

ESTUDO PARA REDIRECIONAMENTO DA LUZ NATURAL UTILIZANDO ELEMENTOS TIPO “LIGHTSHELVES”

(1) Graziano Jr., Sigfrido F. C. G.; (2) Pereira, Fernando Oscar Ruttkay

(1) Universidade Federal de Santa Catarina - Programa de Pós-Graduação em Eng. de Produção
Rua Acad. Reinaldo Consoni, 38 – CEP 88037-100 – Florianópolis, SC

Tel (48) 234-0256 e.mail c2sig@pobox.udesc.br

(2) Universidade Federal de Santa Catarina - LABCON CEP 88-040-900 - Florianópolis, SC

Tel (48) 331-7080 Fax 331-9550 e.mail feco@arq.ufsc.br

RESUMO

Existem muitos ambientes onde as janelas laterais não proporcionam luz natural suficiente, principalmente devido a grandes obstruções e orientação inadequada da janela e dimensões do ambiente. O principal objetivo deste estudo é desenvolver maneira inovadora de usar as lightselves ou prateleiras de luz e melhorar seu desempenho em edificações situadas nas áreas urbanas muito densificadas. A simulação computacional, usando o aplicativo Lightscape v. 3.1, testou diversos aspectos como inclinação e curvatura das lightselves, acabamentos e refletividade, diferentes alturas de obstrução, orientação de janela e condição de céu. Os resultados iniciais são muito encorajadores, indicando que é possível reduzir a falta de ingresso de luz natural em áreas com grande densidade de construção. Também há outro aspecto, indicando que os resultados podem mostrar grande potencial na economia de energia elétrica, sendo que as soluções adotaram edificações com obstrução com alturas entre quatro e doze pavimentos.

ABSTRACT

There are many environments where side windows do not ensure good daylighting, mainly due to large obstructions and inadequate window and room dimensions. The main objective of this study is to develop an innovative light shelf for improving daylighting performance of buildings in dense urban areas. Computer simulation, using Lightscape[®] v3.1, has been developed for testing several aspects, such as: tilted and curved light shelves, reflective finishings, light plenum, different degrees of obstruction, window orientation and sky conditions. The initial results are very encouraging, pointing that it is possible to reduce the penalty in daylight admission through side windows in areas with high density of construction. Besides, the results also show a high potential for electric energy savings. We also figure that many of the tested solutions can be easily introduced in areas with building height between four to twelve levels.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização da proposta

A luz, principalmente a natural, é e sempre foi muito importante para a compreensão e definição do espaço e execução de tarefas, segurança e salubridade. Em algumas civilizações, era condição fundamental para projetos de edificações. Através dos tempos, devido a diversos fatores, percebe-se que a luz natural foi sendo considerada desnecessária ou até mesmo desprezada., segundo Lam (1986).

Atualmente, por razões de economia, ecologia e salubridade, há uma busca pelo resgate daqueles valores aparentemente negligenciados, segundo Graziano Junior (2000).

Sob o aspecto construtivo, a atenção para a iluminação natural era mais voltada à religiosidade, onde havia muita preocupação na entrada da luz passando por grandes vitrais, segundo Lam (1986) e Pereira (1995).

As demais construções, mercados, residências eram mais baixas, com um ou dois pavimentos e as aberturas não eram obstruídas por grandes edificações próximas. Aos poucos, com o avanço de novas técnicas construtivas, novos materiais e tecnologia de cálculo, as grandes alturas das edificações passaram a não ser apenas das torres de igrejas e castelos, mas edifícios de apartamentos e salas comerciais.

Em contrapartida, as ruas nem sempre aumentaram sua largura e os lotes urbanos passaram a ser valorizados e disputados devido à valorização da vida urbana, busca de emprego nas indústrias, e as cidades cresceram muito, tanto horizontal com verticalmente.

Ocorre, então, intensificação no uso do solo urbano e sua valorização, trazidos pelo aumento da densidade populacional, pela fuga do campo e procura por trabalho na indústria, por exemplo, a revolução industrial e novos recursos tecnológicos, como técnicas construtivas com o concreto armado e o aço, permitindo altas edificações, possibilidade de elevadores de cargas e pessoas, climatização artificial de ambientes entre outros, têm sido alguns fatores que influenciaram a verticalização das construções e reduziram os recuos e afastamentos entre edificações, de acordo com Mascaró (1991) e Graziano Junior (2000).

Tais posturas têm mostrado atuar de forma negativa em relação ao melhor aproveitamento da luz natural para qualidade visual do interior dos ambientes, pois quanto maior a altura do entorno e maior a proximidade entre os volumes, menores são as contribuições da insolação direta e da abóbada celeste, conforme se pode observar nas figuras 1 e 2.



Figura 1 - Aspecto de rua de Barcelona, Espanha (fonte: arquivo do autor).

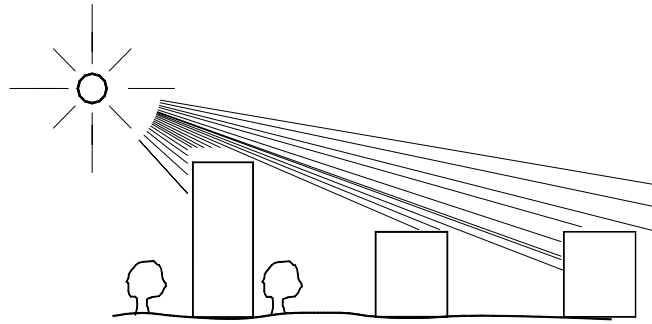


Figura 2 - Condições urbanas desfavoráveis para iluminação natural.

O trabalho apresenta estudos sobre redirecionamento da luz natural, com inovação e otimização das “lightshelves” (prateleira de luz), visando melhorar seu desempenho, usando superfícies planas e de seção curva, com variação angular em relação à horizontal, utilizando estudos apresentados por Graziano Junior (2000).

O enfoque principal é para as áreas urbanas em que a ocupação do solo, muitas vezes, permite a convivência de grandes alturas de edificações, afastamentos e recuos insuficientes para a insolação adequada das edificações situadas na vizinhança, provocando sombreamento em grande parte do dia daquelas edificações de menor altura, cujas janelas, muitas vezes, são insuficientes para o ingresso da luz natural em quantidade adequada.

Os estudos visam um melhor aproveitamento tanto a insolação direta como aquela incidente no entorno e refletida de forma difusa, além da iluminação proveniente da abobada celeste.

1.2 Justificativa da proposta

Existem muitos ambientes e edificações onde a abertura não fornece luz natural suficiente, devido à altura dos edifícios vizinhos, orientação solar inadequada ou grande distância entre a janela e a parede oposta. Desta forma, a demanda de energia elétrica utilizada para a iluminação dos ambientes durante o dia é muito grande, segundo Pereira (1995).

O aumento do sombreamento pelas edificações próximas, aumento nas dimensões e nas áreas das edificações sem o correspondente aumento da área de aberturas, a criação de turnos de trabalho desvinculados dos horários em que haja disponibilidade de luz natural são alguns dos diversos fatores que tornam necessária a complementação ou até mesmo sua substituição por iluminação artificial. Há de ser lembrado que o aumento das aberturas, proporcionando o incremento da luz natural pode acarretar o aumento da carga térmica. No entanto, os equipamentos de iluminação artificial - lâmpadas, fios, transformadores e reatores também geram calor. Assim, o enorme uso da iluminação artificial e alto consumo da energia elétrica são preocupações atuais e a luz natural volta a ter importância na concepção dos projetos.

A crescente demanda de energia elétrica, provocada, entre outros motivos, pelo aumento da iluminação complementar à natural e conseqüente necessidade de condicionamento mecânico de ar, traz a necessidade de grandes investimentos em novas usinas geradoras, sejam hidrelétricas, termoelétricas, nucleares, eólicas, captadores solares com acumulação em baterias, etc. Tais investimentos, até há poucos anos realizados pelo setor público, estão sendo cada vez menos viáveis pelo alto custo inicial, interferência no meio-ambiente e suas conseqüências a curto, médio e longo prazos, informado por Lam (1986).

O que deve ser incentivado é o uso da iluminação artificial como complemento da iluminação natural, a qual deve ser melhorada sempre que possível, seja através de controles de ofuscamento, elementos de redirecionamento, dimensões adequadas das aberturas, limpeza e manutenção dos vidros, etc. A probabilidade dos ocupantes dos espaços acionarem a luz artificial é maior tanto quanto menores os níveis de iluminação no plano de trabalho.

Entretanto, muitos projetos de áreas de trabalho são elaborados em total desconsideração à luz natural, como se fosse totalmente dispensável; ao entrarem em operação, mesmo durante o dia, com céu claro

e luz abundante, gratuita e disponível no exterior, há a necessidade de acionamento da iluminação artificial. Ao incluirmos a luz natural como componente de projeto, haveria um estudo dos circuitos elétricos visando acioná-los, apenas, de acordo com a necessidade de complementação da luz natural.

Essa cultura, que chega a trazer um certo desprezo pela luz solar, chega a usar uma terminologia, que há de ser questionada, quando se refere a ela como “fonte alternativa”, o que parece inadequada, pois ela é uma das fontes básicas de energia do planeta. É tão forte a presença da energia elétrica nos projetos e no cotidiano que, o que é mais antigo, mais eficiente, gratuito, abundante e saudável é, erroneamente, chamado de alternativo, conforme menciona Graziano (2000).

1.3 Hipótese

O presente estudo pretende mostrar que, numa condição de obstrução excessiva, que resulta numa drástica redução de luz natural, é possível haver um sistema de redirecionamento que minimize e compense, pelo menos parcialmente, tais efeitos, embora existam estudos indicando que as “*lightselves*” apenas reduzem as diferenças de níveis de iluminação entre as áreas próximas das janelas e as áreas mais distantes.

2 DESENVOLVIMENTO

Utilizou-se, inicialmente, modelo em escala reduzida, apresentando diversas limitações e, posteriormente, simulação em computador ou modelo virtual, que permitiu experimentar diversas condicionantes, alturas e dimensões de obstrução em prazo bem mais curto e comparando resultados, sendo utilizados os softwares Autocad R14® da Autodesk e Arqui 3D® R14 da Grapho – para elaboração do modelo em 3D e Lightscape® Visualization System - Versão 3 da Lightscape Technologies – para processamento da iluminação natural. O modelo em 3D teve as seguintes características:

- Dimensões de 4.0 m de altura x 20.0 m de comprimento e 7.0 m de largura;
- abertura única com 7.00 m x 1.00 m a 3.00 do piso orientada a leste;
- paredes internas na cor branca;
- obstrução da janela com 2 planos com 20 m de altura situados de forma a simular um edifício de aproximadamente 6 andares situado na frente e outro na lateral do modelo estudado, cinza;
- lightshelf internamente com 2m de comprimento, nivelada com a horizontal e, externamente, com 1 metro nivelada e a outra parte com inclinação variável, com 1 m de comprimento.

2.1 Modelo em escala reduzida

O modelo adotado em escala reduzida foi um edifício térreo com uma única janela, dotada de “*lightshelf*” com uma parte fixa e outra parte móvel, sendo esta última plana ou de seção curva.

Foi construído com 40cm m de altura, com abertura única a 30 cm do piso, com apenas 10 cm de largura, representando apenas uma seção delgada da edificação, com as paredes inferiores pintadas de preto fosco internamente para verificar, tão somente, a componente vertical da iluminação, sem reflexão nas laterais, com uma “*lightshelf*” com parte interna e externa, sendo:

- Parte interna de superfície transparente, como um plenum para distribuir a luz da parte superior;
- Parte externa com ângulo de inclinação variável, com eixo de rotação no peitoril da janela.
- No interior do modelo foi instalado um sensor de um fotômetro Minipa e todas as superfícies tiveram variação de inclinação durante o experimento. A cada 15 graus de variação, eram registrados os níveis de iluminação e lançados num gráfico.

Os resultados foram encorajadores, mas devido à dificuldade de serem mudadas as características do modelo, pelas variações frequentes das condições de céu, limitações de tempo, necessidade de elaborações de tipos diferentes de obstrução, alturas, foi decidido simular com modelo virtual.

Pode-se observar o modelo reduzido através de corte esquemático da figura 3.

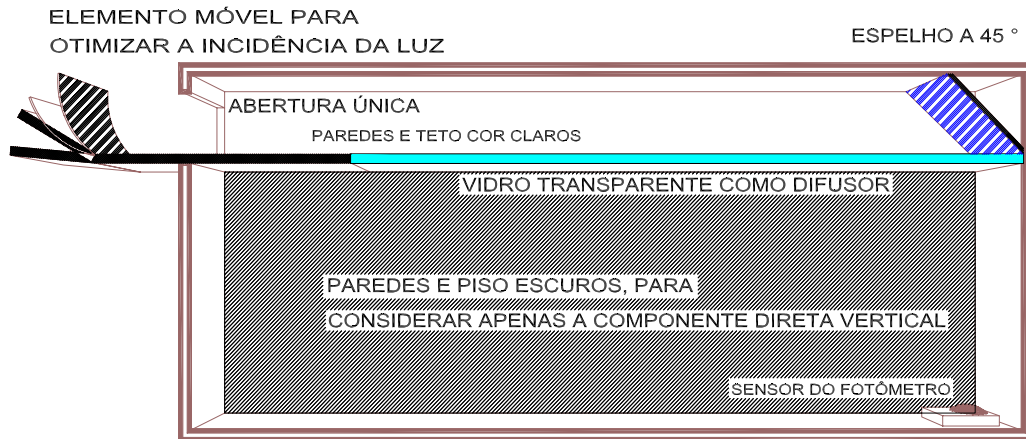


Figura 3 - Corte em perspectiva do modelo em escala reduzida.

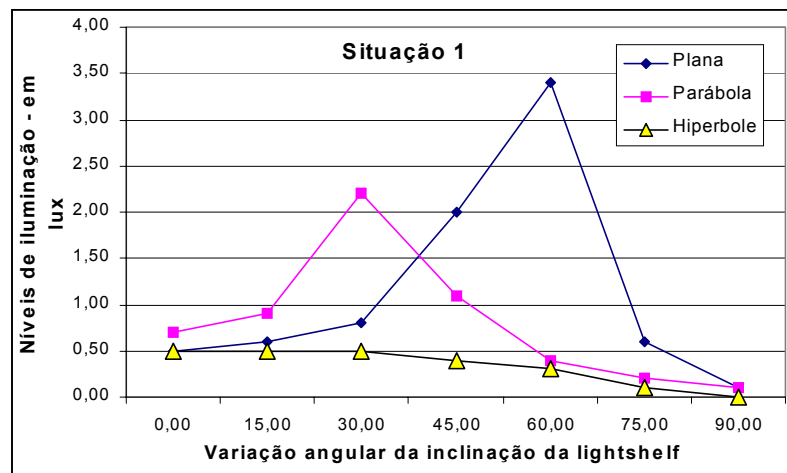


Figura 4 - Gráfico com dados das leituras do modelo reduzido.

2.2 Modelo virtual

A simulação com modelo virtual teve várias etapas com formas e alturas diferentes, de acordo com Graziano Junior (2000), inclusive tipos de obstrução, chegando ao modelo final, como uma edificação térrea com abertura única voltada para leste, mas com obstrução da insolação por dois planos representando edifícios com altura de 30 metros cada, como mostrado na figura 5.

Houve variação da inclinação da lightshelf, horário e presença ou não da obstrução.

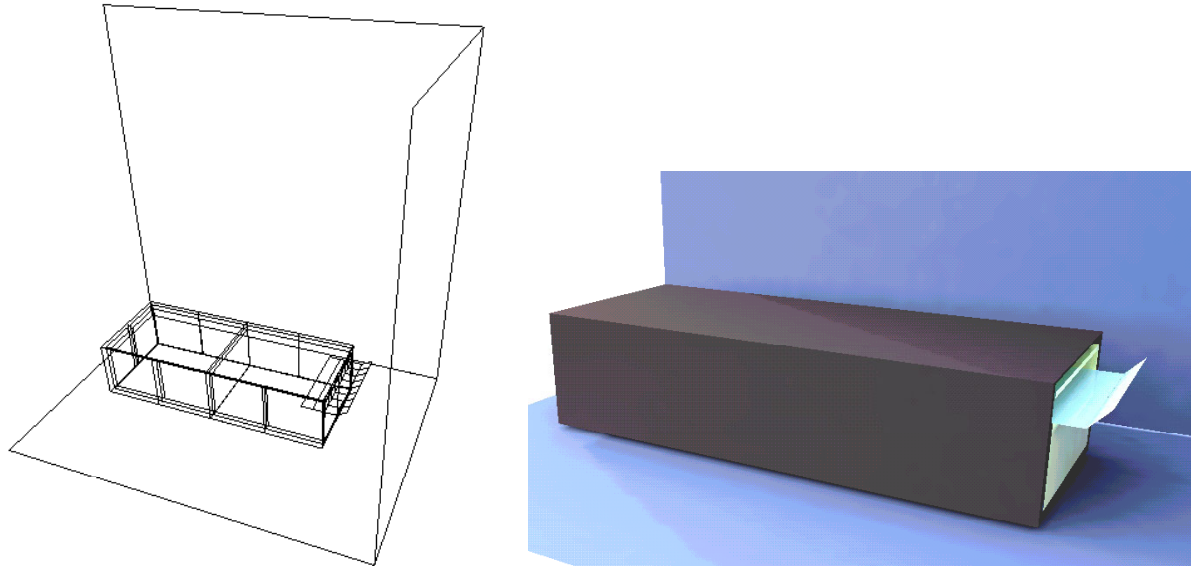


Figura 5 - Modelo virtual em wireframe e renderizado.

As simulações foram realizadas às 10h, 12h e 14h, com obstrução da janela e sem obstrução da mesma. Em cada situação, a parte final da lightshelf teve o ângulo de inclinação variado de 15 em 15 graus, uma vez que o aplicativo admite utilização de superfícies inclinadas, conforme Lightscape® 1996.

Após o processamento de cada modelo, os valores em lux foram tomados de metro a metro ao longo da profundidade do modelo e em 3 locais: a 0.50 m das paredes laterais e na linha central, sendo lançados os valores médios mais significativos nos gráficos das figuras 6, 7 e 8.

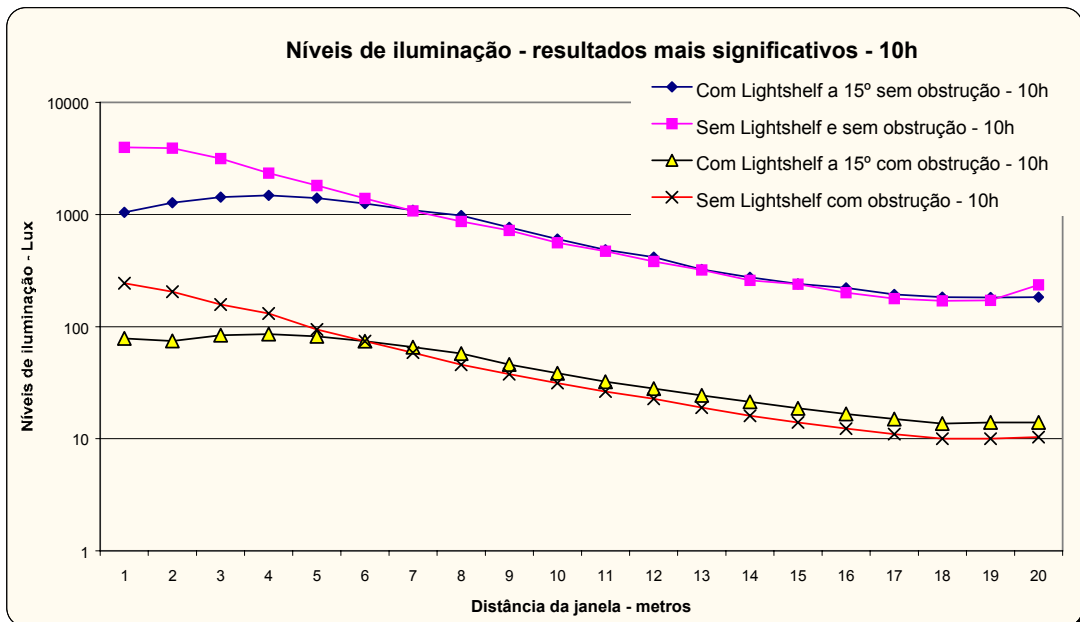


Figura 6 - Gráfico com dados mais significativos - 10h.

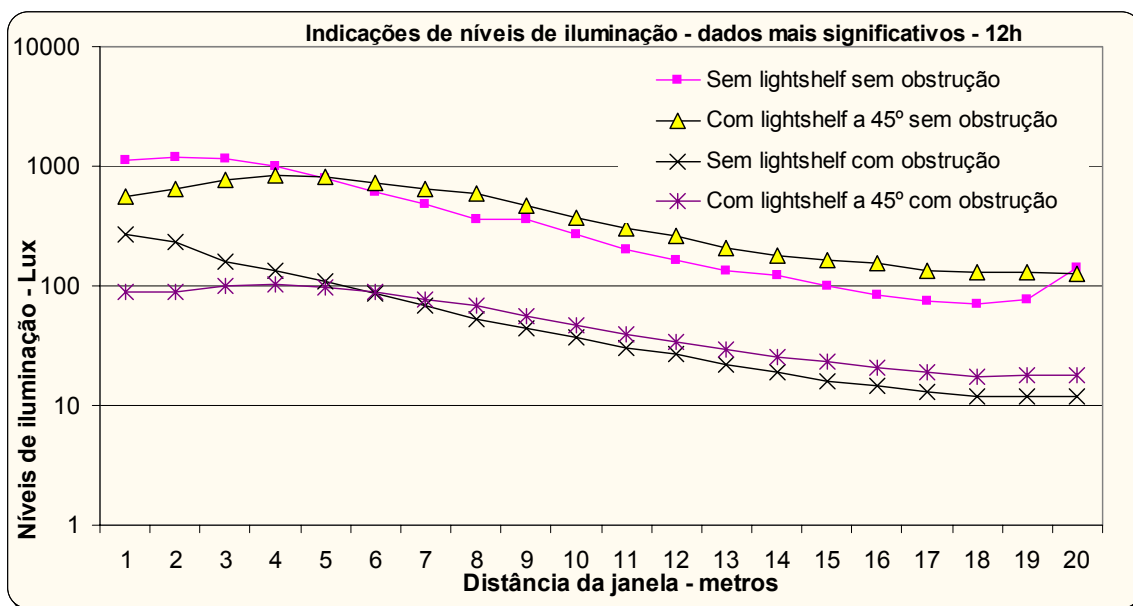


Figura 7 - Gráfico com dados mais significativos - 12h.

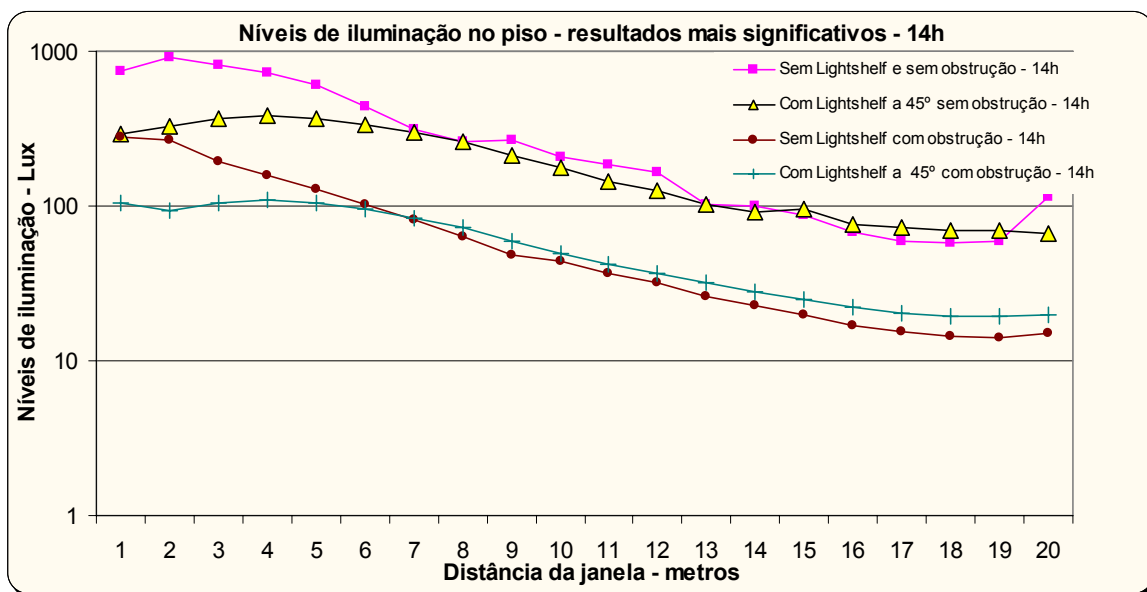


Figura 8 - Gráfico com dados mais significativos - 14h.

3 CONCLUSÕES

A hipótese formulada, de acordo com as simulações, está confirmada, uma vez que mostra que a lightshelf altera o desempenho da abertura em relação à distribuição da luz natural no ambiente, podendo compensar, em parte pelo menos, a drástica redução pela obstrução e orientação inadequada da janela.

Conclui-se também que o aumento dos níveis de iluminação ocorre, aproximadamente, a partir de 5 a 7 metros de distância da janela com lightshelf, em relação à abertura sem nenhum equipamento de redirecionamento.

O aplicativo apresentou excelentes resultados na apresentação de imagens, com grande fotorealismo, conforme Graziano (1999).

Conclui-se, finalmente, que o projeto deve dar maior importância à contribuição do entorno construído, bem como ao desenvolvimento de sistemas dinâmicos, ajustáveis à inclinação e trajetória solar e que essas ferramentas computacionais devem ser também utilizadas para o desenvolvimento de uma arquitetura mais voltada ao desenvolvimento sustentável.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GRAZIANO JUNIOR, Sigfrido F. C. G.; **Estudo para Inovação de Sistema de Redirecionamento da Luz Natural tipo “lightshelf”**. Dissertação em nível de Mestrado em Engenharia de Produção - Ergonomia/Conforto Ambiental. - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Ergonomia/Conforto Ambiental - Iluminação. Florianópolis, Ago 2000.
- GRAZIANO, Sigfrido F.C.G., Jr.; PEREIRA, Fernando O. R. **Simulação e Modelagem Fotorealística em Ambientes Lumínicos**. In: V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Caderno de Resumos ENCAC 99. Editores: Fernando O. R. Pereira, Luiz Angelo S. Bulla, Marcos B. de Souza e Marcondes Araújo Lima (Coordenador Geral do ENCAC 99). Fortaleza - Novembro 1999. p. 65.
- LAM, William M. C. **Sunlighting – as formgiver for architecture**. New York : McGraw-Hill, 1986.
- Lightscape Visualization System - **User's Guide** [Guia do Usuário] . Version 3.1 for Windows NT and Windows 9A. 1996.
- MASCARÓ, Lúcia. **Energia na edificação** : estratégia para minimizar seu consumo. 2. ed. São Paulo: Projeto Editores Associados, 1991.
- PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Iluminação natural no ambiente construído**. Curso ministrado durante o III Encontro Nacional e I Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, Gramado, 1995.