

CAPTADORES DE VENTO: UMA ALTERNATIVA PARA FAVORECER VENTILAÇÃO CRUZADA. UMA PROPOSTA PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL.

Paula Maciel Silva (1), Leonardo Bittencourt (2), J.J. Rêgo Silva (3), Naasson Azevedo (4)

(1) Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Católica de Pernambuco;

Faculdade Damas, Recife - email: pmrsarq@terra.com.br

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo

Universidade Federal de Alagoas, email: lsb@ctec.ufal.br

(3) Departamento de Engenharia Civil

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, email: jjrs@ufpe.br

(4) Departamento de Engenharia Civil

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, email: naasson.azevedo@gmail.com

RESUMO

O resfriamento das edificações através da ventilação natural em locais de clima quente e úmido é uma importante estratégia para se obter conforto térmico por meios passivos. Reduzir impactos causados pelo elevado consumo energético das edificações é uma exigência consensual e, em se tratando de habitações de interesse social, é uma necessidade que adquire uma importância fundamental uma vez que os moradores, em função da situação econômica, não têm acesso a meios para climatização artificial. **Objetivo:** O artigo apresenta um protótipo para habitação de interesse social, unifamiliar, com destaque para a utilização de dutos de vento que, dependendo da orientação, funcionam como entrada ou saída de ar. Estes, combinados com aberturas dos ambientes internos, possibilitam a ventilação cruzada. **Método:** A partir de solução proposta na literatura que sugere a utilização do volume do reservatório superior para criar aberturas para captação dos ventos predominantes, propõe-se uma solução de projeto que conecta as aberturas da torre de captação dos ventos com os dois quartos com o objetivo de favorecer melhor ventilação natural. Através de simulações realizadas em mesa d'água foi possível visualizar o fluxo dos ventos nos ambientes internos e avaliar a solução apresentada. **Resultado:** Os resultados demonstram que a utilização de captadores de vento, pouco comum nas edificações em locais de clima quente e úmido, contribui para a existência de ventilação cruzada nos ambientes internos. A mesa d'água, apesar de ser uma ferramenta que apresenta simulações simplificadas quanto ao comportamento dos ventos no interior dos ambientes, auxilia na compreensão do desempenho das aberturas. **Contribuição:** O trabalho destaca a aplicação de solução de projeto não convencional de baixo custo que proporcione melhor conforto térmico à tipologia de habitação apresentada. Espera-se ainda que o procedimento de projeto empregado contribua para outras tipologias de edificações.

PALAVRAS CHAVES: conforto térmico; ventilação natural; sustentabilidade.

ABSTRACT

The cooling of buildings through natural ventilation in places of warm and humid climate is an important strategy to achieve thermal comfort by passive means. Reduce impacts caused by the high energy consumption of buildings is desired by everyone. For low income housing it is a necessity that acquires fundamental importance because the inhabitants, because of their life stand style, do not have the possibility to refrigerate their houses using air conditioning. **Aim:** This article presents a prototype for social housing where it can be found ducts of wind that, depending on orientation, work as entry or exit of air. These, combined with internal

spaces, enable cross ventilation. **Method:** Literature has already suggested the use of the volume of the elevated water tank to create openings in order to capture the prevailing winds. The example showed in this article, proposes a solution where openings in the tower are designed to capture the winds from the top of the building to internal spaces to promote better natural ventilation. Through simulations performed in water simulation tool it was possible to see the flow of the winds inside a house and evaluate the presented solution. **Result:** The results demonstrate that the use of towers of wind, unusual in buildings in places of hot and humid weather, contributes to the existence of cross ventilation in internal environments. The water table, although a tool that presents simulations in simplified way, helps in understanding the performance of openings. **Contribution:** The work emphasizes the application of solution of unconventional design of low cost housing so to provide better conditions of thermal comfort. It is hoped also that the procedure for project employee contributes to other types of buildings.

KEY WORDS: thermal comfort, natural ventilation; sustainability

1. INTRODUÇÃO

Priorizar o conforto ambiental das habitações, valorizar materiais e tecnologias locais combinado com a redução de custos é um dos objetivos estabelecidos por diversas agências de habitação brasileiras (Ministério das cidades, 2005). A diferença da necessidade das habitações de interesse social para as demais é, essencialmente, a pouca disponibilidade financeira de seus moradores e dos órgãos gestores que elaboram os projetos e contratam empresas construtoras para execução da obra.

O Brasil possui um elevado déficit habitacional com grande parte de sua população ocupando áreas de risco como margens de rios, encostas e aterros. O compromisso de até 2015 reduzir para metade a população sem acesso permanente à água potável e salubre é o Objetivo do Milênio número 10 (Atlas do Desenvolvimento, 2001). O programa de construção de conjuntos habitacionais faz parte da estratégia para se atingir a tal objetivo. Frequentemente profissionais do projeto encontram-se diante do desafio de definir propostas economicamente viáveis, mas que proporcionem condições de vida digna à população. A situação dos locais de origem de grande parte das famílias destinadas a ocupar os conjuntos habitacionais de interesse social é de extrema pobreza, de modo que, facilmente se atingem níveis de moradia que são significativamente superiores aos ocupados anteriormente.

A discussão é mais ampla quando o objetivo é contribuir para que os conjuntos habitacionais de interesse social sejam mais sustentáveis. Diversas questões em níveis econômicos, sociais e ambientais se agregam. As soluções propostas com objetivo de agregar qualidade de vida e mais sustentabilidade à habitação devem ser economicamente viáveis. A eficiência energética, especialmente no que se refere ao conforto térmico por meios naturais, é uma necessidade uma vez que esta população não possui recurso para climatização artificial.

Este trabalho está inserido no contexto do clima quente e úmido e está focado no papel das aberturas enquanto elementos arquitetônicos que favorecem ventilação no interior dos ambientes. O resfriamento das edificações através da ventilação natural é uma importante estratégia para se obter conforto térmico por meios passivos neste tipo de clima.

Para que a ventilação possa favorecer conforto térmico direto aos usuários de uma edificação é essencial favorecer ventilação cruzada. O vento em contato com o indivíduo reduz a temperatura efetiva através do resfriamento convectivo e evaporativo do corpo (BAKER, 1987). A ventilação cruzada ocorre quando, num mesmo ambiente, existem aberturas voltadas para zonas de diferentes pressões de modo que desempenhem a função de entrada e saída de ar. A forma, o dimensionamento e o posicionamento das aberturas influenciam o modo como ocorre o fluxo do vento no interior dos ambientes. Estudos e simulações com túneis de vento realizados por Evans (1980) e A Bowen (1981) apresentam resultados e esquemas gráficos que permitem uma compreensão das alterações dos fluxos internos em função das diferentes configurações de aberturas. Recentemente, simulações utilizando o

programa computacional PHOENICS 3.2 realizadas por autores como Cândido et al (2006), Cavalcanti, F et al (2006), Leal et al (2006), também permitem analisar a influência de elementos arquitetônicos no fluxo interno do vento. Além das aberturas, é essencial que sejam consideradas as obstruções existentes no entorno da edificação que podem alterar significativamente a disponibilidade de vento na altura das aberturas.

O artigo apresenta um protótipo para habitação unifamiliar de interesse social – o protótipo GTC¹ - e propõe a utilização de torres acima da coberta, com aberturas conectadas com espaços internos de modo a favorecer melhor desempenho no que se refere à existência da ventilação cruzada.

2. METODOLOGIA

Na elaboração do projeto arquitetônico do protótipo GTC destinado à habitação de interesse social buscou-se atender a requisitos de sustentabilidade extraídos do método proposto por Azevedo et al (2007), cujo trabalho consiste em propor um modelo, para avaliação do nível de sustentabilidade da edificação através de indicadores, que pode ser utilizado nas fases de projeto ou de ocupação. O método tem ênfase específica nos conjuntos habitacionais de interesse social e tomou como referência o SBTTool².

No conjunto dos indicadores de sustentabilidade alguns se referem especificamente à unidade habitacional. A partir destes, extraíram-se recomendações que nortearam a elaboração do projeto do protótipo GTC (MACIEL SILVA et al, 2008) e complementam o trabalho proposto pelos Cadernos MCidades (2005). Entre estas recomendações destacam-se: a possibilidade de ampliação da unidade habitacional, concentração de tubulação hidráulica em um *shaft*, reaproveitamento das águas servidas e coleta de águas pluviais. No que se refere aos indicadores relativos ao conforto térmico estão, entre outros, a necessidade de sombreamento das aberturas e paredes especialmente nas horas mais quentes do dia, a presença da vegetação como objeto gerador de sombra que contribui para seqüestro do dióxido de carbono e definição das aberturas dos ambientes de modo a favorecer ventilação cruzada.

Para atender ao requisito “ventilação cruzada”, além das aberturas convencionais (janelas baixas e altas) o modelo tomou como referência um estudo realizado por Lôbo e Bittencourt (2003) que utiliza o volume do reservatório superior para criar aberturas para captação ou exaustão do vento. A existência de um volume acima das edificações unifamiliares é bastante recorrente, também nas habitações de interesse social, em função da necessidade de se ter altura mínima para se obter boa pressão nas torneiras (figura 1).



Figura 1 – exemplo típico de habitação unifamiliar de interesse social na RMR (foto: Paula Maciel, 2007).

¹ GTC – Grupo de pesquisa Gestão e Tecnologia da Construção com sede na Universidade Federal de Pernambuco, congrega pesquisadores da UFPE e UNICAP (Universidade Católica de Pernambuco)

² O SBtool (Sustainable Building Tool). Teve origem no Canadá e atualmente é coordenado por um comitê internacional (iiBE – International Initiative for Sustainable Built Environment) com participação inclusive de um conselheiro brasileiro (www.greenbuilding.ca). É um sistema para certificação de edificações sustentáveis, que abrange, além dos indicadores ambientais os sociais e econômicos.

Lôbo e Bittencourt (2003) realizaram simulações com o programa computacional PHOENICS 3.2 em dois modelos: o primeiro representa a configuração original de uma habitação unifamiliar sem o uso do captador de vento e o segundo, insere aberturas de modo a transformar o volume do reservatório em captador ou exaustor de vento. Os resultados demonstraram que o uso de captador de vento pode gerar aumento significativo da ventilação natural em edificações de climas quente e úmido.

O modelo proposto para o protótipo GTC amplia o volume do reservatório superior e cria uma torre que abriga dutos de ventilação articulados com os ambientes internos de modo a favorecer ventilação cruzada. Através de simulações realizadas em mesa d'água foi possível visualizar o fluxo dos ventos nos ambientes internos e avaliar a solução apresentada.

2.1 Mesa d'água

A mesa d'água como instrumento para visualização da ventilação natural em edifícios é apresentada por Toledo et al (2003) e consiste em um equipamento que possibilita a passagem da água³ através de um canal plano e homogêneo (mesa). Sobre a mesa são colocadas pequenas maquetes que simulam obstáculos e aberturas. A água em contato com estes gera efeitos visuais muito semelhantes aos verificados em ensaios aerodinâmicos. As imagens apresentadas na figura 2 comprovam esta afirmação para uma simulação realizada com a maquete que representa a planta baixa do protótipo. O fluxo de água que atravessa o ambiente nas duas situações, janelas alinhadas e janelas alternadas, coincide com o fluxo esquematizado por Givoni, 1981 e Olgyay, 1998.

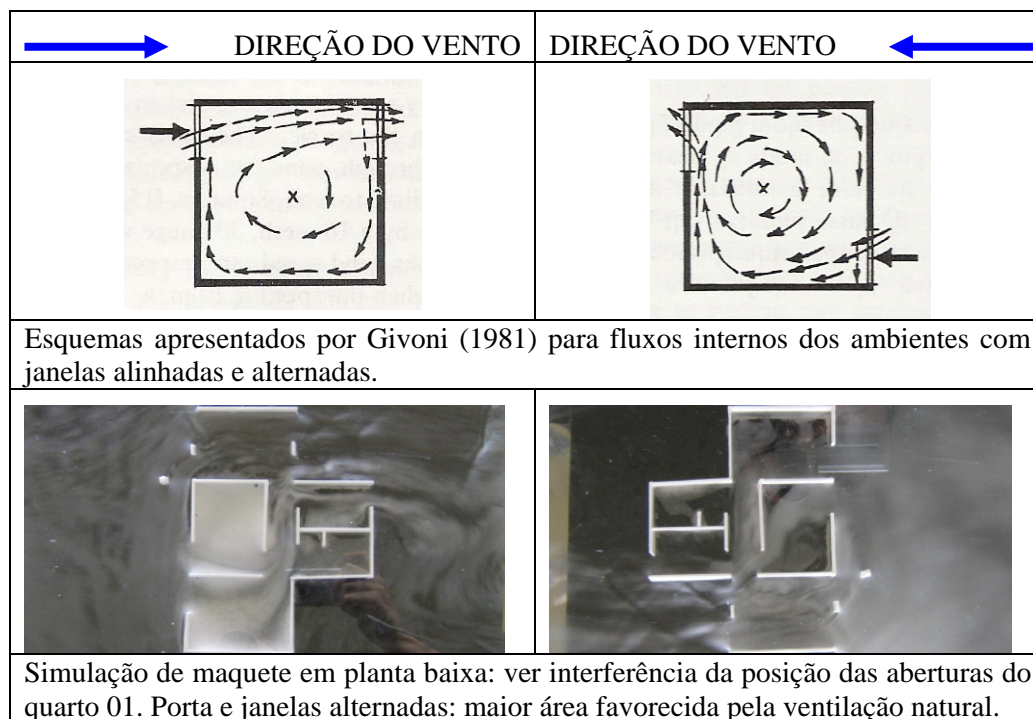


Figura 2 – fluxo do vento no interior de ambientes

A figura 3 apresenta o esquema e fotos da mesa d'água do LabCon na UFSC. O equipamento utilizado para os ensaios apresentados neste trabalho foi a do laboratório de conforto ambiental da UFAL (figura 3a) que foi construída de acordo com o modelo existente na UFSC (figura 3b).

³ A água é acrescida de pequena quantidade de detergente de modo a gerar espuma o que favorece contraste e possibilita visualizar o fluxo da água.

Entre as vantagens para utilização deste equipamento, além do baixo custo e da facilidade de operação, destaca-se a rapidez com que se dá a visualização do fluxo de água (que simula o vento) e das alterações em função das modificações de elementos arquitetônicos como posição e tamanho das aberturas, existência de obstáculos, etc. No que se refere às limitações estão: a limitação no tamanho e escala das maquetes em função da dimensão da mesa d'água, a visualização em apenas duas dimensões, o que simplifica o fenômeno real que ocorre em três dimensões e impossibilidade de grandezas aerodinâmicas como pressão e velocidade do vento (TOLEDO et al, 2003).

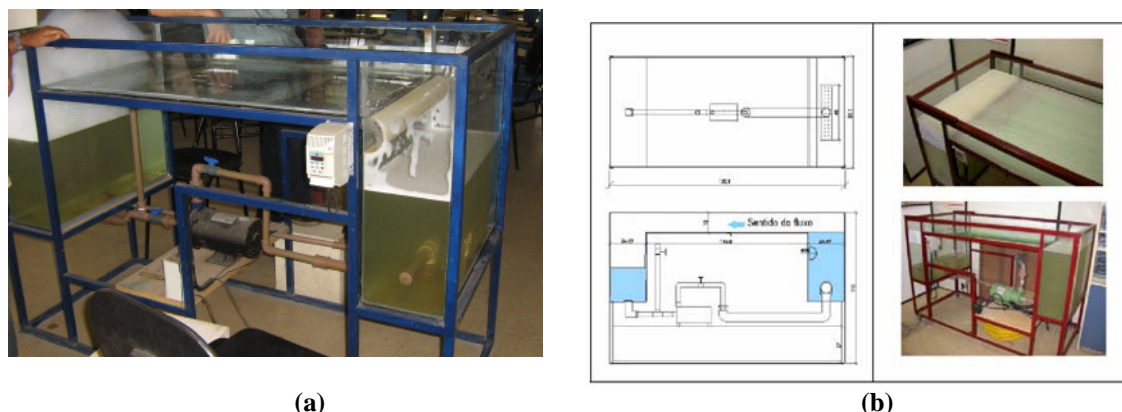


Figura 3 – (a) mesa d'água do laboratório do conforto ambiental da UFAL (b) esquema de funcionamento e fotos da mesa d'água do laboratório do conforto ambiental da UFSC (fonte, Toledo et al, 2003)

3. PROTÓTIPO GTC E OS CAPTADORES DE VENTO

O modelo utilizado é um protótipo para habitação de interesse social unifamiliar - protótipo GTC - (Maciel Silva, et al, 2008) com destaque para a utilização de dutos de vento que, dependendo da orientação, funcionam como entrada ou saída de ar. Estes, combinados com aberturas dos ambientes internos, possibilitam a ventilação cruzada.

A literatura apresenta diversas propostas para protótipos de habitação popular: em Porto Alegre/RS desenvolvido por membros da equipe do NORIE-UFRGS (MORELLO. A e SATTLER. M, 2006) (HABITARE), em Florianópolis por grupos de pesquisa da UFSC (HABITARE), dois protótipos em Itatiba/SP (FRANCISCO, M e FRICKE, G, 2005), entre outros. O protótipo GTC possui uma particularidade no que diz respeito ao estudo da implantação e a forma de utilização do terreno. Considerou-se a possibilidade de que este possa vir a ser utilizado como solução para projetos de conjuntos habitacionais que estão sendo implantado nos municípios da Região Metropolitana do Recife⁴ sendo necessário, portanto, considerar questões como custo, dimensionamento dos espaços e aberturas, além de viabilizar o maior número possível de unidades habitacionais em terrenos inseridos na área urbana. A tipologia escolhida foi a habitação geminada com terrenos orientados norte e sul de modo que o eixo das vias de acesso estão no sentido leste-oeste. O protótipo combina 04 unidades habitacionais com recuos frontais de 5.00m e de 1.50m de fundo. A combinação resulta em um assentamento denso e pouco permeável (figura 4) (MACIEL SILVA, P et al, 2008).

Outra característica do protótipo GTC é a presença de captadores de vento. O captador de vento é uma solução amplamente utilizada em regiões de clima quente como partes da África e do Oriente. São elementos arquitetônicos na forma de dutos verticais que possuem aberturas situadas acima do nível da cobertura das edificações podendo funcionar tanto como entrada (coletores) como saída de ar (extratores). O captador de vento, por estar localizado acima do nível da cobertura, sofre menor interferência das obstruções externas, capta o vento com velocidade maior que aquela ao nível da janela apresentando-se, portanto, como uma solução que contribui para o resfriamento da edificação e

⁴ A prefeitura de Olinda assinou um protocolo de intenções juntamente com a UFPE e a CEF oficializando a intenção de utilizar o modelo proposto pelo grupo de pesquisa GTC (Gestão e Tecnologia da Construção).

conforto térmico do usuário (LÔBO e BITTENCOURT, 2003). Acima da coberta velocidade do vento é maior em função da altura e da menor densidade das obstruções à circulação ao vento (BAKER, 1987).



Figura 4 – imagens do protótipo (planta baixa do módulo com 04 unidades habitacionais) e perspectivas do conjunto

A figura 5 apresenta fotos da maquete do protótipo com destaque para as aberturas existentes na torre cujo objetivo é coletar o vento acima do nível da coberta. O captador possui dois dutos que estão conectados com os dois quartos. A abertura de cada duto está voltada para a orientação leste uma vez que permite captar os ventos predominantes da cidade do Recife que variam de Sudeste a Nordeste ao longo do ano.⁵ A existência de duas aberturas dentro de um mesmo ambiente favorece a ventilação cruzada. A preocupação com o controle de insetos e animais sugere a utilização de uma tela de proteção apesar de se ter consciência da redução que esta causa na velocidade do vento. No entanto, as simulações realizadas na mesa d'água consideraram o vão aberto.

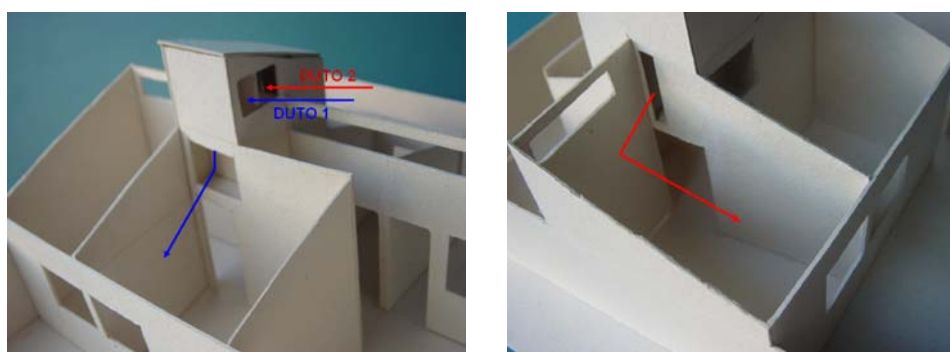


Figura 5 – torre com dutos de ventilação conectados com os ambientes internos

⁵ A orientação da primeira predominância de vento na cidade do Recife é Sudeste seguindo da Leste. No entanto, nos meses mais quentes do ano registra-se a presença do vento Nordeste inclusive com velocidades com valores acima da média anual (GOULART et al, 1998).

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A tabela 01 apresenta algumas situações que foram realizadas na mesa d'água seguidas de considerações referentes ao papel das aberturas na torre que desempenham a função de coletores ou extratores de ventos. Os resultados permitem a visualização do fluxo dos ventos no interior dos ambientes e demonstram que esta solução arquitetônica, pouco comum nas edificações em locais de clima quente e úmido, contribui para a existência de ventilação cruzada nos ambientes internos especialmente quando as aberturas convencionais estão obstruídas por elementos do entorno.




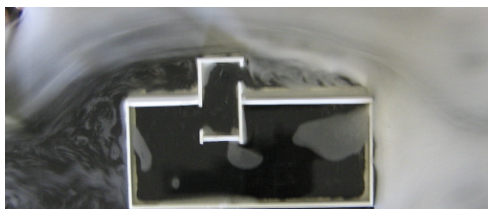
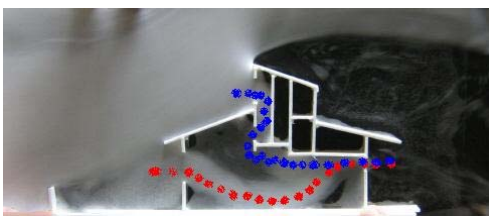

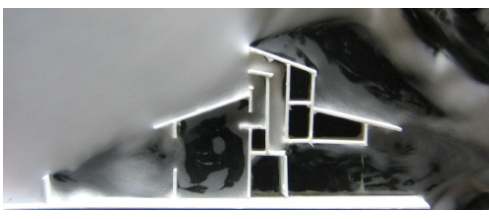
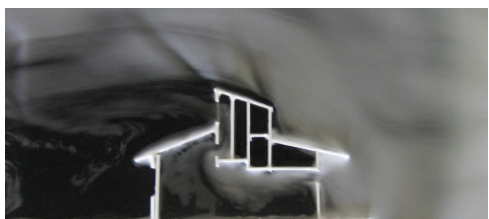

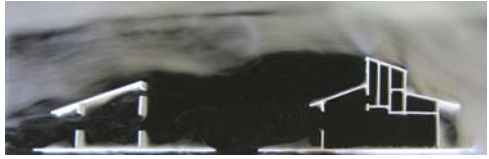
 DIREÇÃO DO VENTO	DIREÇÃO DO VENTO 
	
Ambiente com janela de entrada + torre sem abertura: não existe ventilação cruzada	Torre com abertura + ambiente sem janela: não existe ventilação cruzada
	
Abertura na torre funciona como captador de vento e amplia fluxo de ar interno nas áreas mais elevadas (azul). A linha vermelha indica o fluxo da janela.	Abertura na torre funciona como captador de vento. Observe que uma altura mais elevada favoreceria melhor desempenho. O muro representa uma obstrução do entorno.
	
Torre com abertura de entrada do ar (mais alta) capta ventilação para ambiente a sotavento.	Torre com abertura a sotavento favorece exaustão do vento.
	
Torre com abertura para exaustão favorece circulação do vento.	(A) (B) Obstrução do entorno (módulo B) impossibilita o módulo A de captar o vento predominante.

Tabela 1 – imagens de algumas das situações simuladas na mesa d'água.

As aberturas na torre desempenham papel fundamental de captar os ventos quando o ambiente, que se deseja ventilar, não possui aberturas na direção dos ventos predominantes. Esta situação ocorre, por exemplo, nos protótipos cujas aberturas estão orientadas para o Norte nos períodos do ano no qual a predominância dos ventos é Sudeste, assim como naqueles orientados Sul e não conseguiriam captar o vento nordeste do verão.

É importante destacar a contribuição que a metodologia utilizada desempenha na visualização dos fluxos dos ventos seja no interior dos ambientes seja no entorno da edificação. Uma das grandes dificuldades de se intervir no edifício de modo a contribuir para a eficiência da ventilação enquanto mecanismo importante para gerar conforto térmico é a compreensão do seu funcionamento. Nem sempre é fácil perceber o comportamento do vento no espaço real. Na elaboração do projeto arquitetônico, muitas vezes imaginam-se fluxos internos que são indicados por setas. No entanto, o vento não lê setas (BITTENCOURT, 2005) e é freqüente constatar que muitas vezes, estes fluxos não ocorrem segundo previsto, devido interferências externas como forma do edifício, existência de obstáculos (ex: muro).

A mesa d'água é uma ferramenta que apresenta simulações simplificadas quanto ao comportamento dos ventos no interior dos ambientes, mas auxilia na compreensão do modo como ocorre o fluxo do vento internamente e externamente. O exercício da observação contribui para a apreensão de conceitos importantes que será de grande contributo na elaboração de projetos. Ferramentas mais sofisticadas como programas computacionais, são mais eficientes. No entanto, além de demanda tempo, consideravelmente maior para obtenção de resultados, faz-se necessário um total domínio do programa computacional a ser utilizado. A mesa d'água é de uso extremamente simples e pode ser de grande auxílio no processo de elaboração de projetos arquitetônicos seja à nível educacional (disciplinas de projeto nos cursos de arquitetura e urbanismo), seja profissional (consultoria a órgãos públicos ou empresas privadas de arquitetura e urbanismo). Espera-se ainda que o procedimento de projeto empregado contribua para outras tipologias de edificações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho destaca a utilização de uma solução de projeto não convencional que pode proporcionar melhores condições de conforto térmico para habitações de interesse social. A preocupação com o baixo custo da solução⁶ levou ao dimensionamento reduzido da torre para captação dos ventos. Vale ressaltar que pequenas aberturas resultam em uma troca de ar menor e conseqüente redução da velocidade de ar nos ambientes internos. Faz-se também necessário salientar que o duto de ventilação deve ser acessado regularmente de modo a se efetuar limpeza da poeira que facilmente se acumula nas áreas de passagem do vento. Um aperfeiçoamento desta solução seria a ampliação da torre ao longo de toda extensão do protótipo com o objetivo de reduzir mudanças na direção do fluxo, o que reduz a velocidade do vento, além de ampliar área para canalização dos ventos.

O artigo visa também uma reflexão no que diz respeito ao modo de se conceber habitações de interesse social. Percebe-se, em muitos casos, uma padronização do formato utilizado em várias cidades do Brasil o que reflete a falta de consideração dos aspectos característicos locais como clima, referências culturais e sociais, tipologia da moradia desejada pela população, além de outros aspectos econômicos e sociais. O uso de soluções que possam favorecer melhores condições de conforto térmico não necessariamente representa no aumento significativo do custo da obra. Soluções pouco convencionais podem tornar-se economicamente viáveis em função do número de unidades habitacionais. O contato com os moradores, seja nas fases anteriores ao projeto seja pós-ocupação, contribui para um melhor desempenho das edificações. Recomendações para eficiência energética em habitação de interesse social foram definidas desde 2005. Azevedo et al (2007) criaram um método para avaliação de sustentabilidade de conjuntos habitacionais que envolvem aspectos ambientais, sociais e econômicos

⁶ O trabalho já destacou que um dos condicionantes do projeto foi desenvolver uma proposta que seja viável economicamente. O custo da unidade habitacional é limitado pelos recursos disponibilizados pelos órgãos de financiamento como a Caixa Econômica Federal.

de onde se podem extrair recomendações para os projetos.

Não se deseja estabelecer afirmações simplificadas para um problema extramente complexo como é o da habitação de interesse social. Na conclusão deste trabalho os autores gostariam de evidenciar dois aspectos importantes que podem comprometer a sustentabilidade dos conjuntos. O primeiro é de ordem econômica: os recursos liberados pelos órgãos financiadores estabelecem limites por unidade habitacional que muitas vezes impossibilitam os gestores municipais de construir habitações com qualidade mínima sem que se tenha uma redução da vida útil do imóvel. Os novos habitantes, por sua vez, possuem padrão social baixo, alguns até não dispõem de renda mensal mínima o que dificulta a mínima manutenção necessária a qualquer tipo de edificação. O segundo aspecto é de ordem social, e neste caso a discussão é bem mais ampla e complexa.

6. REFERÊNCIAS

- ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL. In <http://www.pnud.org.br>, acessado em 10/09/2007.
- AZEVEDO, Naasson J. D.; MACIEL SILVA, Paula; Rego Silva, J.J. Avaliação de sustentabilidade de habitações de interesse social. Uma proposta para a região Metropolitana do Recife e resultados. In: IV ENCONTRO NACIONAL E LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2007, CUIABÁ, MT. ELECS 2007 - IV ENCONTRO NACIONAL E LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS. Campo Grande: ANTAC, 2007. p. 11-11.
- BAKER, Nick. Passive and low energy building design for tropical island climates. London: Commonwealth Science Council, 1987.
- BOWEN, A. Classification on air motion systems and patterns. In: INTERNATIONAL PASSIVE AND HYBRID COOLING CONFERENCE, 1981, Newark. Proceedings ... Newark: American Section of ISES, 1981.
- MINISTÉRIO DE ESTADO DAS CIDADES. Eficiência energética em habitações de interesse social. Caderno MCidades – Parcerias. Brasília, 2005.
- CÂNDIDO, Cristina, BITTENCOURT, Leonardo. Código de obras e o conforto térmico: a influência da tipologia de esquadria na ventilação natural em edifícios de escritórios em Maceió/AL. In Anais do ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO 2006, Florianópolis, SC, 23-25 Ago.2006. Florianópolis: ANTAC.
- CAVALCANTI, Antonio de M. S., BITTENCOURT, Leonardo, CÂNDIDO, Cristina. Anteparos verticais e sua influência na ventilação natural em espaços de sala de aula dotados de pérgola. In Anais do ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO 2006, Florianópolis, SC, 23-25 Ago.2006. Florianópolis: ANTAC.
- EVANS, J M. Housing climate and comfort. London: Architectura, 1980.
- FRANCISCO, Mayra do L., FRICKE, Glacir T. Metodologia de avaliação de desempenho térmico de protótipos de unidades habitacionais de interesse social. In Anais do ENCONTRO NACIONAL PARA CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO 2005, Maceió/AL, 05-07 Out.2005. Maceió: ANTAC.
- GIVONI, B. Man, Climate and Architecture. London: Applied Science Publishers Ltd, 1981.
- HABITARE. Programa de Tecnologia da Habitação - Protótipos. Disponível em: www.habitare.org.br/prototipos_projeto.aspx. Acesso em 10/02/2008.
- LEAL, Thalianne de A., BITTENCOURT, Leonardo, CÂNDIDO, Cristina. A influência do peitoril ventilado na ventilação natural de escolas no clima quente e úmido. In Anais do ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO 2006, Florianópolis, SC, 23-25 Ago.2006. Florianópolis: ANTAC.
- LÔBO, Denise, BITTENCOURT, Leonardo. A influência dos captadores de vento na ventilação natural de habitações populares localizadas em climas quentes e úmidos. Ambiente Construído, Revista da ANTAC. Porto Alegre, v.3, n-2, p.57-67, abr./jun. 2003.
- MACIEL SILVA, Paula; BITTENCOURT, L; Rego Silva, J.J; AZEVEDO, Naasson J. D. O protótipo GTC: uma proposta para habitação de interesse social mais sustentável. In Anais do: CONGRESSO

INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA APLICADA A ENGENHARIA E ARQUITETURA 2008. RECIFE, PE. ABRIL 2008.

MORELLO, Alessandro, SATTLER, Miguel. Avaliação do comportamento térmico do protótipo habitacional Alvorada – uma no de medições. In Anais do ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO 2006, Florianópolis, SC, 23-25 Ago.2006. Florianópolis: ANTAC.

OLGYAY, Victor. Arquitetura y Clima: Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos e Urbanistas. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

TOLEDO, Alexandre Márcio, PEREIRA, Fernando O. R. O potencial da mesa d'água para a visualização analógica da ventilação natural em edifícios. In Anais do ENCAC – COTEDI 2003, Curitiba, PR. 5-7 Novembro 2003.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a FINEP, UFPE, UNICAP e UFAL, incluindo os técnicos da Prefeitura do município de Olinda e da cidade do Recife.