

## **VENTILAÇÃO NATURAL POR EFEITO CHAMINÉ EM SOBRADOS: UM ESTUDO DO USO DESTA TÉCNICA PELOS ARQUITETOS DO PARANÁ**

**Cláudia Morishita (1); Aloísio Leoni Schmid (2)**

(1) Bolsista Voluntária, Programa de Iniciação Científica, Universidade Federal do Paraná, Caixa Postal 19011 CEP 81531-990 – Curitiba – PR Fone: (41) 3361-3069

e-mail: [claudiamorishita@ufpr.br](mailto:claudiamorishita@ufpr.br)

(2) Professor, Departamento de Arquitetura, Universidade Federal do Paraná.

e-mail: [iso@ufpr.br](mailto:iso@ufpr.br)

### **RESUMO**

A ventilação natural é uma estratégia natural de movimento e renovação do ar utilizada para atender exigências térmicas e higiênicas dos usuários de uma edificação. Dentre estas exigências de ventilação, aquela que visa à reposição de oxigênio para respiração e qualidade do ar interno é a de maior importância, pois o corpo humano necessita de oxigênio para realizar o metabolismo. Com pequenas aberturas, é possível, através do efeito-chaminé, manter renovação de ar constante e suficiente para a reposição de oxigênio, sem causar resfriamento sensível do edifício ou mudança na sensação térmica dos usuários. No entanto, a observação direta nos dá suficientes indícios de que esta prática raramente é utilizada. Foi aplicado um questionário com arquitetos do Paraná, enviado via e-mail para 2290 arquitetos, sendo obtidas 324 respostas. Sendo confirmada a hipótese de que os arquitetos fazem mau uso da ventilação natural por falta de conhecimento sobre o assunto, foi elaborado um material gráfico com linguagem clara e informativa. Este material foi distribuído para os arquitetos que responderam à pesquisa, numa estratégia de ação para mudança da realidade.

### **ABSTRACT**

Natural ventilation is a bioclimatic strategy of air movement and renovation that is used to fulfill thermal and hygienic demands of building occupants. Among these ventilation demands, the one responsible for oxygen replacement for breathing and interior air quality is the most important, as the human body needs oxygen for its metabolism. Through using small openings is possible, by means of the stack effect, to keep air renovation stable and sufficient for oxygen replacement, without causing cooling to the building or changes in the user's thermal sensation. However, direct observation gives us enough evidence that this practice is rarely used by architects. This investigation is an attempt to characterize the architects' share of responsibility in this problem. A questionnaire was applied, sent by e-mail to 2290 architects in the state of Paraná, with 324 replies received. Based on the diagnostic that architects do not properly use natural ventilation due to lack of knowledge, an easy and informative graphic material has been elaborated. This material has been distributed to the architects who participated in the research, as an action strategy for reality changing.

## 1. INTRODUÇÃO

A ventilação natural em edificações ocorre devido ao deslocamento do ar causado pelas diferenças de pressão, consistindo na sua entrada e saída através das aberturas (FROTA e SCHIFFER, 1988). Existem dois tipos de ventilação natural: o movimento de ar produzido por diferença de pressão (ventos) e a troca de ar por diferença de temperatura ou densidade (“efeito chaminé”) (OLGYAY, 1998).

A ventilação natural por diferença de densidade, também conhecida por “efeito chaminé”, baseia-se no fato do ar quente ser mais leve e menos denso que o ar frio (TOLEDO, 1999), o que resulta em uma tendência natural, através do processo de convecção, de subir. As vazões atingidas dependem tanto do diferencial de temperatura quanto das perdas de pressão que surgem no trajeto ascendente do ar. Tanto um como outro fator tem forte vínculo com o projeto arquitetônico.

Dentre as várias exigências relativas à ventilação na habitação, a que se mostra de maior importância é aquela relativa aos aspectos de higiene dos usuários (FROTA e SCHIFFER, 1988). Segundo o IPT (1988), referem-se à: quantidade de oxigênio necessária à reposição, limitação da taxa de gás carbônico, eliminação dos odores desagradáveis, eliminação dos riscos de contaminação por gases tóxicos, como o monóxido de carbono e à quantidade de oxigênio necessária para o corpo humano realizar o metabolismo. Essa quantidade de oxigênio normalmente é expressa em *taxas de renovação de ar*. Segundo BITTENCOURT e CÂNDIDO (2005) taxa de renovação de ar é uma medida da massa de ar movimentada para dentro e para fora de um espaço. O cálculo destas taxas é bastante empregado em regiões de clima temperado e frio. Em tempo calmo e sem vento, o efeito chaminé é o único responsável pela renovação do ar dos edifícios não dotados de sistemas mecânicos de ventilação (TOLEDO, 1999), sendo o meio mais eficiente de suprir as exigências higiênicas de uma edificação.

Curitiba é conhecida por ser a capital com menor temperatura média anual do país, sendo seu clima classificado como subtropical úmido. Devido à altitude elevada e a proximidade com o oceano, a umidade relativa em Curitiba é sempre alta, com média de 82%. No inverno a umidade se impregna na construção criando meios favoráveis ao desenvolvimento de fungos, acelerando a deterioração do edifício (CAMPOS, 2005). Nos casos em que a condensação ocorre, a ventilação dos ambientes é um recurso para secagem das superfícies dos componentes, impedindo a deposição e o desenvolvimento de fungos (bolor) (IPT, 1988).

Em locais estreitos, que é o caso dos sobrados geminados, de acordo com MASCARÓ (1997), é possível ventilar-se através de aberturas nos extremos curtos, ou por meio de uma série de aberturas em ambas as paredes largas obtendo-se geralmente o melhor resultado. Porém, em sobrados geminados nem sempre é possível realizar esta estratégia.

O problema de pesquisa que se apresenta é: como atingir uma estratégia de mudança da realidade para que arquitetos aperfeiçoem a utilização da ventilação natural por diferença de densidade para exigências higiênicas em habitações do tipo sobrado?

Partindo da hipótese de que a má utilização dos métodos de ventilação natural existe devido à falha no conhecimento sobre como utilizá-los e/ou no conhecimento das exigências de ventilação por parte dos profissionais, foi elaborado um questionário que foi aplicado a arquitetos do Estado do Paraná cadastrados no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Paraná, o CREA-PR. O objetivo deste questionário é fazer o diagnóstico do nível de conhecimento desses profissionais no que se refere à ventilação natural para então elaborar material gráfico que visa sanar estas possíveis falhas.

Através do resultado deste questionário, foi elaborado o diagnóstico que confirma a hipótese, com estatísticas das maiores deficiências de conhecimento relativas ao assunto.

Com base neste diagnóstico, foi elaborado um material gráfico que enfatiza as soluções relativas a tais deficiências, numa estratégia para que haja aplicação correta da ventilação natural, no que se refere às exigências higiênicas dos usuários.

## 2. METODOLOGIA

Numa primeira etapa, a revisão bibliográfica foi realizada para conhecer e dominar o assunto. Com base nas informações obtidas através desta revisão, foi elaborado, com a colaboração de um programador e um *webdesigner*, um questionário online com 12 perguntas, sendo 10 fechadas (múltipla escolha) e 2 abertas (resposta discursiva), aplicado a arquitetos cadastrados do CD-ROM Catálogo Empresarial 2006-2007 CREA-PR. O endereço eletrônico do questionário foi enviado para 2290 arquitetos da capital e do interior. Com a aplicação deste questionário foi possível diagnosticar quais as deficiências no nível de conhecimento e aplicação da ventilação natural por efeito-chaminé por parte destes profissionais.

Utilizando-se do resultado do questionário, foi elaborado um material gráfico que tem por objetivo suprir as deficiências constatadas, numa intervenção informativa do público alvo numa estratégia para mudança da realidade.

### 2.1 Resultados do Questionário

Apresenta-se a seguir o questionário utilizado, já com estatísticas compiladas para as respostas obtidas (no total foram 324 respostas). O questionário foi separado em dois grupos: capital e interior, pois seria de se imaginar que, pelo fato de Curitiba ter um clima bastante diferente do resto do Estado, as respostas seriam diferentes, fato que não ocorreu. Uma hipótese para isto é o fato de não haver muitos cursos arquitetura no Estado, e a maioria dos arquitetos terem cursado na Capital. Por isso, aqui serão apresentados os resultados em um único grupo. O questionário pode ser visualizado através do link <<http://www.julieinada.com/pesquisa/questionario.php?CodConvidado=4&ChaveConfirmacao=72a97aa7>>.

Quando perguntados sobre a frequência com que realizam estudos sobre os fluxos de ar em seus projetos, a maior parte dos arquitetos diz realizá-los às vezes, e grande parte os faz sempre.

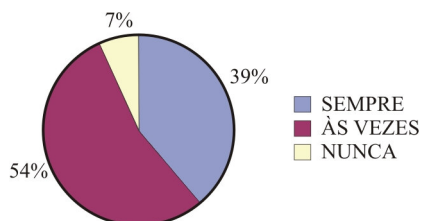


Figura 1 – resultado questão 1

Ao realizar estudos sobre ventilação em seus projetos, a maioria dos arquitetos relata fazer uso da ventilação cruzada, que é a mais eficiente para ventilação de conforto térmico; porém, depende da ação do vento para acontecer. Muitos procuram a simultaneidade da ventilação cruzada o do efeito chaminé, método que, se não for criteriosamente estudado, pode resultar na oposição dos dois processos.

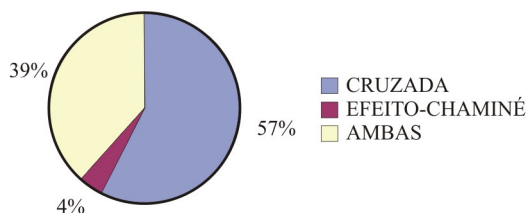
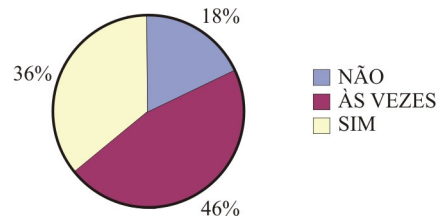


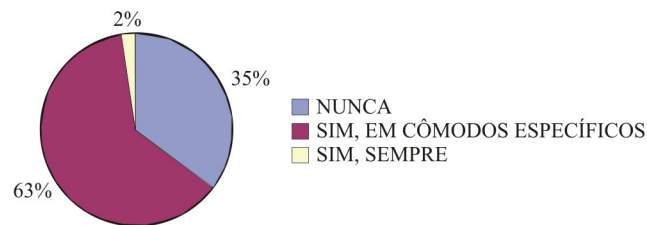
Figura 2 – resultado questão 2

Em relação ao estudo realizado para inserção de aberturas em função da ventilação, as respostas ficaram mais divididas. Ainda que grande parte tenha optado por responder “às vezes”, houve quantidade considerável de respostas negativas.



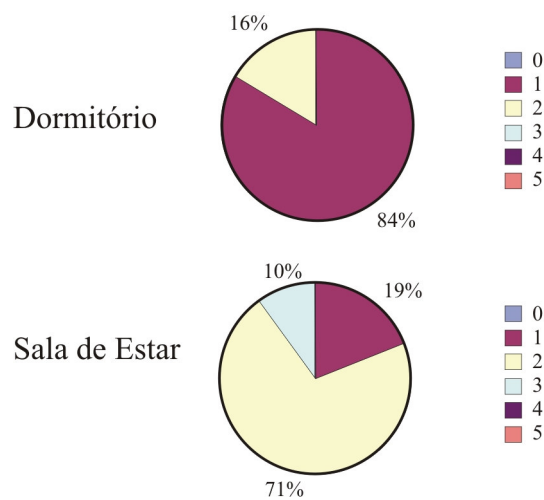
**Figura 3 – resultado questão 3**

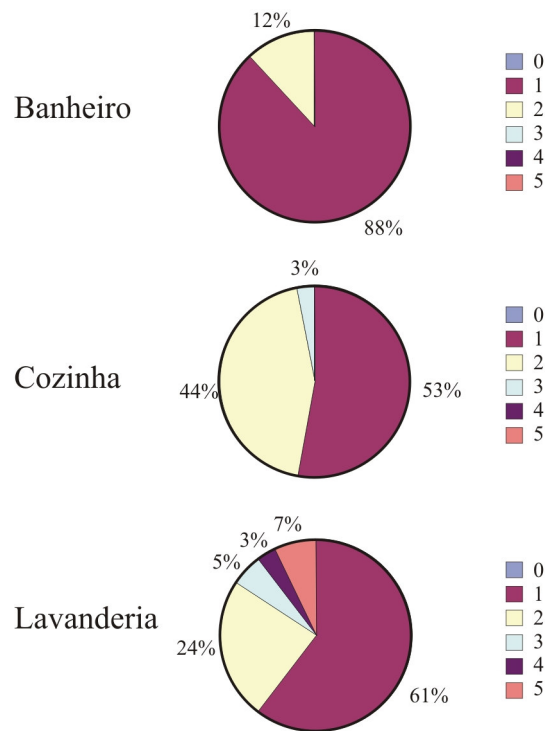
Na questão 4, quando perguntados sobre o uso de aberturas permanentes sem possibilidade de completo fechamento pelo usuário, a grande maioria (63%) afirmou empregar este uso apenas em cômodos específicos. Apenas 2% dizem utilizar sempre.



**Figura 4 – resultado questão 4**

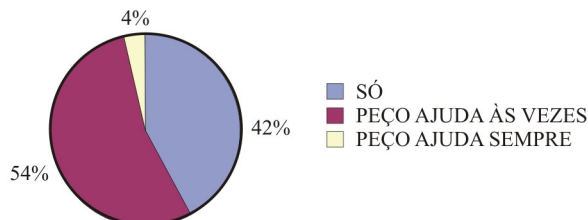
Sobre o número de aberturas para ventilação utilizadas nos cômodos de uma habitação, as respostas foram bastante variadas. Porém, é possível observar que a maioria das respostas relata a quantidade que comumente encontramos na maioria das habitações (uma abertura em dormitórios e duas em salas de estar, por exemplo), com exceção da lavanderia, única questão em que houve incidência de todas as opções de respostas.





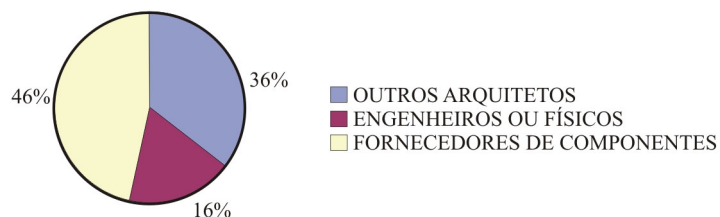
**Figura 5 – resultado questão 5**

Ao solucionar dúvidas sobre ventilação em projetos, as respostas foram bastante equilibradas entre solucionar sempre sozinho ou com ajuda às vezes. Poucos pedem ajuda sempre (apenas 4%).



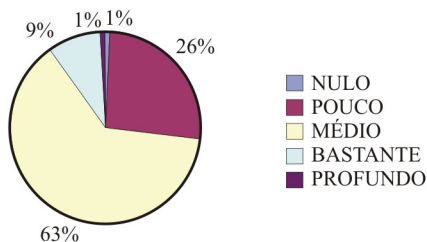
**Figura 6 – resultado questão 6**

Ao pedir ajuda para solucionar dúvidas sobre ventilação em projetos, grande parte dos arquitetos recorre a fornecedores de componentes. Isto pode ser considerado um ponto negativo, pois fornecedores são qualificados para vender seus produtos, o que não faz com que necessariamente entendam sobre ventilação.



**Figura 7 – resultado questão 7**

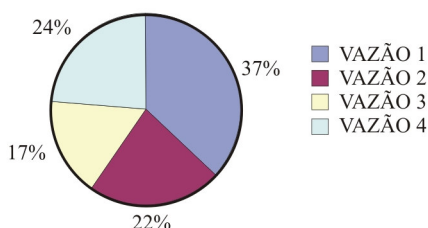
Nas questões em que há opção de respostas que não são absolutas (às vezes e médio, por exemplo), esta é a escolhida pela maior parte dos entrevistados, como podemos observar nas respostas quando perguntados sobre o grau de conhecimento sobre ventilação.



**Figura 8 – resultado questão 8**

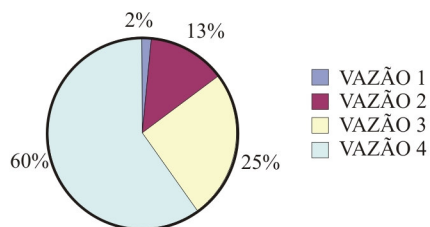
Na questão 9 foi solicitado aos entrevistado que enumerassem as atividades de acordo com a vazão de ar, sendo 1 para a menor vazão e 4 para a maior. Aqui as proposições foram colocadas na ordem correta (1, 2, 3, 4), que não foi a ordem utilizada no questionário, para facilitar a análise do resultado. Há porcentagem considerável de erro (os acertos não diferem muito daqueles dados por respostas aleatórias).

A vazão de ar “1” é aquela necessária para prover quantidade de ar para as pessoas respirarem (menor vazão dentre os 4 itens). A resposta correta teve a maior porcentagem, mas as respostas foram bastante divididas entre as 4 opções.



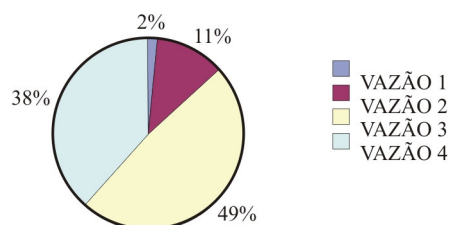
**Figura 9a – resultado questão 9, item “a”**

A vazão de ar “2” é aquela para eliminar umidade em excesso e odores. Porém, 60% das respostas foram para vazão “4”.



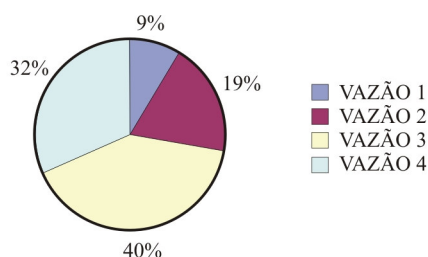
**Figura 9b – resultado questão 9, item “b”**

Neste item houve maior incidência de acertos, quase metade das respostas (49%). A vazão “3” é aquela para proporcionar às pessoas uma sensação térmica mais fresca.



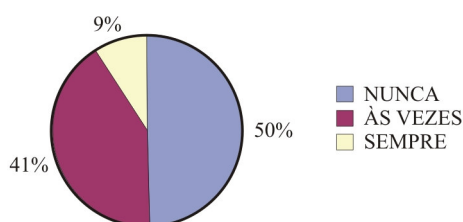
**Figura 9c – resultado questão 9, item “c”**

A resposta correta para esta questão seria vazão “4”, que se refere à resfriar a massa da edificação durante a noite para evitar o aquecimento durante o dia, no verão. Mas a asserção correta obteve 32% do total de respostas.



**Figura 9d – resultado questão 9, item “d”**

A questão 10 tem importância fundamental para saber se os entrevistados têm conhecimento sobre necessidades e métodos de ventilação natural. Quando questionados se deixam ocorrer infiltração de ar através de aberturas permanentes, 50% responderam “nunca”. Há estudos sobre a má qualidade de ar em locais com isolamento totalmente estaque; e é possível promover a ventilação higiênica sem causar mudanças significativas na sensação térmica dos usuários.



**Figura 10 – resultado questão 10**

Na questão aberta 11, em que se pediu para relacionar soluções pouco convencionais para ventilar ambientes que já tivessem sido utilizadas, poucas pessoas relatam soluções fora do convencional para ventilação. Ainda, observa-se que os poucos que relacionaram soluções não convencionais, muitos são também professores.

Na questão aberta 12, quando perguntados sobre os meios que utilizariam para garantir ar fresco em um sobrado geminado em região de alta densidade, as respostas foram no geral muito parecidas, descrevendo modos de se obter ventilação cruzada (passagem de correntes de ar). Em poucos casos foram relatados métodos de ventilação através de dutos e do vazio da escada.

Portanto, não apenas se constatou haver um baixo grau de conhecimento a respeito da ventilação por efeito-chaminé, como também percepção deficiente do próprio grau de conhecimento.

### 3. DISCUSSÃO

O resultado do questionário mostra que a maioria dos arquitetos considera médio seu conhecimento sobre métodos de ventilação natural. Assim sendo, buscam soluções igualmente medianas, bem como realizam apenas esporadicamente estudos de fluxos de ar em seus projetos.

Os erros constatados na questão 9, que pede para numerar em ordem crescente de acordo com a vazão de ar, mostram que há falta de conhecimento das reais necessidades da ventilação. Isto pode ser confirmado pelas respostas na questão 4, na qual a maioria dos arquitetos relata utilizar aberturas permanentes apenas em cômodos específicos ou não utilizam nunca. Ainda, na questão 10, o relato de que a maioria não deixa ocorrer conscientemente infiltração de ar. A idéia de abertura permanente remete a aberturas grandes que causam desconforto em tempo frio, o que não necessariamente procede. Ainda, é necessário ressaltar que alguns participantes questionaram o que seriam “aberturas” na questão 5, se portas e janelas ou apenas janelas, o que pode ter causado mau entendimento e consequentemente falhas nas respostas.

Outro ponto a ser destacado é o fato da busca de ajuda de fornecedores de componentes, que entendem do produto que vendem, e não necessariamente do modo correto de se ventilar uma habitação.

Nas questões abertas, as respostas mostram-se bastante semelhantes. Dentre os arquitetos que relatam soluções menos convencionais e/ou eficientes, o fato de grande parte serem também professores talvez ocorra por estes estarem no meio acadêmico e terem mais contato com pesquisas relacionadas ao assunto, visto que há pouca bibliografia disponível sobre o assunto, e a que existe em geral está em publicações científicas, às quais nem sempre os arquitetos têm acesso.

### 4. CONCLUSÕES

Nesta pesquisa foi possível observar que há deficiência por parte dos arquitetos no conhecimento relacionado à ventilação natural.

Aqui, é possível apontar como prováveis causas, além da bibliografia escassa, que a disciplina de Conforto Ambiental foi introduzida tardiamente nas grades curriculares dos cursos de arquitetura. É provável que o avanço tecnológico, percebido como algo notável na era modernista, dispensasse soluções eficientes energeticamente, tais como aproveitamento dos recursos naturais de ventilação, iluminação e aquecimento.

Sendo confirmada a hipótese de que os arquitetos fazem mau uso da ventilação natural por falta de conhecimento sobre o assunto e sobre as reais necessidades de ventilação, o material gráfico preparado com base nos resultados do questionário busca auxiliar e despertar o interesse desta classe profissional, para que exerçam o correto uso da ventilação natural em residências.

Como próximo passo, planeja-se mostrar exemplos de sobrados geminados com uso aliado da ventilação cruzada e do efeito-chaminé. Com isso visa-se mostrar essa aplicação, que será feita com base em uma metodologia a ser definida, de modo simplificado, para que se atinja um resultado mais geral e simples, sem se fazer necessário o uso de cálculos e tabelas complexos.

### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BITTENCOURT, L. ; CÂNDIDO, C. *Introdução à Ventilação Natural*. Maceió: Edufal, 2005. Cap. 4.
- CAMPOS, R. F. *Análise da Influência da Orientação da Testada dos Lotes na Ocupação do Setor Estrutural de Curitiba*. Curitiba, 2005. 201f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.
- CREA PR. *Catálogo Empresarial de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Paraná 2006-2007*: Produtos e Serviços. Curitiba: EBGE, 2006. CD-ROM.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. *Manual de Conforto Térmico*. São Paulo: Nobel, 1988.



INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Tecnologia das Edificações*: Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha. São Paulo: IPT, 1988.

MASCARÓ, I. *Habitabilidade do Edifício*: Ventilação Natural dos Edifícios. São Paulo: FAUUSP, 1997. Cap 3. Cap 5.

OLGYAY, V. *Arquitectura y Clima*: Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas. Barcelona: Editorial Gustavo Gili SA., 1998. p. 102. p. 112.

TOLEDO, E. *Ventilação Natural das Habitações*. Maceió: Edufal, 1999.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a Maicon Sanson Penna (*webdesigner*) e Gustavo Neves Vargas (Programador) o apoio prestado no projeto das páginas de Internet referentes à pesquisa e compilação dos resultados.

### **6. ANEXOS**

Abaixo imagem do material gráfico enviado aos participantes do questionário. Esse material foi publicado na internet e encontra-se disponível no endereço eletrônico <<http://fanquestudio.julieinada.com/resultadoPesquisa>>.

APRESENTAÇÃO DO RESULTADO DA PESQUISA ACADÊMICA:

VENTILAÇÃO NATURAL POR DIFERENÇA DE DENSIDADE (efeito chaminé)

[Créditos da pesquisa](#)

[fechar X](#)

**PESQUISADORA**

Claudia Morishita  
claudiamorishita@ufpr.br

**ORIENTADOR**

Aloisio Leoni Schmid  
iso@ufpr.br

**PROGRAMAÇÃO**

Gustavo Neves Vargas  
gustavo.nv@gmail.com

**DESIGN e colorização**

Maicon Sanson  
sanson@fanquestudio.com  
[www.fanquestudio.com](http://www.fanquestudio.com)

**ILUSTRAÇÃO**

Thiago Bonetto  
thiagogalileo@gawab.com

Conhecimento das técnicas de ventilação	Causas da poluição do ar	Critérios para ventilação	Valores recomendados	Efeito chaminé	Propostas de soluções	resultados da pesquisa
---	--------------------------	---------------------------	----------------------	----------------	-----------------------	------------------------

[VEJA O RESULTADO FINAL DA PESQUISA](#)

[REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS](#)

► **CONHECIMENTO DAS TÉCNICAS DE VENTILAÇÃO**

Causado principalmente pela falta de bibliografia especializada, há grande disparidade no conhecimento de técnicas para ventilação, sendo o nível de conhecimento das técnicas mecânicas muito maior que das técnicas por meios naturais. Outras causas são questões históricas (grande avanço da tecnologia), culturais e o advento do Movimento Moderno, que muitas vezes ignorava os diferentes climas existentes.

Atualmente, devido às questões de eficiência energética e sustentabilidade, cresceu a atenção voltada à questões de técnicas naturais de ventilação, porém, a bibliografia continua escassa.

próximo: [Causas da poluição do ar](#)

[ir para o topo](#)

Universidade Federal do Paraná - Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Laboratório do Ambiente Construído - Programa de Iniciação Científica

**Figura 11 – material gráfico enviado aos participantes**