

A Ergonomia dos espaços e a iluminação: experiências sensoriais

Prof. Me. Lotos Dias Medeiros¹

Co-autora: Fernanda Cshapiro²

Co-autora: Paola Longhini Vianna³

RESUMO

A ergonomia é fundamental para execução de espaços saudáveis em prol das atividades diárias do ser humano, deve seguir normas específicas para projetar detalhes arquitetônicos, dimensão dos mobiliários e disposição do conjunto. A dosagem da iluminação natural depende da ergonomia e tem contribuições benéficas para a vida, colabora na produção de melatonina, aumento da vitamina D no organismo e diminui a fadiga. O objetivo deste artigo é mostrar como os mesmos trabalham em conjunto para melhorar o desempenho das atividades do homem, além de contribuir para sua saúde.

Palavras-chave: Ergonomia. Trabalho. Saúde. Luminância. Natural. Artificial. Homem.

ABSTRACT

Ergonomics is fundamental for the execution of healthy spaces in favor of the daily activities of the human being, must follow specific norms to design architectural details, dimension of the furniture and arrangement of the set. The dosage of natural lighting depends on ergonomics and has beneficial contributions to life, helps in the production of melatonin, increase vitamin D in the body and reduces fatigue. The purpose of this article is to show how they work together to improve the performance of the man's activities, in addition to contributing to his health.

Keywords: Ergonomics. Job. Health. Luminance. Natural. Artificial. Men.

¹ Centro Universitário Belas Artes de São Paulo – FEBASP – São Paulo – Brasil
lotos.medeiros@belasartes.br

² Centro Universitário Belas Artes de São Paulo – FEBASP – São Paulo – Brasil
fecshapiro@hotmail.com

³ Centro Universitário Belas Artes de São Paulo – FEBASP – São Paulo – Brasil
paola.l.vianna@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O abrigo foi pioneiro na concepção da arquitetura e construção predominante nas sociedades primitivas, elemento principal para a organização espacial de diversos povos. Filósofos arquitetos como Vitrúvio⁴ ou Joseph Rykwert⁵ citam diversas vezes “o mito da cabana primitiva”, sabedoria que o ser humano possui para construção composta por quatro paredes e um telhado de duas águas.

A arquitetura como arte de construir tem como objetivo principal abrigar o ser humano e suas atividades. São pensadas em sua dimensão funcional, pragmática e simbólica, considerando o homem em sua totalidade complexa. Cabe ao arquiteto interiorizar e compreender as atividades a serem realizadas em um determinado espaço para que possa projetar o ambiente a partir das sensações que ele intenciona causar no usuário.

Segundo HEIDEGGER (1997), filósofo alemão (1889-1976), a metodologia fenomenológica é uma filosofia existencial que estuda a relação do ser com o mundo. Pode servir de base projetual na relação interdependente entre homem e ambiente.

Durante o desenvolvimento de um projeto arquitetônico é indispensável uma reflexão e sensibilidade do arquiteto para compreender o outro, sua cultura, suas preferências e vontades. É essencial aprender a ver e experimentar através de todos os sentidos, fazendo com que a arquitetura enquanto arte suscite emoções.

A arquitetura estabelece diferentes sensações, em diferentes ambientes. Um ambiente apresenta diversas informações compostas pela manipulação de cores, texturas, luz, forma, temperatura e cheiros, características interpretadas de maneiras diferentes.

2. A LUZ COMO INFLUENCIADORA DAS SENSações

Ambientes pouco iluminados geram insegurança, como por exemplo: vias públicas, praças, viadutos, estradas, até nossa casa pela madrugada, quando sem iluminação transmitem uma sensação de apreensão. A luz é

⁴ Marcos Vitruvius Pollio viveu no século I a.C. Arquiteto e engenheiro romano, deixou como legado uma obra em 10 volumes “De Architectura” – tratado europeu do período greco-romano, serve como fonte de inspiração para a profissão.

⁵ Joseph Rykwert, nascido em 1926, é historiador de arte. Foi vencedor do Royal Gold Medal de 2014 e lecionou em diversas universidades prestigiadas como Harvard e Princeton, passando ainda pelo Institut d’Urbanisme in Paris e a University of Sydney.

fundamental na construção do espaço e interfere diretamente na produtividade humana diária.

A visão só se torna possível se houver o mínimo de luminosidade. Está condicionada a fenômenos físicos, filosóficos e psicológicos. É uma importante fonte de informação a respeito do espaço ambiental, possibilitando a interpretação de forma, tamanho, localização e características físicas do mundo e dos objetos. Canal responsável por 80% das informações que recebemos.

BERSON (2002), professor de medicina científica na Universidade de Brown, descobriu no ano de 2002 um terceiro fotorreceptor na retina dos mamíferos. Que se relacionado com melaptosin, outro foto pigmento, e através de um processo bioquímico, controla a glândula pineal (localizada no cérebro) para produzir a melatonina. Essa última é ligada ao ciclo circadiano, a forma como o organismo organiza suas funções quando o ser humano está acordado e dormindo.

A descoberta de David Berson transformou as pesquisas que estudam o espectro, a intensidade, a duração e o tipo de luz que influencia as respostas biológicas de cada indivíduo. Condições como cor, facilidade de controle de sistemas, presença de janelas, tipos de lâmpadas também afetam os aspectos fisiológicos e comportamentais. Ou seja, os ritmos circadianos são regulados por diversos fatores externos, sendo a luz prioritária na sincronização do homem no ritmo diurno e noturno.

Uma iluminação precária apresenta efeitos negativos no bem-estar humano. Pode conduzir execução ineficiente e perigosa das funções humanas, como por exemplo, circulação em edifícios e estradas, aumentando o risco de acidentes.

Lux é a unidade de medida de iluminamento do Sistema Internacional, é proporcional à produção de um fluxo luminoso uniformemente distribuindo em superfície de 1 lúmen por m². Assim, os efeitos nocivos da iluminação se baseiam tanto nos aspectos quantitativos (nível mínimo de iluminamento em lux), quanto qualitativos. Aspectos que interferem de forma negativa no conforto visual:

- a. Velamento: efeito criado por luz intensa no ambiente que reduz o contraste de luz e sombra na imagem – gera sensação de insegurança;
- b. Ofuscamento: intensa luz direta, incide sobre os olhos do usuário;
- c. Deslumbramento: luz penetra diretamente na pupila formando focos de escuridão como quando se olha para a luz intensa;

- d. Iluminamento uniforme prolongado: manter o ambiente constantemente e homoganeamente iluminado – o que traz prejuízos aos mecanismos fisiológicos do ser humano.

2.1 A LUZ ARTIFICIAL

Não há vida sem energia. Sua função é proporcionar suporte a luz natural, quando não atingidos os níveis luminotécnicos adequados para as funções realizadas nos espaços projetados. Ilumina a noite possibilitando a vida noturna, sem limitações de horário.

A lâmpada elétrica foi criada em 1879 por Thomas Edison⁶, empresário americano (1847 – 1931). Essa invenção permitiu que a luz se tornasse parte do projeto de decoração, criando a configuração de novos espaços. Como citado antes, qualidade e quantidade são fatores relevantes na hora de projetar. A qualidade está relacionada ao tipo de lâmpada escolhida, assim como sua distribuição e localização para que o feixe de luz incida corretamente sobre o que será iluminado. Enquanto a quantidade diz respeito aos níveis de iluminamento medidos em *lux*, fundamental para a realização da tarefa visual com o mínimo de esforço.

A Norma Brasileira NBR 5413, estabelece fatores determinantes e valores de iluminância mínimos para iluminação artificial em interiores, como mostram as tabelas a seguir. Tabela 01 tratando sobre as iluminâncias por classe de tarefas visuais e a tabela 02 sobre fatores determinantes da iluminância adequada.

⁶ Thomas Edison (1847-1931), foi um grande inventor da humanidade com um registro de 1.033 patentes. Entre suas diversas invenções: no ano de 1870 construiu um telégrafo para transmitir notícias de cotação da bolsa; em 1877 inventou o fonógrafo, aparelho reproduzidor de som que evoluiu para toca discos; e criou a lâmpada elétrica no ano de 1879.

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de atividade
A Iluminação geral para áreas usadas intermitentemente ou com tarefas visuais simples	20 - 30 - 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 - 75 - 100	Orientação simples para permanência curta
	100 - 150 - 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos
	200 - 300 - 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
B Iluminação geral para área de trabalho	500 - 750 - 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
	1000 - 1500 - 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2000 - 3000 - 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
	5000 - 7500 - 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000 - 15000 - 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Nota: As classes, bem como os tipos de atividade não são rígidos quanto às iluminâncias limites recomendadas, ficando a critério do projetista avançar ou não nos valores das classes/tipos de atividade adjacentes, dependendo das características do local/tarefa.

Tabela 01 – Fonte: NBR 5413 – Iluminância de interiores.

Características da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Tabela 02 – Fonte: NBR 5413 – Iluminância de interiores.

As cores na iluminação têm sido bastante estudadas no âmbito do conforto ambiental. GROPIUS⁷ (1945), arquiteto alemão, alega em seu livro *Bauhaus Nova arquitetura*: “a cor e a textura de superfície tem, por assim dizer, uma existência própria e emitem energias físicas, que são até mensuráveis. O efeito pode ser quente ou frio, aproximativo ou retrocessivo em relação a todos nós, de tensão ou de repouso, ou mesmo repulsivo ou atraente.”

A cor, além de funcionar como melhora da condição visual pela reflexão, tem funções terapêuticas. A cromoterapia, por exemplo, propõe a restauração

⁷ Walter Gropius (1883 - 1969), foi um dos arquitetos mais importantes do movimento moderno na Europa. Fundou, no ano de 1919, a escola de arquitetura conhecida como Bauhaus. Tanto a escola como o pensamento do arquiteto eram norteados pela frase “a forma segue a função”, sendo a qual se ensinava como parte importante do processo.

do equilíbrio a partir da utilização das cores. A tabela 03 relaciona as cores e suas funções terapêuticas.

CORES	FUNÇÕES TERAPÊUTICAS
Amarelo	Estimulação mental, concentração. Estimula a conversação.
Azul	Efeito tranquilizante e refrescante. Evita a insônia.
Branco	Excesso de claridade, leva a um cansaço mental.
Laranja	Estimulante, proporciona um ar estimulante ao ambiente.
Lilás	Sedante, pode causar sensação de frustração.
Rosa	Aconchegante, traz calor sem excitação.
Verde	Recompõem e equilibra. Efeito regenerador.
Vermelho	Excitante, pode deixar as pessoas agitadas e irritadiças.

Tabela 03 – Fonte: <http://pdf.blucher.com.br.s3.amazonaws.com/designproceedings/15ergodesign/214-E107.pdf>

O emprego as cores nos ambientes devem levar em consideração o tempo de permanência do ser humano no local.

2.2 A LUZ NATURAL

O sol é a principal fonte de energia terrestre. Seu calor aquece o planeta, promovendo formação de padrões climáticos, aquecendo mares, formando correntes oceânicas e movendo a atmosfera. Sem ele não há vida, sua energia é responsável por todas as formas de vida possibilitando a fotossíntese, importante para toda a cadeia alimentar.

O uso da energia solar apresenta vantagens no cotidiano. A construção civil busca não só pela eficiência energética econômica, como também pelo aprimoramento de recursos naturais – repercutindo na qualidade projetual e se adaptando a características de recursos naturais. Pode optar, por exemplo, por sistemas de aquecimento solar para a água utilizada diariamente, que será aquecida através de um coletor solar térmico (como mostra a ilustração 01). De acordo com o engenheiro mecânico Allan Starke⁸, pesquisador do Laboratório de Engenharia de Processos de Conversão e Tecnologia de Energia (Lepten), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), “O sistema de aquecimento de água doméstico é a tecnologia solar mais madura hoje em operação”.

⁸ Allan Ricardo Starke é graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em 2011, e possui mestrado na mesma área no ano de 2013. Suas pesquisas compreendem as áreas de geração e uso racional da energia no contexto de energia solar.

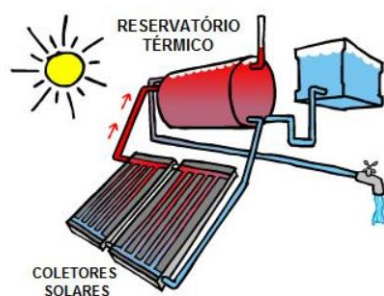


Ilustração 01 – Fonte: <http://pre.univesp.br/sol-primeira-fonte-de-luz-e-energia#.WfcZGWhSxPY>

Ainda de acordo com Allan, é possível que a luz do sol gere energia elétrica por meio do uso de painéis fotovoltaicos (imagem 02) ou por geração termoelétrica. Diminuição do efeito estufa, assim como do consumo de energia elétrica, são vantagens desse sistema, já que as termelétricas queimam combustíveis fósseis e o mundo vive na crise hídrica. Podemos observar esse tipo de sistema por painéis na imagem a baixo.



Imagem 02 – Fonte: <http://pre.univesp.br/sol-primeira-fonte-de-luz-e-energia#.WfcZGWhSxPY>

O uso dessa energia renovável e limpa diminui em até 70% o consumo do chuveiro elétrico de uma residência. E apresenta grande disponibilidade: “O montante de energia solar que chegou durante uma hora no planeta Terra foi equivalente ao consumo de energia em todo o mundo em 2001, considerando todas as fontes de energia combinadas”, diz Allan.

Econômica e abundante, a luz do sol ainda tem atribuições para a saúde humana. Sua ausência acarreta no surgimento de doenças. Dimas Bertolotti⁹, arquiteto, especialista em conforto ambiental e professor na universidade FIAM-FAAM (Faculdades Integradas Alcântara Machado - Faculdades de Artes Alcântara Machado) afirma que estudos atuais comprovam que a iluminação solar é importante para a ergonomia do espaço e para o ser humano. Essas pesquisas tiveram início no norte europeu, onde o dia é curto e a noite é mais

⁹ Dimas Bertolotti é arquiteto formado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), com especialização em conforto ambiental e conservação de energia. Possui mestrado em Tecnologia da Arquitetura pela mesma instituição. Atualmente é professor de Projeto Arquitetônico no FIAM - FAAM Centro Universitário, que faz parte da *Laureate International Universities*.

longa comprovando que os habitantes desses países sofrem de um tipo de depressão, chamada “SAD” (Seasonal Affective Disorder) Transtorno Afetivo Sazonal, em português.

De acordo com a publicação feita pela Redação AECweb / e-Constumarket, sem data, ainda segundo o arquiteto DIMAS (2017), o corpo humano é programado para ativar com iluminação natural. A luz estimula o cérebro, que é o responsável por avisar todo o resto do organismo que chegou o momento de acelerar as atividades vitais. Por tanto, sem luz é como se o corpo estivesse em repouso, causando sintomas da depressão. Além disso, o contato de luz natural no corpo se transforma em vitamina D, que ajuda no fortalecimento dos ossos, e há uma melhora no metabolismo e níveis de cortisol e melatonina, influenciando diretamente na qualidade do sono e no bem-estar do dia a dia, observamos essa grande diferença no gráfico a baixo. Por este motivo, as pessoas desenvolvem com mais vigor as tarefas de diárias, reduzindo fatores de estresse e cansaço. A imagem 03 a seguir, demonstra em curva o ritmo dos hormônios Melatonina e Cortisol em função das horas diárias.

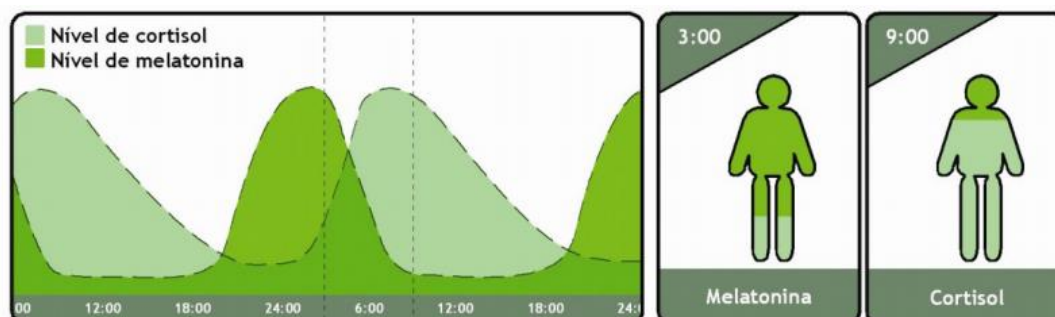


Imagem 03 - Fonte:

http://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/au/aut0213/Material_de_Apoio/A_Luz_do_Dia_na_Arquitetura_Recomendacoes_para_Projeto.pdf

Ambientes constantemente fechados que levam a exposição diária somente da luz artificial, causam prejuízos filosóficos ao ser humano como estresse e visão cansada. Hospitais, ambientes de trabalho e shoppings, por exemplo, são locais que poucas vezes são explorados o uso da luz solar. É recomendável que esses ambientes tenham a propriedade de receber a iluminação natural – tanto para diminuir custos de energia consumida, quanto como fator de equilíbrio do ciclo metabólico, duas estratégias para isso ocorrer são pela iluminação zenital com reflexão na parede e iluminação lateral da janela, a fim de evitar o ofuscamento na área de trabalho, como mostra os desenhos a baixo.

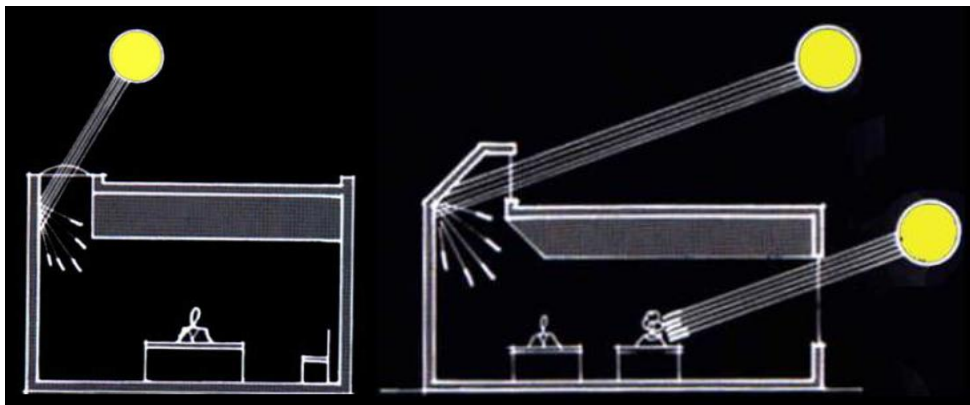


Imagem 04 – Estratégia de iluminação zenital. Parede utilizada como fonte de reflexão. – Fonte: Sunlighting as Formgiver for Architecture LAM, William M.C.

“O desafio atual para os luminotécnicos é definir de que maneira a luz afeta os indivíduos, não mais apenas em aspectos relacionados a visão, mas no que diz respeito ao processos metabólicos, porque é inegável que os ritmos biológicos são essencialmente controlados pelas qualidades dinâmicas e pelo ritmo da iluminação, e que qualquer desvio deste ritmo pode influenciar consideravelmente a saúde e bem-estar dos seres humanos.” MARTAU, Betina Tschiedel, 2009.

É possível explorar a luz do sol de forma indireta através da iluminação zenital. Ou seja, ela é refletida em algum lugar ou em um objeto e depois chega ao nosso campo de visão, para que assim se proporcione uma melhor forma de iluminação sem que haja radiação. Sheds, pátios internos, claraboias, jardim de inverno, poço de luz, cobertura retrátil, são soluções que levam a iluminação até os usuários de forma saudável.



Imagem 05 – Sheds, no Brasil, apresentam um melhor desempenho quando orientados a sul para latitudes compreendidas entre 24° e 32°S. **Imagem 06** – Lanternins, são duas faces opostas e iluminantes. No Brasil sua melhor orientação é N-S. – Fonte: Iluminação e Arquitetura – Vianna, Nelson Solano Gonçalves, Joana Carla S.



Imagem 07 – Claraboia, superfície iluminante em posição horizontal, o que requer maior manutenção. **Imagem 08** – Atrio, espaço central de uma edificação aberto na cobertura. Na foto, exemplo de tudo reflexivo para a captação de luz em conjunto com o átrio. – Fonte: Iluminação e Arquitetura – Vianna, Nelson Solano Gonçalves, Joana Carla S.

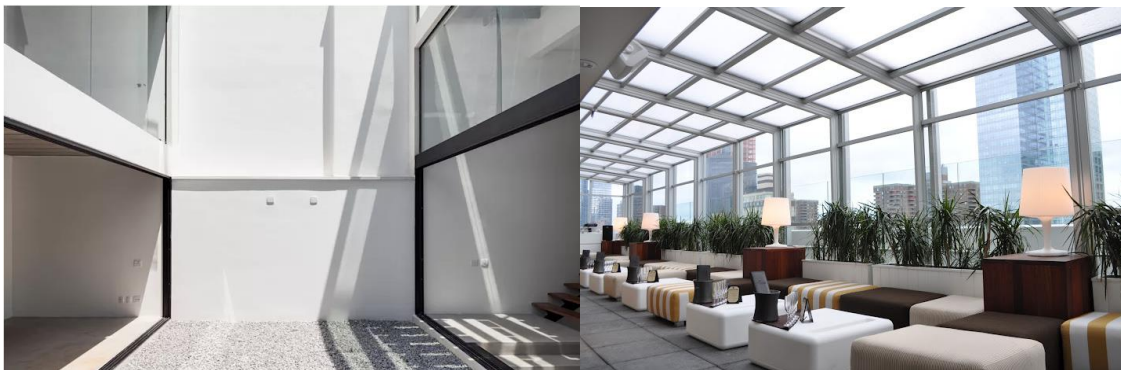


Imagem 09 – Poço de luz. **Fonte:** <https://www.homify.com.br/foto/391594/edificio-sabara>. **Imagem 10** - Cobertura retrátil de vidro. **Fonte:** <http://alucober.com.br/wp-content/uploads/2015/09/Cobertura-Retratil-Telescopica-Automatica-Policarbonato-Vidro-Bar-Restaurante-.7.jpg>

Segundo o arquiteto empreendedor, Filipe Boni (2016) a valorização da iluminação natural é manipulada pela entrada da luz de modo a fazer com que a mesma alcance uma maior profundidade sem perder sua intensidade. Para essa finalidade, o arquiteto deve observar as dimensões do espaço e decidir entre o uso de materiais refletores e absorventes de luz. Ele deve proporcionar a expansão da luz de forma equilibrada, se necessário realizando alterações estruturais, como modificações em janelas e paredes.

Os brises também reduzem a entrada da luz. A colocação em cada fachada é resultado de cálculos e testes de insolação que determinam quantidade e direção dos mesmos. Esses estudos podem ser realizados por meio de softwares que permitam a modelagem do edifício, além da avaliação de questões como a previsão de quantidade de iluminância diária no ambiente, qual a quantidade de calor e o tamanho das aberturas, por exemplo, como podemos observar nas imagens a baixo.

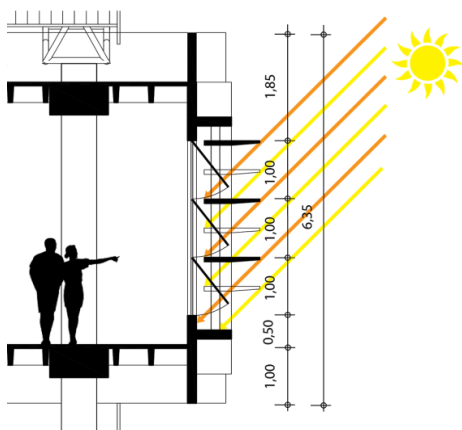


Imagem 11 – Esquema de insolação com brise. **Fonte:** <http://oarquitectoanonimo.blogspot.com.br/2015/08/tcc-saga-5-projeto-cuca-porangabussu.html>



Imagem 12 - Brise vertical - **Fonte:** <http://mariocorea.com/en/news/2014/03/subacute-hospital-in-mollet-published-in-architizer/>.
Imagem 13 – Brise horizontal – **Fonte:** <https://i.pinimg.com/originals/46/84/58/4684586b228832f7a53511fc983c8560.jpg>

“A iluminação natural colabora com a fluidez estética da arquitetura. As pessoas têm tendência a observar a forma ou tamanho da edificação e não prestam muita atenção na iluminação, mas os principais arquitetos usam a luz como elemento de projeto. Nas grandes obras, o papel da luz é essencial, porque realça os espaços. Os profissionais que utilizam esse recurso conseguem desenvolver construções interessantes e esteticamente agradáveis” BERTOLOTI, Dimas, 2017.

3. A ERGONOMIA DOS ESPAÇOS

A palavra *ergonomia* vem do grego: *ergon* que significa trabalho e *nomos* de legislação, normas. Tem como objetivo de otimizar e aplicar técnicas de adaptação do homem aos seus ambientes diários de vivência, visando o bem-estar.

A interação entre o ser humano e o espaço, desenvolve atividades psicológicas, socioculturais e físicas, condiciona relações, proporciona conforto e, portanto, produz qualidade de vida. É a partir dessas condições que se definem as proporções e dimensões específicas dentro de um projeto.

O início de um projeto ergonômico tem como foco o usuário final e qual sua função naquele espaço. Características como a estatura tendem a influenciar na instalação de bancadas, prateleiras e marcenarias, enquanto a idade condiciona a agilidade dos movimentos e, portanto, a largura de aberturas e portas e o grau de interferência dos obstáculos presentes. Essas relações de alturas e espaços de trabalho, por exemplo, podem ser percebidas na imagem 14 abaixo e na tabela 04 em seguida.

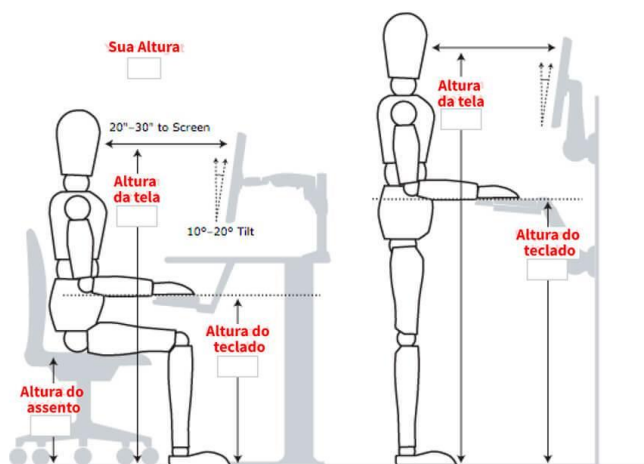


Imagem 14 – Fonte: <http://www3.pucrs.br/pucrs/files/uni/poa/fau/pdf/5>

Estatura em cm	Altura olhos em pé	Alturas cotovelos em pé	Altura olhos sentado	Altura cotovelos sentado	Altura assento
1.52	1.41	93	105	57	36
1.55	1.44	94	107	58	37
1.57	1.46	95	110	59	38
1.60	1.48	97	111	60	38
1.63	1.51	99	113	61	39
1.65	1.53	101	115	62	40
1.68	1.56	102	117	63	41
1.70	1.58	104	118	64	41
1.73	1.61	106	120	65	42
1.75	1.63	108	122	66	43
1.78	1.66	109	124	67	44
1.80	1.68	111	125	68	44
1.83	1.71	112	127	68	46
1.85	1.73	113	129	69	46
1.88	1.75	116	131	72	48
1.91	1.78	117	133	72	48
1.93	1.81	119	135	72	49

Tabela 04 – Fonte: <http://www3.pucrs.br/pucrs/files/uni/poa/fau/pdf/57.pdf>

Locais de trafego, como corredores, rampas, escadas, seguem tais diretrizes projetuais, apresentada no exemplo a baixo. Devem ser dimensionados com o propósito de interligarem lugares, pensando na quantidade de pessoas que ali transitam. Se as pessoas que ali transitarão tiverem idade avançada ou forem portadores de deficiência física, deverão conter corrimãos, materiais antiderrapantes e iluminação adequada. A imagem 15 mostra o dimensionamento de espaços mínimos para a circulação de cadeirantes.

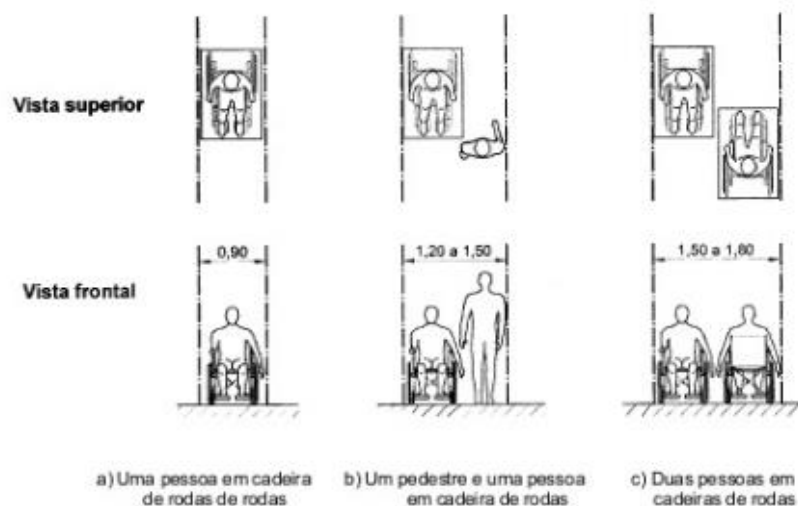


Imagem 15 – Fonte: ABNT NBR 9050:2004

Só virou ciência no século XX, mas sempre esteve presente nas atividades do cotidiano. A ergonomia estuda aspectos como:

- o homem: características físicas, fisiológicas, e sociais – como a influência do sexo, idade, treinamento e motivação;
- máquina: todas as ajudas materiais que o homem utiliza no seu trabalho (equipamentos, ferramentas, mobiliários e instalações);
- ambiente: características do ambiente físico que envolve o homem durante o trabalho – temperatura, ruídos, vibrações, luz, cores, gases;
- informação: comunicações existentes entre os elementos de um sistema – transmissão de informações, processamento e tomada de decisões;
- organização: conjugação de elementos acima citados no sistema produtivo, estudando aspectos como horários, turnos de trabalho e formação de equipes;
- consequências do trabalho: informações de controles como tarefas de inspeções, estudos dos erros e acidentes, além dos estudos sobre gastos energéticos, fadiga e “stress”.

O conjunto destes pontos permite projetar ambientes seguros, saudáveis, confortáveis e eficientes. Utilizando então, conhecimentos de outras áreas científicas, como a antropometria, biomecânica, fisiologia, psicologia, toxicologia, engenharia mecânica, desenho industrial, eletrônica, informática e gerência industrial, selecionando os pontos mais relevantes de cada área para desenvolver métodos e técnicas específicas para a melhoria nas condições de vida.

3.1 A ERGONOMIA E A NEUROCIÊNCIA

“Os arquitetos já entendem de estética e psicologia, o próximo passo é compreender o cérebro e seu funcionamento, percebendo por que as pessoas se sentem melhor em certos ambientes.” – Essa foi a frase do sociólogo e arquiteto John Zeisel na convenção anual de arquitetos, nos Estados Unidos.

É fato que o estudo da ergonomia contribua para melhoria de vivência nos espaços arquitetônicos. Porém, a Academia de Neurociência para Arquitetura (ANFA na sigla inglês) acredita que estudar o sistema nervoso pode contribuir de forma significativa para a construção civil.

No mês de setembro de 2015, a academia promoveu a primeira conferência nacional na Califórnia, no Instituto Salk. Alison Whitelaw, arquiteta envolvida no evento, pediu que os profissionais apostassem na técnica Design Baseado em Evidência (EBD na sigla inglês) ou o processo de aplicar informações recolhidas e certificadas no processo de criação. De acordo com ela, o uso desse método de desenvolvimento apresentou conquistas significativas com as novas unidades neonatais cuja luz e o som são minimizados para proteção dos recém-nascidos em seu desenvolvimento visual e auditivo. Por outro lado, Eduardo Macagno, fundador e diretor da Divisão de Ciências Biológicas da Universidade de San Diego e ex-presidente da ANFA, encoraja a aliança entre arquitetos e neurocientistas, para que haja cientistas participando do processo projetual.

3.2 A ERGONOMIA E A LUZ

A ergonomia é fundamental para construir os locais que se frequenta dia-a-dia. É ela quem dita as diretrizes de como os espaços tornam-se habitáveis, visando saúde e bem-estar.

Uma correta iluminação depende do tamanho dos espaços e amplitude das aberturas. Esses dimensionamentos devem atender o Código de Obras. O município de São Paulo, por exemplo, apresenta um Código de Obras e Edificações (COE) – LEI N° 16.642, DE 9 DE MAIO DE 2017.

A tabela 05 a seguir, classifica os ambientes das edificações em grupos de acordo com o COE. Além de informar o dimensionamento mínimo dos espaços, pés-direitos e cálculo do tamanho das aberturas para entrada da luz natural.

Grupo	Uso da Edificação	Compartimento	Dimensionamento Mínimo			Aeração e Insolação no Volume "Vs" proporcionados por	Aberturas (% da área) (1)	
			Pé-direito	Área	Conter círculo		Insolação	Ventilação
A	HABITAÇÃO	Repouso	2,50m	5,00m ²	Ø=2,00m	ESPAÇO "I"	15% e mínimo 0,60m ²	7,5% e mínimo 0,30m ²
		Estar						
		Estudo						
	SAÚDE	Repouso						
	EDUCAÇÃO	Repouso						
EDUCAÇÃO até 2o Grau	Estudo							
B	HOSPEDAGEM	Repouso	2,50m	-	Ø=1,50m	ESPAÇO "I" ou FAIXA "A" (2)	15% e mínimo 0,60m ²	7,5% e mínimo 0,30m ²
	EDUCAÇÃO exceto 2o grau	Estudo						
	QUALQUER USO	Trabalho						
		Reunião						
		Espera						
Esporte								
C	QUALQUER USO	Cozinha	2,50m	-	Ø=1,20m	FAIXA "A"	10% e mínimo 0,60m ²	5% e mínimo 0,30m ²
		Copa						
		Lavanderia						
		Depósito maior que 2,50m ²						
D	QUALQUER USO	Sanitários	2,30m (4)	-	Ø=0,80m	FAIXA "A" ou (5)	-	5% e mínimo 0,30m ²
		Vestiários						
		Circulação						
		Depósitos menores ou iguais a 2,50m ²						
		Outros (3)						

Tabela 05 – Fonte: <https://marcelosbarra.com/2016/10/07/dimensionamento-de-janelas/>

Desta forma, as aberturas para luz solar devem ser proporcionais ao tamanho dos compartimentos. Por exemplo: salas e quartos (grupo A) mínimo de 15% de insolação, cozinhas (grupo C) mínimo de 10%, banheiros (grupo D) não há necessidade de janelas, mas caso exista o mínimo equivale a 5%.

Vale lembrar que altos índices de insolação em uma edificação contribuem para o desconforto térmico. É importante que os ambientes recebam a luz natural, porém que exista uma dosagem certa. A posição geográfica e o estudo de insolação em um terreno são determinantes para saber quais faces do edifício merecem maiores aberturas, e quais precisam de dispositivos de proteção.

4. ESTUDOS DE CASOS

Quando se trata de uma arquitetura que se importa com a iluminação natural, lembramos das principais obras de Ricardo Legorreta, arquiteto mexicano. Começou sua vida profissional trabalhando com José Villagrán García (um pioneiro da arquitetura moderna mexicana) e foi seu parceiro até 1955-60. Logo depois fundou Legorreta Arquitetos com Noé Castro e Carlos Vargas e em 2001 se juntou com seu filho, formando o escritório Legorreta + Legorreta. Após sua morte, no ano de 2012, seu filho, Victor, continuou sua tradição e influenciou uma geração de arquitetos com projetos que abordam o ambiente ensolarado. Suas obras mais relevantes sobre esse assunto são: Hotel Camino Real, Casa Morumbi e Casa La Colorada.

Em suas obras, Ricardo, tentava provocar sensações diferentes em um mesmo local usando cores fortes, água e jogo de luz pelas formas. O seu jeito de pensar em harmonizar ambientes era único. Trabalhava bastante com a diferença de pé direito de acordo com os cômodos das casas. Áreas mais particulares apresentavam pé direito baixo, provocando tranquilidade e estar; áreas de lazer, pé direito alto possibilitando sensação de liberdade e integração entre pessoas e ambientes. A entrada da Casa do Morumbi (imagem 16), por exemplo, é feita por um pátio com pé direito amplo, porém que te conduz para dentro da obra aconchegante. “A arquitetura para ser bela, tem de harmonizar com o ambiente, de outra maneira, é apenas uma bela imposição” BLAT, Caio, 2014.



Imagem 16 – Fonte: <http://legorretalegorreta.com/en/proyectos/casa-morumbi/>

Na Casa La Colorada (imagem 17), dos moradores Laura e Carlos Laviada, a arquitetura de Legorreta e Chávez Vigil, projetam as janelas da sala de estar invertidas, para que quando as pessoas se sentassem a mesa se sentisse no jardim de fora da casa.



Imagem 17 – Fonte: GNT – Casa Brasileira, ep.5 temp.13 (Ricardo Lagorreta – Parte 2).

Na maioria de suas obras o jardim central além de ser elemento decorativo, é funcional para iluminação. Um bom exemplo disso ocorre na Casa Azul, localizada no litoral de São Paulo, onde é voltada para o Sudeste. O

jardim ajuda na iluminação durante o verão e o inverno, e funciona como um ventilador natural, a mantendo saudável.

“Naquele hotel (Hotel Camiño Real), os quartos são divididos em várias alas, que foram sendo construídas ao longo dos anos. E eu, por exemplo, fiquei hospedado em um quarto no quarto andar, e mesmo estando em uma escala de 4 a 5 andares, ele tinha uma janela pequena, então você dormindo nesse quarto tinha uma sensação de estar dormindo em uma casinha mexicana, mesmo você tendo um pátio de 5 andares (...) tem esses mini pátios no percurso, que cada pátio é diferente, são pátios coloridos, por exemplo de azul e rosa, são cores muito fortes, então um azul intenso na alvenaria, a hora que o sol bate ali, o azul fica realmente de uma cor muito forte”, SERAPIÃO, Fernando, editor GNT, 2014.



Imagem 18 – Quartos, Hotel Camiño Real. **Imagem 19** – Vista do Quarto. **Fonte:** GNT – Casa Brasileira, ep.5 temp.13 (Ricardo Lagorreta – Parte 2).



Imagem 20 – Pátio, Hotel Camiño Real. **Fonte:** GNT – Casa Brasileira, ep.5 temp.13 (Ricardo Lagorreta – Parte 2). **Imagem 21** – Pátio, Hotel Camiño Real. **Fonte:** https://www.booking.com/index.html?aid=1264512&label=affnetcityadsrs-banner-ru-index-1_pub4h7o_site0_pnameyPublisher_clkidMvZ1M1ldKZ9R8p&utm_source=affnetcityadsrs&utm_medium=banner&utm_campaign=ru&utm_term=index-1&utm_content=4h7o

A forma como Legorreta trabalha a iluminação natural e artificial para o edifício compõe um desenho. A partir de recortes, brises e vazios ele molda a

forma da luz. Na Capela particular, no interior de São Paulo, ele contorna uma cruz no ponto da fachada, como mostra as imagens 22 e 23 a seguir. Deste modo a sombra se projeta no piso na mesma forma do recorte. No interior das casas, ele brinca do mesmo jeito, fazendo recortes no teto e embutindo lâmpadas, tratando da mesma linguagem da fachada.



Imagem 22 e 23 – Capela Particular do Interior de São Paulo. Fonte: GNT – Casa Brasileira, ep.5 temp.13 (Ricardo Lagorreta – Parte 2).

Ambientes fechados e com ausência do sol levam ao uso excessivo de luz artificial provocando estresse e visão cansada. Enquanto ausência total de iluminação causa insegurança. Sendo assim, a ergonomia mostrou-se essencial no processo de como qualificar ambientes oferecendo uma melhoria dos espaços. Contribuiu para uma dosagem correta de luz natural, que regular o ciclo metabólico e o desempenho funcional do ser humano ao longo do dia, proporcionando harmonia.

REFERÊNCIAS

ADORE CONSULTORIA & PROJETOS. **Arquitetura e Neurociência**. Disponível em: <<http://www.adoreprojetos.com.br/blog/arquitetura-e-neurociencia-/8>>. Acesso em: 04 out 2017

Allan Ricardo Starke Disponível em: <<https://www.escavador.com/sobre/7843058/allan-ricardo-starke>>. Acesso em: 21 Dez 2017

ALVES, Mariana. **Sol, primeira fonte de luz e energia**. Disponível em: <<http://pre.univesp.br/sol-primeira-fonte-de-luz-e-energia#.WfcZGWhSxPY>>. Acesso em: 09 out 2017

BERSON, D. M. **Strange vision: ganglion cells as circadian photoreceptors**. Department of Neuroscience, Brown University, Providence, 2003. Acesso em: 09 out 2017

BONI, Filipe. **Quais os benefícios da iluminação natural na arquitetura?**. Disponível em: <<https://www.ugreen.com.br/iluminacao-natural-1/>>. Acesso em: 21 out 2017.

BULA, Natalia; ALMEIDA, Maristela. **Pensando o projeto a partir das sensações**. São Paulo: Blucher, 2015. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3.amazonaws.com/designproceedings/15ergodesign/214-E107.pdf>>. Acesso em: 13 mar 2017

CC-BY-AS. **A História da Arquitetura**. Disponível em: <http://www.ecivilnet.com/artigos/historia_da_arquitetura.htm>. Acesso em: 09 out 2017

Cita: Uribe, Begoña. **"Em foco: Walter Gropius"** 18 Mai 2017. ArchDaily Brasil. (Trad. Baratto, Romullo). Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/787759/em-foco-walter-gropius>> ISSN 0719-8906 Acesso em: 21 Dez 2017.

Código de obras. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-sao-paulo-sp>>. Acessado em: 02 de 2017

DANNA. **Ergonomia no espaço do trabalho**. Disponível em: <<http://www.danna.com.br/Artigos-e-dicas/ergonomia-no-espaco-de-trabalho/>>. Acesso em: 12 mar 2017.

DIGITADOR ERGONOMICS. **Ergonomia**. Disponível em: <<http://digitador.com.br/wp-content/themes/twentyfourteen/pdfs/ergonomia.pdf>>. Acesso em: 09 out 2017

E BIOGRAFIA. **Thomas Edison, inventor norte-americano**. Disponível em: <https://www.ebiografia.com/thomas_edison/>. Acesso em: 01 dez 2017

GASPAROTTO, Juliana. **A evolução da luz artificial e o homem**. Disponível em: <<http://julianagasparotto.blogspot.com.br/2013/09/a-evolucao-da-luz-artificial-e-o-homem.html>>. Acesso em: 09 nov 2017

GNT – Casa Brasileira, ep.5 temp.13 (Ricardo Lagorreta – Parte 2). Visto dia: 04 out 2017

HEIDEGGER, Martin. **Ser e tempo**. 5. Ed. Petropolis: Vozes, 1997. Acesso em: 13 mar 2017

<http://legorreta.legorreta.com/en/>

KINDLE, Mariana. **Pode a arquitetura alterar o cérebro?** Disponível em: <http://casavogue.globo.com/Arquitetura/noticia/2012/12/arquitetura-cerebro-neurociencia.html?utm_source=facebook&utm_medium=social&utm_campaign=post>. Acesso em: 09 out 2017

MARTAU, Betina. **A luz além da visão**. São Paulo: Lume Arquitetura, 2009. Disponível em: <http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed38/ed_38%20AT%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o%20e%20Sa%C3%BAde.pdf>. Acesso em: 09 out 2017

MOTTA, Fabrício. **Avaliação ergonômica nos postos de trabalho nos setores de pré-impressão de uma indústria gráfica.** 60 f. Tese (Monografia) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2009.

NBR 5413, Iluminância de Interiores.
Disponível em: < <http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM802/NBR5413.pdf>>.
Acesso em: 09 nov 2017

OLIVEIRA, Tadeu; RIBAS, Otto. **Sistemas de controle das condições ambientais de conforto.** Brasília: ANVISA, 1995. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/conforto.pdf>> Acesso em: 15 jun 2017
PENSAMENTO VERDE. **Conheça os principais benefícios da luz solar para os seres vivos:** Os efeitos da luz solar são fundamentais para a existência da vida na Terra. Entenda quais são as dinâmicas que possibilitam que sua energia chegue a todos os seres vivos. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/conheca-os-principais-beneficios-da-luz-solar-para-os-seres-vivos/>>. Acesso em: 24 out 2017

PENSAMENTO VERDE. **Os benefícios da iluminação natural nos ambientes:** Saiba mais sobre a técnica que tem sido amplamente utilizada e que possui inúmeros pontos positivos, como economia de energia. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/arquitetura-verde/os-beneficios-da-iluminacao-natural-nos-ambientes/>>. Acesso em: 24 out 2017.

PIASSI, Valéria. **A Arquitetura de Ricardo Legorreta.** Disponível em: < http://obviousmag.org/arquitetura_para_todos/2017/ricardo-legorreta.html>. Acesso em: 31 out 2017.

PORTELA, Poliana. **A influência da luz artificial para a saúde humana na arquitetura de interiores residencial.** Disponível em: < <file:///C:/Users/DellInspiron/Downloads/poliana-portela-8915157.pdf>>. Acesso em: 09 out 2017

Redação AECweb / e-Construmarket. **Iluminação natural colabora para o desempenho e a economia das edificações.** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/iluminacao-natural-colabora-para-o-desempenho-e-a-economia-das-edificacoes_10561_0_1>. Acesso em: 24 out 2017.

SABARRA, Marcelo. Conteúdo **Teórico para projetos de graduação habitacional – Dimensionamento de Janelas.** Disponível em: <<https://marcelosbarra.com/2016/10/07/dimensionamento-de-janelas/>>. Acessado em: 01 dez 2017

SANTOS, Tony. **Como aproveitar os benefícios da luz natural.** Disponível em: <https://www.homify.com.br/livros_de_ideias/18923/como-aproveitar-os-beneficios-da-luz-natural>. Acesso em: 24 out 2017.

SPARKS, Karen. **Ricardo Legorreta.** Disponível em: <<https://www.britannica.com/biography/Ricardo-Legorreta>>. Acesso em: 31 out 2017.

TEIXEIRA, Luzimar. **Análise ergonômica do trabalho**. Disponível em: <<http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2010/07/analise-ergonomica-do-trabalho.pdf>>. Acesso em: 12 mar 2017.