



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

LABORATÓRIO EXPERIMENTAL PARA ENSINO DE ILUMINAÇÃO EM ARQUITETURA ATRAVÉS DE UM AVA

Veridiana Atanasio (1); Fernando O. R. Pereira (2); Alice T. C. Pereira (3)

- (1) Doutoranda - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina – e-mail: veridiana@arq.ufsc.br
(2) Professor Titular - Departamento de Arquitetura e Urbanismo – e-mail: feco@arq.ufsc.br
(3) Professor Titular - Departamento de Comunicação e Expressão Gráfica – e-mail: alice@ava.egr.ufsc.br

RESUMO

As considerações a respeito da luz influenciam todo o processo de projeto e incorporam tanto quesitos conceituais e estéticos quanto técnicos. Apesar do avanço em pesquisas e aparatos tecnológicos surgidos nas últimas décadas, nota-se que existem barreiras que dificultam a integração destes no projeto arquitetônico de modo satisfatório. Acredita-se que a principal barreira seja a falta de adequada compreensão do fenômeno da luz. Objetiva-se com este trabalho desenvolver um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) visando promover a compreensão do aluno sobre o fenômeno da iluminação, no que se refere à propagação da luz e as modificações desta geradas pelas principais variáveis arquitetônicas.

Palavras-chave: Iluminação, Ambiente Virtual de Aprendizagem e Modelo Analítico.

ABSTRACT

Daylighting considerations influence the whole design process and incorporate as many conceptual and aesthetics topics as technical ones. In spite of research results and technology advances having occurred in last decades, one can notice that there are several barriers turning difficult its integration to the architecture design. One can believe that the main factor for this reason is the lack of adequate comprehension of daylighting phenomenon. This research presents the development of a Virtual Learning Environment (VLE) for promoting the student's comprehension about the lighting phenomenon, approaching the light path and its modifications generated by the main architectural design variables.

Keywords: Lighting, Virtual Environment Learning and Analytic Model.

1 INTRODUÇÃO

O edifício constitui-se de um filtro ambiental entre usuários do espaço interno e o externo. Ele deve funcionar eficazmente nos controles térmicos, lumínicos e acústico. Não obstante a importância incontestável das questões climáticas, a arquitetura não é apenas a busca da solução do abrigo; esta assume também uma questão simbólica através de elementos cheios de significados, como por exemplo, a situação topológica do edifício, suas características formais, seu efeito em relação à luz, a cor e a textura.

O estudo aprofundado dos elementos que estruturam o espaço em termos funcionais e simbólicos torna-se essencial na formação de Arquitetos e Designers de ambientes.

A habilidade e a prática de manipular a luz natural deixaram de ser consideradas essenciais quando tivemos o acesso à luz artificial por volta de 1900 [1]. Com o desenvolvimento (bem-vindo) de fontes de luz artificiais a custos acessíveis o domínio da luz natural foi desafiado, a ponto de ser considerado, em muitas edificações, como algo com pouca ou nenhuma importância [2].

Atualmente percebe-se que ambientes mal iluminados são comuns, prejudicando o desempenho das atividades visuais na maioria dos edifícios [3]. Apesar do avanço em pesquisas e aparatos tecnológicos ocorridos nas últimas décadas perceptíveis através de publicações científicas da área, nota-se que existem barreiras que dificultam a integração destes no projeto arquitetônico de modo satisfatório [4]. Este quadro é um reflexo de uma das principais dificuldades que se impõe à integração da luz natural no projeto arquitetônico, ou seja, a própria compreensão do fenômeno e dos aspectos a ele relacionados [4].

Para reverter este processo é necessário criar procedimentos que englobem tanto a formação profissional quanto os profissionais atuantes no mercado. O objeto de estudo desta pesquisa atuará na vertente da formação e atualização profissional. É importante ressaltar que existem métodos tradicionais de ensino e métodos inovadores. O uso de tecnologias promissoras para o ensino, como a internet, possui vantagens e desvantagens em relação ao método tradicional. Neste sentido, busca-se tomar partido das vantagens que um ambiente virtual pode oferecer e aplicá-lo tanto no ensino presencial quanto no ensino à distância possibilitando ao aluno aprender de acordo com seu ritmo e disponibilidade de horário.

A proposta consiste na criação e desenvolvimento de um ambiente virtual de aprendizagem visando facilitar o entendimento do fenômeno da luz natural. Ambiente Virtual de Aprendizagem é definido como um local disponibilizado na Internet que permite a realização de processos de aprendizagem, onde conteúdo e atividades são organizados e disponibilizados aos estudantes pelos professores. Os AVA's – Ambientes Virtuais de Aprendizagem se apresentam como uma nova mídia de evolução, oferecendo de uma maneira original para exprimir o pensamento, o modo de organização da informação e o modo de aprendizagem.

2 AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM

O Ambiente Virtual de Aprendizagem onde será inserida a proposta é o AVA_AD e está em desenvolvimento sob a coordenação da professora Alice T. C. Pereira no Laboratório de Hipermídia da Universidade Federal de Santa Catarina. Entende-se AVA_AD como um conjunto de ambientes que contribuem para o processo de ensino aprendizagem dos estudantes de arquitetura e design no que se refere à percepção dos conceitos funcionais e simbólicos que estruturam o espaço.

Quando se fala em educação via AVA, surgem algumas dificuldades do ponto de vista tecnológico onde a interação de variados softwares gráficos se faz necessária. Os princípios presentes nos módulos precisam ser visualizados para serem percebidos. Isso pode ser facilitado com os recursos da Realidade Virtual.

Para estimular o entendimento dos assuntos abordados e resultar numa experiência de sucesso, este ambiente possui uma rica gama de ferramentas que oferecem possibilidades tecnológicas colaborativas como ambientes 2D e 3D, videoconferência, chats, fórum e e-mail. Uma dessas possibilidades é o uso de imagens, animações, vídeos e navegação em mundos tridimensionais virtuais.

Como forma de avaliação do aluno são apresentados exercícios e problemas ao longo do desenvolvimento do conteúdo. Os problemas baseiam-se no método de aprendizagem PBL – *Problem Based Learning*. Este método tem como objetivo apresentar um problema para que posteriormente o aluno vá ao encontro do conteúdo disposto no módulo, fazendo o caminho inverso do aprendizado tradicional. A elaboração destes se dá em níveis mais aprofundados e o desenvolvimento deve ser de caráter colaborativo, possibilitando discussões e troca de conhecimentos entre os alunos.

2.1 Módulo Luz

A seção teórica do Módulo Luz busca uma integração entre a conceituação do comportamento físico da luz com a sua utilização na arquitetura, abordando conteúdos sobre a luz e a relação desta com o sistema humano olho-cérebro: reações humanas - fisiológicas e psicológicas; estudos sobre como a luz natural foi utilizada na arquitetura no decorrer da história das civilizações, de acordo com o clima e a cultura das diversas regiões do mundo; comparações entre iluminação natural e artificial, descrevendo a importância da luz natural em relação ao conforto ambiental e à eficiência energética na edificação; grandezas fotométricas - que auxiliam no entendimento da quantificação da luz; propriedades óticas dos materiais; classificação dos componentes de condução, componentes de passagem e elementos de controle de radiação, etc.

Além de proporcionar um embasamento teórico através de conteúdos, o Módulo Luz conta com mais uma ferramenta de auxílio à aprendizagem e ao desenvolvimento dos problemas - os Laboratórios de Luz. Atualmente existe um laboratório implementado, outro em fase de implementação e o terceiro é o alvo deste artigo.

3. LABORATÓRIO PROPOSTO

Além da função integradora dos laboratórios presentes no módulo existe um objetivo maior desta proposta de contribuir para o entendimento do fenômeno da iluminação na arquitetura. Para atingir este objetivo utilizou-se de um Modelo Conceitual de referência, proposto por Moore (1991) [5].

3.1 Modelo Analítico de Referência

Define-se modelo analítico como idéia, opinião ou imagem que serve de exemplo para posterior reprodução. Este modelo tem como objetivo explicar o fenômeno da iluminação através de um esquema de representação envolvendo a fonte de luz, a trajetória desta e o alvo desejado. Parte-se da premissa que a localização da fonte e do alvo são pré-determinados e a trajetória direta ou indireta possa ser descrita e planejada [5].

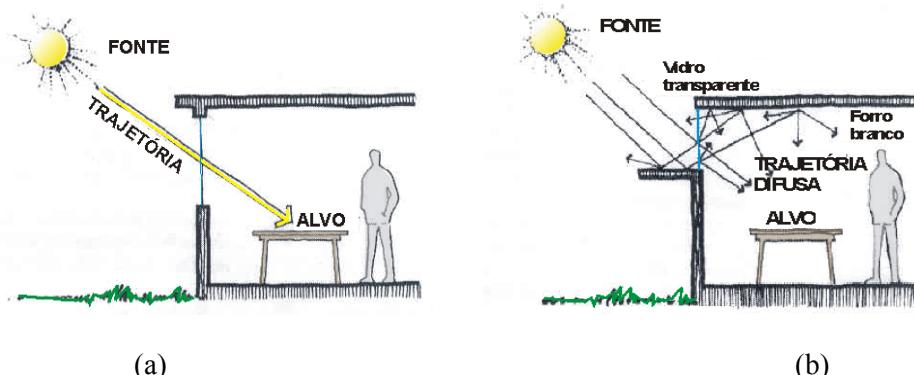


Figura 1 - Modelo Analítico Fonte-Trajetória-Alvo para luz direta (a) e luz difusa (b)
Fonte: MOORE, 1991 [5].

Para a utilização desta convenção incluindo fontes ou trajetos difusos, nos quais os trajetos da luz podem criar uma confusão de "flechas" (ver figura 1b), a alternativa é considerar a iluminação como resultante de áreas de brilho que podem ser "vistas" pelo alvo ou receptor. Este conceito não diferencia a natureza dos vários tipos de fontes; desta forma, um céu nublado ou uma parede branca, de igual luminância, cor e tamanho aparente, contribuiriam do mesmo modo para a iluminação de um receptor [6].

O potencial lumínico de uma superfície, ou seja, a sua capacidade de iluminar um determinado alvo, pode ser estimado através do produto de sua luminância e o seu tamanho aparente (figura 2a). O

tamanho aparente da fonte vista pelo receptor é determinado pelo tamanho, distância e inclinação da fonte relativamente ao receptor. Quanto maior o tamanho da fonte, menor à distância desta ao receptor e menor o ângulo entre a normal da fonte e a direção ao receptor, maior será o seu tamanho aparente.

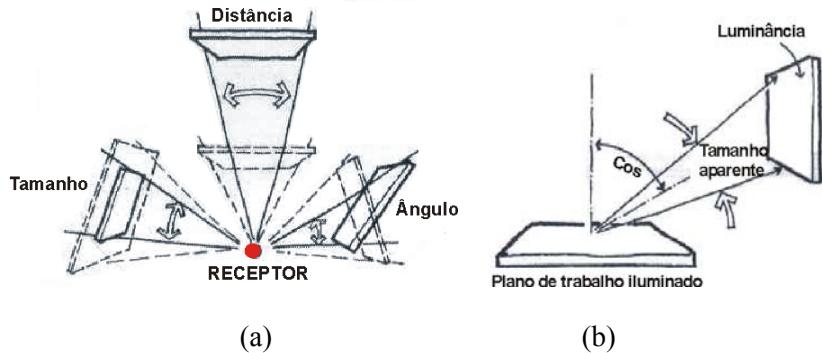


Figura 2 – Tamanho aparente da fonte superficial como função do tamanho, inclinação e distância (a) e efeito co-seno entre a fonte e o plano de trabalho (b). Fonte: MOORE, 1991 [5].

Há ainda um outro fator importante que influencia no resultado. Se o receptor for uma superfície a posição da fonte em relação ao receptor deve ser considerada (figura 2b). Com uma fonte exatamente acima da superfície (paralela a esta) a iluminação fica maximizada, mas caso a posição seja oblíqua então ocorrerá uma redução chamada "efeito cosseno". Quanto maior o ângulo entre a fonte e a normal da superfície, maior será o efeito cosseno e maior será o decréscimo da iluminância final [6].

Deste modo, a iluminação produzida numa superfície, torna-se o produto de luminância, tamanho aparente e posição da fonte em relação a esta superfície.

Esta forma de entender a iluminação servirá como modelo analítico de referência no laboratório virtual de experimentação, como descrito a seguir.

3.2 Modos de Navegação

O Laboratório proposto está estruturado em duas partes. A primeira delas refere-se ao Modelo Analítico, apresentado anteriormente, como principal metodologia de ensino que será abordado com mais detalhes no item 3.2.1.

O ambiente proposto é feito para o ensino da iluminação natural, ou seja enfocando o efeito desejado do ambiente e a técnica necessária para tal, permeando pela gama de soluções dependentes da criatividade do arquiteto determinado por sua prática e estudos de caso presentes em seu repertório. Baseando-se nestas premissas a segunda parte do ambiente virtual de aprendizagem possuirá três formas de navegação principais: uma através do efeito desejado no projeto, outra através da técnica/engenharia/ciência necessária para adquirir tais efeitos e, finalmente, através de repertórios pictóricos com os exemplos reais e virtuais para fixação e entendimento do fenômeno. Além dos exemplos reais, haverá links para os dois laboratórios já existentes no Módulo Luz.

As duas primeiras formas de navegação – efeito e ciência - possuirão um conteúdo de introdução ao tema referido. Em seguida, ambos os caminhos unem-se no Modelo Analítico Experimental. Esta parte da navegação tem por finalidade explicar o Modelo Analítico de referência adotado através de conteúdo e experimentações. Após essa etapa, os caminhos se distinguem novamente para que o laboratório experimental siga as especificidades de cada interesse. Este laboratório possui integração lateral entre os dois caminhos escolhidos – efeito ou ciência - e o repertório que são exemplos existentes que merecem ser relatados por sua relevância. Além desses exemplos, os dois laboratórios do AVA em fase de implementação serão incorporados como repertório do ambiente criado (figuras 5 e 6).

LABORATÓRIO DO MÓDULO LUZ

Introdução

O Laboratório do Módulo Luz é um Ambiente Virtual de estruturado em algumas partes que possibilita ao aluno analisar o fenômeno da Iluminação Natural no Ambiente Construído.

O Laboratório aborda o fenômeno de forma gradativa, envolvendo as principais variáveis arquitetônicas influenciáveis através de modelos simplificados até a complexidade arquitetônica com seu conjunto de planos.

Sabe-se que a iluminação em um determinado ponto depende de três fatores:

1º Luminância da Fonte 2º Tamanho aparente das superfícies envolvidas 3º Efeito Coseno em relação ao Alvo

O Laboratório enfoca as três questões abordadas no conteúdo do curso.
A estrutura deste ambiente está dividida em duas partes, conforme pode-se acessar a seguir:

1º PARTE:
MODELO ANALÍTICO

2º PARTE
EFEITO VISUAL **CIÊNCIA** **BANDO DE MODELOS**

Figura 3 – Página inicial do Laboratório. Fonte: ATANASIO, 2006 [11]

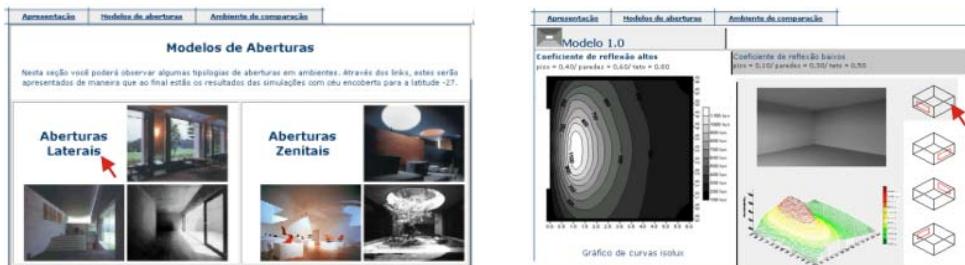


Figura 4 – Telas do Laboratório 1 - Modelos de aberturas laterais e zenitais. Fonte: ATANASIO, 2002 [9]

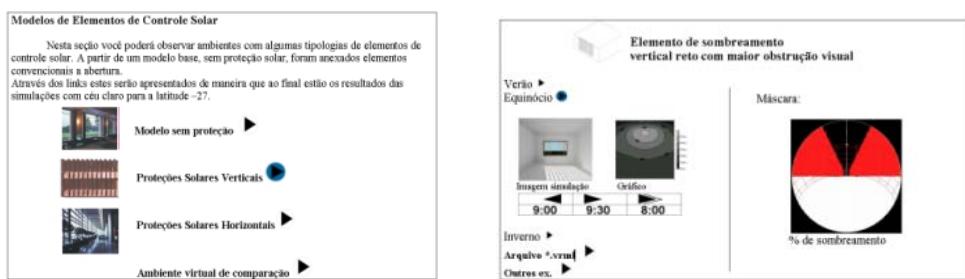


Figura 5 – Telas do Laboratório 2 – Modelos de proteções solares. Fonte: ATANASIO, 2003 [10]

A proposta é baseada no modelo analítico de referência tratado de maneira interativa como uma espécie de simulador para efetuar análises tanto qualitativas quanto quantitativas. “Iluminação é tanto arte como ciência; isto é, considera-se iluminação natural como um elemento de linguagem projetual e um sistema ambiental. Como elemento projetual, pode favorecer o edifício sob aspectos qualitativos e estéticos. Como sistema ambiental, este deve ser sujeitado no mesmo nível de análises rigorosas e revisão que qualquer sistema ambiental recebe [7]”.

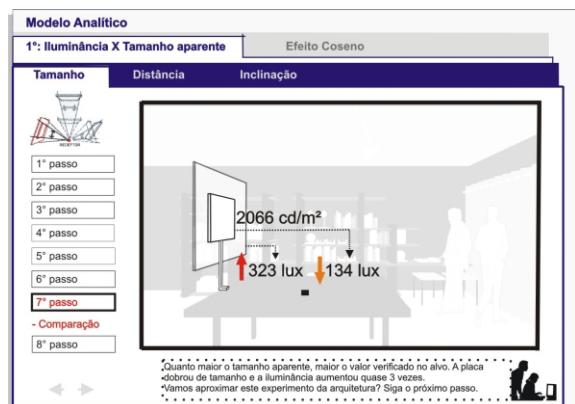
3.2.1 Modelo Analítico Experimental

Esta parte do ambiente proposto tem por objetivo explicar o Modelo Analítico de referência adotado e realizar algumas experiências virtuais. Estas experiências são baseadas em experiências realizadas em laboratórios presenciais.

De acordo com o Modelo de Moore, o aluno poderá efetuar modificações em modelos obtidos através de simulações computacionais (utilizando-se o Lightscape Visualization System) para que possa observar o fenômeno no que tange a relação de causa e efeito na arquitetura. O ambiente como um todo será um simulador de situações pré-estabelecidas.

O ambiente proposto para o Modelo Analítico possui duas partes. Dois dos três fatores que determinam a iluminação em um determinado ponto são analisadas: o tamanho aparente e o efeito co-seno. Estas duas variáveis são tratadas separadamente. Na primeira parte mantém-se o efeito co-seno e a luminância da fonte de forma que apenas o tamanho aparente modifique o resultado no alvo (figuras 6, 7 e 8). Da mesma forma ocorre na segunda parte mantendo o tamanho aparente sempre constante (figura 9).

Para tanto se desenvolveu uma interface próxima a um laboratório de conforto presencial. O aluno pode navegar seguindo os passos dispostos à esquerda ou clicar no passo desejado para acesso direcionado. Seguindo os passos, o aluno efetua o mesmo procedimento duas vezes; primeiro escolhe entre duas opções de experimentos comparáveis, visualiza a simulação e resultados encontrados. Em seguida realiza o mesmo para a segunda opção. Por fim, visualiza na mesma tela o resultado de ambas escolhas e, em seguida, observa exemplos aproximando o experimento da arquitetura através de imagens esquemáticas. A tela é padrão para todos os experimentos modificando apenas o objetivo destes. O usuário pode utilizar o auxílio virtual que direciona o estudo habilitando o ícone presente na parte inferior da tela.



Tamanho:

- 1 – Escolhe-se a placa menor.
 - 2 – Visualização da imagem obtida por simulação
 - 3 – Análise: Luminância da placa e Iluminância do alvo
 - 4 – Escolhe-se a placa maior
 - 5 – Visualização da imagem obtida por simulação
 - 6 – Análise: Luminância da placa e Iluminância do alvo
- 7 – Comparação**
- 8 – Escolhe-se visualizar exemplos referentes à experiência efetuada para fixação do conteúdo e aproximação da arquitetura.

Figura 6 – Luminância/iluminância X Tamanho aparente - Tamanho. Fonte: ATANASIO, 2006 [11]



Figura 7 – Luminância/iluminância X Tamanho aparente - Distância. Fonte: ATANASIO, 2006 [11]

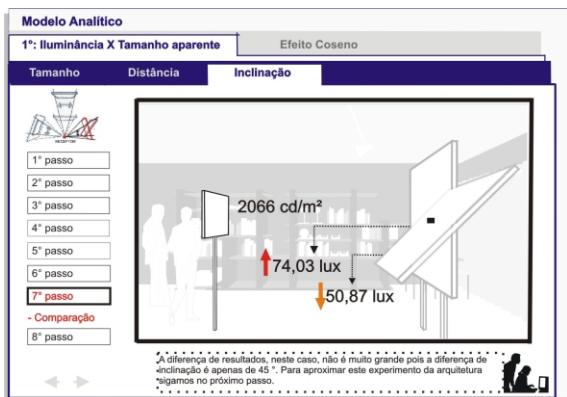


Figura 8 – Luminância/iluminância X Tamanho aparente - Inclinação. Fonte: ATANASIO, 2006 [11]

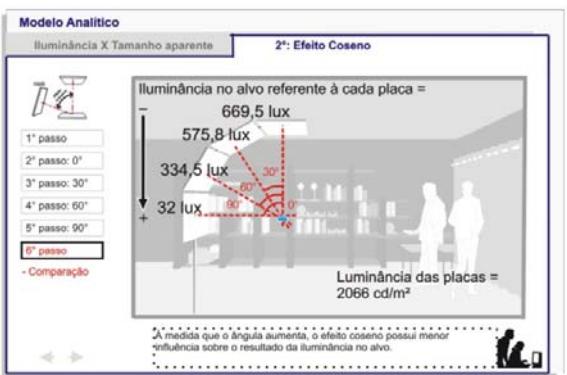


Figura 9 – Efeito Co-seno. Fonte: ATANASIO, 2006 [11]

3.2.2 Laboratório Experimental

A segunda parte desta proposta é a inclusão da iluminação natural e suas complexidades. Optou-se por colocá-la de forma posterior para que as variáveis envolvidas no fenômeno fossem vistas passo a passo.

A navegação ocorre a partir da escolha do modelo desejado (figura 10). Para tanto se devem escolher três elementos individualmente que somados resultam no modelo final: abertura zenital ou lateral, alvo horizontal ou vertical e posição do alvo número 1, 2 ou 3.

Distância:

- 1 – Escolhe-se a placa mais afastada do alvo.
- 2 – Visualização da imagem obtida por simulação
- 3 – Análise: Luminância da placa e Iluminância do alvo
- 4 – Escolhe-se a placa mais próxima ao alvo
- 5 – Visualização da imagem obtida por simulação
- 6 – Análise: Luminância da placa e Iluminância do alvo

7 – Comparação

- 8 – Escolhe-se visualizar exemplos referentes à experiência efetuada para fixação do conteúdo e aproximação da arquitetura.

Inclinação:

- 1 – Escolhe-se a placa menos inclinada.
- 2 – Visualização da imagem obtida por simulação
- 3 – Análise: Luminância da placa e Iluminância do alvo
- 4 – Escolhe-se a placa mais inclinada.
- 5 – Visualização da imagem obtida por simulação
- 6 – Análise: Luminância da placa e Iluminância do alvo

7 – Comparação

- 8 – Escolhe-se visualizar exemplos referentes à experiência efetuada para fixação do conteúdo e aproximação da arquitetura.

Efeito Co-seno:

- 1 – Escolher a placa perpendicular ao alvo
- 2 – 0°
- 3 – 30°
- 4 – 60°
- 5 – 90°

6 – Comparação

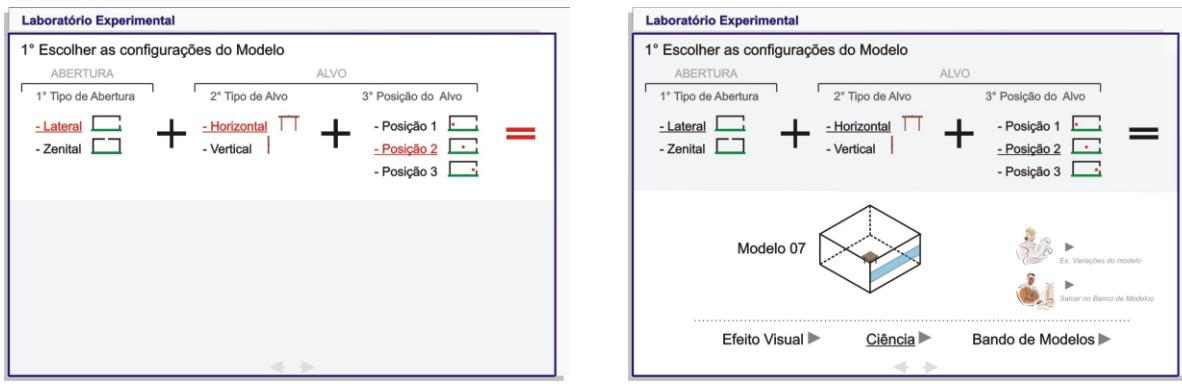
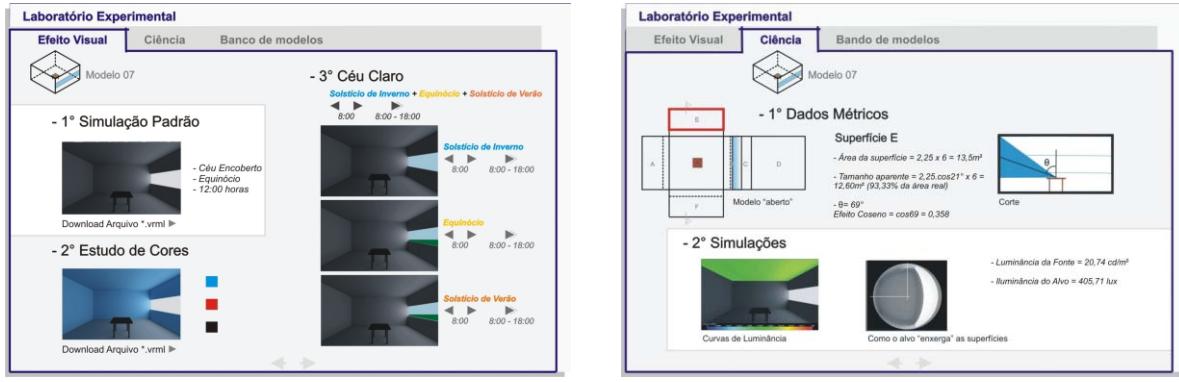


Figura 10 – Escolha do modelo a partir do tipo de abertura e alvo (a) e Modelo escolhido. Fonte: ATANASIO, 2006 [11]

Depois de realizada a escolha do modelo, a navegação assume o caminho para efeito visual, ciência ou banco de modelos. Cada um destes ambientes possui vínculo horizontal, ou seja, de acordo com o modelo escolhido este pode ser visualizado a partir do conceito de cada um dos três caminhos.

O primeiro dos três caminhos possíveis é a observação dos efeitos visuais da combinação escolhida. Na primeira parte o aluno pode observar a imagem da simulação padrão (superfícies possuindo um coeficiente de reflexão médio = 0,4) realizada no programa Lightscape 3.2 e realizar o download do arquivo de extensão *.vrml – que possibilita a navegação no modelo (figura 11a). Desta forma, a análise tende a ser mais completa pois a visão do espaço deixa de ser unilateral como se pode perceber na imagem. Em seguida, podem ser efetuadas análises com relação a diferentes cores de paredes e teto e seus resultados em termos de efeito. Como cores disponíveis tem-se uma cor fria - o azul, uma quente - o vermelho e a ausência de cor - o preto. Apenas modificando esta variável os efeitos são completamente diferentes.

A segunda parte refere-se aos dados obtidos através de simulação computacional (figura 11b). A primeira imagem possui as curvas de valores de luminância obtidas através da simulação no programa Lightscape 3.2 a respeito da superfície escolhida – analisada aqui como fonte para o alvo em questão. Além da imagem o valor médio de luminância da placa em questão é disponibilizado e juntamente com ele o valor de iluminância no alvo relativo a esta superfície. Outra imagem disponibilizada foi obtida através do programa Apolux através da ferramenta vetor fóton. A imagem possui características de uma foto obtida através de uma câmera olho de peixe. O ponto de origem é o alvo, ou seja, a imagem observada diz respeito a como o alvo “enxerga” as superfícies. Através desta imagem pode-se avaliar o tamanho aparente das superfícies em relação ao alvo.



(a)

(b)

Figura 11 – Tela mostrando os efeitos visuais (a) e ciência (b) com relação ao modelo escolhido. Fonte: ATANASIO, 2006 [11]

A terceira forma de navegação é através do Banco de Modelos. Nesta parte estão disponíveis quatro bancos. O primeiro diz respeito ao Banco personalizado referente aos modelos salvos pelo aluno com o objetivo de acessar rapidamente o modelo analisado. As segundas e terceiras partes referem-se aos Laboratórios 1 e 2 do Módulo Luz, ainda em fase de implementação. Através dele podem ser efetuadas comparações pois os modelos possuem a mesma dimensão variando apenas as características das aberturas e reflexão das superfícies. A quarta parte do Banco de Modelos diz respeito a modelos reais análogos ao modelo. Neste local estão dispostas imagens com informações da obra e observações para cada uma. Esta é uma forma de aproximar o modelo primitivo da arquitetura existente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A respeito das estratégias abordadas na confecção do Laboratório de Experimentação Virtual, acredita-se que o processo de adequação dos laboratórios e conteúdos já existentes no Módulo Luz traga maior integração a nova proposta. A utilização de um modelo analítico de referência com uma aproximação da arquitetura visa preencher uma lacuna na formação do profissional arquiteto. Através da diversidade dos modelos apresentadas de maneira interativa e, relacionados ao método do modelo analítico, a proposta possibilita que o aluno visualize o fenômeno da iluminação natural e, principalmente, identifique como as variáveis arquitetônicas influenciam no resultado final tanto através dos seus efeitos visuais quanto da análise científica do fenômeno.

Com este método de aprendizagem espera-se contribuir para o entendimento dos alunos no que concerne aos fenômenos físicos associados à iluminação natural, possibilitando uma base de conhecimento mais sólida e, consequentemente, o melhor aproveitamento da luz natural no projeto arquitetônico.

5 REFERÊNCIAS

- [1] STANNARD, Sandy. **Designing Whit Light: A Studio Investigation**. In: Anais do Right Light, 4., 1997, Dinamarca. IAEEL, 1997. Disponível em: <http://www.iaeel.org/IAEEL/Archive/Right_Light_Proceedings/Right_Light_index.html>. Acesso em: 20 fev. 2005.
- [2] PEREIRA, F.O.R. **Iluminação Natural no Ambiente Construído**. 1995. Apostila utilizada no Curso ministrado no III Encontro Nacional e I Encac, Gramado - RS, 1995.

- [3] GONÇALVES, J. C.; DUARTE, D. **Como melhorar a eficiência energética nos edifícios.** Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/>> Acesso em: 23 mai. 2003.
- [4] PEREIRA, F.O.R., LOPES, A. C., MARQUES, A., TEODORO, E., BATISTA J.O., SANTANA, M.V., FONSECA, R.W. & ATANASIO, V. Uma investigação sobre a consideração da iluminação natural nas diferentes etapas de projeto. In: Anais do VIII ENCAC / IV ELACAC, ANTAC. **Anais...** Maceió/AL, 2005.
- [5] MOORE, Fuller. **Concepts and Practice of Architectural Daylighting.** (1991) 1. Ed. Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold.
- [6] PEREIRA, F.O.R.; NASPOLINI, Vicente. Experimentando o fenômeno da iluminação natural através da simulação computacional em edificações emblemáticas. In: Anais I Conferência Latino-americana de Construção Sustentável e X Encac. **Anais...** São Paulo: 2004.
- [7] ROBBINS, Claude L. Daylighting: design and analysis. Van Nostrand Reinhold Co.: NY, 1986.
- [8] ATANASIO, V.; FONSECA, R.W.; LOPES, A.C. **Estruturação do estágio de docência: Uma abordagem visual do fenômeno da Iluminação Natural.** 2004. Trabalho apresentado em disciplina, da PosArq, UFSC, Florianópolis, 2004.
- [9] ATANASIO, Veridiana & PEREIRA, F.O.R. **Caracterização do fenômeno da Iluminação natural no Ambiente Virtual de Aprendizagem.** Relatório anual de pesquisa do Programa PIBIC-BIP/UFSC CNPq. Dept. de Arquitetura e Urbanismo, UFSC, Florianópolis, 2002.
- [10] ATANASIO, Veridiana & PEREIRA, F.O.R. **Caracterização do fenômeno da Iluminação/Insolação no Ambiente Virtual de Aprendizagem.** Relatório anual de pesquisa. Programa PIBIC-BIP/UFSC CNPq. Dept. de Arquitetura e Urbanismo, UFSC, Florianópolis, 2003.
- [11] ATANASIO, Veridiana. **Introdução de um Modelo Analítico do Fenômeno da Iluminação Natural na Arquitetura em um ambiente Virtual de Aprendizagem.** 2005. 210f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFSC, Florianópolis.