



A LUZ NATURAL NO ÁTRIO ANALISADA ATRAVÉS DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Angela Pogere e Fernando O R Pereira

Universidade Federal de Santa Catarina

Dept. de Arquitetura e Urbanismo

Laboratório de Conforto Ambiental

Florianópolis – Brasil

fone: (048) 244 6660

e-mail: pogere@eps.ufsc.br feco@arq.ufsc.br

RESUMO Este artigo analisa o comportamento da luz natural no átrio e suas salas adjacentes, através da simulação computacional, usando-se o programa Lightscape Visualization System. A análise leva em consideração os diferentes efeitos de iluminação nas fachadas voltadas para o átrio e nos espaços adjacentes, comparando-se dois tipos de céu, (encoberto e com a presença do sol) e as salas adjacentes entre si.

ABSTRACT This paper analyzes the natural light behavior in an atrium and its adjacent rooms through the computer simulation which uses the Lightscape Visualization System. The analysis takes into account different effects of illumination on the façades addressed towards the atrium and on the adjacent spaces, comparing two kinds of sky (overcast and with the sun's appearance) and the adjacent rooms among them.

1. Introdução

O átrio é hoje um elemento arquitetônico organizador de espaços e condutor de iluminação, presente normalmente em prédios comerciais (shopping center) e institucionais (escolas e faculdades), percebido por seus ocupantes como local de circulação e estar. O que se nota, é que o átrio atual tem muito pouca relação com o meio ambiente natural, comparando-se com o átrio de antigamente, pode-se dizer que sua função de integração entre o dentro e o fora, através da condução da luz e ventilação naturais deixa muito a desejar, comparando-se com sua performance antes do apogeu da iluminação artificial.

Pátio e átrio, historicamente eram semelhantes quanto ao espaço físico, o nome variava conforme a cultura e algumas vezes de acordo com a função. Na civilização grega, as primeiras manifestações de espaços ao ar livre incorporados pelo meio ambiente construído, já recebiam nomes diferenciados, de acordo com suas características arquitetônicas e de uso. *Arena* era o nome designado a espaços centrais em anfiteátros e estádios de jogos ao ar livre. *Ágora* era um espaço rodeado por prédios, usada para assembleias públicas e comércio. Nas residências a relação interior exterior era feita através do *pátio*, inicialmente localizado na parte frontal da casa através da influência oriental, a habitação grega, passou a ter o pátio na parte central, com os ambientes de estar abrindo-se para este espaço ao ar livre, que também funcionava como circulação entre pavimentos e acesso à rua (Stahl, 1994).

Na cultura etrusca, o centro da casa era ocupado pelo *átrio*, um espaço semi coberto, pois todas as águas do telhado convergiam nele. Destinado a exaustão da fumaça, coleta de água e iluminação dos ambientes desejados. Os romanos incorporam os dois elementos, átrio etrusco e pátio grego, que eram tratados de maneira distinta, atendendo ao verão e ao inverno. A comunicação entre os dois permitia a circulação de ar nos ambientes internos (Schiller, 1998).

No contexto deste trabalho o elemento átrio é definido como um espaço que está dentro de um edifício, iluminado naturalmente pela parte superior, podendo ser coberto com vidro ou aberto. É um sistema coletor, transformador e distribuidor de luz natural para os ambientes que o cercam. Devido suas características físicas, combina diversas fontes de luz. Iluminação direta do sol e da abóboda celeste, iluminação refletida das paredes e piso do átrio, iluminação através de aberturas horizontais e verticais. Através de um modelo que leva em consideração estas definições, o trabalho investiga o comportamento e a distribuição da iluminação natural, incluindo a presença do sol, dentro das salas que conformam o átrio e se abrem para ele. O questionamento inicial para este objetivo é:

Como ocorre a variação dos níveis de iluminância, nas salas e nas paredes do átrio, de acordo com a profundidade?

Como ocorre a distribuição da luz natural para as diferentes orientações solares das salas, as que recebem sol e as que recebem o reflexo dele? E o que muda com céu encoberto?

2. Elaboração da Pesquisa

2.1 Ferramentas

O emprego da simulação computacional foi fundamental em termos de agilidade da pesquisa. O programa utilizado, Lightscape Visualization System, simula tanto a luz natural quanto a artificial, em maquetes eletrônicas produzidas em programas compatíveis, como AutoCad e 3D studio. O método da medição através de modelos em escala apresenta respostas confiáveis mas, tornou-se atualmente uma ferramenta demorada, principalmente se aplicada a modelos mais complexos e pouco integrada com os avançados programas computacionais de desenho. Pode-se dizer que através da computação gráfica, está havendo uma nova aproximação do projeto arquitetônico com a iluminação natural.

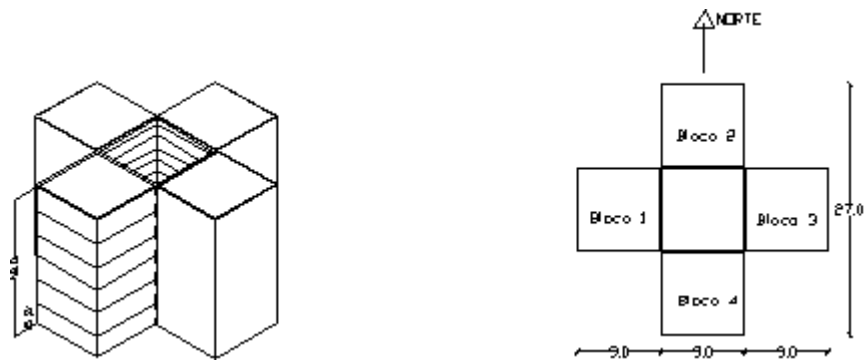


Fig. 1 O átrio e as salas adjacentes a serem estudados – modelo 1.

2.2 Modelo

A figura 1 mostra as proporções físicas do modelo 1 a ser simulado. A relação entre área de abertura do topo e a altura dos blocos, determina ao átrio, conforme Aizlewood, 1996 um índice de profundidade (IP), igual a dois, obtido através da fórmula:

$$IP = \frac{\text{altura} \times (\text{largura} + \text{comprimento})}{2 \times \text{largura} \times \text{comprimento}}$$

A relação das salas com o átrio é feita através de janelas, que ocupam metade da área (50%) das paredes que conformam o átrio, são aberturas verticais de 1,50m de altura por 9,00m de comprimento, que ocupam toda a extensão da parede, limitadas com vidro transparente claro. A relação do átrio com o exterior se dá através da abertura horizontal no topo, sem a limitação da cobertura, a luz natural entra livremente em um espaço que irá modificá-la antes de chegar ao seu objetivo final, o interior das salas adjacentes. Os materiais utilizados nas superfícies de fechamento, interferem diretamente no resultado da iluminação final. A tabela 1 mostra a definição das características físicas dos materiais e de que forma interferem na reflexão da luz.

Tab.1 Características das superfícies que compõe o modelo.

superfícies	material	propriedades ópticas
paredes	reboco, pintura fosca	índice de refletividade da cor, 75%, opaco
pisos	reboco, pintura fosca	índice de refletividade da cor, 30%, opaco
forro	reboco, pintura fosca	índice de refletividade da cor, 85%, opaco
janela	vidro simples	índice de reflet. da cor. 85%, transparência, 100%

A localização geográfica das simulações é 27^o de latitude sul e 48^o de longitude oeste, na cidade de Florianópolis, Brasil e, acontecem nas seguintes condições:

Em duas datas, dias vinte e um de maio e vinte e um de novembro.

Em três horários, 8:00 h, 10:00 h e 12:00 h.

Sob dois tipos de céu, encoberto e claro.

Com dois modelos, modelo 1 com IP=2 e modelo 2 com IP=1,5.

Totalizando vinte e quatro situações a serem analisadas e comparadas. As fachadas internas (que determinam o átrio) dos quatro blocos, estão orientadas da seguinte maneira:

Bloco 1 – leste

Bloco 2 – sul

Bloco 3 – oeste

Bloco 4 – norte

3. Os Resultados

Como exemplo, para ilustrar a pesquisa, foi usada a simulação do dia 21 de novembro, as 10:00h, com o modelo 1. O resultado da simulação com céu claro, apresenta a fachada leste (bloco 1) ensolarada, com pequenas porções sem receber os raios do sol, a fachada norte (bloco 4) também recebe um pouco de sol, (fig. 2). Uma parte dos raios solares entra nas salas através das janelas, outra parte é refletida às fachadas opostas, sul e oeste, dos blocos 2 e 3 respectivamente. Com o céu encoberto, a distribuição da fonte de luz é uniforme, em consequência, as quatro fachadas apresentam níveis de iluminância aproximados, porém, menores que os níveis obtidos nas fachadas do modelo simulado sob céu claro. A contribuição de luz gerada pela interreflexão das paredes do átrio também é alterada pelas condições de céu.

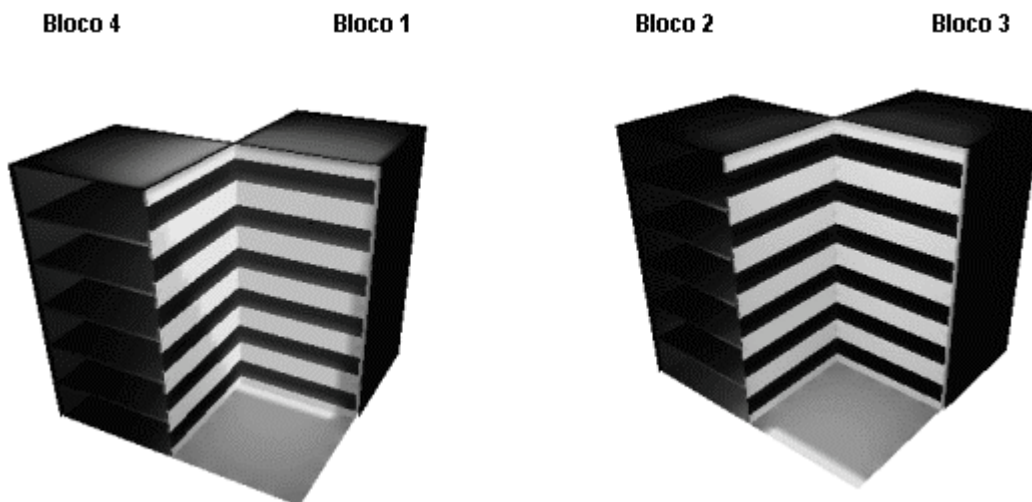


Fig. 2 Imagens do modelo 1, simulado em 21 de novembro, as 10:00h, sob céu claro

Dentro dos blocos, foram analisadas as salas do primeiro, quarto e sexto níveis, num total de seis níveis, com pé direito de três metros, cada sala. Os dois pontos em que foram medidos os valores das iluminâncias em cada nível, estão alinhados horizontalmente sobre o plano do piso, no centro da sala. O primeiro ponto está distante um metro e cinquenta centímetros da janela, o segundo ponto, no fundo da sala, está a distante sete metros e cinquenta centímetros da janela. Os três pontos medidos em cada fachada do átrio, estão centralizados e alinhados verticalmente, distantes respectivamente a três, nove e quinze metros de altura do primeiro piso e indicam a iluminância nas paredes do átrio, (fig. 3 e 4).

Com base nos valores obtidos, em todas as simulações, através destes pontos, foi possível analisar a contribuição do elemento átrio, para as salas que o cercam, em diferentes situações de altura do pavimento, orientação solar, profundidade da sala, condições de céu, hora do dia, época do ano e geometria do átrio. As simulações com o modelo 1, no dia 21 de novembro, as 10:00h, sob céu claro e sob céu encoberto, (fig. 3 e 4), exemplificam as questões analisadas.

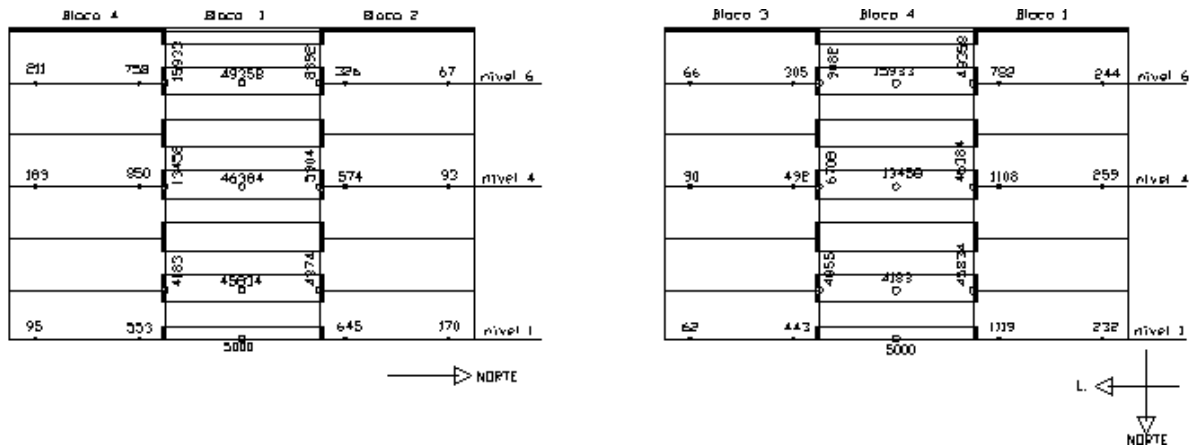


Fig. 3 Valor de iluminâncias (Lux) para os pisos e as fachadas do modelo 1, em 21 de novembro, as 10:00h, sob céu claro. Cortes sul – norte e leste – oeste, dos blocos e do átrio.

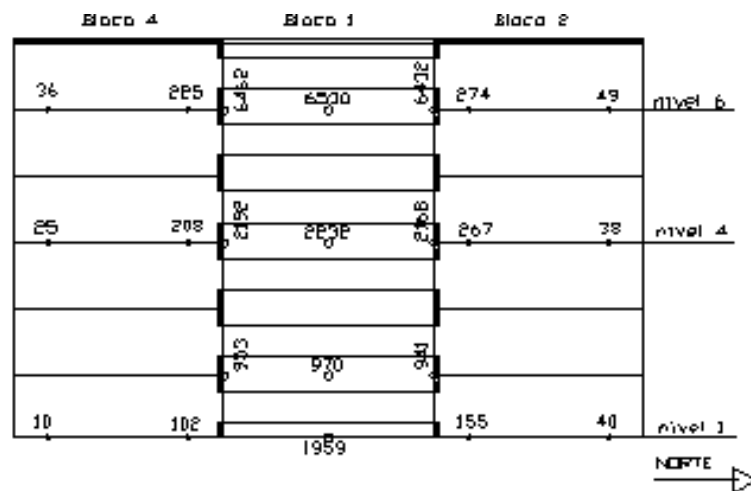


Fig. 4 Valor de iluminâncias (Lux) para os pisos e as fachadas do modelo 1, em 21 de novembro, as 10:00h, sob céu encoberto. Corte sul – norte, dos blocos e do átrio.

4. Análise e Conclusões

Os efeitos do uso do átrio, como elemento condutor de iluminação, considerados neste artigo são: o movimento da iluminação durante o dia, de acordo com posição do sol em relação a terra, a diferença de níveis de iluminâncias e de sua distribuição, analisados em duas condições diferentes de céu e o decréscimo do nível de iluminância causado pela profundidade da sala. (Fig. 3 e 4).

Observou-se que, a presença do sol nas paredes e o seu reflexo pelas superfícies, faz com que a iluminação seja diferente para cada bloco de salas, dependendo da orientação de sua fachada, com todas as outras variáveis permanecendo iguais. Por exemplo, na figura três, no corte leste-oeste, as salas do bloco 1, que recebem sol em sua fachada, apresentam valores próximos a 1100 lux nos pontos perto das janelas, as salas do bloco 3, que ficam de frente para o reflexo transmitido pela parede do bloco 1, apresentam iluminâncias em torno de 450 lux, para os pontos próximos a janela. As salas comparadas localizam-se no primeiro e no quarto níveis. Estes valores mudam a todo instante, sob a luz natural e teoricamente estarão invertidos para as 15:00 h, no mesmo dia e sob mesmas condições de céu.

Com céu claro, os valores e a distribuição de iluminâncias nas sala, está sempre mudando, de acordo com a data/ horário e conforme a orientação da fachada. Sob céu encoberto, a distribuição dos valores é praticamente a mesma para todas as fachadas, os níveis aumentam ou diminuem um pouco dependendo da data e horário. Comparando-se os níveis de iluminância, as fachadas e salas sob céu claro apresentam valores consideravelmente maiores que sob céu encoberto. Por exemplo, na figura três, no bloco dois, a sala do quarto nível, sob céu claro apresenta 574 lux, no ponto próximo a janela. A mesma sala sob céu encoberto (fig. 4), apresenta 267 lux para o mesmo ponto, o valor cai para a metade, neste caso. Para outras salas e nos pontos localizados no fundo da sala, a queda nos níveis de iluminância pode ser bem mais acentuada, o que já se pode notar nas figuras 3 e 4.

O decréscimo dos níveis de iluminância dentro das salas, é maior em função da profundidade da sala, do que em função da profundidade do átrio, para céu claro e encoberto. Como exemplo, foram usadas duas salas do bloco dois, sob céu claro (fig. 3). No quarto andar, o ponto próximo a janela apresenta uma iluminância de 574 lux e o ponto no fundo da sala apresenta 93 lux. No sexto andar, o ponto próximo a janela, vale 326 lux e no fundo da sala, 67 lux. Os quatro pontos possuem uma distância de seis metro entre si, tanto no sentido horizontal, entre pontos, como no sentido vertical, entre as salas. Ainda para o horário e data deste exemplo(fig. 3), pode-se observar que o decréscimo de iluminação, em função da profundidade do átrio, não acontece de maneira uniforme e até, há um acréscimo nas salas localizadas mais em baixo. Na presença do sol, deve-se levar em conta um trajetória cíclica, no decorre do dia e do ano ou pode-se evitar sua presença direta, dependendo do ambiente que se queira criar.

Assim como o comportamento da distribuição da luz no átrio e nos espaços adjacentes, acontece de maneira diferente dependendo das condições de céu, o tipo de cobertura usado pode alterar as condições naturais de céu para dentro do átrio. Um fechamento transparente é similar a não existência de cobertura, o comportamento da luz natural pode ser considerado o mesmo para ambas as situações. Uma cobertura translúcida, evita a incidência solar pontual em dias de céu claro, porém, com céu encoberto, a

redução dos níveis de iluminância decorrente do tipo de céu, é acentuada pela existência de um fechamento difusor no topo do átrio, (Baker, 1993).

O conhecimento dos efeitos de um átrio como condutor de luz natural para dentro de espaços fechados, torna possível trabalhar este elemento, afim de otimizar suas possibilidades quanto a iluminação natural. Enquanto o perímetro externo de um edifício é afetado diretamente por todos os tipos de situações climáticas, sol, chuva, vento, barulho, poluição, o átrio, é um meio ambiente protegido, relacionando-se com o interior de maneira suave, recebendo e transmitindo luz, sol, ventilação numa proporção aproximada do desejável.

5. Bibliografia

AIZLEWOOD, M.E., ISAAC, K.A. & LITTLEFAIR, P.J. (1996): *A scale model of daylighting in atrium buildings*. Building Research Establishment, IESANZ, Perth, Australia.

BAKER, N., FANCHIOTTI, A. & STEEMERS, K. (1993): *Daylighting in architecture. A european reference book*. James & James (Science Publishers) Ltd. London.

STAHL, Antônio Luiz L. (1994): *Iluminação natural através de pátios. Bases para o estabelecimento de diretrizes de projeto arquitetônico*. UFRG, Faculdade de Arquitetura, Porto Alegre/RS.

SCHILLER, Silvia & EVANS John Martin (1998): *Rediscovering outdoor living space. Design from the outside in*. James & James Science Publishers Ltda. PLEA 98, Lisboa, Portugal, pp 153-156.