUNICENTER



CAA01-S416

EXERCÍCIOS PRÁTICOS (LUZ)

EXERCÍCIO 02

ÁREA = 18 x 36 m
3,50m

H =

K = 36 -18/3,5 (54) = 4.4

Nível de iluminâmcia 500
wx

MF = 5X3.50 (18=3)/648

Tet e parede claros e piso escuro

MF = 0.72

Período = 0,98

4 COLUNAS E 3 LINHAS

Área = 648

K(índice do local) = 4

LUMINÁRIA

FAA 04 -E 414

4 lâmpadas e 4x16WTLED

6400 → FLUXO LUMINOSO MÍN. E MÁX.
8000

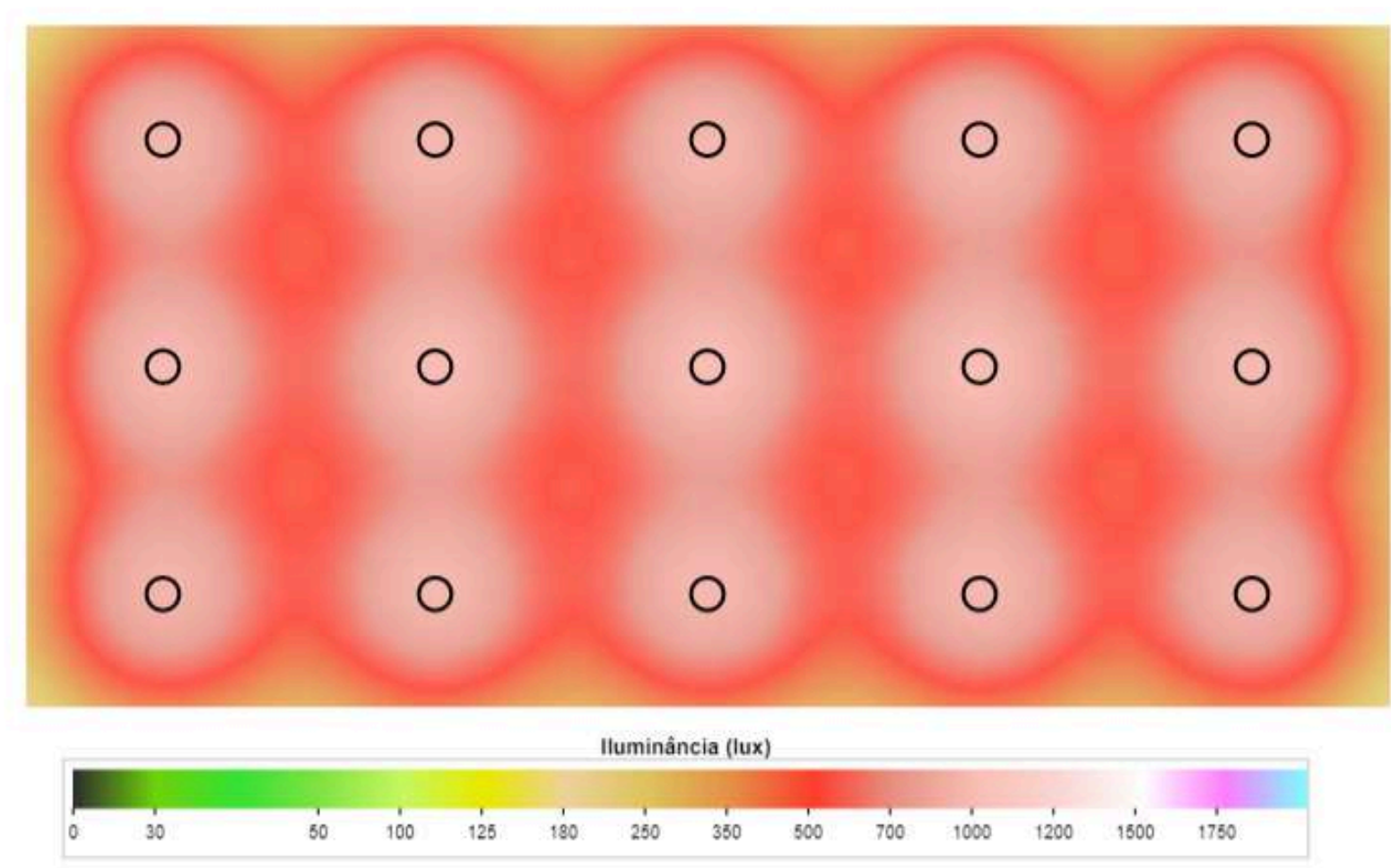
DISTRIBUIÇÃO SALA

H = 5400 X 648 / 0.25 X
16000 X 0.72 X 0.95

H=3499200/273,6

H= 13 LUMINÁRIAS

ESQUEMA DE DISPOSIÇÃO DAS LAMPADAS



FONTE: LUMISOFT

EXERCÍCIOS PRÁTICOS (LUZ)

1- DESEMPENHO DE LUMINÁRIAS E LAMPADAS

PERTO DA JANELA	MEIO: 12	LONGE: 1
A.		
INTERNO: 560		
EXTERNO: 5000		
B.		
INTERNO: 290		
EXTERNO (BANHEIRO 2 PISO) 38	MEIO: 87.8	LONGE: 9
C.		
INTERNO 460	MEIO: 460	LONGE: 10
EXTERNO: 8204		

A1= 62,2%	B1= 15,26%	C1=24,21%
A2= 1,3 %	B2=4,62%	C2=4,77%
A3= 0,052%	B3=1%	C3=0,026%

EXERCÍCIOS PRÁTICOS (LUZ)

Maquete Física ou Software: Simular a entrada de luz solar em uma abertura lateral vs. zenital no solstício de inverno.

A iluminação natural influencia diretamente o conforto e a qualidade dos espaços arquitetônicos. Durante o solstício de inverno, o sol apresenta trajetória mais baixa no céu, fazendo com que a luz incida de forma mais horizontal e penetre mais profundamente nos ambientes.

A iluminação lateral, recebida por janelas e aberturas nas fachadas, permite maior entrada de luz e calor para áreas internas, favorecendo o aquecimento passivo e reduzindo o uso de iluminação artificial. Já a iluminação zenital, captada por claraboias e sheds, distribui a luz de maneira mais uniforme, criando ambientes com menor contraste e maior conforto visual.

Entender o comportamento dessas estratégias no inverno é importante para projetar edifícios mais eficientes, aproveitando melhor a luz natural e as condições climáticas ao longo do ano.



FONTE: MAQUETE DIGITAL 3D GERADA POR IA

INTRODUÇÃO AO CONFORTO ACÚSTICO

A acústica arquitetônica é a ciência fundamental que dita a qualidade da experiência humana dentro de qualquer espaço construído, atuando diretamente na inteligibilidade da fala, na garantia da privacidade e na plena apreciação musical.

Para alcançar o conforto acústico ideal, o design de interiores precisa balancear de forma cirúrgica o isolamento acústico, que utiliza barreiras de alta densidade como paredes duplas, mantas de borracha e vidros laminados para impedir a transmissão de ruídos entre diferentes ambientes e o condicionamento acústico, que gerencia as reflexões sonoras internas por meio de painéis absorventes e difusores para eliminar o eco e controlar o tempo de reverberação. Quando esse equilíbrio falha, o ambiente torna-se vulnerável à poluição sonora, definida pelo excesso de ruídos indesejados e desorganizados que se diferenciam do som harmônico por sua capacidade de gerar desconforto imediato. Fisicamente, esses fenômenos são mensurados pela pressão sonora expressa em decibéis (dB), uma escala logarítmica onde pequenos acréscimos numéricos representam saltos gigantescos na percepção do volume e pela frequência medida em Hertz (Hz), que divide o espectro auditivo humano entre os sons graves (baixas frequências de vibração lenta, como motores e batidas), médios (faixa central que concentra a voz humana) e agudos (altas frequências de oscilação rápida, como apitos e chiados). A exposição contínua e negligenciada a esses estímulos desregulados acima dos limites seguros estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde desencadeia uma série de efeitos deletérios à saúde, atuando como um gatilho biológico para o estresse crônico com a liberação massiva de cortisol na corrente sanguínea, além de provocar distúrbios severos do sono, fadiga cognitiva, hipertensão arterial e, em casos mais graves de exposição prolongada a volumes elevados, a perda auditiva induzida por ruído e o surgimento de zumbidos crônicos irreversíveis.

Som vs. Ruído: A Natureza Física e a Percepção

A diferença entre som e ruído envolve tanto a física da onda quanto a psicologia humana.

O som é uma onda mecânica longitudinal. Ela precisa de um meio material para se propagar, ocorrendo através de ciclos de compressão e rarefação.

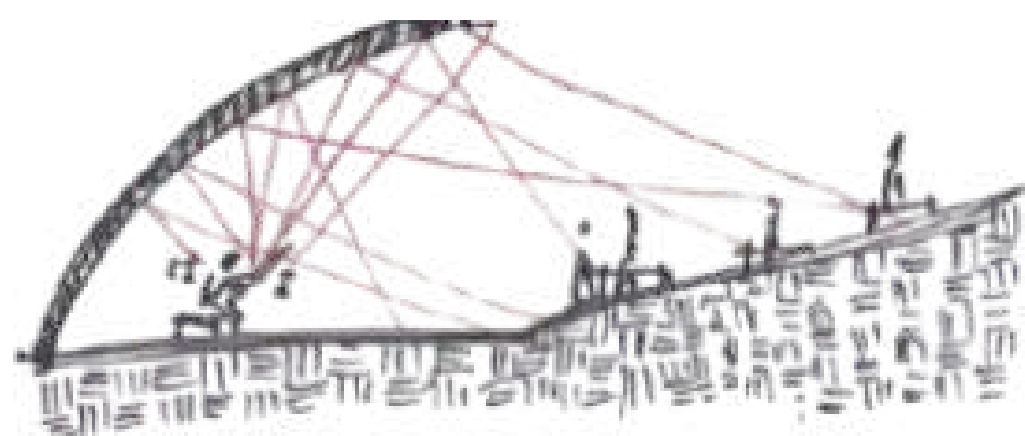
O ruído é a sobreposição de centenas de frequências que não possuem relação matemática ou harmônica entre si.

Pressão Sonora : Intensidade e Logaritmos

O Decibel não é uma unidade de medida fixa como o metro ou o quilo. Ele é uma razão matemática que compara a pressão de um som com o silêncio absoluto.

Frequência (Hz): O Espectro e as Faixas

A frequência determina a velocidade da vibração. Se uma corda vai e volta 100 vezes em um segundo, ela gera um som de 100 Hz.



Concha Acústica do Exército Brasileiro

O funcionamento de uma concha acústica baseia-se na **reflexão, direcionamento e concentração das ondas sonoras**. A estrutura atua como uma barreira física e um refletor, impedindo que o som se disperse em áreas abertas e canalizando-o de forma homogênea para o público, melhorando a experiência auditiva.

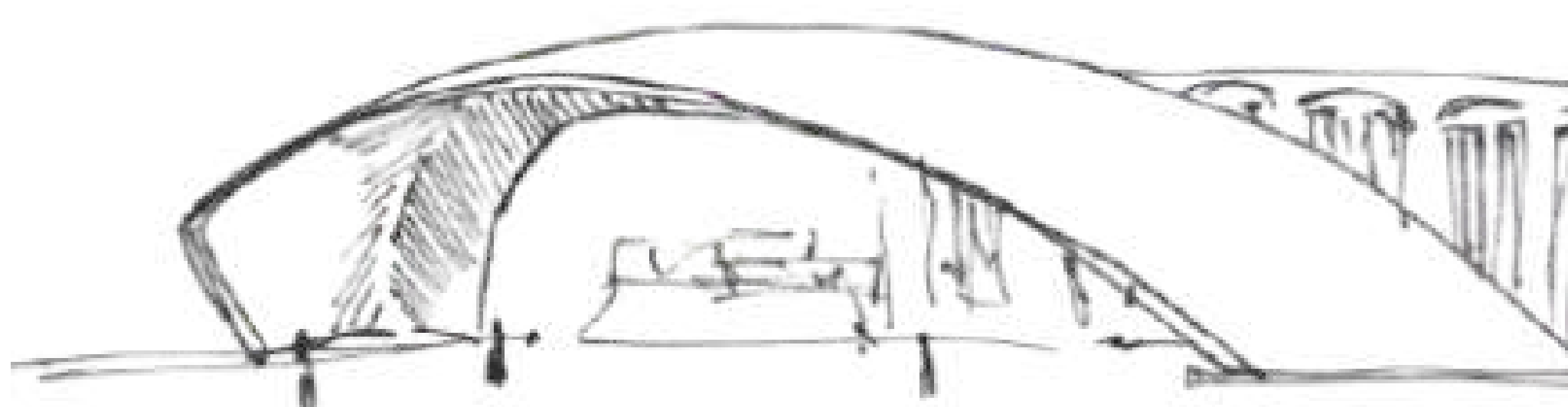


ILUSTRAÇÃO 23 E 24 -GIOVANNA VERSIANI

COMPORTAMENTO SOLUÇÕES ACÚSTICA

Soluções Construtivas:

A acústica na construção civil é responsável por controlar a propagação dos sons dentro e fora dos ambientes, proporcionando conforto, privacidade e melhor qualidade de vida aos usuários. O planejamento acústico deve ser considerado desde a fase inicial do projeto arquitetônico, utilizando materiais e técnicas adequadas para reduzir ruídos indesejados.

As principais soluções construtivas para o tratamento acústico incluem o uso de paredes duplas com câmaras de ar, que aumentam o isolamento sonoro entre ambientes. Outra alternativa é a utilização de lã de vidro ou lã de rocha no interior das paredes e forros, materiais que absorvem as ondas sonoras e reduzem sua transmissão.

Nos pisos, podem ser aplicadas mantas acústicas sob o revestimento para diminuir ruídos de impacto, como passos e movimentação de móveis. Já nas esquadrias, o uso de vidros duplos ou laminados contribui significativamente para o isolamento de sons externos, especialmente em áreas urbanas com grande fluxo de veículos.

Os forros acústicos também são amplamente utilizados em auditórios, salas de aula, escritórios e ambientes corporativos. Esses elementos absorvem parte das ondas sonoras, reduzindo a reverberação e melhorando a inteligibilidade da fala.

Além dos materiais, a disposição dos ambientes no projeto influencia diretamente o desempenho acústico. Áreas mais silenciosas, como dormitórios e salas de estudo, devem ser posicionadas longe de fontes de ruído, como ruas movimentadas, elevadores e áreas de convivência.

Dessa forma, as soluções construtivas acústicas contribuem para ambientes mais confortáveis, funcionais e eficientes, atendendo às exigências de desempenho estabelecidas pelas normas técnicas e promovendo o bem-estar dos usuários.

Fenômenos Físicos:

Os fenômenos físicos na acústica correspondem ao comportamento das ondas sonoras ao se propagarem em um ambiente. Entre os principais estão a reflexão, quando o som encontra uma superfície e retorna ao ambiente, podendo causar eco; a absorção, em que parte da energia sonora é absorvida por materiais como lã de rocha, carpetes e forros acústicos; e a transmissão, que ocorre quando o som atravessa paredes, pisos ou outros elementos construtivos.

Outro fenômeno importante é a difração, que permite ao som contornar obstáculos e se espalhar por diferentes áreas. Há também a refração, caracterizada pela mudança de direção das ondas sonoras devido a variações de temperatura ou densidade do ar. O controle desses fenômenos é fundamental no projeto arquitetônico para garantir conforto acústico, reduzir ruídos indesejados e melhorar a qualidade sonora dos ambientes.

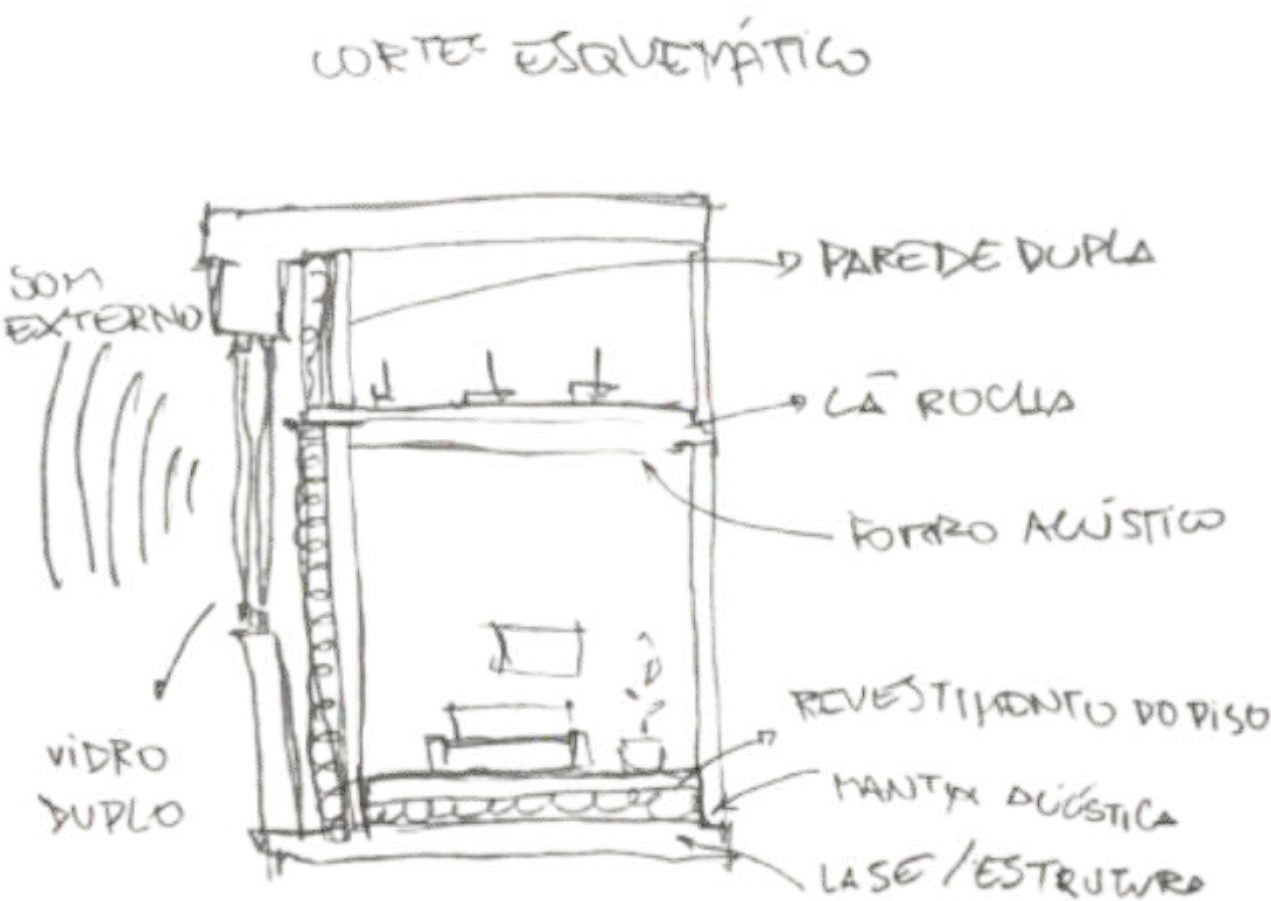


ILUSTRAÇÃO 25 -GIOVANNA VERSIANI

TRATAMENTO ACÚSTICO

MATERIAIS E ELEMENTOS:

Existem três categorias principais de materiais utilizados no tratamento acústico de ambientes: materiais absorventes, materiais difusores e materiais isolantes. Cada um desempenha uma função específica no controle do som.

1. Materiais Absorventes

Os materiais absorventes têm a função de reduzir a reflexão das ondas sonoras, diminuindo a reverberação e o eco no ambiente. Eles convertem parte da energia sonora em calor por meio do atrito entre o ar e sua estrutura porosa. Exemplos:

- Lã de vidro - muito utilizada em forros e painéis acústicos;
- Lã de rocha - apresenta bom desempenho acústico e resistência ao fogo;
- Espuma acústica de poliuretano - comum em estúdios, auditórios e salas de ensaio.

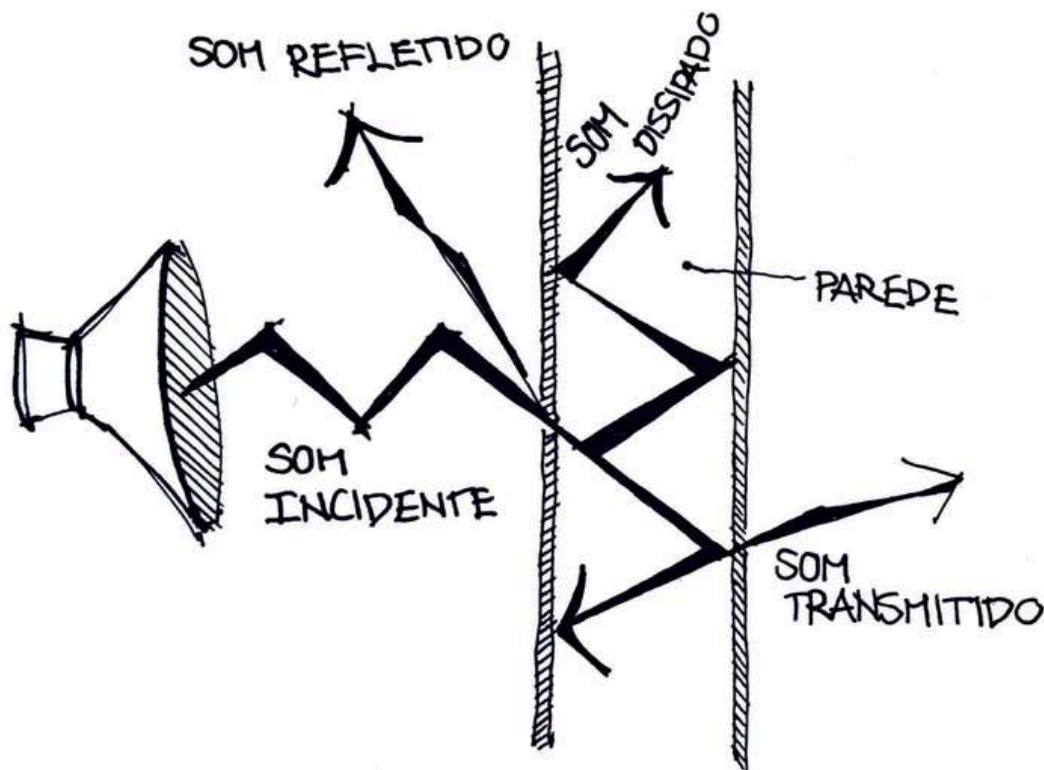


ILUSTRAÇÃO 26 - NICOLAS NASSUR

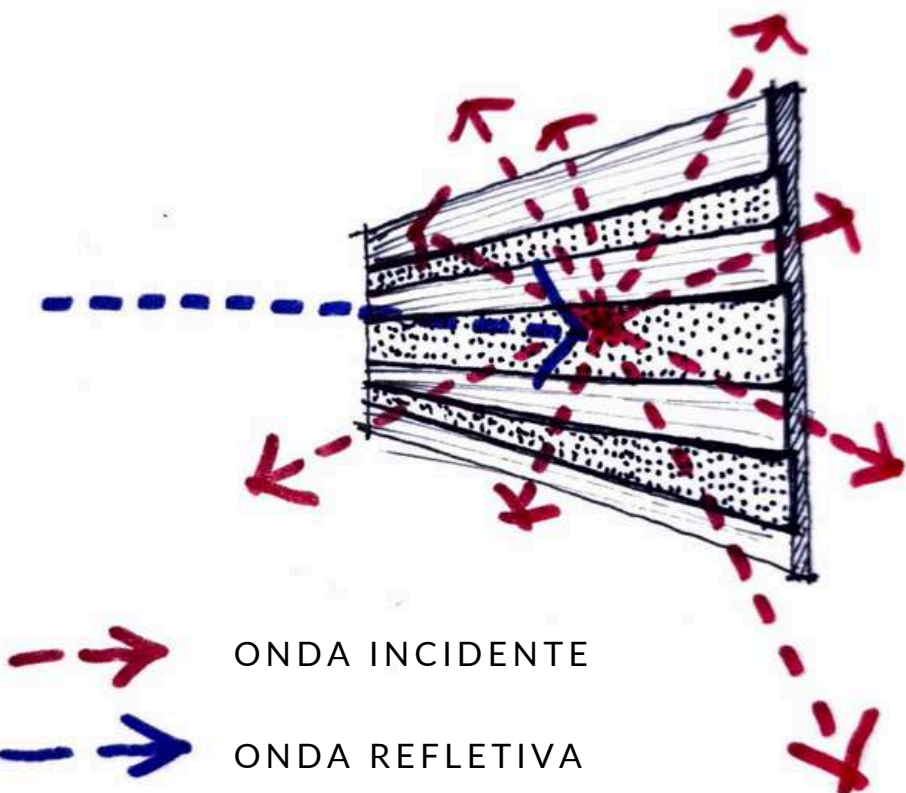


ILUSTRAÇÃO 27 - NICOLAS NASSUR

2. Materiais Difusores

Os difusores têm a função de dispersar as ondas sonoras em diferentes direções, promovendo uma distribuição mais uniforme do som no ambiente. Ao contrário dos absorventes, eles não eliminam a energia sonora, mas evitam concentrações excessivas e ecos localizados.

Exemplos:

- Painéis de madeira com geometrias tridimensionais (QRD - Quadratic Residue Diffuser);
- Superfícies irregulares em gesso ou concreto aparente;
- Estantes de livros ou painéis ripados com profundidades variadas.

3. Materiais Isolantes

Os materiais isolantes têm como objetivo impedir ou reduzir a transmissão do som entre ambientes, funcionando como uma barreira física à propagação sonora. Em geral, quanto maior a massa e a estanqueidade do elemento, melhor será o isolamento acústico.

Exemplos:

- Vidro laminado duplo ou insulado;
- Paredes de concreto armado ou alvenaria maciça;
- Placas de gesso acartonado com preenchimento em lã mineral (sistema drywall acústico).

CORTE ESQUMÁTICO PAREDE PREENCHIDA COM LÃ DE ROCHA

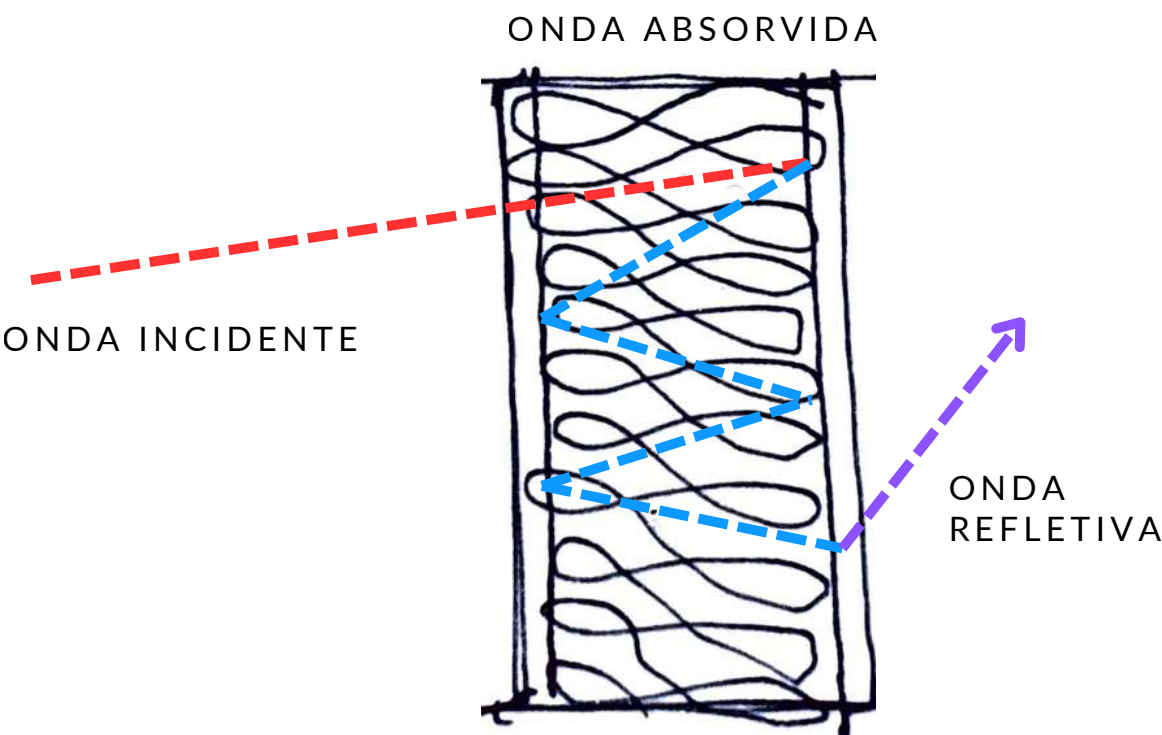
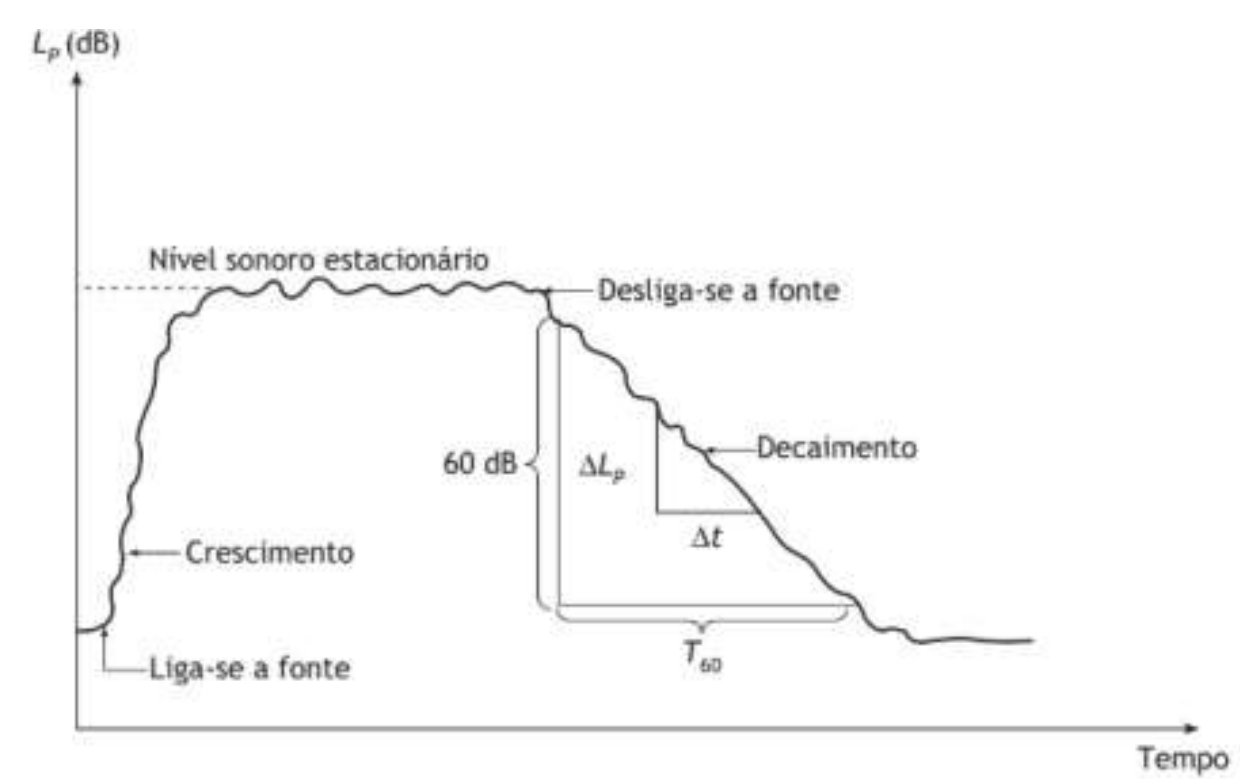


ILUSTRAÇÃO 28 - NICOLAS NASSUR

TEMPO DE REVERBERAÇÃO (RT60):

é o principal parâmetro de avaliação acústica de um ambiente. Corresponde ao tempo necessário para que o nível sonoro diminua em 60 dB após a interrupção da fonte sonora. Esse valor influencia diretamente a clareza da fala e a qualidade da percepção sonora, variando de acordo com o volume do espaço e a quantidade de materiais absorventes presentes. De acordo com Bistafa (2018) o tempo de reverberação (TR) é definido como o tempo necessário para que o nível de pressão sonora de um som em um ambiente caia 60 dB, depois da interrupção da emissão sonora da fonte.



EXERCÍCIO DE ACÚSTICA SALA 8205 (UNICEUB)

Dados do Ambiente
Dimensão Valor
Comprimento × Largura : 9,00 × 9,00 m
Pé-direito: 2,90 m
Volume total (V): 234,09 m³

Tabela de Absorção Sonora (f = 500 Hz)

Superfície / Elemento	Área (m²)	Material	α	A (m² sabine)
Piso	81,00	Cerâmica / porcelanato	0,02	1,62
Teto (laje aparente)	81,00	Concreto liso aparente	0,02	1,62
Parede N	26,10	Alvenaria c/ pintura lisa	0,03	0,78
Parede S	26,10	Alvenaria c/ pintura lisa	0,03	0,78
Parede L	26,10	Alvenaria c/ pintura lisa	0,03	0,78
Parede O	26,10	Alvenaria c/ pintura lisa	0,03	0,78
Divisórias cabines (MDF)	54,00	MDF 15 mm s/ revestimento	0,05	2,70
Tampos de mesas	27,00	MDF / aglomerado	0,05	1,35
Cadeiras estofadas	—	15 unidades	0,20/un	3,00
Ocupação humana	25,50	15 pessoas sentadas	0,43	10,97
TOTAL				24,38

APLICAÇÃO DA FÓRMULA DE SABINE

$$RT60 = 0,161 \times 234,09 / 24,38 = 1,54 \text{ s}$$

Resultado

ParâmetroValor

RT60 calculado

1,54 s

Faixa recomendada (salas de aula / lab. informática)

0,50 s – 0,80 s

Situação

⚠ Acima do recomendado

Conclusão Técnica (síntese)

O RT60 de 1,54 s é aproximadamente o dobro do limite superior recomendado.

O conjunto reflexivo do ambiente – laje de concreto aparente, piso cerâmico e paredes pintadas – é o principal responsável pelo excesso de reverberação.

Recomenda-se:

- Forro acústico em lã mineral ou gesso com manta (maior ganho possível);
- Painéis absorventes nas paredes com $\alpha \geq 0,70$;
- Revestimento das divisórias de MDF com espuma ou lã de rocha;
- Piso vinílico com subcamada absorvente nas áreas de circulação.

Todas as equações, referências bibliográficas (Beranek, Bistafa, Carvalho, ISO 354, ANSI S12.60, NBR 10152).

QUESTÕES DE ACÚSTICA

1. DIFERENÇA ENTRE ISOLAMENTO ACÚSTICO E TRATAMENTO ACÚSTICO

O isolamento acústico tem como objetivo impedir ou reduzir a transmissão do som entre ambientes, evitando que ruídos externos entrem ou que sons internos se propaguem para outros espaços.

O isolamento é frequentemente alcançado através de:

- Paredes duplas ou desconectadas.
- Portas densas e bem vedadas.
- Janelas de vidro duplo ou triplo.
- Materiais isolantes específicos, como lã de rocha

Já o tratamento acústico busca controlar o comportamento do som dentro do próprio ambiente, reduzindo ecos e reverberações e melhorando a qualidade sonora. Em vez de bloquear o som, o condicionamento busca moldá-lo para melhorar a clareza e definição. Isso é realizado através de:

- Painéis absorventes para reduzir ecos e reverberações.
- Difusores para dispersar o som e evitar pontos quentes ou nulos.
- Bass traps para controlar frequências baixas.
- Outros tratamentos que influenciam a maneira como o som se propaga e interage com o ambiente.

2. POR QUE MATERIAIS LEVES SÃO MAUS ISOLANTES PARA SONS AÉREOS?

Materiais leves, como divisórias simples de drywall, possuem baixa massa e, por isso, vibram com maior facilidade quando atingidos pelas ondas sonoras. Essas vibrações são transmitidas para o outro lado da parede, permitindo a passagem do som. De acordo com a Lei da Massa, quanto maior a massa do elemento construtivo, maior tende a ser seu desempenho no isolamento de ruídos aéreos.

3. QUAL A FUNÇÃO DE UMA JUNTA ELÁSTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL?

A junta elástica tem a função de interromper a transmissão de vibrações entre elementos construtivos, reduzindo a propagação de ruídos estruturais. Além disso, ela absorve movimentações decorrentes de dilatações térmicas e deformações da estrutura, contribuindo para o conforto acústico e para a durabilidade da edificação.

4. COMO A FORMA ARQUITETÔNICA DE UM AUDITÓRIO INFLUENCIA NA DISTRIBUIÇÃO DO SOM?

A forma arquitetônica de um auditório exerce papel fundamental na qualidade acústica do ambiente, pois determina a maneira como as ondas sonoras se propagam e se refletem no espaço. Uma geometria bem projetada permite que o som seja distribuído de forma uniforme, proporcionando boa inteligibilidade da fala e qualidade musical para todos os espectadores.

Superfícies excessivamente paralelas podem provocar ecos e reflexões repetitivas, enquanto superfícies côncavas tendem a concentrar o som em determinados pontos, gerando focalizações indesejadas. Por esse motivo, é comum a utilização de paredes inclinadas, superfícies irregulares e elementos difusores, que contribuem para uma distribuição mais homogênea da energia sonora.

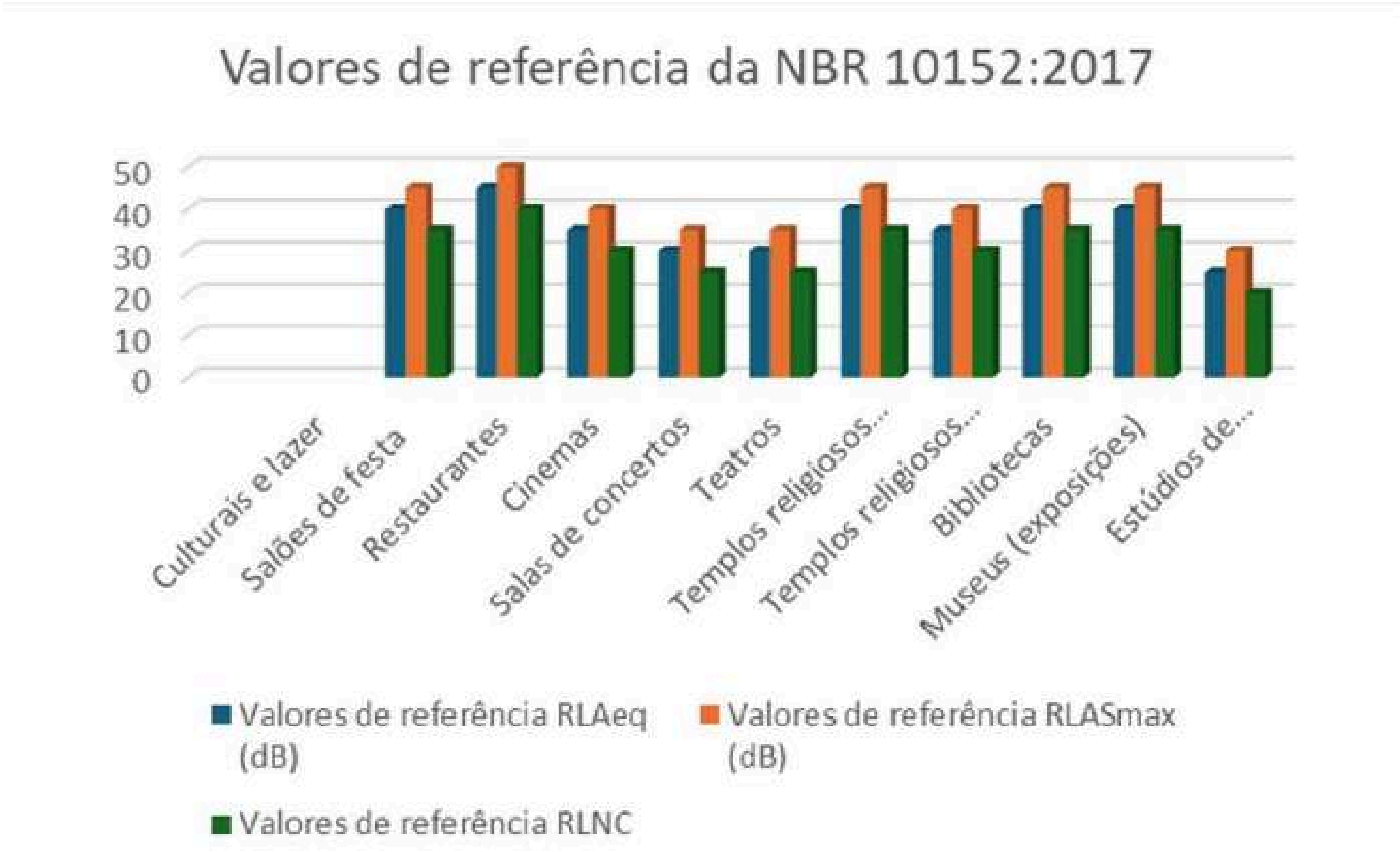
Além disso, as proporções do volume interno, a inclinação do teto e a disposição das superfícies refletoras próximas ao palco influenciam diretamente a clareza e o tempo de reverberação do ambiente. Dessa forma, a configuração arquitetônica do auditório é um dos principais fatores responsáveis pelo desempenho acústico e pelo conforto dos usuários.

TIPOLOGIAS ESPECÍFICAS (ACÚSTICA)

Há dois tipos de ruídos que são mister para o estudo do isolamento. O ruído aéreo, caracterizado por vozes, trânsito, aviões ou música, onde seu tratamento é feito com barreiras como paredes, divisórias, portas ou janelas. Considerando que quanto maior o peso ou a massa destes componentes, maior o seu índice de isolamento acústico. O segundo é o ruído de impacto, como passos do apartamento no andar superior que é transmitido via estrutura, ou seja, pela vibração que caminha através de teto e paredes, chegando até o receptor (quem ouve). O isolamento deste tipo de ruído exige um sistema de amortecimento, como pisos flutuantes, evitando que o impacto alcance a estrutura principal (Schroder, 2022).

Valores de referência para ambientes internos de uma edificação de acordo com suas finalidades de uso

(ABNT NBR 10152-2017)



FONTE: CENTRO DE ENSINO SUPERIOR DO AMAPÁ - CEAP

TIPOLOGIAS ESPECÍFICAS (ACÚSTICA)

• AUDITÓRIOS E TEATROS

Os auditórios e teatros exigem um projeto acústico voltado para a distribuição homogênea do som e para a qualidade da escuta em todos os assentos. A geometria da sala exerce grande influência, formatos Principais e Efeitos na Reverberação

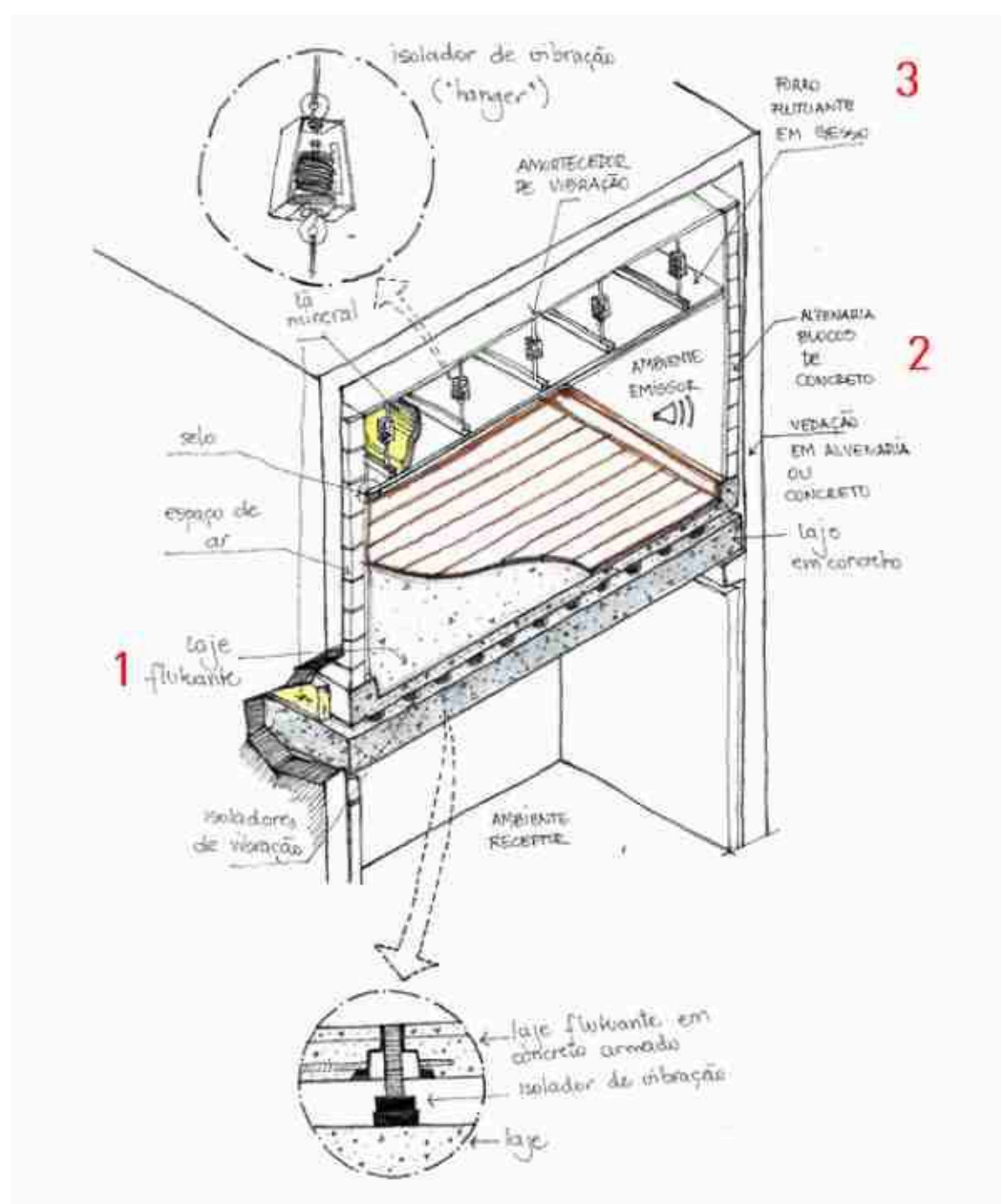
- Retangular (Caixa de Sapatos): É considerado o padrão-ouro para salas de concerto sinfônico. As paredes laterais paralelas e refletoras criam reflexões laterais ricas que geram uma sensação de "envolvimento sonoro", permitindo tempos de reverberação longos (entre 1,5 e 2,2 segundos), ideais para música erudita.
- Em Leque (Fan-shaped): Muito comum em auditórios modernos e salas de palestra. Embora ofereça excelente visibilidade e acomode mais público próximo ao palco, as paredes laterais divergentes tendem a direcionar o som para a parte de trás, enfraquecendo as reflexões laterais e encurtando o tempo de reverberação. Isso é excelente para a inteligibilidade da fala (palestras), mas prejudicial para a música.
- Ferradura / Italiano: Tradicional em teatros de ópera. As várias galerias e camarotes quebram as ondas sonoras, agindo como difusores naturais. Isso evita a formação de ecos (como o eco flutuante) e mantém a reverberação controlada e equilibrada.

O tempo de reverberação (RT60) ideal para um auditório varia conforme o volume da sala e o uso principal, oscilando geralmente entre 0,6 s e 1,2 s. Valores fora dessa faixa causam desconforto: excesso cria eco e "embolamento" das palavras, enquanto um som muito "seco" gera cansaço acústico

• ESTÚDIOS DE GRAVAÇÃO

A tipologia acústica de um estúdio de gravação divide-se em duas disciplinas fundamentais: o isolamento (impedir a entrada/saída de som) e o condicionamento (controlar as reflexões internas). O projeto baseia-se na técnica box in the box (sala dentro de sala), com controle rigoroso de ressonâncias, ecos flutuantes e tempos de reverberação.

O sistema Box in Box (caixa dentro de caixa) para estúdios funciona através da criação de uma estrutura interna completa — composta por piso, paredes e teto — que é totalmente desacoplada da estrutura original do edifício. O objetivo fundamental desse método é a isolação de vibrações e ruídos, impedindo que o som gerado no estúdio saia para o ambiente externo e que ruídos externos interfiram nas gravações.



• SALAS DE AULA

o que mais interfere em uma sala de aula é a relação sinal ruído (S/R). Quanto mais positiva ela se apresentar, melhor situação de escuta será oferecida aos alunos. Quanto mais próxima ao zero ou negativa, pior a situação para que os alunos possam entender a fala do professor. A elucidação sobre esta relação é importante. Vamos pensar em uma sala de aula. A voz do professor será chamada de sinal (S) e o barulho ao qual a sala está subjugada, seja ele advindo de fora ou dentro da escola, será chamado de ruído (R). Ao utilizarmos um medidor de pressão sonora, iremos constatar uma intensidade de voz utilizada por este professor (por exemplo 70dB) e uma intensidade do ruído (por exemplo 80dB). Neste nosso exemplo, a sala de aula estaria à mercê de uma relação S/R de -10dB.

Devemos ressaltar aqui que existe recomendação para que os níveis médios de ruído dentro de uma sala de aula estejam entre 35 a 45dB , pois níveis entre 50-65dB (embora aceitáveis) provocam um estresse leve, dando início ao desconforto auditivo, vigilância e agitação (Thiery e Meyer, 1988).

• RESTAURANTE

Em restaurantes e espaços de alimentação, o conforto acústico está associado ao controle do ruído de fundo, de modo a proporcionar uma experiência agradável e favorecer a comunicação entre os usuários. A superposição de conversas, o funcionamento de equipamentos e a presença de superfícies excessivamente refletoras podem elevar os níveis sonoros e comprometer a inteligibilidade da fala, levando os clientes a aumentarem involuntariamente o tom de voz e intensificando ainda mais o ambiente sonoro.

De maneira geral, recomenda-se que os níveis de ruído em áreas de refeição permaneçam entre 45 e 55 dB(A), faixa considerada adequada para conversas confortáveis e permanência prolongada. Valores superiores a 65 dB(A) podem causar desconforto e dificultar a comunicação, enquanto níveis acima de 70 dB(A) tendem a gerar fadiga auditiva e reduzir a qualidade da experiência dos usuários.

Exemplo: em restaurantes de grande capacidade, a utilização de forros acústicos, painéis absorventes, revestimentos em madeira perfurada e mobiliário estofado contribui para reduzir o tempo de reverberação e controlar a propagação sonora. Além disso, a separação entre o salão principal e as áreas de cozinha ou equipamentos mecânicos minimiza a transmissão dos ruídos operacionais para os espaços de permanência dos clientes.

Principais estratégias:

- Controle do ruído de fundo entre 45 e 55 dB(A);
- Redução do tempo de reverberação por meio de materiais absorventes;
- Isolamento acústico de cozinhas, exaustores e equipamentos;
- Setorização dos ambientes para limitar a propagação do som;
- Tratamento das fachadas para atenuar ruídos externos.

CONCLUSÃO

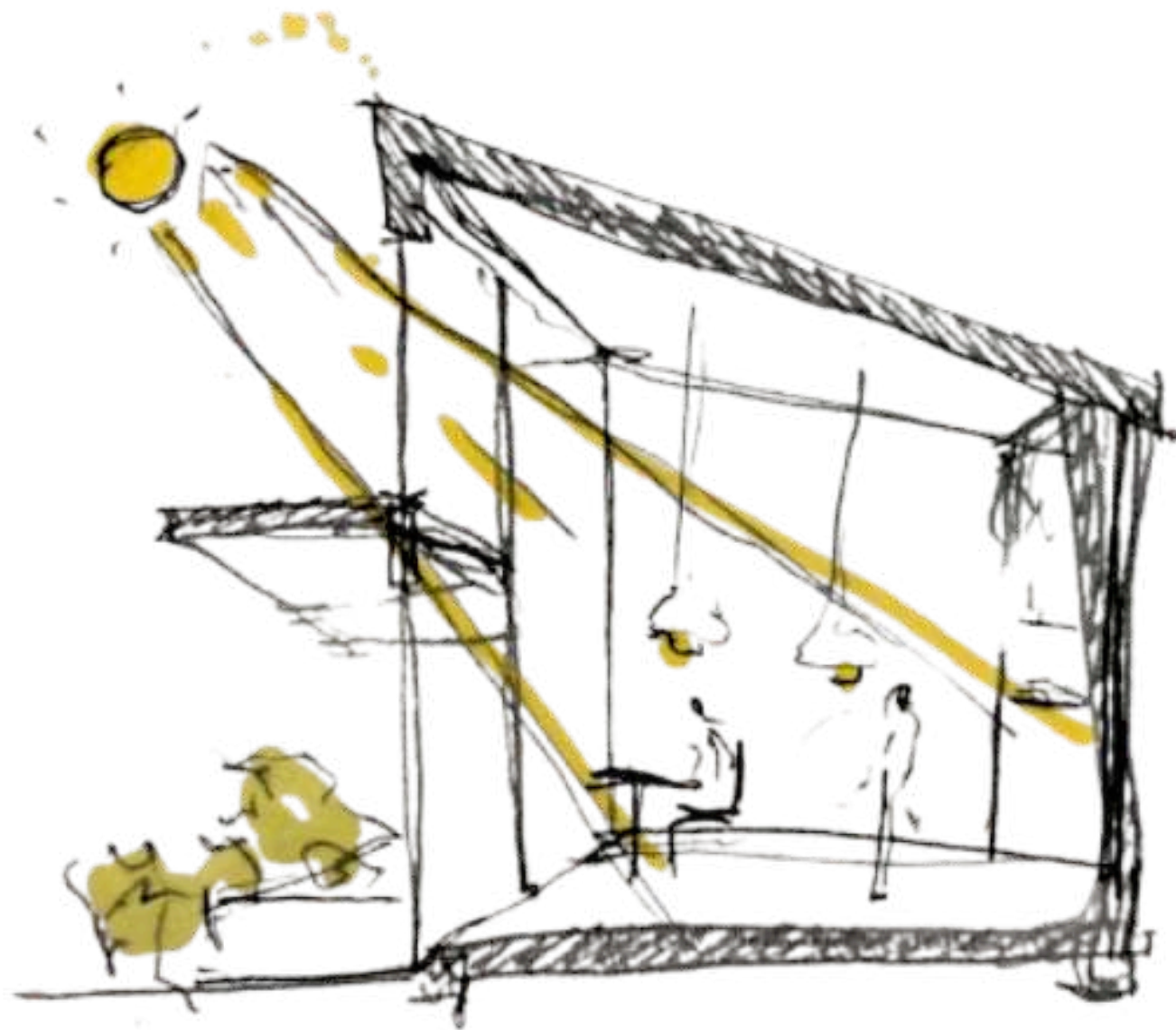
A arquitetura é uma experiência essencialmente sensorial, e a qualidade dos espaços está diretamente relacionada à maneira como luz e som são percebidos pelos usuários. Ao longo deste estudo, foi possível compreender que o conforto luminoso e o conforto acústico não constituem aspectos isolados do projeto, mas elementos complementares que influenciam a funcionalidade, a percepção espacial, a saúde e o bem-estar humano.

A luz, natural ou artificial, atua como instrumento de composição arquitetônica, capaz de revelar formas, valorizar materiais, orientar percursos e construir atmosferas distintas. Da mesma forma, o som e o controle acústico desempenham papel fundamental na qualificação dos ambientes, assegurando condições adequadas para comunicação, concentração, privacidade e permanência.

Mais do que atender a parâmetros normativos, projetar com atenção à luz e ao som significa compreender a arquitetura em sua dimensão humana. As decisões relativas à orientação da edificação, às aberturas, aos materiais e aos sistemas construtivos demonstram que o conforto ambiental deve ser considerado desde o partido arquitetônico, integrando aspectos técnicos, funcionais e sensoriais em uma única estratégia projetual.

Nesse contexto, evidencia-se a interdependência entre os sistemas de iluminação e acústica na construção de espaços mais eficientes, sustentáveis e acolhedores. Assim, a visão holística do projeto torna-se indispensável para que a arquitetura seja capaz de proporcionar experiências de qualidade, promovendo não apenas o desempenho dos ambientes, mas também a saúde, o bem-estar e a relação sensível entre o ser humano e o espaço construído.

A INTEGRAÇÃO ENTRE ILUMINAÇÃO E ACÚSTICA EM UM PROJETO ARQUITETÔNICO.



A LUZ NATURAL E ARTIFICIAL (SOL E LUMINÁRIAS) E O CONTROLE DO SOM (ONDAS E PAINEL ACÚSTICO) FORAM REPRESENTADOS PARA MOSTRAR QUE AMBOS TRABALHAM JUNTOS PARA PROPORCIONAR CONFORTO, FUNCIONALIDADE E BEM-ESTAR AOS USUÁRIOS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PROACÚSTICA
2. BISTAFA, SYLVIO R. ACÚSTICA APLICADA AO CONTROLE DO RUÍDO. 3. ED. SÃO PAULO: BLUCHER, 2018.
3. LONG, MARSHALL. ARCHITECTURAL ACOUSTICS. 2. ED. BURLINGTON: ELSEVIER, 2014.
4. EGAN, M. DAVID. ARCHITECTURAL ACOUSTICS. NEW YORK: J. ROSS PUBLISHING, 2007.
5. ABNT NBR 10152:2017 - NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA EM AMBIENTES INTERNOS A EDIFICAÇÕES.
6. ABNT NBR 12179:1992 - TRATAMENTO ACÚSTICO EM RECINTOS FECHADOS.
7. REFERÊNCIAS
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES DE TRABALHO - PARTE 1: INTERIOR. RIO DE JANEIRO: ABNT, 2013.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15215. ILUMINAÇÃO NATURAL. RIO DE JANEIRO: ABNT, 2005.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10152:2017. ACÚSTICA – NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA EM AMBIENTES INTERNOS A EDIFICAÇÕES. RIO DE JANEIRO: ABNT, 2017.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575. EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS - DESEMPENHO. RIO DE JANEIRO: ABNT, 2021.
12. BAKER, NICK; STEEMERS, KOEN. DAYLIGHT DESIGN OF BUILDINGS. LONDON: JAMES & JAMES, 2002.
13. GEHL, JAN GEHL. CIDADES PARA PESSOAS. 3. ED. SÃO PAULO: PERSPECTIVA, 2015.
14. HOPKINSON, R. G.; PETTHERBRIDGE, P.; LONGMORE, J. DAYLIGHTING. LONDON: HEINEMANN, 1966.
15. ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY. THE LIGHTING HANDBOOK. 10. ED. NEW YORK: IES, 2011.
16. LAMBERTS, ROBERTO; DUTRA, LUCIANO; PEREIRA, FERNANDO OSCAR RUTTKAY. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ARQUITETURA. 3. ED. RIO DE JANEIRO: PROCEL/ELETOBRAS, 2014.
17. LECHNER, NORBERT. HEATING, COOLING, LIGHTING: SUSTAINABLE DESIGN METHODS FOR ARCHITECTS. 4. ED. HOBOKEN: WILEY, 2015.
18. RECUERO, MARCELO. ACÚSTICA ARQUITETÔNICA. PORTO ALEGRE: BOOKMAN, 2002.
19. SABINE, WALLACE CLEMENT SABINE. COLLECTED PAPERS ON ACOUSTICS. CAMBRIDGE: HARVARD UNIVERSITY PRESS, 1922.
20. SZOKOLAY, STEVEN V. INTRODUCTION TO ARCHITECTURAL SCIENCE: THE BASIS OF SUSTAINABLE DESIGN. 3. ED. OXFORD: ROUTLEDGE, 2014.