



RECURSOS COMPUTACIONAIS APLICADOS AO ENSINO DO CONFORTO TÉRMICO EM ARQUITETURA – CTCA: CONFORTO TÉRMICO, CÁLCULO E ANÁLISE

K R C Marins, T G Ribeiro & P S Scarazzato

Universidade de São Paulo - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU-USP)

Departamento de Tecnologia da Arquitetura

Rua do Lago, 876 - CEP 05508-900 - São Paulo/SP - Brasil

E-mail: kmarins@uol.com.br, tiago.r@uol.com.br, pasezato@usp.br

RESUMO O objetivo do presente projeto, desenvolvido como parte da pesquisa de iniciação científica patrocinada pela FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo -, foi a elaboração de um software de apoio ao ensino do conforto térmico em arquitetura, intitulado "CTCA – Conforto Térmico, Cálculo e Análise". A origem da pesquisa está vinculada à experiência acadêmica dos bolsistas, que na condição de alunos da graduação tomaram contato com a complexidade dos procedimentos envolvidos na análise do desempenho térmico de edificações e notaram a necessidade de uma ferramenta que pudesse facilitar o aprendizado e estimular os estudantes a exercitarem-se, assim como compreenderem aspectos conceituais.

ABSTRACT The goal of the present project, developed as a scientific initiation work sponsored by FAPESP - the Research Support Foundation of the State of Sao Paulo – was the development of a software tool to help the teaching of thermal comfort in architecture, titled "CTCA" (Thermal Comfort, Calculus and Analysis). The development of such project was stimulated by the academic experience of the students involved on this scientific initiation. They, in the condition of students of the undergraduate course, kept contact with the complexity of the procedures involved in the analysis of the thermal performance of buildings and noticed the necessity of a tool which could facilitate the learning and stimulate students to exercise and to comprehend conceptual aspects as well.

1 Introdução

Explorar os benefícios que o uso do computador em sala de aula pode trazer, não apenas como uma forma de diminuir o tempo gasto com os cálculos utilizados na avaliação do desempenho térmico de edifícios, mas, principalmente, no sentido de

auxiliar os alunos a compreenderem de uma forma mais efetiva de que modo os diversos aspectos de um projeto contribuem para a sua caracterização sob o ponto de vista ambiental. Este foi o principal desafio da presente pesquisa, que teve início em 1997, a partir da experiência acadêmica dos bolsistas, na condição de estudantes do curso de graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP).

Ao cursar a disciplina "Conforto Térmico", ministrada na FAU-USP para alunos de graduação, foi possível tomar contato com a complexidade dos procedimentos envolvidos na análise do desempenho térmico de edificações, devido à quantidade de variáveis a serem consideradas e aos processos manuais de cálculo, que eram trabalhosos e demorados. Por outro lado, existia ainda uma necessidade por parte de professores e alunos de ferramentas que apoiassem o ensino em sala de aula, complementando o conteúdo a partir da introdução de novas formas de abordagem, como, por exemplo, o uso de recursos gráficos.

Assim sendo, o software proposto (intitulado "CTCA - Conforto Térmico, Cálculo e Análise") fora concebido não apenas para apresentar resultados finais, mas, principalmente, para fornecer subsídios para uma análise mais atenta da forma como as diferentes variáveis participam e são articuladas, para produzir determinado resultado em termos de conforto térmico.

No que diz respeito à metodologia de trabalho, a pesquisa foi organizada em duas etapas principais, ambas com a duração de seis meses. A primeira destinou-se ao aprofundamento teórico em conforto térmico, procurando-se aqui conhecer melhor as definições e metodologias de cálculo alternativas à apresentada em sala-de-aula, e ao estudo de alguns aplicativos já existentes na área de conforto ambiental. A segunda etapa consistiu no desenvolvimento propriamente dito, tendo por base as diretrizes estabelecidas na primeira parte do trabalho. Para efeito de comprovação e aceitação efetiva do software enquanto ferramenta didática está sendo desenvolvida, nesta última etapa, testes de execução do programa juntamente com grupos de alunos e de professores, tendo em vista a identificação de problemas e o aprimoramento dos recursos existentes.

2 Visão Geral do aplicativo

O CTCA foi desenvolvido tendo em vista o seu uso primordial como ferramenta didática. E, por esta mesma razão, a sua estruturação lógica foi concebida visando facilitar o seu entendimento por parte do usuário. Sob o ponto de vista operacional, o CTCA é dividido em três módulos fundamentais, a saber:

- a. Entrada de dados
- b. Processamento de dados
- c. Saída de resultados

A entrada de dados é responsável pela coleta e armazenamento de todas as informações necessárias para a execução dos cálculos por parte do aplicativo. A busca de uma forma mais correta e intuitiva para a apresentação de um número tão grande de dados foi um ponto crucial no desenvolvimento do software desde a sua concepção inicial; a importância deste módulo do aplicativo está na necessidade de uma maior

compreensão por parte dos alunos da participação de cada uma das diferentes variáveis envolvidas no comportamento térmico de uma edificação (clima da cidade, dados de projeto, tipo de ocupação dos ambientes etc.). Tal compreensão é fundamental para que o aluno saiba identificar, em cada situação de projeto, quais são as variáveis a serem corrigidas e quais as formas mais adequadas de se solucionar os problemas térmicos apresentados.

Assim, procurou-se organizar os dados de entrada em grupos distintos, classificados por tipo de informação e distribuídos ao longo de uma série de telas seqüenciais, de uma forma ordenada. Isto permitiu-nos apresentar ao usuário, de uma forma progressiva e intuitiva, os diversos aspectos envolvidos na caracterização de uma edificação sob o ponto de vista térmico. A classificação adotada parte do meio ambiente no qual o projeto está inserido (dados de localização), passando pelas informações gerais do ambiente que está sendo avaliado (dados do ambiente, dados de materiais, dados das aberturas), e chegando-se, finalmente, aos dados que caracterizam a forma de ocupação do ambiente (atividades, instalações de iluminação artificial, equipamentos elétrico-eletrônicos).

O processamento dos dados é realizado de forma transparente ao usuário, dispensando-o da tarefa de fazer qualquer operação manualmente. Este também era um dos objetivos da pesquisa, no sentido de otimizar o tempo de aula, permitindo aos professores e alunos um tempo maior para a reflexão, discussão e experimentação das diversas alternativas possíveis para cada projeto. A metodologia aqui utilizada para o cálculo do desempenho térmico é a mesma empregada pelo CSTB (Centre Scientifique et Technique du Batiment), e atualmente adotada pela disciplina "Conforto Ambiental", da FAU-USP.

A saída de dados fornece, além de um relatório detalhado com todos os cálculos parciais realizados pelo aplicativo, um conjunto de gráficos comparativos para a análise das condições de conforto do ambiente estudado, bem como a plotagem da temperatura interna máxima na Carta Bioclimática de Givoni.

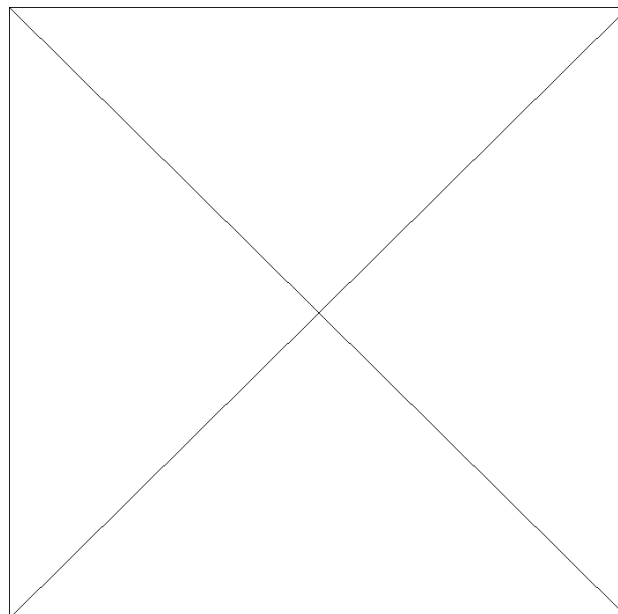


Fig. 1 Estrutura funcional do CTCA

Além destes módulos fundamentais, o aplicativo conta com um completo banco de dados com informações climáticas atualizadas para mais de 150 cidades brasileiras, características térmicas de materiais de construção, valores recomendados para trocas de ar de ambientes etc. Também está disponível para o usuário, durante toda a execução do programa, um assistente de ajuda que reúne desde explicações conceituais relativas ao conforto térmico até um guia detalhado sobre a forma de utilização do software.

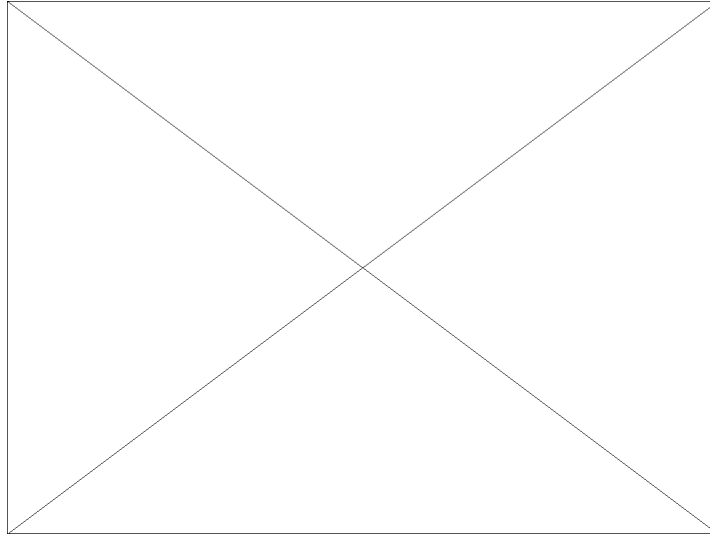


Fig.2 O aplicativo CTCA em operação (versão Mac OS).

3 Requisitos de sistema e forma de obtenção

De modo a atender ao maior número possível de usuários, o CTCA foi desenvolvido tendo em vista as duas plataformas mais utilizadas atualmente no mercado: IBM/PC e Apple/Macintosh. Para usuários de IBM-PC's ou compatíveis, a configuração mínima exigida é um processador 486DX ou superior (processador Pentium é recomendado), com Sistema Operacional Windows 95/98 ou NT, 6MB de RAM e 6MB de espaço em disco rígido. Para usuários de micros Macintosh, é necessária a presença de um processador PowerPC 601 ou superior, Sistema Operacional Mac OS 7.5.x ou superior (Mac OS 8.5.1 é recomendado), 6MB de RAM e 6MB de espaço em disco rígido. O aplicativo está disponível para download no seguinte endereço da Internet: <http://members.xoom.com/ctca>.

4 Conclusões

A discussão sobre o ensino do conforto térmico sempre esteve presente no desenvolvimento deste trabalho, abrangendo desde a dinâmica de aula e os mecanismos de aprendizado, até possíveis formas de aplicação de conceitos que atualmente são tratados fundamentalmente em nível teórico.

Com esta pesquisa, não se pretendeu esgotar o assunto e muito menos substituir o aprendizado tradicional de metodologias de cálculo de desempenho térmico em sala de aula. O objetivo maior do CTCA é o de reforçar a necessidade do uso conjunto do ensino de sala de aula com outras técnicas de aprendizado que explorem formas de

interação novas e dinâmicas, que incentivem a discussão destas questões não apenas ao nível das disciplinas de conforto ambiental, mas também em nível ultra-disciplinar.

5 Bibliografia

AKUTSU, M. (1987): *Desempenho térmico de edificações habitacionais e escolares - Manual de procedimentos para avaliação*. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). São Paulo.

ALUCCI, M. P. (1993): *Conforto térmico, conforto luminoso e conservação de energia elétrica. Procedimentos para desenvolvimento e avaliação de projeto de edificações*. Tese de Doutorado. FAUUSP, São Paulo, 1993.

ASHRAE (1995): *ANSI/ASHRAE 55-1992. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta.

CHICHERCHIO, L.C. (1981): *Desempenho térmico das construções. Mimeo*. FAU-USP, S. Paulo.

CROISSET, M. (1972): *L'hygrothermique dans le batiment*. Eyroles. Paris.

DREYFUS, J. (1960): *Le confort dans l'habitat en pays tropicaux*. Eyrolles. Paris.

EGAN, M. David. (1975): *Concepts in Thermal Comfort*. Prentice Hall, Nova Jersey.

FROTA, A. B. (1989): *Ventilação de edifícios industriais: Modelo paramétrico para dimensionamento de sistemas de ventilação natural por efeito chaminé*. Tese de doutorado. São Paulo, FAU-USP.

FROTA, A. B. & SCHIFFER, S. R. (1995): *Manual de conforto térmico*. 2ª edição. Studio Nobel. São Paulo.

GIVONI, B. (1994): *Passive and low energy cooling of buildings*. Van Nostrand Reinhold. New York.

INMET (1992): *Normais Climatológicas 1961-90*. Instituto Nacional de Meteorologia.

KOENIGSBERGER, O. (1977): *et alii - Vivienda y edificios en zonas cálidas y tropicales*. Trad. Emilio Romero Ros. Paraninfo. Madrid.

OLGYAY, V. (1963): *Design with climate*. Princetown University. New Jersey.

OLGYAY, V. (1998): *Arquitectura y clima - Manual de diseño biocimático para arquitectos y urbanistas*. Gustavo Gilli, Barcelona.

OLGYAY, V. & OLGAYAY, A. (1957): *Solar control and shading devices*. Princetown University. New Jersey.

RAMON, F. (1980): *Ropa, sudor u arquitecturas*. H.Blume. Madrid.

RIVERO, R. (1985): *Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural*. D.E.Luzzato e Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

RORIZ, M. (1996): *Conforto Térmico em Edificações: um modelo matemático e uma aplicação*. Tese de Doutorado. FAU-USP, São Paulo.

SCARAZZATO, P. S. (1988): *Investigação sobre critérios para determinação e medição dos níveis de conforto térmico*. Dissertação apresentada a FAU-USP para obtenção do título de Mestre. FAU-USP, São Paulo.

_____. (1998): Projeto Normatização em Conforto Ambiental. *Desempenho Térmico de Edificações: Procedimentos para avaliação de habitações de interesse social*. Coordenador: Roberto Lamberts. UFSC/FINEP.