



## POTENCIALIDADES LUMINOSAS DE TIPOLOGIAS DE JANELAS EM INTERIORES

M M SOARES & V M VALADARES

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Arquitetura

Dept. de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo

Laboratório de Conforto Ambiental

30.130.140 – Belo Horizonte/MG - Brasil

fax: +55(31)269-1818

e-mail: [vmvm@dedalus.lcc.ufmg.br](mailto:vmvm@dedalus.lcc.ufmg.br)

*RESUMO : O presente trabalho enfoca o estudo do comportamento da luz natural em ambientes internos a partir da visualização de imagens. Como método utilizado no estudo, recorreu-se a ensaios em modelos reduzidos e simulações computacionais simplificadas, através dos quais pode-se analisar padrões de distribuição da luz natural segundo algumas tipologias de janelas selecionadas. Com os resultados deste trabalho, busca-se destacar a importância de abordar a luz natural como um elemento de composição na criação do espaço arquitetônico explorando seus aspectos qualitativos integrados aos quantitativos.*

*ABSTRACT : This work develop a study on the patterns of natural lighting indoors from image analysis. The method used was based on physical models and simplified computational simulations. By this method it was possible to verify the patterns of natural lighting distributions from some morphologies of apertures. From the results obtained, this work showed the importance of the natural light as a composition element of the architecture when exploring its qualitative and quantitative aspects in an integrated manner.*

### 1 Introdução

O espaço arquitetônico é definido pela composição e "jogos de força" de elementos, onde o caráter de um lugar natural ou artificial está determinado por sua articulação

formal, e se define mediante expressões como clausura, abertura, amplitude, limitação, obscuridade, iluminação, entre outras qualidades que dependem da modelação plástica, da proporção, do ritmo, da escala, das dimensões, dos materiais e cores (Shulz, 1983). Observa-se que dentre os elementos que são importantes para a definição da arquitetura, destaca-se a luz natural.

A luz é uma manifestação visual da energia radiante e situa-se num estreito intervalo de comprimento de onda reduzido. Além disso, a luz natural, cuja fonte fundamental é o sol, consiste numa grandeza temporal, ou seja, através dela pode-se distinguir as variação do ano, o decorrer de um dia, as diferenças entre os lugares. A passagem da luz natural para um espaço arquitetônico é possível a partir de "rasgos", aberturas na sua envolvente, a qual separa o ambiente interno do externo. Quando diferenciamos estas aberturas, o espaço se transforma pelas distintas maneiras como a luz nele penetra e se distribui criando variações de intensidade e iluminâncias. Além de alterar a ambiência interna do espaço pela modelagem da luz, as diferentes morfologias de aberturas possibilitam diferentes conexões com o espaço exterior, como, por exemplo, a vista da paisagem e a necessidade de privacidade.

O projetista não só deve considerar os aspectos quantitativos da luz fornecidos pelos instrumentos, mas também os aspectos qualitativos desta. A qualidade e a geometria da luz em relação ao observador são muito mais importantes que a quantidade da luz para se realizar muitas tarefas (Lam 1986). Considerando-se que a luz é um elemento compositivo do espaço arquitetônico, e que contribui para sua ambiência e a interação do homem com este espaço, ela deve ser tratada de forma singular, pois, as pessoas são fototrópicas por natureza e necessitam de rica variedade de cenários em suas vidas. Tais cenários são definidos, inclusive, por lugares de luz, definidos pelos fenômenos de contraste entre luz e sombra (Alexander, 1980). As modificações no desenho de certas aberturas podem afetar a ambiência e a atmosfera gerada no espaço e as aberturas são uma fonte de luz com potencialidades variáveis (Demers, 1993).

Diante destas considerações, este trabalho tem o objetivo de avaliar diferentes morfologias de aberturas e suas potencialidades luminosas de forma explícita e implícita. Pela forma explícita, pretende-se avaliar as distribuições de iluminâncias no espaço interno e, pela forma implícita, o caráter subjetivo que uma abertura propicia para este espaço. A partir de um registro fotográfico, busca-se uma leitura através de imagens da luz no espaço interno, que são mais próxima do "olhar" do arquiteto e dos usuários. Deste registro foi possível, portanto, abordar aspectos qualitativos e quantitativos da luz nos ambientes analisado. Propõe-se, portanto, uma compreensão da linguagem luminosa das aberturas, considerando seus efeitos visuais e de distribuição de intensidades luminosas.

## **2 Metodologia**

Como método para desenvolvimento da referida análise, recorreu-se a ensaios em modelos reduzidos e recursos computacionais (Demers, 1993). Pode-se, assim, analisar padrões de distribuição da luz natural segundo algumas tipologias de janelas selecionadas para o estudo. As tipologias estudadas apresentam a mesma área de abertura, mas variavam em forma e localização no plano vertical iluminante. Cada resultado dos experimentos em modelo reduzido foram catalogados através de registro

fotográfico sob céu encoberto. A partir das imagens obtidas, fez-se a transferência destas para o computador, digitalizando-as. Desta forma, pode-se obter uma melhor definição dos padrões de iluminação.

Para aplicação do método acima descrito, foi necessário dividir o trabalho em várias fases, abaixo enumeradas, a partir das quais foi possível desenvolver a análise dos dados obtidos.

- 1ª Fase : Definição do ambiente interno;
- 2ª Fase: Definição das morfologias das aberturas;
- 3ª Fase : Construção do modelo reduzido;
- 4ª Fase : Registro fotográfico ( fig. 1);
- 5ª Fase : Digitalização das fotos;
- 7ª Fase : Simulação no software "Superlite 2".

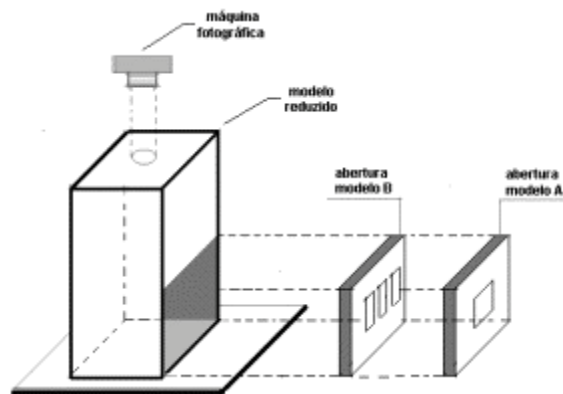
Considera-se que o desempenho da iluminação natural , em um modelo reduzido, é o mesmo em um espaço construído real, uma vez que os comprimentos de onda da luz visível são extremamente pequeno, comparados às dimensões internas do recinto modelado. Além desta vantagem, o modelo reduzido permite uma certa flexibilidade para se fazer comparações entre diferentes propostas de um certo componente, neste caso a morfologia das aberturas, sendo um instrumento familiar ao projetista. O modelo também permite uma avaliação qualitativa através da observação direta e do registro fotográfico. Por outro lado, o experimento demanda um certo tempo para se obter os resultados. Se o experimento for sob céu real, o processo pode ser ainda mais demorado, do que sob um céu artificial, cujo custo de confecção, porém, é alto.

## **2.1 Descrição do Experimento**

Utilizou-se as dimensões 5,00 x 7,00 x 3,00 m para definição do ambiente interno. A morfologia das aberturas no estudo foram determinadas a partir de uma escolha pessoal, que de certa forma consistem em morfologias existentes na arquitetura contemporânea. Embora tenham sido estudadas quatro tipologias de aberturas, neste trabalho são apresentados os resultados de duas delas, a saber, modelos A (janela central única) e B (três janelas uniformemente distribuídas na superfície vertical).

O modelo foi construído na escala 1/20, com superfícies internas de baixa refletância para eliminar a influência da componente de reflexão interna. A sua montagem foi feita de uma forma simples utilizando-se os seguintes materiais : papel duplex cor preta, cola, e fita adesiva.

Para fotografar o interior do modelo, inicialmente delimitou-se a superfície interna com lápis de cera branco, possibilitando o enquadramento e limitação da superfície a ser registrada, neste caso, o piso. Para encaixe da lente no modelo, fez-se uma abertura de 60mm de diâmetro evitando-se a entrada de luz nas outras superfícies. Para se obter um bom foco, considerou-se uma distância da superfície à lente de aproximadamente 60 cm. Na figura 1 é apresentado o esquema de montagem do modelo reduzido e o registro fotográfico do comportamento da luz no ambiente de estudo.

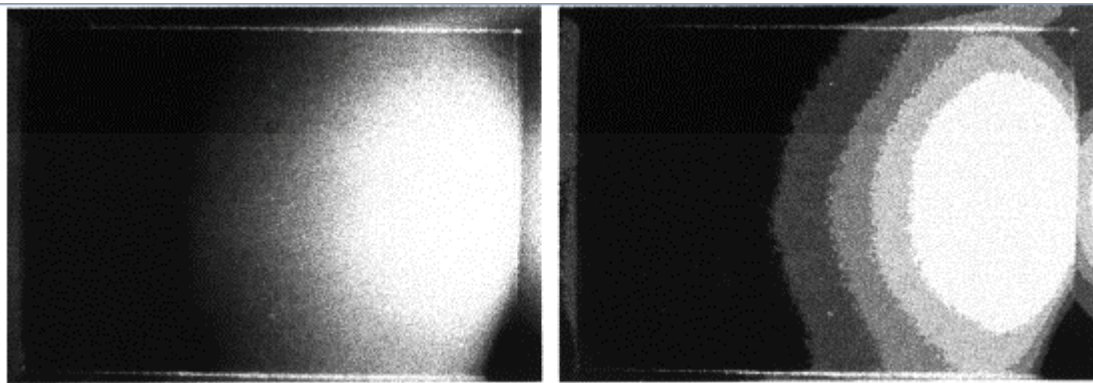


**Fig. 1 - Esquema da estrutura do modelo reduzido para registro fotográfico, com exemplo de dois dos quatro modelos estudados, a saber, o modelo A e B.**

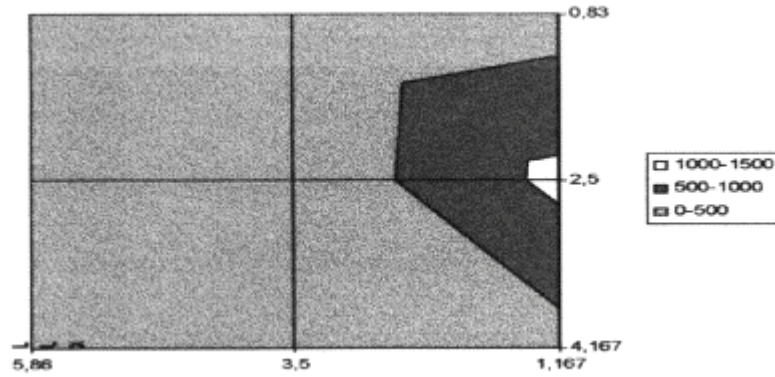
O registro fotográfico foi realizado sob a condição de céu real encoberto, fotografando-se a superfície interna do modelo com cada morfologia de abertura. O equipamento utilizado foi uma câmara "Canon", com objetiva de 50mm, filme colorido "Kodak GoldISO 400", um tripé para a máquina e um banco para apoiar o modelo. Após o término deste processo experimental, forneceu-se para a equipe que trabalhou como software "Superlite 2", os seguintes dados: dimensões do modelo analisado, dimensões das morfologias das aberturas, orientação, neste caso Sul, condições do céu, dia e hora do experimento. A partir da simulação computacional, obteve-se os dados quantitativos das iluminâncias no interior do ambiente de acordo com cada morfologia de abertura.

### **3 Resultados**

A partir dos dados fornecidos pela simulação computacional de cada morfologia de abertura observou-se que a distribuição de iluminâncias são diferentes apesar da mesma área da abertura. No modelo A, obteve-se uma maior concentração de luz na parte central próxima à abertura, com valor da ordem de 1klux. Já pelo modelo B, obteve-se uma maior concentração de iluminâncias também na parte central de cada uma das três aberturas, próxima à elas, porém, com valores dentre 0,3 klux e 0,4 klux. Assim, verifica-se, que o modelo A apresentou maior iluminância (Figuras 2 e 3).

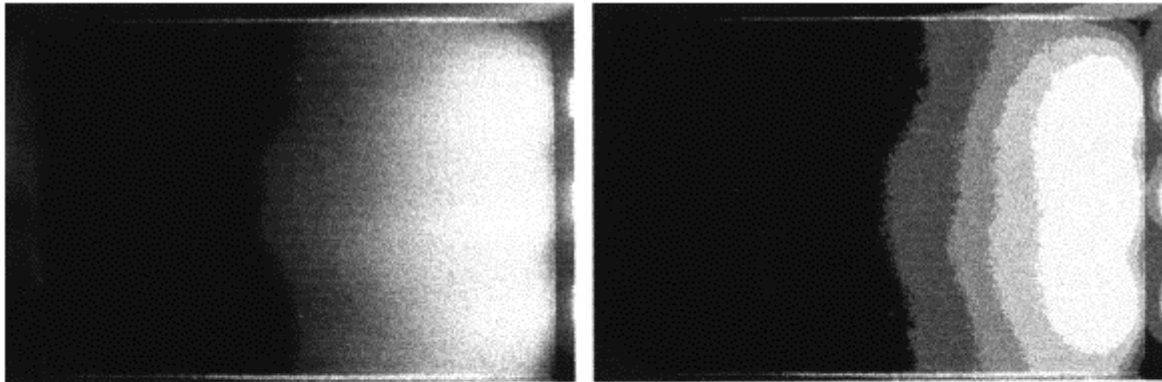


(a)

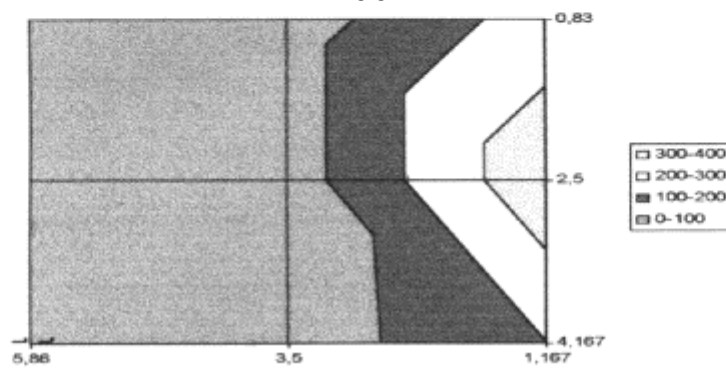


(b)

Fig. 2- Imagens do Modelo A . Em (a) , à esquerda, tem-se o registro fotográfico e, à direita, a digitalização deste. Em (b), tem-se dados de iluminâncias, em [lux].



(a)



(c)

Fig. 3 - Imagens do Modelo B . Em (a) , à esquerda, tem-se o registro fotográfico e, à direita, a digitalização deste. Em (b), tem-se dados de iluminâncias, em [lux].

Cada forma de abertura apresenta determinada distribuição de iluminâncias no ambiente. No modelo A, a luz se expande de uma forma circular em torno da abertura, atingindo uma maior profundidade. No modelo B há lóbulos de luz que se permeiam nas proximidades das aberturas e tornam-se mais definidos à medida que se afasta das aberturas. A luz se expande de uma forma circular em torno da abertura, atingindo uma menor profundidade mas tendendo à uniformizar sua distribuição por toda extensão transversal do ambiente na proximidade das janelas. O registro fotográfico contribuiu para esta percepção onde os padrões de iluminação produzidos pelas diferentes morfologias de aberturas apresentam-se distintos. Nota-se a relação de cada morfologia de abertura com diferentes formas de distribuição da luz criando ambiências diferentes, apesar do espaço ser o mesmo.

#### **4 Considerações Finais**

Em relação ao modelo e ao registro fotográfico deve-se atentar que este processo exige dedicação e paciência das pessoas envolvidas com o experimento, seja em relação aos contratempos que podem ocorrer (alterações climáticas, modificações do modelo, entre outras), seja em relação à necessidade de uma maior integração entre os profissionais envolvidos (esclarecimentos das intenções do experimento entre fotógrafo e o investigador). A digitalização e posterização das imagens são recursos de avaliação da distribuição da luz, sendo importantes ferramentas de visualização e simulação dos gradientes de luz no modelo, que auxiliam no domínio da luz no espaço arquitetônico. Tanto o modelo como as imagens fotografadas e digitalizadas da luz natural nos espaços internos são instrumentos de apoio para que o projetista tenha um melhor conhecimento do comportamento quantitativo e qualitativo deste elemento compositivo, a partir das diversas morfologias de aberturas.

Existem vários estudos de comportamento da luz em ambientes internos. O caráter variável da luz, seja considerando no ambiente interno ou no ambiente externo, é instigante e desperta para a necessidade de estudos, como os de seus padrões de distribuição enfocados neste trabalho. Neste trabalho, este estudo desenvolveu-se através do registro fotográfico em modelo reduzido que permite a leitura dos padrões de iluminação de forma mais direta e próxima da realidade, gerando imagens exploratórias. A investigação dos padrões de distribuição da luz através destas imagens consiste em um meio de expressão próximo da linguagem arquitetônica, além de contribuir para a concepção do projeto vinculando as formas do comportamento da luz às áreas de uso com maior ou menor necessidade da luz. Esta forma de avaliação da luz incrementa o seu entendimento, tanto para os estudantes como para os arquitetos sensibilizando durante a concepção do projeto.

#### **5 Agradecimentos**

Ao professor Fernando O. R. Pereira pelo apoio na realização deste trabalho. Ao Labimagem-UFSC, pelo registro fotográfico. Aos colegas Aldomar Pedrini e Anastácio S. Junior, que forneceram os dados pelo software "Superlite2" e digitalização de imagens.

## 6 Referências Bibliográficas

Alexander, C. et alli, (1980) : A pattern language, Gustavo Gili, Barcelona

Demers, Claude MH (1993) , Architecture de lumière : "Le contraste générateur d'ambiances" Energy efficiency and solar energy: Proceeding of the 19 th Annual Conference of the Solar Energy Society of Canada Inc., Québec, Canada, pp I-22-I27.

Hopkinson, R.G.; Petherbridge, P. & Longmore, J. (1975) *Iluminação natural, Fundação Calouste Gulberkian, Lisboa.*

Lam, W.M.C (1986) Sunlighting as a formgiver for architecture. Van Nostrand Reinhold Corp. N.Y.,

Moore, F. (1991) Concepts and practice of architectural daylighting (2<sup>nd</sup> ed.) Van Nostrand Reinhold Corp. N.Y.

Pereira, F.O.R. (1995) Iluminação Natural no Ambiente Construído. Apostila de curso no III Encontro Nacional e I Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, ANTAC,.

Robbins, C. L.( 1991) Daylighting : design and analysis. Van Nostrand Reinhold Corp. N.Y.

Shulz, C. N. ( 1983) Arquitetura ocidental. Gustavo Gili. Barcelona