

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM GRANDES EDIFÍCIOS

GRAZIANO JR., SIGFRIDO F. C. G.

Rua Acadêmico Reinaldo Consoni, 38 - Córrego Grande - Florianópolis - SC
e-mail: c2sig@pobox.udesc.br

RESUMO

A crise energética tem aspectos que influenciam todo o planeta, tanto por aspectos de conservação de recursos naturais como por fatores econômicos. A tecnologia deve trazer benefícios à sociedade em geral e caminhar em concordância com o desenvolvimento sustentável. Em alguns edifícios, ainda na fase de projeto, é possível ver os efeitos visuais da luz natural que poderão tanto influenciar na carga térmica e conseqüente consumo de energia para climatização ou ser melhor orientada e reduzir o consumo de energia com iluminação artificial. A simulação computacional de ambientes visuais tem a facilidade de mostrar aos técnicos - arquitetos e engenheiros - e aos usuários finais os efeitos desejados e esperados do espaço a ser construído, podendo prever consumo, racionalidade e efeitos estéticos. Nos casos de empresas, onde normalmente encontram-se grandes espaços e custos muito controlados, tais efeitos podem causar forte impacto no resultado financeiro.

ABSTRACT

Some aspects of the energy crisis influence all the planet, from natural resources conservation to economical issues. Technology must bring benefits to society in general and walk along with sustainable development. In some buildings, still in project stage, it is possible to see the natural light visual effects which could influence so much in the thermal charge and consequently energy consuming to climatization or be better orientated and diminish energy consuming with artificial illumination. The computer simulation of visual environments makes it easy to show technicians - architects and engineers - and to the final users the desired and wanted effects of the space to be built, making it possible to predict consumption, rationality and esthetic effects. In the case of companies with vast areas and very controlled costs, such effects can cause dramatic impact on the financial and economical results.

1. INTRODUÇÃO

O uso de tecnologia computacional pode trazer muito mais qualidade nas diversas atividades desempenhadas pela humanidade. Nesse sentido, o desenvolvimento de uma arquitetura mais comprometida com o bom uso dos recursos energéticos é um aspecto relevante.

Tem-se observado o desenvolvimento de projetos de obras com as mais diferentes finalidades e com agregação de uma série de automatismos - chamados de edificação inteligente. Ficamos até surpresos muitas vezes com o avanço da tecnologia e com os controles computadorizados de climatização, uso de senhas e crachás para acesso às áreas controladas, recursos possíveis com o advento da informática.

Os projetos de arquitetura das edificações têm sido elaborados com as mesmas técnicas há algumas centenas de anos. Partindo da concepção do arquiteto, processo muitas vezes apenas mental e por vezes muito gestual e após um acúmulo de experiências e estudos - formais ou não, que é seguido por uma série de ações de representação material, ora em forma de esboços, croquis, desenhos técnicos em papel ou num CAD, ou ainda modelos reduzidos do volume e estrutura, concretos ou, mais recentemente, modelos virtuais (GRAZIANO, 1999).

Assim, espera-se que o desenvolvimento de modelos virtuais, altamente complexos, sirva principalmente para melhorar e rever a concepção dos partidos arquitetônicos e soluções adotadas,

definir melhores soluções energéticas, mais eficientes; tem sido freqüente o uso da tecnologia computacional, tão somente, para modelagem virtual e elaboração de maquetes eletrônicas, muito importantes para a compreensão da proposta espacial e marketing, mas que não deve ser esquecida como fundamental ferramenta de antevisão técnica e previsão de desempenho.

Relacionando esse assunto à iluminação, o homem conhece os efeitos do Sol tanto em relação aos seus benefícios da luz com enorme energia e efeitos bactericidas, efeitos de correção cromática, relação entre as atividades com o tempo, como também sabe os efeitos térmicos do seu uso indiscriminado e descontrolado.(LAM, 1986 e GRAZIANO, 2000)

E o que fazemos quando um projeto admite uma enorme carga solar num clima quente? Repensamos o projeto ou aumentamos a climatização mecânica? Alguns casos são aqui apresentados, mostrando que a simulação da iluminação natural, incidência solar direta ou insolação e a iluminação artificial podem ser previstos, com grande proximidade de situações reais e, a partir de então, os partidos podem ser revisados, novamente discutidos.

2. DESENVOLVIMENTO

Atualmente há ferramentas capazes de mostrar diversos efeitos da insolação, ainda na fase de projeto, como as simulações computacionais (GRAZIANO, 1999; GRAZIANO, 2000).

Este trabalho apresenta estudo de 3 casos, nos quais a simulação indicou o que poderia ser melhorado - ainda na fase de projeto, durante a obra ou após a ocupação. Foram utilizados os aplicativos Autocad® R14 da Autodesk, Arqui 3D® da Grapho e Lightscape® v. 3.0 da Lightscape Visualization System, posteriormente adquirido pela Autodesk e comercializado na versão 3.2.

2.1 Estudo de caso 1: controle da insolação em hotel em Natal - RN.

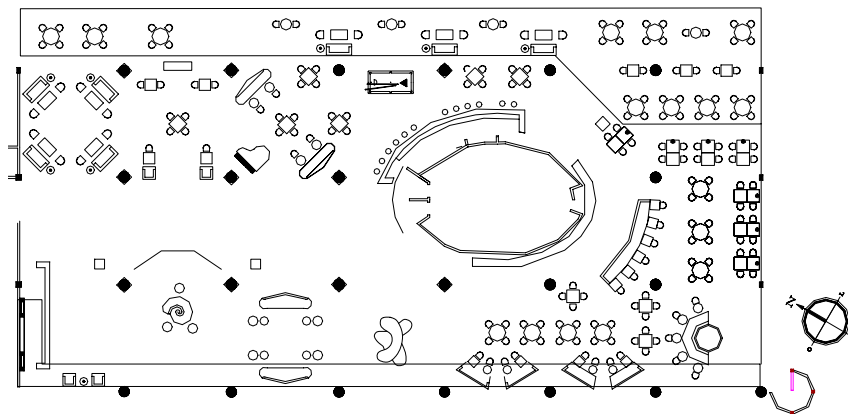


Figura 1-Planta baixa do lobby do hotel



Figura 2 - Aspecto do lobby às 16 h

Na fase de projeto, um hotel em Natal - RN, com pé direito alto e envidraçado, analisou-se os efeitos visuais e possibilidades desconfortáveis sobre a grande insolação. Foram indicadas algumas medidas para melhorar os efeitos, com elementos de sombreamento na fachada oeste e controle da iluminação natural, observados nas figuras 1 e 2.



Figura 3 - Aspecto da insolação às 16:30 h.

2.2 Estudo de caso 2 - aproveitamento da iluminação natural em órgão público.

Na fase de execução de uma obra de um órgão público federal, verificou-se sua orientação solar, dimensões das aberturas e profundidade dos ambientes. Como a obra encontrava-se em execução e sendo necessário adequar projetos complementares, foi elaborado estudo para a instalação de elementos de redirecionamento e controle da insolação direta, visando melhor aproveitar a luz natural e reduzir o consumo de energia operante com iluminação e condicionamento de ar.

O layout proposto inicialmente, sem divisórias, conforme figura 4, e a simulação do ambiente somente com a luz natural disponível, com aspecto observado na figura 5, bem com as indicações de níveis de iluminação na área central do ambiente - 200 a 250 lux, conforme figura 6, indicaram ser possível uma considerável melhoria na qualidade da iluminação natural.

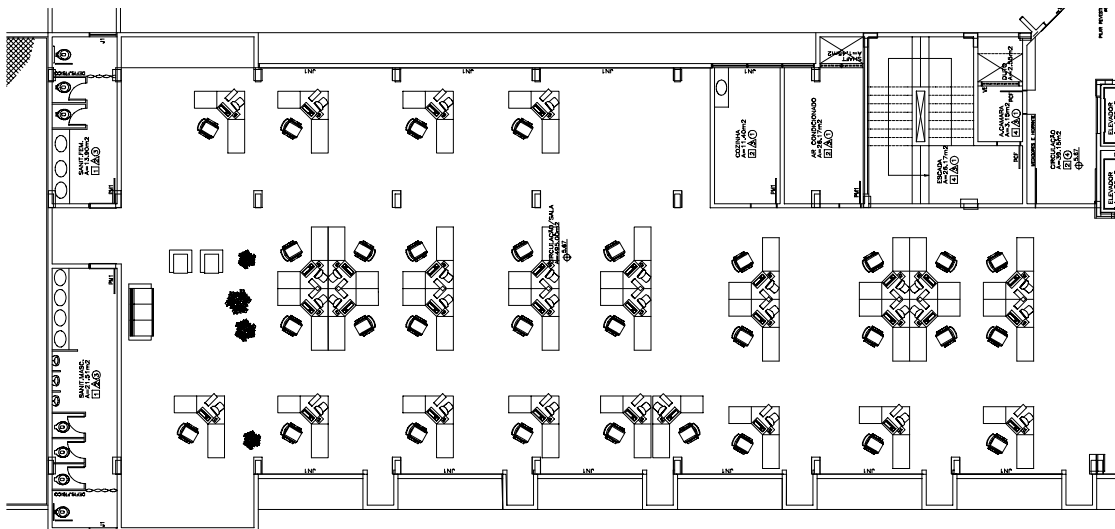


Figura 4 - Layout da área de expediente estudada



Figura 5 - Simulação do ambiente sem lightshelf - 10h.



Figura 6 - Simulação do ambiente sem lightshelf indicando níveis de iluminação - 12 h.

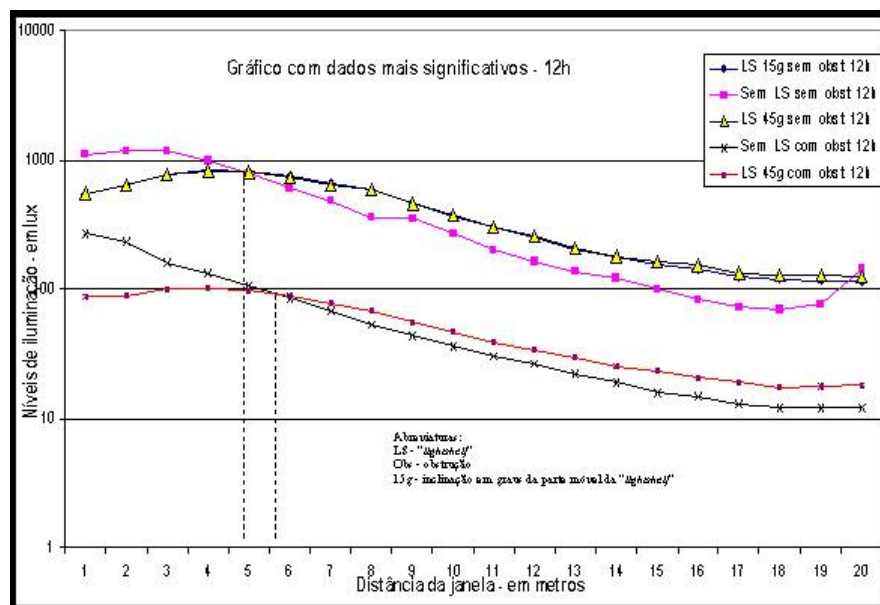


Figura 7 - Desempenho da lightshelf em simulação computacional (Graziano, 2000).

Sendo observada a existência de aberturas em lados opostos, sua orientação solar e profundidade do ambiente, foi elaborado estudo para a inserção de lightshelves ou prateleiras de luz nas fachadas leste e oeste, de forma a redirecionar a luz natural. De acordo com simulações já realizadas (GRAZIANO, 2000), tal equipamento proporciona sombreamento nas áreas próximas da abertura, havendo ganho nos níveis de iluminação em relação à abertura sem a lightshelf a, aproximadamente, 5 m de distancia da janela, conforme pode ser observado na figura 7.

A edificação em estudo apresentava largura de 10 m e orientação favorável à insolação da manhã e da tarde, uma vez que as janelas estavam orientadas a leste e oeste.

De acordo com a simulação, os níveis de iluminação nas mesas situadas na área central, que apenas com a iluminação da janela sem lightshelf eram da ordem de 250 Lux às 12h, observados na figura 6, passaram para 440 lux, observados na figura 8. Deve ser levado em consideração que no caso, havia lightshelves nas duas fachadas opostas, o que duplicava o efeito normalmente esperado.



Figura 8 - Simulação do ambiente com lightshelf - 12 h.



Figura 9 - Simulação do ambiente com lightshelf - 13 h.

De acordo com as simulações a partir das 13h com lightshelf nas duas fachadas, observada na figura 9, os níveis de iluminação nas mesas próximas às aberturas da fachada leste, portanto com orientação desfavorável, deveriam ser complementados, ou melhor, a lightshelf daquela fachada deveria ser movimentada de forma a permitir a contribuição da componente celeste, visível e desobstruída. Tal

informação ratifica a necessidade mencionada em alguns estudos sobre a adoção de sistemas dinâmicos ajustáveis para melhorar o desempenho do conjunto (BELTRAN, 1997; GRAZIANO JUNIOR, 2000; LAM, 1986; PEREIRA 1993 E 1995). Embora a lightshelf possa contribuir para redirecionar a luz natural, por vezes, como nesse caso e nesse horário, pode ocorrer a obstrução da luz difusa e agradável da componente celeste.

2.3 Estudo de caso 3 - Agência Bancária

Uma agência bancária foi instalada num edifício com fachada envidraçada, situado numa esquina. Independente da abundância de luz natural disponível em grande parte do ano, o sistema de iluminação artificial foi concebido para estar ligado desde o período da manhã, no início das atividades, uma vez que os circuitos não foram projetados para serem acionados de acordo com a necessidade de complementação. O resultado é um consumo desnecessário de energia, por dois motivos:

- na área próxima das fachadas envidraçadas encontram-se áreas de espera e área de auto-atendimento;
- ambas fachadas envidraçadas estão com a orientação favorável à trajetória solar, ou seja, as fachadas recebem insolação direta, bastando um elemento de controle e redirecionamento para evitar a radiação direta, permanecendo ainda altos níveis de iluminação.

O estudo mostrou que:

- no plano de piso, em locais próximos as fachadas, os níveis estão em torno de 2.000 e 4.000 lux, indicando haver a necessidade de haver controle da insolação e, ainda assim, haveria excelente qualidade visual, nos planos de trabalho.
- nos planos de trabalho mais afastados das aberturas, situados nos guichês de caixa, onde são requeridos de 500 a 1000 lux pelas normas vigentes, os níveis devem ser complementados pois, apenas com a luz natural, os níveis alcançam cerca de 100 lux, nos tampos dos guichês.

Tais aspectos da situação da iluminação natural às 15h em Junho podem ser observados na imagem da simulação, na figura 10.

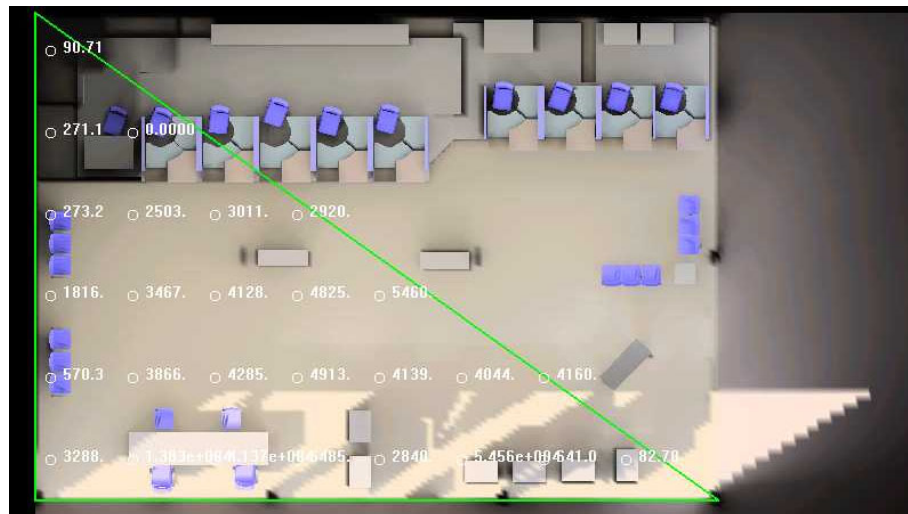


Figura 10 - Insolação às 15h, proporcionando luz natural suficiente.

A simulação indicou que as luminárias próximas das aberturas poderiam ser desligadas, devendo manter ligadas as luminárias sobre as áreas dos guichês, que proporcionariam níveis da ordem de 800 a 900 lux, o que foi comprovado nas medições posteriores.

O estudo finalizou orientando:

- novo projeto do sistema de iluminação com novos circuitos de forma a desligar as luminárias situadas próximas das áreas envidraçadas em 80% do período de trabalho;
- acompanhamento mensal do consumo energético e medições nos planos de trabalho em diversos horários durante a jornada de trabalho. As luminárias do pavimento consumiam cerca de 4.100 W por hora, com as 80 lâmpadas ligadas.

- Comparar a estimativa de redução no consumo, da ordem de 2.050 W por hora, com as faturas de energia.
- Comparar as estimativas do estudo com o resultado real para adoção das medidas em outras unidades da empresa bancária.

A aspecto da agência com apenas as luminárias dos guichês ligadas pode ser observado na figura 11.



Figura 11 - Aspecto da agência bancária simulando apenas com as luminárias necessárias.

3. CONCLUSÕES

As simulações computacionais são uma excelente ferramenta de projeto, principalmente no momento atual, em que há carência de recursos para investimento em novas usinas hidroelétricas e o consumo de energia no país deve ser reduzido, sob pena de enfrentarmos problemas com racionamentos e cortes.

As simulações permitem melhor condição de prever resultados visuais e mudar, tanto nas fases iniciais de projeto como também durante a obra ou numa avaliação pós-ocupação, levando em consideração aspectos não abrangidos na fase de projeto, como layout real atualizado, cores e acabamentos adotados, aspectos do entorno construído ou a construir.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRÁN, L. O.; LEE, E. S.; SELKOWITZ, S. E. Advanced Optical Daylighting Systems: “lightshelves” and Light Pipes. In: Journal of the Illuminating Engineering Society. p. 91-105 Summer 1997.

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.

GRAZIANO JUNIOR, Sigfrido F. C. G.; Estudo de Redirecionamento da Luz Natural utilizando equipamento tipo “lightshelf”. Dissertação em nível de Mestrado em Engenharia de Produção - Ergonomia/Conforto Ambiental. UFSC. Florianópolis, Ago 2000.

LAM, William M. C. Sunlighting – as formgiver for architecture. New York : McGraw-Hill, 1986.

- PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. Luz solar direta: tecnologia para melhoria do ambiente lumínico e economia de energia da edificação. In: II ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (1993 : Florianópolis). Anais ... / Editores: Roberto Lamberts [et al]. Florianópolis, ANTAC, ABERGO, SOBRAC, 1993. p. 257-267.
- 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.