

# **METODOLOGIA PARA ANÁLISE DA ADMISSÃO DE LUZ NATURAL EM EDIFICAÇÕES**

Amilcar J. Bogo, Arquiteto e Urbanista, Dr, Professor

Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Laboratório de Conforto Ambiental – LACONFA/Grupo de Estudo e Pesquisa do Hábitat – GEPHabitat, Universidade Regional de Blumenau – FURB

Rua Antônio da Veiga, 140 – CEP 89012-900, Blumenau-SC, E-mail: amilcarbogo@gmail.com; arqbogo@furb.br

## ***RESUMO***

Este trabalho apresenta uma metodologia para análise da admissão de luz natural no interior de edificações, visando avaliação da adequação ou não desta situação. A admissão de luz natural nos ambientes internos necessita ser analisada com base nas características do clima local, de uso dos espaços, assim como do trajeto da luz desde o ambiente externo através das aberturas. Para uma adequada admissão de luz natural no interior das edificações, preocupações com um adequado balanço termo-luminoso devem ocorrer, a partir da adoção de estratégias e elementos para o controle do excesso de insolação, principalmente nos climas predominantemente quentes, como ocorre na maior parte do Brasil. A metodologia engloba a identificação do tipo ou recurso arquitetônico adotado na edificação como fonte de luz natural (aberturas laterais ou zenitais) para o ambiente interno, a classificação conceitual como componente de luz natural, o uso predominante do espaço interior, o tipo de envidraçado e as respectivas formas de transmissão da luz, e as estratégias de controle solar.

## ***ABSTRACT***

This paper presents a methodology for analyzing the admission of daylighting inside buildings in order to evaluate the appropriateness or otherwise of this situation. The admission of daylighting in inner spaces need to be analyzed based on the characteristics of the local climate, use of spaces, as well as the path of light from the external environment through openings. For an adequate intake of daylighting inside the buildings, concerns about an appropriate balance end-light should occur from the adoption of strategies and elements to solar heat control, especially in the predominantly hot climates, as in most Brazil. The methodology includes identifying the type or architectural feature adopted in the building as a source of daylighting (side or zenithal openings) into the inner spaces, the conceptual classification as a component of daylighting, the predominant use of interior

space, the type of glazing and their modes of transmission of light and solar control strategies.

## **INTRODUÇÃO**

Admitir luz natural nas edificações necessita de cuidados especiais no que se refere ao projeto de arquitetura, visando eliminar ou minimizar os problemas de excesso de calor nos períodos quentes, ofuscamento, degradação dos materiais, entre outras questões.

Ainda é comum a idéia de quanto mais luz (natural) melhor, resultando em ambientes excessivamente quentes, com desconforto luminoso e altos custos de operação (condicionamento artificial; de ar).

Neste trabalho é apresentada uma metodologia para análise ou orientação do processo de projeto, visando admissão de luz natural de forma adequada.

A partir do conhecimento climático local, com seu rigor térmico, assim como do comportamento da luz diante das superfícies envidraçadas, são definidas etapas de análise, embasadoras da avaliação final.

A luz natural transmitida através dos vidros varia segundo as suas propriedades ópticas de transmitância, refletância e absorvância, definidoras das parcelas de energia radiante transmitida, refletida e absorvida nos envidraçados, que influenciam na quantidade de energia térmica admitida ao interior das edificações, como apresentado na figura 1 adiante.

Numa janela simples com vidro comum, sem obstáculos ou elementos de controle solar - ECS, a luz natural admitida é em grande parte por transmissão, mais uma parte por absorção, gerando problemas como excesso de ganho de calor solar admitido (inadequado para os climas de rigor térmico de calor), ofuscamento, degradação dos materiais.

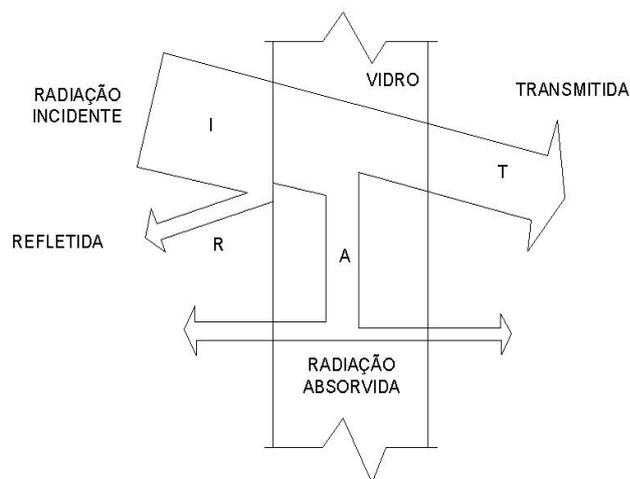


Figura 1 – Radiação solar incidente num vidro e as parcelas transmitida (T), refletida (R) e absorvida (A)

A adição de obstáculos junto à janela (como os ECS), conforme exemplificado na Figura 2, modifica a trajetória da luz natural transmitida, assim como sua quantidade, afetando a iluminação natural no interior das edificações em termos quantitativos e sua distribuição espacial.

As estratégias de bloqueio, filtração, reflexão e/ou redução da área de admissão de luz natural, a partir do uso de elementos de controle solar possibilita a admissão de luz natural para o interior da edificação de forma controlada.



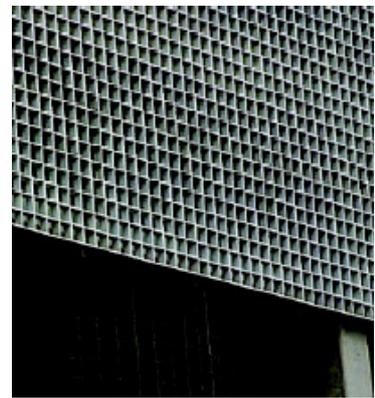
(a) Marquise

Fonte: arcoweb.com.br



(b) Brise horizontal

Fonte: refax.com.br



(c) Elemento Vazado

Fonte: refax.com.br

Figura 2 – Incidência de luz natural controlada em três tipos de janelas com ECS

A adoção de ECS nas janelas do tipo beiral, sacada, varanda, marquise, laje em balanço, e similares, possibilita o bloqueio de excesso de insolação, admitindo a luz natural de forma indireta, no caso a luz difusa proveniente do céu.

Com ECS do tipo brises verticais, horizontais, mistos (h+v), ocorre a possibilidade de bloqueio do excesso de insolação, assim como a admissão de luz por reflexão quando as partes destes elementos são claras, admitindo luz natural difusa e a refletida.

O uso de ECS do tipo elementos vazados, grelhas, painéis perfurados, telas, treliçados (tipo muxarabis), possibilita a filtração da luz natural incidente na janela, evitando o excesso de insolação indesejável.

Já a redução da área de admissão de luz natural, possibilita evitar o excesso de insolação, tanto para aberturas laterais como zenitais. No caso de aberturas zenitais, como temos no Brasil uma abóbada celeste como grande fonte de luz, deve-se ter atenção para evitar grandes áreas envidraçadas, mesmo com vidro translúcido, devido aos possíveis problemas do efeito estufa.

Assim, estas estratégias usadas individualmente ou em conjunto, possibilitam o controle do excesso de insolação, possibilitando a admissão de luz natural indireta ou controlada em grande parte.

## ***REVISÃO BIBLIOGRÁFICA***

No Brasil expressões como insolação e iluminação natural são tratadas como sinônimas, apesar da nossa situação climática bastante diversa entre o próprio país e em relação aos países frios do hemisfério Norte, mais preocupados em receber mais insolação em grande parte do ano nos climas temperados e frios.

A própria variável clima, segundo Bruand (1999), foi o fator físico que mais interferiu na arquitetura brasileira. O mesmo autor cita que as características de temperaturas bastante elevadas no verão, com o problema de combate ao calor e excesso de luminosidade provenientes de uma insolação intensa, foram fatores que interferiram na arquitetura brasileira.

Robbins (1986), cita um conjunto de razões para utilização da luz natural, como a qualidade da luz, importância da luz como elemento de projeto, visão exterior (aberturas voltadas para o exterior são um canal de comunicação visual com o exterior), conservação de energia resultante do uso da luz natural como fonte primária ou secundária de iluminação, benefícios psicológicos e fisiológicos não obtidos com iluminação elétrica ou edifícios sem aberturas, o desejo de ter luz natural no interior dos ambientes.

A própria luz natural desejada, o é até certa quantidade, pois tanto valores baixos como altos são inadequados, os primeiros por dificultar a visão por níveis de iluminância insuficientes e os segundos por ocasionar ofuscamento no campo de visão, devido ao excesso de brilho existente.

Sobre isto, Macêdo (2002) indica os critérios de avaliação de iluminância média interna devido a luz natural, sendo que valores abaixo de 300 Lux são considerados insuficientes, de 300 a 1000 adequados, de 1000 a 2000 ótimos, de 2000 a 3000 admissíveis, e acima de 3000 Lux excessivos.

A resolução desta questão está num adequado balanço termo-luminoso, conseguido nas edificações por meio de controle solar nas aberturas, sejam elas laterais ou zenitais.

Moore (1991) apresenta uma abordagem de estudo da iluminação natural nos ambientes com a definição de um modelo conceitual de projeto, englobando a consideração da luz desde a sua fonte, trajeto e alvo (figura 3). Neste tipo de abordagem, as diferentes partes da edificação ou de seu entorno contribuem com luz como fonte, trajeto ou alvo, ou seja, desde o Sol/céu ou superfícies refletoras externas, passando pelas aberturas com seus tipos de materiais e respectivas propriedades ópticas, refletindo e/ou bloqueando por meio de elementos de controle solar externos ou internos à abertura, até atingir o ambiente interno, de forma direta ou devido às múltiplas reflexões internas.

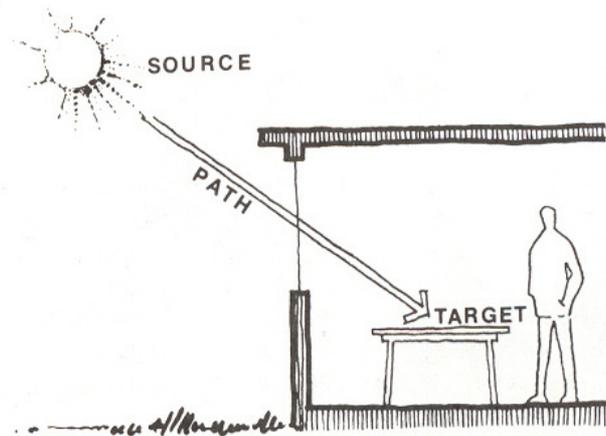


Figura 3 – Fonte, trajeto e alvo da luz natural  
(Fonte: MOORE, 1991)

Sobre estudo da iluminação natural nas edificações, Baker, Fanchiotti, Steemers (1993) apresentam uma classificação conceitual das formas de se iluminar os ambientes naturalmente, identificando como os componentes de iluminação natural, no caso componentes de condução (o espaço), e de passagem (as aberturas).

Um das estratégias para uso controlado da luz natural no interior dos ambientes consiste em decompor a luz solar direta em luz indireta, a partir das estratégias de bloqueio, reflexão, filtração e/ou redução da área de admissão.

Fontoynt (1999), analisando um conjunto de 60 edificações na Europa com uso de luz natural, identificou um conjunto de variáveis visando a avaliação da situação encontrada. Esta avaliação englobou procedimentos de monitoramento (medições e observações), incluindo características geométrica (área janela/dimensões), fator de luz diurna, caracterização de materiais transmissores e refletores de luz, avaliação de conforto visual com determinação da luminância no campo de visão dos ocupantes, medição do fluxo luminoso admitido através das aberturas, registro fotográfico da penetração da luz no espaço, entre outros.

Também sobre iluminação natural nas edificações, Amorim (2007) apresenta um instrumento de análise e projeto ambiental com uso de luz natural, denominado diagrama morfológico. Este diagrama, a partir de situações representativas identificadas em ilustrações-chaves possibilita a avaliação de luz natural recebida em edificações a partir da definição de níveis, parâmetros e variáveis, desde o espaço urbano, edifício e ambiente.

Estimando a admissão de luz natural em janelas com tipos diferenciados de elementos de controle solar, Bogo, Pereira e Claro (2007) apresentam a comparação da admissão de luz natural controlada para situações de mesma proteção solar, no caso 1 placa horizontal do tipo marquise sobre janela, quando comparado com 10 placas horizontais do tipo brises sobre a mesma janela, identificando para as mesmas condições de exposição solar (fonte de

luz Sol + céu), valores de 3 até 6,5 vezes maiores no caso das 10 PH, devido ao efeito da reflexão da luz nas partes claras do brise. Com isto pode-se perceber que a estratégia de reflexão da luz, é muito importante para admissão de luz natural de forma controlada, evitando os problemas da incidência solar direta.

Millet (1996) apresentam uma abordagem de uso da luz natural na arquitetura englobando aspectos qualitativos e quantitativos da iluminação, assim como uma abordagem poética da luz, identificando que a mesma revela experiências (clima, tempo, lugar, atividade), forma (materiais, estrutura), espaço (limites, orientações), significado (contemplativo, metafórico, simbólico). A autora também apresenta a relação entre luz e clima, pois no “pacote” da luz, vem embrulhado junto o calor, ou seja, deve-se pensar junto os aspectos térmicos e luminosos, com as suas complementariedades.

Estas situações de admissão da luz natural com objetivos cênicos ou estimuladores de sensações diversas, ocorrem como no caso da Capela de Ronchamp de Le Corbusier, ou de diversas edificações projetadas com este fim, não são alvo deste método proposto, por abordarem a luz de forma subjetiva, poética, exploratória, como visto abaixo na figura 3.



Vista externa



Vista interna

Figura 3- Capela de Ronchamp – França

Fonte: <http://theurbanearth.wordpress.com/2008/08/09/le-corbusier-le-grand/>

Sobre os efeitos luminosos devido a admissão de luz natural no interior das edificações através das aberturas, AUDIENCE (2009) apresenta os seguintes: enquadramento de vistas; clareira de luz; contra-luz; manchas solares; controle da iluminação natural; ofuscamento; iluminação contrastada; iluminação em fundo de ambiente; iluminação homogênea; iluminação indireta; efeito de matéria; efeito estufa; efeito de transparência; efeito de visualização exterior; insolação direta; proteção solar; iluminação canalizada.

O método desenvolvido objetiva orientar o profissional na avaliação inicial de edificações iluminadas naturalmente, assim como orientar o processo de desenvolvimento de projeto de arquitetura com uso da luz natural.

## **METODOLOGIA**

O método desenvolvido objetiva avaliar preliminarmente a admissão de luz natural no interior das edificações com vistas ao desenvolvimento de tarefas/atividades, sejam elas ler, escrever, estudar, trabalhar ou ainda circular, descansar, estar em algum espaço.

A metodologia para análise da admissão de luz natural no interior de edificações engloba inicialmente o levantamento de dados contextualizadores da edificação ou projeto (plantas, cortes, fachadas, detalhes, vistas internas e externas), possibilitando identificar a situação arquitetônica existente de cada abertura.

**I) CONTEXTUALIZAÇÃO:** plantas, cortes, fachadas, detalhes, vistas internas e externas.

**II) TIPO DE RECURSO/ELEMENTO ARQUITETÔNICO:** segundo a classificação do mesmo como componente de iluminação natural e orientação solar do mesmo;

- Componente de condução (espaço): perimetral ou interno, como galeria aberta ou fechada; pátio interno; poço de luz; outros;

- Componente de passagem (aberturas): lateral ou zenital, como janelas e porta janelas; fachada envidraçada; janela superior de cobertura; lanternim longitudinal; cobertura dente-de-serra (*shed*); cobertura envidraçada; domo (hemisfera) zenital ; lanternim isolado; clarabóia; outros;

**III) USO DO AMBIENTE:** em relação a adequação ou não de luz natural direta no seu interior:

- permanência: sem admissão direta de luz natural no interior;

- circulação: tolera admissão direta de luz natural no interior;

**IV) ADMISSÃO DA LUZ:** como ocorre através das superfícies envidraçadas:

- Transparentes: transmissão direta com luz concentrada, ocasionando os seguintes problemas quando não controlada:

- grande admissão de calor nos períodos quentes, com desconforto térmico interior;

- ofuscamento;

- degradação de materiais;

- Translúcidas: transmissão difusa com luz distribuída, minimizando os problemas antes citados.

**V) ESTRATÉGIAS DE CONTROLE SOLAR:**

- **Bloqueio:** elementos para reduzir em grande parte a entrada de radiação solar direta.

Exemplos arquitetônicos: marquise, varanda/sacada, laje em balanço, beiral;

- **Reflexão:** elementos que bloqueiem a radiação solar direta e a redirecionam para interior.

Exemplos arquitetônicos: brises horizontais, brises verticais;

- Filtração: elementos para filtrar (reduzir) a entrada de radiação solar direta;

Exemplo arquitetônico: elementos vazados, telas, grelhas;

- Redução da área de admissão de luz: aberturas de dimensões reduzidas visando evitar excesso de luz e calor solar.

Exemplos arquitetônicos: pequenas aberturas laterais e zenitais.

VI) EFEITOS CÊNICO-LUMINOSOS GERADOS (+ ou -): enquadramento de vistas; clareira de luz; contra-luz; manchas solares; controle da iluminação natural; ofuscamento; iluminação contrastada; iluminação em fundo de ambiente; iluminação homogênea; iluminação indireta; efeito de matéria; efeito estufa; efeito de transparência; efeito de visualização exterior; insolação direta; proteção solar; iluminação canalizada.

AVALIAÇÃO FINAL: adequado; parcial; inadequado.

Como exemplo, para a situação arquitetônica adiante é apresentada esta análise da admissão de luz natural:

A) Biblioteca Municipal de Pinheiros, em São Paulo - SP

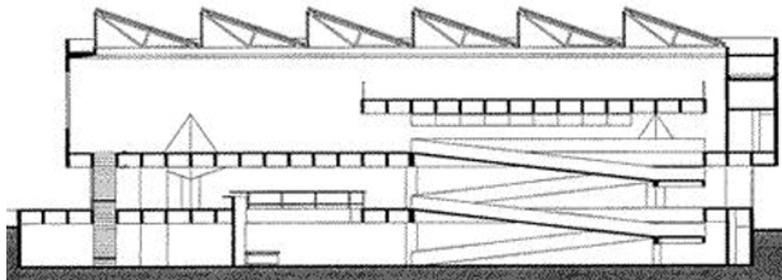


Figura 4 – Corte longitudinal da biblioteca



Figura 5 –Vistas exterior e interior da biblioteca

I) Contextualização: ver figuras 4 e 5;

II) Tipo de recurso/elemento arquitetônico: componente de passagem (abertura) lateral superior, com cobertura dente-de-serra (*shed*);

III) Uso do ambiente: circulação e permanência (áreas estar);

IV) Tipo de envidraçado e a admissão de luz natural: vidro transparente, com potenciais problemas de excesso de calor, ofuscamento e degradação dos materiais;

V) Estratégias de controle solar: redução da área de admissão, reduzindo exposição solar;  
VI) Efeitos cênico-luminosos gerados (+ e -): clareira de luz (+); ofuscamento (-);  
AVALIAÇÃO FINAL: parcial, pois em muitos períodos deve haver excesso de luz natural, causando ofuscamento.

### **CONCLUSÕES**

A metodologia desenvolvida, de forma objetiva e simplificada, organiza as idéias principais quanto aos elementos necessários para análise da admissão de luz natural no interior das edificações, possibilitando uma avaliação preliminar.

A aplicação da mesma pode ocorrer com o objetivo de avaliar a situação existente numa edificação, ou orientar o processo de desenvolvimento do projeto de arquitetura, destacando as preocupações que o arquiteto deve levar em conta para o projeto com adequada iluminação natural interior.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AMORIM, C.N.D. Diagrama morfológico - Parte I. Instrumento de análise e projeto ambiental com uso de luz natural. Paranoá, Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, FAU-UnB, 2007.

AUDIENCE. Programme Leonardo. Disponível em <http://audience.cerma.archi.fr/index.html>

BAKER, N., FANCHIOTTI, A. & STEEMERS, K. Daylighting in Architecture: a European Reference Book. James & James. London, UK, 1993.

BOGO, Amilcar J., PEREIRA, Fernando O. R., CLARO, Anderson. Análise comparativa do fluxo luminoso admitido e da transmitância em aberturas com elementos de controle solar de mesma máscara de sombra e configurações físicas diferentes. ENCAC 2007. ANTAC. Ouro Preto, MG, 2007.

FONTOYNONT, Marc. Daylight performance of buildings. James e James, 1999.

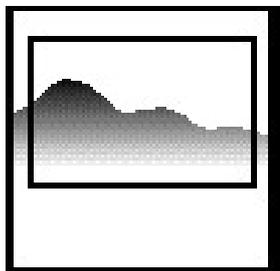
MACÊDO, Catharina Cavalcante de. Análise do desempenho térmico e luminoso de sistemas de iluminação natural que utilizam a luz direta do sol. Florianópolis. 135 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

MILLET, Marietta S. Light revealing architecture. New York: Van Nostrand Reinhold, 1996.

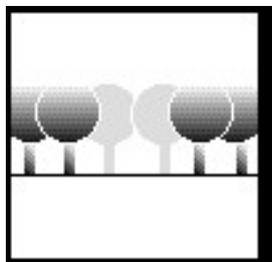
MOORE, Fuller. Concepts and practice of architectural daylighting. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

ROBBINS, Claude L. Daylighting: design and analysis. New York : Van Nostrand Reinhold, 1986.

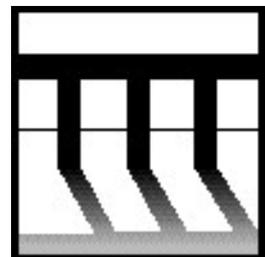
ANEXO: Figuras representativas dos efeitos cênico-luminosos, de acordo com AUDIENCE (2009).



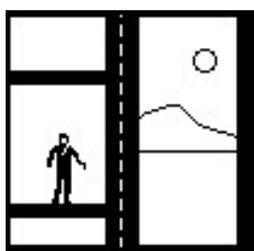
Enquadramento das vistas



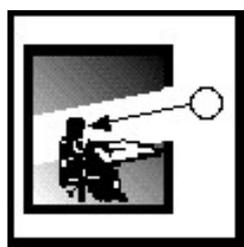
Clareira de luz



Contra-luz ou manchas solares



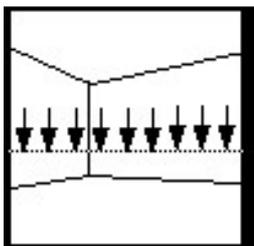
Controle da iluminação natural



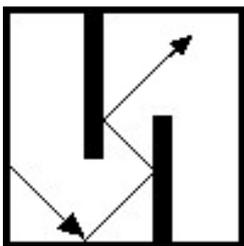
Ofuscamento



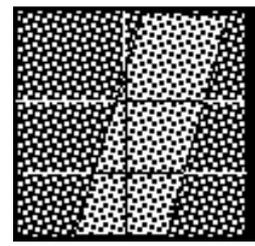
Iluminação contrastada ou em fundo de ambiente



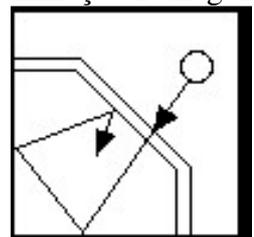
Iluminação homogênea



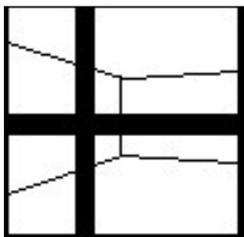
Iluminação indireta



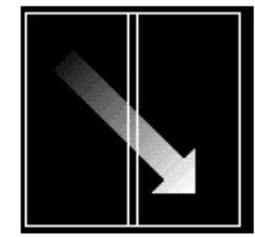
Efeito de matéria



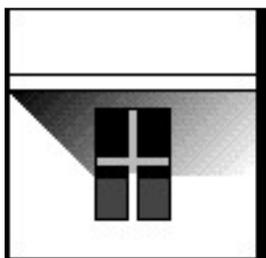
Efeito estufa



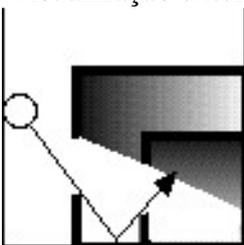
Efeito de transparência ou de visualização exterior



Insolação direta



Proteção solar



Iluminação "canalizada"