

UMA FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA VENTILAÇÃO NATURAL EM PROJETOS ARQUITETÔNICOS

Alessandra R. Prata⁽¹⁾, Doris. C. C. K. Kowaltowski⁽²⁾, Lucila, C. Labaki⁽²⁾, e Regina, C. Ruschel⁽²⁾

(1) Estudante de Mestrado de Engenharia Civil, UNICAMP

(2) Fac. de Engenharia Civil, Departamento de Construção Civil, UNICAMP

Caixa Postal 6021 - CEP 13083-970, CAMPINAS, SP

Tel.: (0192) 398265; FAX: (0192) 394823, E-mail: doris@fec.unicamp.br

RESUMO

Este trabalho descreve um método simplificado de avaliação térmica integrado a um programa de CADD (*Computer Aided Design and Drafting*) para a visualização, em planta baixa, da ventilação natural com o seu dimensionamento e adequação para o conforto. Esta ferramenta foi elaborada tendo como base o estudo realizado por Givoni (GIVONI, 1962). O aplicativo requer dados referentes ao projeto (mês, local, orientação e área do cômodo a ser analisado) e a escolha de aberturas, através dos esquemas elaborados por Givoni, que melhor descreve o cômodo em avaliação. O programa visualiza o fluxo interno do ar e considera a sua adequação para o conforto no local e época do ano. Desta forma, é possível uma análise do ambiente que está sendo planejado diretamente sobre a planta baixa do projeto, com otimização da ventilação natural de maneira direta e simples.

ABSTRACT

This paper describes a simplified method of visually evaluating the phenomenon of natural ventilation, with adequate dimensioning, in architectural designs when in the form of a CADD file. This evaluation tool is based on the work of Givoni (GIVONI, 1962). The use of this CADD tool consists of data entry (month, location, area and orientation of a room to be analyzed), choice of ventilation schematic situation according to Givoni and resultant visualization of the dimensioned and evaluated air flow situation in the room. This tool enables the designer to analyse the natural ventilation conditions of the design directly on the plan level of the design in a simple, direct and accurate way.

INTRODUÇÃO

O conforto térmico e a eficiência energética de edificações em climas quentes e úmidos dependem, principalmente, da ventilação adequada dos ambientes internos, além de fatores de projeto como orientação e tamanho das aberturas, cores externas e especificação de materiais de construção. A avaliação do fenômeno da ventilação natural para o dimensionamento, orientação e localização das aberturas e barreiras ao vento é baseada em conceitos da teoria da mecânica dos fluidos, conceitos estes bastante complexos. Esta complexidade se inicia pela caracterização de condições de exposição, em função dos dados climáticos referentes a velocidade e direção de vento, bem como a resolução do mecanismo físico da ventilação em situações específicas.

Existem vários métodos de cálculo e simulações do fenômeno com o objetivo de averiguar o fluxo do ar com ventilação natural em recintos internos (DREYFUS, 1960, GIVONI, 1976, BITTENCOURT, 1995). Estes métodos, na sua maioria, são cálculos ou programas de simulação isolados e sem integração ao ambiente de criação do projeto arquitetônico: o desenho. Muitos programas de simulação de desempenho térmico de espaços internos de projetos arquitetônicos incluem a ventilação como integrante para o cálculo das temperaturas internas relativas as condições projetuais escolhidas (TAO-KUANG, 1992 e PAPAMICHAEL, 1996). A representação da ventilação ocorre em programas específicos como Breeze e Easyflow (BITTENCOURT, 1995), entre outros, que demandam, do projetista, o levantamento de numerosos dados precisos para o cálculo. A visualização do fenômeno da ventilação é em formato de gráficos, tabelas e, em alguns casos, representações dos fluxos de ar através de indicadores de direção e sua velocidade com desenhos simplificados do ambiente simulado.

Estes programas são extremamente importantes para avaliações precisas de vários fatores em conforto térmico e cálculos de custo benefício em relação a gastos energéticos sobre variações em projeto de edificações. No entanto, no processo criativo projetual em arquitetura, estes programas são pouco usados por várias razões. O arquiteto, por natureza, procura resolver a síntese da forma em primeiro lugar sem preocupações precisas com as questões de conforto ambiental. São usadas regras empíricas para uma avaliação superficial das condições de conforto ambiental, quando muitas falácias podem ocorrer. As avaliações interferem no processo de criação, interrompendo o pensamento projetual habitual. São exigidos, também, cálculos e organização de dados precisos, atividades evitadas pela maioria dos projetistas durante o processo criativo. Falta ainda a exigência obrigatória de avaliações de desempenho de conforto ambiental. Avaliações específicas, quando ocorrem, são, na sua maioria, relegadas a fases posteriores de desenvolvimento de um projeto. Neste momento, há uma resistência por parte do arquiteto

de modificar o projeto na sua essência (KOWALTOWSKI, e LABAKI, 1993). Com a crescente informatização das atividades projetuais em arquitetura, o desenho está sendo transformado em um arquivo dentro da computação gráfica, facilitando a integração de dados e cálculos específicos para uma avaliação mais precisa do conforto ambiental. Para uma aplicação mais próxima ao ambiente de criação arquitetônica estes fenômenos devem, no entanto, ser visualizados de maneira bastante clara e aplicáveis diretamente sobre o projeto.

Este trabalho descreve um método simplificado de avaliação, integrado a um programa de CADD (AUTOCAD R13), para a visualização em planta baixa da ventilação natural com o seu dimensionamento e adequação ao conforto térmico. Esta ferramenta foi elaborada tendo como base o estudo realizado por Givoni (GIVONI, 1962). O aplicativo consiste, inicialmente, na entrada de dados referentes ao projeto a ser avaliado: mês (época do ano), local (determinante dos ventos dominantes e da temperatura média do mês) e forma, orientação e área da parede do cômodo a qual será colocada a abertura. A situação de ventilação natural que melhor descreve as condições do ambiente a ser avaliado é selecionada através dos exemplos elaborados por Givoni. O fluxo de ar e sua adequação ao conforto são visualizados através de cores e do dimensionamento percentual da velocidade do vento externo.

METODOLOGIA

No trabalho de Givoni (GIVONI, 1962) o efeito fisiológico do movimento do ar foi analisado a partir do ponto de vista do equilíbrio térmico entre o corpo humano e o ambiente. As condições da ventilação de espaços interiores foram estudadas em relação a fatores como tamanho de abertura (entrada e saída), ventilação cruzada, com diferentes posicionamento e área das aberturas e direção variada do vento externo. O efeito da velocidade do ar exterior sobre a velocidade interior foi medido em testes empíricos e os resultados, representados como percentagens do vento externo em médias do fluxo de ar interno, em valores deste fluxo nos locais específicos do cômodo, como mostra a Figura 1. Foram estudados 89 casos. Os exemplos são divididos em cômodos com uma única abertura, duas aberturas em paredes opostas, aberturas em paredes adjacentes, bem como situações de ventilação cruzada apenas através de uma abertura "bandeira", voltada para um espaço interno. Todos os cômodos foram testados com variações na relação abertura/parede: 1/6, 1/3, 2/3 e extensão total da parede, além de diferentes localizações. Foram ainda testadas quatro casos de direção do vento: com incidência perpendicular às aberturas, vento lateral, vento oblíquo a 45° e vento na face oposta à abertura.

O APLICATIVO EM CADD

Os estudos de Givoni são a base do aplicativo. Do total de exemplos foram escolhidos 42 casos. Os casos escolhidos são os com direção do vento a 45° e perpendicular, em virtude de haver maior número de exemplos. Os valores de percentagens do fluxo do ar externo nos vários pontos, referentes a cada caso, foram tabelados formando uma listagem, usando-se os valores do estudo do Givoni.

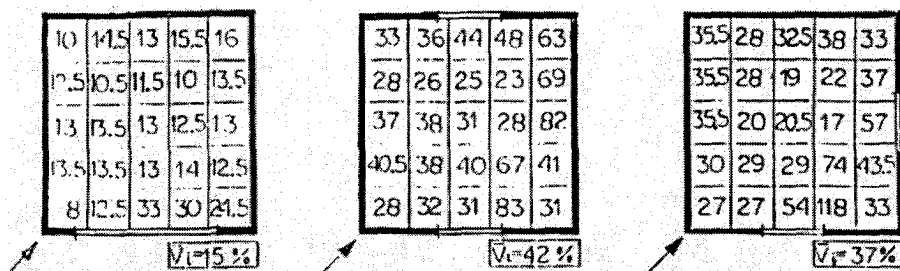


Figura 1. Exemplo de resultados do estudo de ventilação natural de Givoni (1962).

O aplicativo contém ainda uma tabela (Tabela 1) dos dados de direção do vento predominante e sua velocidade média mensal em campo aberto. Estes dados deverão ser ampliados para incluir umidade e temperatura do ar média do mês para a avaliação relativa do conforto. Nessa primeira etapa estão inseridos dados referentes a Campinas, SP, devendo ser ampliados para outros locais, e permitindo a inclusão de novos dados. Para o cálculo da velocidade média interior (v_i) em função da velocidade do vento externo (v_e) e da relação abertura/parede (x) foi utilizada a fórmula (GIVONI, 1976):

$$v_i = 0,45(1 - \exp(-3,84x))v_e$$

O valor obtido para v_i será multiplicado pelos valores correspondentes ao exemplo específico da listagem a qual o desenho representa, adotado pela definição do projeto. Os resultados são comparados com a tabela de níveis de sensações de conforto (Evans e Schiller, 1991) em função da velocidade do ar (Tabela 2), que pode ser inaceitável, confortável ou excessiva. Esta consideração final é convertida em uma representação visual com cores e valores numéricos, onde três cores específicas representam os três níveis de sensação (Figura 2).

Tabela 1. Dados Meteorológicos de Vento (campo aberto) - Normais Climatológicas de 1961 - 1990.

Mês	Jan.	Fev.	Mar	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago	Set.	Out.	Nov	Dez.
Dir. Predominante	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE
Veloc. Média (m/s)	6.10	5.80	6.10	5.85	5.40	5.00	7.20	7.90	9.70	9.70	9.00	7.60

Tabela 2. Níveis de Sensações de Conforto.

Velocidade para projeto (m/s)	Sensações	Cores utilizadas
< 0.25	INACEITÁVEL	RED
0.3 - 1.0	CONFORTÁVEL	BLUE
> 1.0	EXCESSIVO	MAGENTA

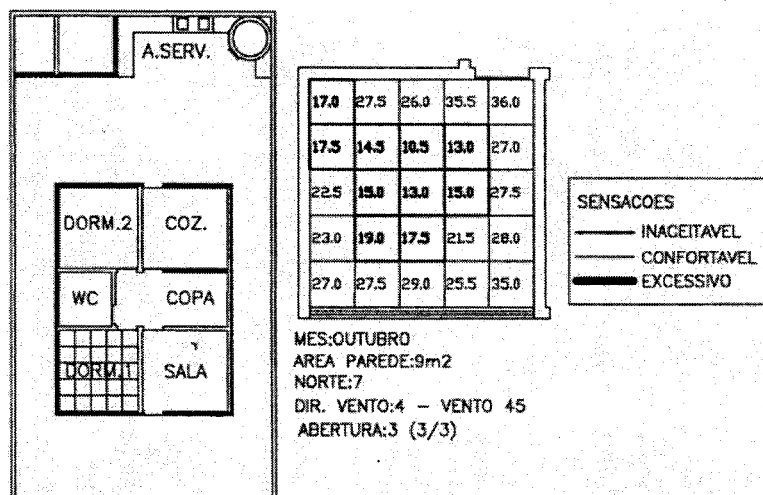


Figura 2. Representação Visual dos Níveis de Sensação.

O desenvolvimento da ferramenta está baseada no fluxograma apresentado na Figura 3. O aplicativo utilizou AutoLisp (CUSTOMIZATION GUIDE, 1995, GAÁL, 1997) como linguagem de programação e DL (Dialog Control Language) (AUTOCAD, 1995) para a criação das caixas de diálogo de entrada de dados do usuário projetista.

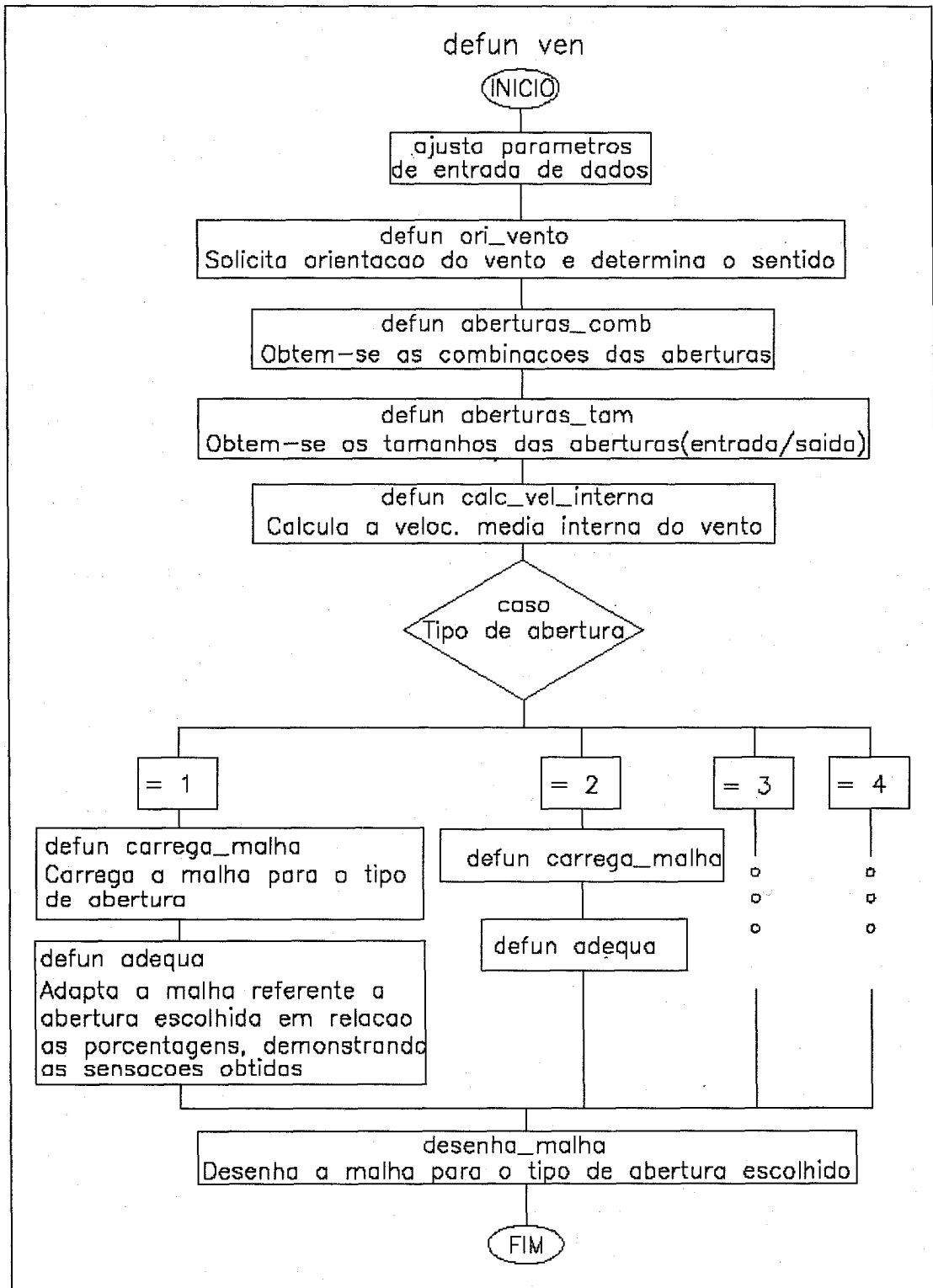


Figura 3. Fluxograma do Desenvolvimento do Aplicativo.

O aplicativo inicia com a Caixa de Diálogo (CD) da Figura 4. Através desta CD são obtidos os parâmetros de entrada: CIDADE (Campinas), MÊS (Janeiro, ..., Dezembro), Orientação do norte do projeto (Norte (1), NO (2), ..., NE (8)), combinação de aberturas (1, 2, 3 e 4) e os tamanhos de ENTRADA e SAÍDA das aberturas. Uma vez escolhida a combinação de aberturas, uma nova Caixa de Diálogo é mostrada para o usuário para indicar a posição destas aberturas nas paredes desejadas no projeto (Figura 5). Escolhida a posição da combinação de aberturas, o usuário deve terminar a entrada de dados "clitando" no botão OK.

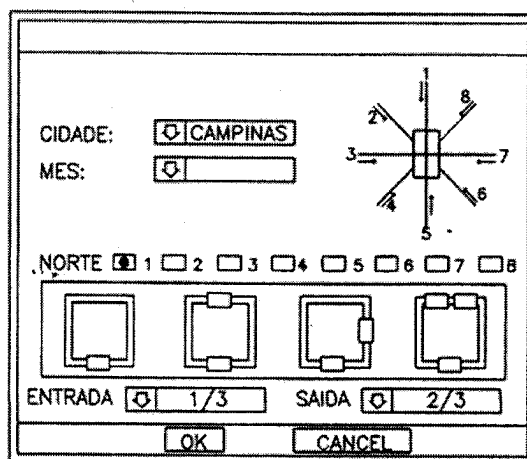


Figura 4. Esquema Genérico da Caixa de Diálogo.

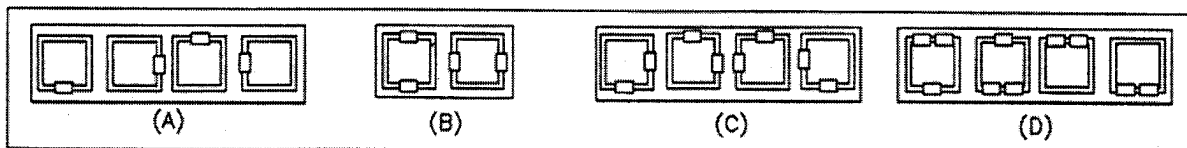


Figura 5. Localização das Aberturas em Relação à Parede Escolhida.

Terminada a entrada de dados, é feito o cálculo da velocidade média do vento e, dependendo do tipo de abertura, é feita a escolha da malha de percentagem da velocidade interna e sua classificação com relação a sensação.

Finalmente, o usuário é indagado para a inserção da área do cômodo clicando 3 cantos internos no desenho em CADD. A partir destes pontos, mostra-se a malha resultante sobre o desenho com os valores de percentagem da velocidade interna e a cor respectiva da adequação desta ventilação (Figura 2).

No momento o aplicativo é operacional para a cidade de Campinas e para casos de projeto com cômodos de formato quadrado.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento de um aplicativo simples sobre uma planta de um projeto arquitetônico feito em CADD (AutoCad R. 13) facilita a avaliação da ventilação natural cômodo por cômodo. A ferramenta pretende ser útil, aplicando a riqueza do estudo empírico desenvolvido por Givoni diretamente ao ambiente de criação em projeto. Futuramente, o aplicativo poderá ser reestudado para cômodos retangulares, deverá haver ajustes da velocidade de vento para situações urbanas e considerações em relação a umidade, temperatura do ar e ventilação. A tabela de sensações deverá ainda ser comparada a atividades desenvolvidas nos ambientes analisados, com acréscimo de parâmetros na caixa de diálogo da Figura 4.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUTOCAD Release. 13, Manual do Usuário. Autodesk Inc., 1995.
- AUTOCAD R. 13, Customization Guide. Autodesk Inc., 1995.
- BITTENCOURT, L. S., Comparando os Programas Breeze e Easyflow como instrumentos de simulação da ventilação natural, Anais do Encontro Nacional de Modelos de Simulação de Ambientes, NUTAU, FAUUSP, SP, 1995
- DREYFUS, J., Le Confort dans l'Habitat en Pays Tropical, Paris, 1960.
- EVANS, M. E SCHILLER, S. de, Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Buenos Aires, 1991.
- GAÁL, J. A., Curso de AutoLisp, Desecad, Computação Gráfica Ed., Campinas, 1997
- GIVONI, B., Basic Study of Ventilation Problems: in Housing in Hot Countries, Publication of the Building Research Station, Institute of Technology, Israel, 1962.
- GIVONI, B., Man, Climate and Architecture, Applied Science Publishers Ltd. London, 1976.
- PAPAMICHAEL, K., et al., The Building Design Adviser, nos anais da ACADIA 96, Tucson Arisona, pp 85-97, 1996.
- TAO-KUANG H., DEGELMAN, L.O. e LARSEN, T.R., A Visualization Model for Computerized Energy Evaluation During the Conceptual Design Stage (Energraph), nos anais da ACADIA 92, pp 195-206, 1992.