

ASPECTOS RELEVANTES DO PROJETO DE ESQUADRIAS NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO RS

Eduardo Grala da Cunha (1); Augusto Bencke Pinheiro (2)

(1) Professor Doutor, Adjunto, Universidade de Passo Fundo – Curso de Arquitetura e Urbanismo,
Campus I, BR 285 – Km 171, Bairro São José, (54) 33168216, e-mail: egcunha@upf.br

(2) Arquiteto e Urbanista, e-mail: arq_augusto@yahoo.com.br

RESUMO

Neste artigo objetiva-se discutir o papel do projeto das esquadrias externas e internas na qualidade do ar interior em tipologias residenciais, como também apresenta uma sucinta análise da produção atual de alguns arquitetos do interior da região norte do estado do RS. São evidenciados os problemas da qualidade do ar interior gerados pela racionalização abusiva dos sistemas de esquadrias. O artigo está dividido em quatro partes. No primeiro item são apresentados alguns aspectos relevantes da ventilação natural nos edifícios, como também é analisada, de forma sucinta, a produção de edificações no norte do estado do RS, no que diz respeito aos sistemas de esquadrias. No segundo item são caracterizados os requisitos necessários para a ocorrência da renovação de ar em ambientes construídos. É discutida a importância da manutenção da permeabilidade interna nas edificações como requisito básico para a ocorrência da ventilação. Já no terceiro, é evidenciada a importância do funcionamento dos sistemas de esquadrias para a qualidade do ar interior. São apresentados alguns requisitos necessários a serem cumpridos pelas esquadrias externas e internas, como o controle dos diferentes fluxos de ar e da radiação solar direta. No quarto e último item, são caracterizados alguns importantes aspectos para a concepção de sistemas de ventilação natural em edifícios com diferentes usos.

ABSTRACT

The objective of this paper is to discuss the role of external and internal windows and doors project in the internal air quality in residential typology, as well as to present an analysis of the actual production of some architects from the north region in the state of RS. The internal air quality problems, created by the excessive rationalization of the windows and doors systems, are showed up. The paper is divided in four parts. In the first item, some relevant aspects of the natural ventilation in the buildings are presented, and it is also analysed the production of buildings in the north of RS. In the second one, the necessary requirements for the occurrence of air renovation in built environments are characterized. The importance of the internal permeability maintenance in buildings, as a basic requirement for the ventilation occurrence is discussed. In the third one, it is showed up the importance of windows and doors systems working to the quality of the internal air. Some necessary requirements to be carried out by the internal and external windows and doors are presented, as well as the control of different air flow and direct solar radiation. In the fourth and last one, some important aspects of the conception of natural ventilation systems in buildings with different use are presented.

1. INTRODUÇÃO

Não há dúvidas sobre a necessidade da renovação do ar de ambientes interiores, sejam os mesmos com diferentes configurações físicas e usos. Porém, conhecimentos básicos sobre o tema são negligenciados por profissionais, envolvidos com o projeto arquitetônico de um edifício na hora de

especificar elementos de arquitetura, conceituados por Martinez (2000) como as partes físicas da construção.

A renovação do ar interior é fundamental em qualquer edifício, seja um pavilhão industrial ou dormitório, seja para diluir a concentração de poluentes, gerados pela utilização dos espaços, ou para minimizar os efeitos de temperaturas elevadas.

No caso de ambientes residenciais o homem ao respirar, absorve o oxigênio do ar e expele dióxido de carbono e vapor de água. Expele micróbios de que é portador quando fala, tosse ou espirra. Exala odores provenientes da pele ou do vestuário com maior ou menor intensidade, conforme os hábitos alimentares e higiênicos. Vicia o ar com fumaça proveniente dos cigarros. Transmite ao ar uma certa quantidade de calor dependente da intensidade do metabolismo. Expele uma certa porção de vapor de água pela transpiração da pele (TOLEDO, 1999, p.18).

No caso de indústrias, por exemplo, além dos problemas da poluição do ar gerados por meio do uso, existe também a necessidade de minimizar os efeitos provenientes do aquecimento do ambiente, aspectos também presentes em residências e outras tipologias variadas, porém, com a agravante da perda da eficiência dos trabalhadores e riscos maiores com acidentes de trabalho. De acordo com a ASHRAE¹ apud SIGLIANO e ROLLO (2001, p.9) há uma perda de 1,8% para cada grau que a temperatura ambiente subir acima de 27 °C, comprometendo a produtividade. Vale lembrar que as estatísticas indicam que em indústrias, os acidentes de trabalho aumentam na proporção que o conforto térmico abaixa, podendo crescer até 40% quando a temperatura subir 10°C acima do nível de conforto.

O foco desta discussão está baseado na análise dos edifícios residenciais, e nesse contexto, segundo TOLEDO (1999, p.19), os dados experimentais comprovam que a concentração de dióxido de carbono, proveniente da respiração das pessoas, não chega a constituir um problema nos tipos comuns de edifícios, servindo, entretanto, como um meio de controle das características da ventilação de um ambiente. TOLEDO (1999, p.20) afirma também que, nas épocas de calor, o mal estar provém usualmente, da elevação da temperatura do ar e do aumento da umidade, provocados pelas pessoas que se encontram no ambiente, e que vão tornando cada vez mais difícil a dissipação do calor humano.

Lamberts (1997) apresenta uma análise do clima de algumas capitais brasileiras, utilizando o método do ano climático de referência, por meio da qual é possível observar que em muitas cidades de algumas regiões do país, nos períodos de desconforto, gerados a partir de temperaturas elevadas, a ventilação proporciona a sensação de conforto térmico tão necessária nos espaços abertos e fechados. No caso de Porto Alegre, por meio da análise de Lamberts (1997), é possível verificar que das 25,9% das horas do ano em que a temperatura está acima dos 29°C, ou até mesmo com temperaturas menores, mas com elevados índices de umidade relativa do ar, em 23,4% a ventilação do ambiente minimiza os efeitos do calor, proporcionando a sensação de conforto térmico aos usuários dos espaços interiores, ou seja, a renovação do ar interior passa a ser um dos aspectos mais importantes para a manutenção da qualidade térmica dos espaços.

Dentro do contexto da importância da ventilação para os espaços construídos, pode-se destacar também a questão da eficiência energética da edificação. A renovação do ar interior, além de interferir diretamente na qualidade física, química e biológica do ar, relaciona-se diretamente à necessidade de utilização de sistemas de climatização artificial. O estudo de Lamberts (1997) mostra que 1,4% das horas do ano em Porto Alegre é necessário a utilização de ar condicionado. Este valor pode sofrer variações significativas considerando a configuração física, como também a orientação das edificações. MASCARÓ (1991, p.21) relata que em função da orientação do edifício, a quantidade de energia proveniente da radiação solar ganha pela construção pode variar em até 150%. Um edifício bem orientado consome mensalmente em média, 1,3 KW/h de energia operante por metro quadrado de superfície de apartamento, enquanto que numa má orientação com as fachadas principais expostas à maior carga térmica possível, o edifício consome até 1,9KW/h.

¹ ASHRAE – American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers.

A importância da ventilação para o contexto das edificações é um fato compreendido e já difundido na projetualidade² da arquitetura, porém, a concepção de sistemas de renovação natural do ar interior não têm sido realizada de maneira eficiente, seja pela necessidade de minimização de custos na especificação de materiais e técnicas construtivas, ou pela execução de projetos inadequados.

No caso da minimização de custos na construção civil, é muito comum serem encontradas esquadrias que não possibilitam a climatização natural de ambientes em períodos, até mesmo, em que a temperatura está abaixo do limite máximo de conforto, definido por Givoni (1992), de 29°C. Essa inadequação dos sistemas é fruto, principalmente, do desconhecimento dos requisitos básicos que uma esquadria deve satisfazer, considerando diferentes contextos climáticos. Esses requisitos, para um clima subtropical, são definidos pelo controle da radiação solar direta e dos fluxos de ventilação. O controle da radiação solar é caracterizado pela possibilidade da incidência da energia proveniente do sol em períodos frios e pelo bloqueio em quentes. Já o controle dos fluxos de ventilação é definido pela possibilidade da ventilação higiênica em períodos de temperaturas próximas do limite inferior de conforto (18°C), e pela ventilação de conforto em períodos de temperaturas intermediárias e umidade acima dos 80%, como também temperaturas entre os 29°C e 32°C, com níveis de umidade relativa do ar variados. Esse tema é tratado detalhadamente no item 3.

ROAF (2006, p.130) afirma que nos últimos 30 anos em decorrência de estratégias de projeto inadequadas, as janelas têm alterado substancialmente as características microclimáticas dos espaços interiores. A observação do autor refere-se principalmente à inadequação em decorrência dos tamanhos excessivos. Porém, não são apenas as dimensões das aberturas que comprometem o desempenho ambiental das salas servidas, mas o funcionamento também. Outros fatores são importantes, como as características do vidro, a relação entre os planos transparente e opaco, entre outros aspectos.

A figura 1 apresenta o modelo de esquadrias utilizado para tipologias residenciais e de escritórios, na cidade de Passo Fundo, norte do estado do RS, compostas por caixilhos em alumínio de correr, sem dispositivos interiores ou exteriores de controle de radiação solar direta.

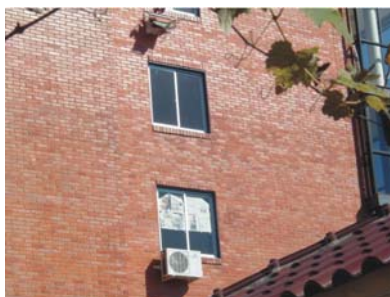
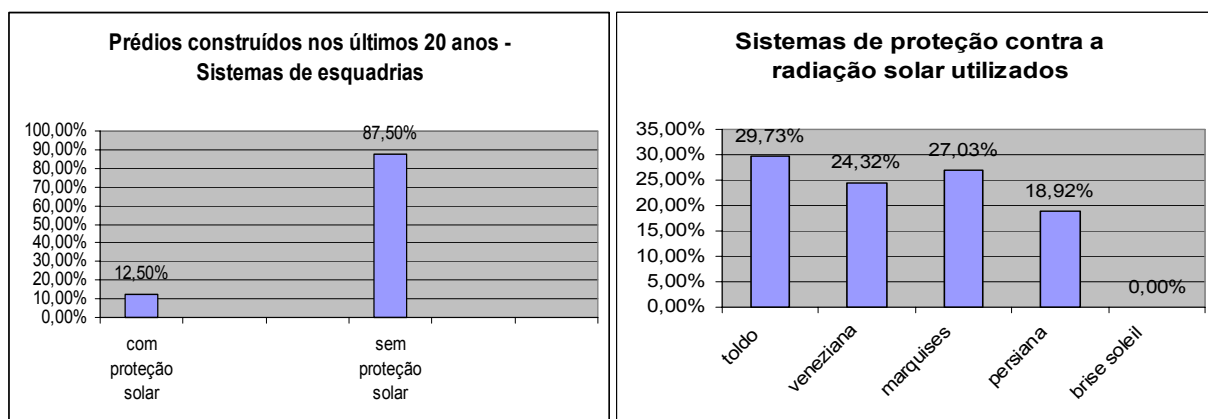


Figura 1 – Esquadria de edifício residencial em Passo Fundo, RS

Analisando a produção arquitetônica dos últimos 20 anos, verifica-se, conforme figuras 2 e 3 que mais de 87 % das edificações construídas nesse período, na zona central da cidade de Passo Fundo, não apresentam dispositivos de proteção contra a radiação solar direta, ocasionando ganhos de calor indesejáveis no período de verão. A análise apresentada nas figuras 2 e 3 pertence a uma pesquisa em andamento, a qual objetiva analisar a eficiência energética dos diferentes sistemas de esquadrias utilizados nos prédios construídos nas últimas duas décadas. O objetivo da apresentação da análise estatística na introdução deste artigo é destacar o descaso e despreparo dos profissionais na atualidade, na região analisada, no que diz respeito à concepção dos sistemas de esquadrias. A análise é sucinta já que o objetivo principal deste artigo é discutir as possibilidades e impossibilidades do projeto de esquadrias.

² Projetualidade – Conceito definido por Silva (2004). Repertório necessário para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos – dimensões ambiental, tecnológica e geométrico-formalista.



Figuras 2 e 3 – Análise estatística das esquadrias presentes nas edificações construídas nos últimos 20 anos na zona central da cidade de Passo Fundo

Para a caracterização do projeto ideal de esquadrias é importante apresentar os requisitos necessários para a existência da renovação do ar interior, como também apresentar o contexto climático de Passo Fundo, caracterizado na tabela 1.

Tabela I – Dados climatológicas de Passo Fundo (quadro resumo das normais climatológicas)

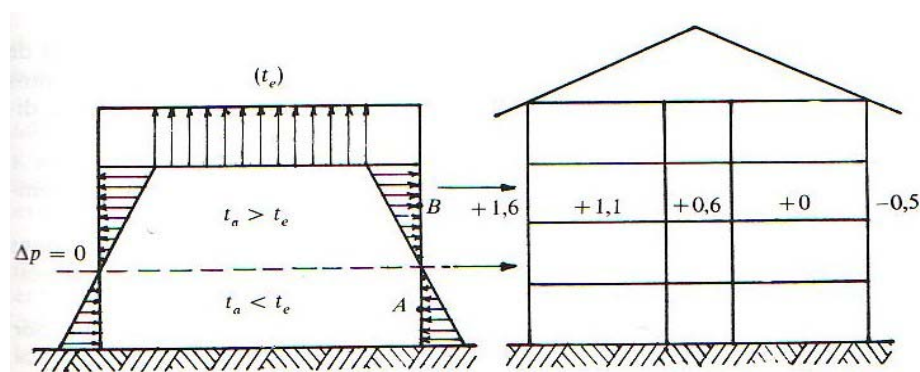
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Pressão atmosf. (mb)	934,8	935,6	936,7	938,2	939,2	939,9	940	939,3	938,7	936,9	935,1	934,4	937
Temp. Média (°C)	22,1	21,9	20,6	17,6	14,3	12,7	12,8	14	14,8	17,7	19,8	21,5	17,5
Temp. Máxima (°C)	28,8	28	26,7	23,7	20,7	18,4	18,5	19,9	21,2	23,8	26	27,8	23,6
Temp. Mínima (°C)	17,5	17,5	16,3	13,5	10,9	8,9	8,9	9,9	11	12,9	14,8	16,4	13,2
Temp. Máx. Abs. (°C)	35,6	35,7	34,2	33,1	30,6	27,2	28,4	31,4	33	34,5	36,3	37,1	36,3
Temp. Mín. Abs. (°C)	9,5	7,2	5,1	1,6	-1,4	-2,5	-3,8	-2,9	-0,9	2,8	4	6,5	-3,8
Precipitação Total (mm)	143,4	148,3	121,3	118,2	131,3	129,4	153,4	165,7	204,6	167,1	141,4	161,5	1785,6
Prec. Alt. Máx. 24 horas	86,8	161,1	97,2	165	144,1	78,4	104,3	112	144,4	103,7	84,1	111,3	165
Evaporação (mm)	127,2	104,2	106,9	95,3	86,2	78,5	92,5	100,3	106,7	126,5	141,7	154	1320
Umidade Relativa (%)	71	74	75	74	75	76	75	73	72	69	67	67	72,3
Insolação (h)	238,8	208,1	207	185,2	181,1	153,7	162,6	161,1	154,9	202,3	220,6	254	2329,4
Nebulosidade	5,2	5,3	4,9	4,7	4,7	5,2	5,1	5,4	5,9	5,4	5,3	5	5,2
Velocid. média do vento	4,1	3,9	3,8	4	3,9	4,2	4,7	4,4	4,7	4,5	4,3	4,2	4,2

2. REQUISITOS PARA A EXISTÊNCIA DE VENTILAÇÃO NATURAL NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

COSTA (1999, p.108) classifica a renovação do ar de um ambiente em natural ou espontânea e artificial ou forçada. Recebe o nome de ventilação espontânea de uma local aquela que se verifica em virtude das diferenças de pressões naturais (originadas pelos ventos e gradientes de temperatura), existentes através das superfícies que limitam o ambiente considerado. A ventilação natural é o objetivo da discussão do artigo, nesse sentido a argumentação restringe-se à consideração da sua presença. A temperatura no interior das habitações, em decorrência de fatores como o uso, as características da envolvente, como também a presença, localização e dimensão de esquadrias, faz com que exista um gradiente vertical de temperatura, logo de densidade do ar, gerando diferenças de pressão, as quais são variadas no sentido da altura. Já a ação dos ventos faz com que haja uma variação de pressão no sentido horizontal. As figuras 4 e 5 caracterizam as variações de pressão causadas pelas diferenças de temperatura e ação dos ventos no interior das edificações. Essas diferenças de pressão causadas pela ação de ventos e pelo gradiente vertical de temperatura podem ser visualizadas por intermédio da tabela 2.

Para que as diferenças de pressão geradas pela ação dos ventos, e/ou diferenças de temperatura, possam efetivamente proporcionar a renovação do ar interior, contribuindo para a manutenção das condições de conforto, como também caracterizando a diluição de poluentes, é necessário que o sistema de ventilação, composto pelas esquadrias externas, internas e por vãos interiores, seja concebido com base na idéia da permeabilidade. A mesma é indiscutivelmente o segredo do êxito do projeto de um sistema de ventilação natural. Obviamente, que o projeto das esquadrias é, também, fundamental para a caracterização da renovação do ar interior, e que o sistema projetado deve

satisfazer requisitos básicos para o êxito do seu funcionamento. No item seguinte é apresentado o papel das esquadrias externas e internas no êxito de um sistema de ventilação.



Figuras 4 e 5 – Diferenças de pressão causadas pela ação dos ventos e pelo gradiente interno vertical de temperatura

Fonte: COSTA (1999, p.109)

Tabela II – Valor das diferenças de pressão causadas pela ação dos ventos e pelo gradiente vertical de temperatura

Natureza	c, Km/h	c, m/s	H	Δt	Δy	Δp , mm H ₂ O
Ventos	5	1,39				0,12
Ventos	10	2,78				0,46
Ventos	15	4,17				1,04
Ventos	20	5,56				1,86
Ventos	25	6,95				2,89
Dif. temp.			2 m	2 °C	0,007	0,014
Dif. temp.			2 m	5 °C	0,02	0,04
Dif. temp.			4 m	2 °C	0,007	0,028
Dif. temp.			4 m	5 °C	0,02	0,08
Dif. temp.			10 m	5 °C	0,02	0,2

Fonte: COSTA (1999, p.109)

3. A IMPORTÂNCIA DO PAPEL DE UMA ESQUADRIA NA QUALIDADE DO AR INTERIOR

A garantia da permeabilidade passa, definitivamente, pelo funcionamento adequado do sistema de esquadrias externas-internas. É fundamental que, tanto as esquadrias externas como as internas, possam garantir um fluxo permanente de ar, considerando, obviamente, a presença das necessárias diferenças de pressão. É muito comum na produção arquitetônica, na atualidade, a utilização de portas internas sem dispositivos de ventilação. Ou seja, se as portas internas estão fechadas, a permeabilidade necessária para a manutenção permanente do fluxo de ar está comprometida. É muito comum independente da tipologia arquitetônica em questão, a necessidade de privacidade visual durante a utilização de ambientes interiores, e nesses momentos a renovação do ar interior é comprometida, já que as portas internas devem estar fechadas. Ainda referente aos fluxos de ar no interior das edificações, é importante ressaltar o papel fundamental das esquadrias internas. A permeabilidade é garantida apenas quando da presença de dispositivos que garantam a ventilação nas portas internas. Bandeiras móveis, venezianas inferiores e superiores, aberturas laterais às portas são elementos arquitetônicos que garantem a manutenção interna da permeabilidade desejada para que ocorra a renovação e manutenção da qualidade do ar interior. A figura 6 ilustra portas internas com bandeiras móveis e/ou venezianas necessárias para a garantia da permeabilidade interna.

Um segundo importante ponto vinculado ao funcionamento das esquadrias é a possibilidade do controle dos fluxos de ar internos. Dependendo do contexto climático em análise, é necessário que as esquadrias possibilitem movimentos de ar em diferentes alturas, proporcionando a ocorrência da ventilação higiênica e de conforto. A ventilação higiênica é necessária quando a temperatura está

próxima dos limites inferiores de conforto, e a necessidade de renovação do ar é oriunda da ausência de renovação mecânica de ar e da obrigatoriedade da diluição de contaminantes gerados pelo uso do espaço. O fluxo de ar percorre um caminho acima da altura do usuário do espaço interior, nesse sentido, é necessário que as esquadrias exteriores e interiores possuam dispositivos reguláveis que permitam o controle do fluxo junto ao forro.

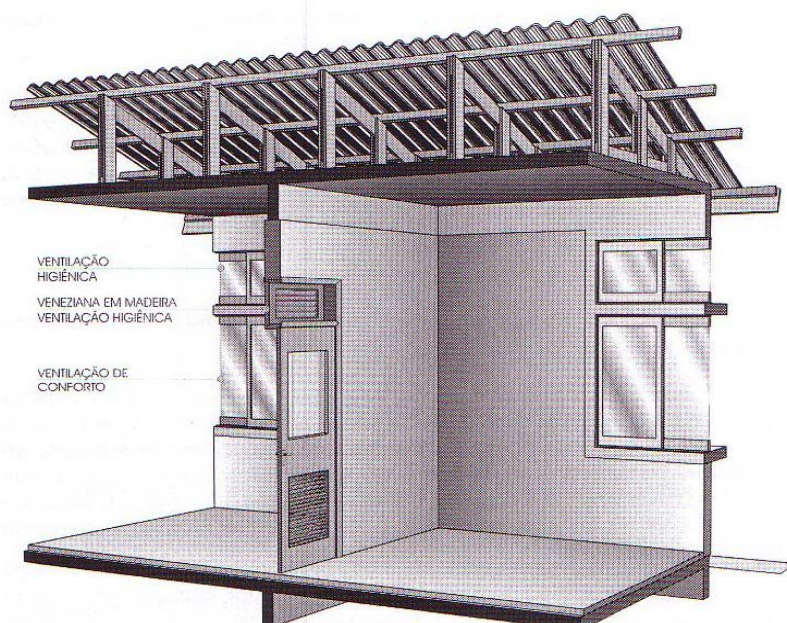


Fig 3.126 - Esquema sistema de ventilação natural – projeto de esquadrias veneziana

Figura 6 – Porta interna com dispositivos de manutenção da permeabilidade interna

Fonte: CUNHA et al (2006, p.111)

A ventilação de conforto, necessária nos períodos quentes, ocorre por intermédio do funcionamento total da esquadria, ou seja, caixilhos superiores e inferiores. A figura 7 apresenta esquematicamente a caixilharia de uma esquadria externa e suas respectivas funções, no que tange à ventilação.

Uma terceira importante exigência a ser cumprida pela esquadria externa é o controle seletivo da radiação solar direta. Infelizmente, os sistemas de proteção solar são entendidos na projetualidade da arquitetura em geral como soluções esteticamente inadequadas, independentes da organização compositiva das edificações. Na verdade, os arquitetos esquecem que o sistema de proteção solar pode ser caracterizado como qualquer elemento, natural ou artificial, que possibilita a entrada seletiva de energia solar no interior dos ambientes. Uma sacada, em uma tipologia residencial, uma árvore caducifólia, um beiral, uma fachada máscara, são elementos que podem qualificar plasticamente um edifício e ao mesmo tempo ajudar no controle da ambiência interna dos espaços servidos pelas esquadrias externas. Os sistemas de proteção solar têm sido empregados na arquitetura européia e em alguns bons exemplos no Brasil como elementos de extrema importância na organização formal dos edifícios, fruto de uma postura madura e comprometida com a eficiência energética das edificações.

A proteção e o controle da radiação solar direta pode também ser realizada por intermédio do plano transparente, com base na utilização de variados tipos de vidro – reflexivos, absorventes, entre outros, como também, por intermédio de dispositivos internos, como cortinas das mais variadas configurações. Quando a energia solar é controlada internamente, por meio de cortinas ou outros dispositivos, ou no plano transparente, através de vidros especiais, há o ônus dos excessivos ganhos térmicos.

Obviamente que, trabalhar simultaneamente todas as exigências de controle de radiação solar direta e fluxos de ventilação é uma tarefa que requer muitos cuidados. O que se têm visto na produção no interior da região sul do país é uma despreocupação total com o usuário do espaço interior, no que

tange o projeto de sistemas de esquadrias, conforme figura 1. As esquadrias utilizadas funcionam apenas como dispositivos que controlam a entrada de ar. A proteção solar fica por conta do futuro usuário do espaço, resultando na maioria das vezes em soluções paliativas que promovem a maximização dos ganhos térmicos em todos os períodos do ano. Os espaços resultantes viram estufas e a qualidade térmica do ar interior é totalmente comprometida pelas excessivas temperaturas.

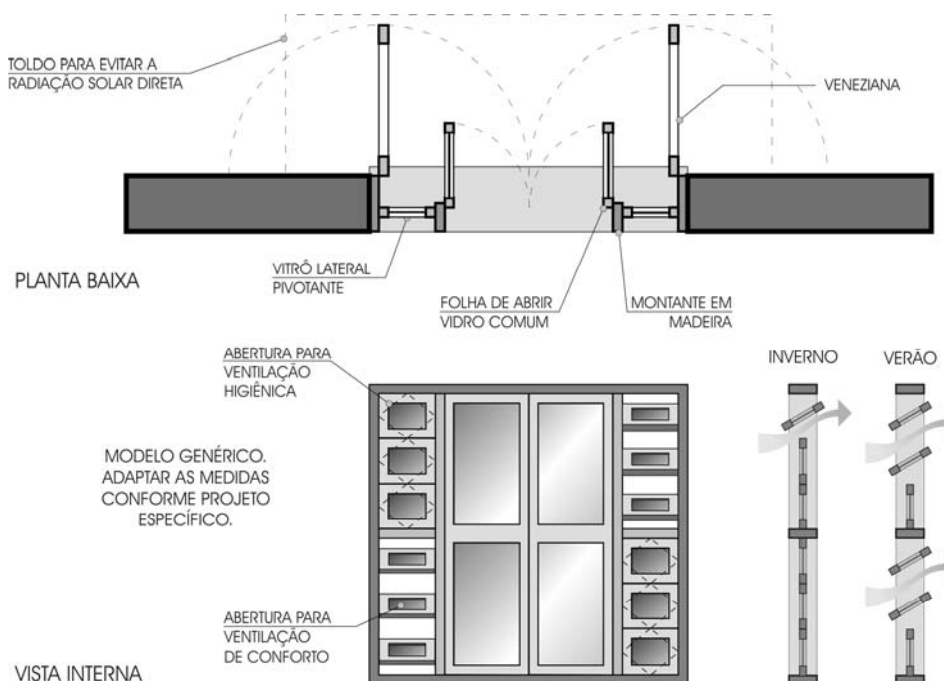


Figura 7 – Esquadria externa com caracterização da função da caixilharia

Fonte: CUNHA et al (2006, p.104)

É importante ressaltar que, para a manutenção da qualidade térmica e químico-biológica do ar interior, considerando a ausência de sistemas de climatização artificial, o projeto dos sistemas de esquadrias internas e externas é um aspecto fundamental. No próximo item são apresentados aspectos relevantes na caracterização do projeto pertinente de esquadrias.

4. O PROJETO DAS ESQUADRIAS

No que tange ao projeto de esquadrias, BROWN (2004, p. 263) e ROAF (2006, p. 131) destacam que, a concepção de uma esquadria deve satisfazer simultaneamente as necessidades vinculadas à ventilação natural e à iluminação. ROAF (2006, p. 131) apresenta ainda exemplos de projetos com esquadrias cumprindo funções diferenciadas com relação às variáveis iluminação e ventilação natural, como também integradas simultaneamente. CUNHA et al (2006, p.101-115) apresenta também exemplos de soluções de esquadrias que contemplam simultaneamente as funções de proteção e controle, tanto no âmbito da ventilação natural, quanto no da iluminação. RIVERO (1985, p.112) afirma que, considerando a necessidade de adaptação das esquadrias à Arquitetura, em climas temperados deve ocorrer a ventilação de verão e de inverno. Nesse sentido, apresenta esquematicamente propostas de janelas exteriores e portas interiores, com dispositivos que garantam a ventilação de conforto e higiênica. O trabalho de VIEGAS (1996) é outra importante referência no sentido do entendimento do projeto das esquadrias externas e internas em edificações residenciais. VIEGAS (1996, p.4) determina que é de fundamental importância o controle da forma de ventilar, ou seja, dos fluxos de ar, no sentido de evitar-se correntes de ar indesejáveis. Determina a necessidade da ventilação permanente em edificações em clima temperado, fixando a renovação de ar mínima em uma vez o volume do ambiente. Inova no seu trabalho ao propor a ventilação permanente como um sistema independente do projeto dos caixilhos móveis da esquadria (páginas 41 a 43).

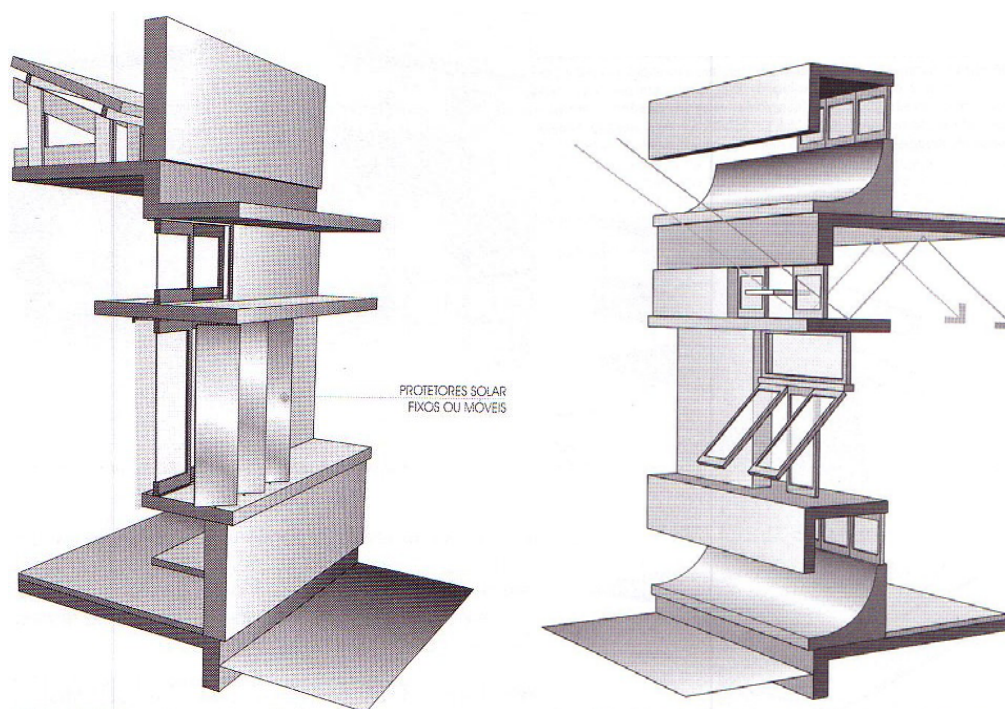
A partir dos conhecimentos das características do vento incidente e das variáveis definidas pelo entorno – afastamentos da edificação dos obstáculos externos naturais e construídos – e pelo ambiente

interno – volume e geometria, obstruções internas, ocupação e atividade, deve-se prever que o sistema de ventilação natural deverá apresentar, necessariamente, as aberturas para a entrada de ar na zona de alta pressão, na qual ocorre a incidência de vento, e saídas na zona de baixa pressão, permitindo, assim, a ventilação cruzada. Conforme MASCARÓ (1985, p.89), a orientação das aberturas deve ser o mais frontal possível, podendo ser obtida uma ventilação satisfatória com ângulo de até 50° em relação à perpendicular da direção do vento.

Além do conhecimento dos ventos predominantes na região onde o edifício está inserido, é necessário o conhecimento de alguns requisitos básicos a serem considerados durante o projeto dos sistemas de esquadrias. São eles:

- a) permeabilidade interna;
- b) controle dos fluxos de ar;
- c) controle da radiação solar direta e difusa;
- d) utilização dos espaços exteriores como elementos de climatização natural;
- e) aproveitamento da ação dos ventos e das diferenças de temperatura de forma integrada.

As possibilidades de soluções arquitetônicas são inúmeras, as figuras 8, 9, 10 e 11 ilustram algumas das possíveis soluções.



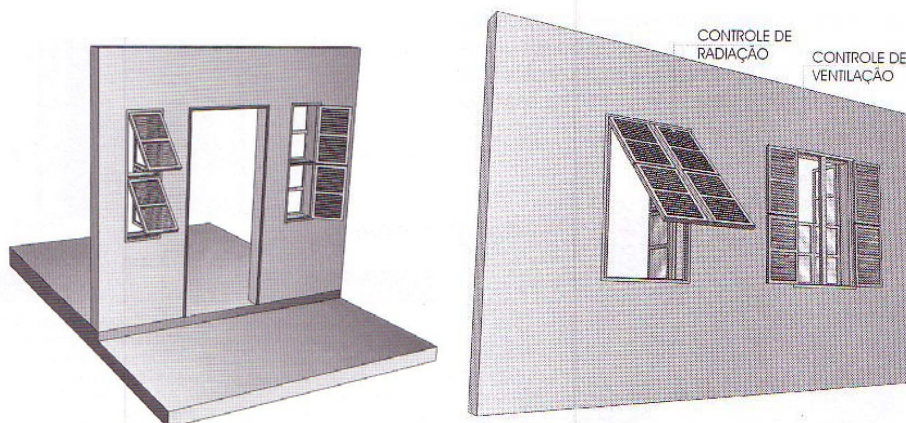
Figuras 8 e 9 – Possíveis projetos de esquadrias – edificações institucionais

Fonte: CUNHA et al (2006, p.112, 113)

É importante ressaltar que, além dos cuidados necessários com o projeto de esquadrias, existem outros aspectos que podem resultar numa melhoria da qualidade do ar interior, considerando a ventilação natural. Um desses aspectos é o tratamento dos espaços exteriores. CUNHA (2006, p.63) afirma que o tratamento dos espaços exteriores, em se tratando de edificações de 1 ou 2 pavimentos, objetiva minimizar os efeitos do calor excessivo em períodos quentes, sem comprometer o aproveitamento da radiação solar direta em períodos frios. Muitas vezes, em períodos quentes, as áreas abertas podem proporcionar um aquecimento indesejável do ar exterior antes mesmo do fluxo de ar penetrar na edificação. A comunidade de projetistas deve considerar que o paisagismo desempenha mais de uma função quando presente numa edificação. Além da função de elemento de composição no contexto do objeto construído, o projeto da vegetação deve preocupar-se com o desempenho microclimático da

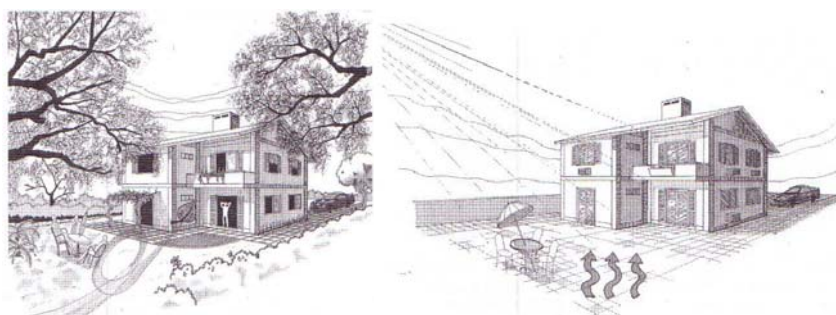
edificação. As figuras 12 e 13 ilustram esquematicamente a importância do tratamento do espaço exterior na qualidade térmica do ar interior.

Ainda no âmbito do projeto das esquadrias, uma estratégia importante a ser utilizada é o aproveitamento da ação dos ventos e das diferenças de temperatura de forma integrada. Isso implica na utilização de esquadrias em diferentes alturas, promovendo a renovação do ar interior quando da presença de pressão positiva na fachada exterior, como também possibilitando a ventilação pela diferença vertical de temperatura no contexto interior. Considerando o uso do espaço interior, como também a incidência de radiação solar direta no plano horizontal, junto ao forro está presente o ar com maior temperatura. Nesse sentido, aberturas junto ao forro proporcionam a saída do ar interior aquecido. As aberturas junto à altura dos usuários funcionam como entrada de ar.



Figuras 10 e 11 - Possíveis projetos de esquadrias – edificações residenciais

Fonte: CUNHA et al (2006, p.114, 115)



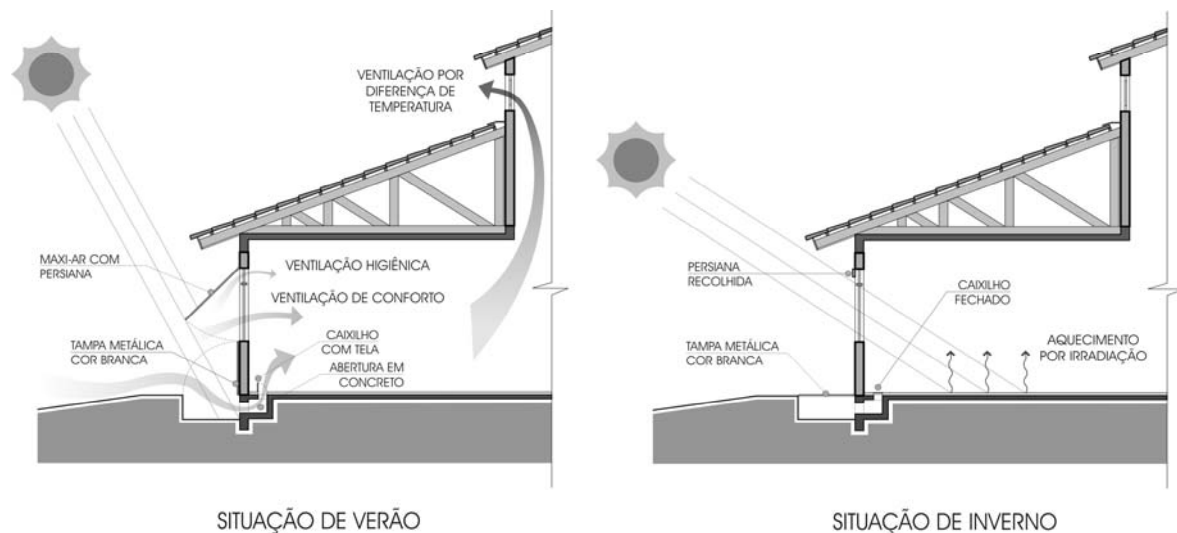
Figuras 12 e 13 – O espaço exterior como elemento de interferência na qualidade térmica do ar interior

Fonte: CUNHA et al (2006, p.64)

As figuras 14 e 15 apresentam um exemplo de um projeto de sistema de ventilação natural para uma tipologia residencial. No sistema é verificado o controle da radiação solar direta, a possibilidade da ventilação de conforto e higiênica caracterizadas pela ação dos ventos e pelas diferenças de temperatura, como também por ambas simultaneamente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na conclusão deste artigo, é importante ressaltar que, a qualidade térmica e químico-biológica do ar interior tem uma relação direta com a concepção do sistema de ventilação natural do edifício. Por sua vez, a concepção do sistema de ventilação natural relaciona-se também com o controle da radiação solar direta e com o tratamento dos espaços exteriores. Esses aspectos estão interligados e devem ser tratados simultaneamente durante a concepção do projeto arquitetônico.



Figuras 14, 15 – Aproveitamento da ação dos ventos e das diferenças de temperatura de forma integrada – edifício residencial

Fonte: CUNHA et al (2006, p.90)

No caso da comunidade de profissionais do interior da região norte do RS, é necessária a compreensão que, sob hipótese nenhuma, a racionalização dos sistemas construtivos, objetivando a minimização dos custos na construção, pode maximizar os problemas da qualidade ambiental dos espaços interiores. A racionalização deve ser levada a cabo de forma consciente e responsável proporcionando, sempre, a melhoria da qualidade do ar dos espaços gerados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN, G. Z. (2004) *Sol, vento e luz: estratégias para o projeto de arquitetura*. G. Z Brown e Mark Dekay; tradução Alexandre Ferreira da Silva Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2 ed. 415 p.
- COSTA, Ênio Cruz da. (1999) *Física aplicada à construção*. São Paulo: Edgard Bluecher, 4 ed.
- CUNHA, Eduardo Grala da, MASCARÓ, Juan José, VASCONCELLOS, Luciano, QUEVEDO, Evaniza, FRANDOLOSO, Marcos. (2006) *Elementos de arquitetura de climatização natural*. Porto Alegre: Masquatro, 2 ed.
- GIVONI, B. (1992) *Comfort, climate analysis and building design guidelines: energy and Buildings*. Lausanne, v.18.
- LAMBERTS, Roberto; Dutra, Luciano; Pereira, Fernando O. R. (1997) *Eficiência energética na arquitetura*. São Paulo: Procel.
- MARTÍNEZ, Alfonso Corona. (2000) *Ensaio sobre o projeto*/ Alfonso Corona Martínez; tradução de Ane Lise Spaltemberg; revisão técnica de Silvia Fischer. – Brasília: Editora Universidade de Brasília, 198 p.
- MASCARÓ, Lúcia. (1991) *Energia na edificação*. São Paulo: Projeto editores associados.
- RIVERO, Roberto. (1985) *Arquitetura e Clima: acondicionamento térmico natural*. Porto Alegre: D. C. Luzatto e Editora da UFRGS.
- ROAF, Sue. (2006) *Ecohouse. A casa ambientalmente sustentável*. Susan Roaf, Manuel Fuentes, Stephanie Thomas. Tradução Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2 ed. 408 p.
- SCIGLIANO, Sérgio, HOLLO, Vilson. (2001) *IVN – Índice de ventilação natural*. São Paulo: Pini.
- SILVA, Elvan. (2004) *Notas sobre as concepções predominantes no ensino do projeto arquitetônico: o conceito de projetualidade*. Belo Horizonte: Centro Universitário Izabela Hendrix.
- TOLEDO, Eustáquio. (1999) *Ventilação natural das habitações*. Maceió: EDUFAL.
- VIEGAS, João Carlos. (1996) *Ventilação natural de edifícios de habitações*. 2ª ed. Lisboa: LNEC.