

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
PPGEC/UFES

Janelas x ventilação: modelo de apoio à escolha de janelas para edificações multifamiliares em Vitória, ES.

Edna Aparecida Nico-Rodrigues
Dissertação de Mestrado
Vitória, 2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
PPGEC/UFES

Janelas x ventilação: modelo de apoio à escolha de janelas para edificações multifamiliares em Vitória, ES.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil - Materiais.
Área de concentração: Construção Civil
Orientadora Dr^a. Cristina Engel de Alvarez

Edna Aparecida Nico-Rodrigues

Vitória 2008

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil).

N659j

Nico-Rodrigues, Edna Aparecida, 1967–

Janelas x ventilação: modelo de apoio à escolha de janelas para edificações multifamiliares em Vitória, ES / Edna Aparecida Nico-Rodrigues -2008.

177f. : il.

Orientadora: Cristina Engel de Alvarez

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Janelas. 2. Ventilação. 3. Habitação – Ventilação. 4. Satisfação do consumidor. I. Alvarez, Cristina Engel de. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. III. Título

CDU: 624

JANELAS X VENTILAÇÃO: MODELO DE APOIO À ESCOLHA DE JANELAS PARA
EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES EM VITÓRIA, ES.

Edna Aparecida Nico-Rodrigues

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências na área de concentração de Materiais.

Aprovada em 05 de Novembro de 2008.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profª Drª. Cristina Engel de Alvarez
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

Prof. Dr. Marco Antônio Cypreste Romanelli
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Eduardo Grala da Cunha
Universidade de Passo Fundo

DEDICATÓRIA

Ao meu **DEUS**, que tudo permite, e por quem eu vivo.
Ao meu esposo **Artur Moreira Rodrigues** pelo incentivo,
compreensão e respeito pelo tempo dedicado à pesquisa.

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que contribuíram para que esta pesquisa se tornasse um projeto concreto.

Aos meus familiares pelo incentivo incondicional e a espera sem cobrança.

A Professora e orientadora Cristina pela paciência e persistência na formação de uma consciência científica.

Ao Professor Marco Romanelli pelas informações técnicas nas questões de conforto térmico.

Ao Professor Eduardo Cunha pelas diversas pesquisas na área e pelo tempo dedicado à leitura do trabalho.

Ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo por possibilitar dedicação total às atividades do mestrado.

A Andrea, secretária do Programa de Pós Graduação do Mestrado, pela atenção e dedicação.

Aos professores Calmon, Marcel, Eliana, Avancini e Fernando Lordello, que contribuíram para a formação de conceitos científicos e didáticos.

Ao Professor Mauro Starling pelo tempo dedicado a colorida conversa sobre tons e destons.

A professora Nadja pelas leituras e diretrizes que contribuíram para as reflexões finais do trabalho.

Aos colegas de mestrado, Alessandra, Ana, Aparecida, Cristiane, Edna Gunz e Márcia pela cumplicidade dos conhecimentos adquiridos e a proveitosa convivência.

Aos Bibliotecários do IPT, CEFETES-PR, PUC e UFPR pelo atendimento paciente e dedicado.

A coordenadora do IPT-SP, Cristina Kanaciro pela disponibilidade de tempo para um conversa com informações técnicas importantes.

A Leila pela troca de opiniões e posturas que transformaram, em mais claros, os caminhos.

A Emanuela pelas inúmeras conversas que culminou em conclusões e deduções sobre a trajetória da dissertação.

A Márcia Bissoli pelo tempo dedicado as sugestões para a finalização do trabalho.

A todos do Laboratório de Planejamento e Projeto da Universidade Federal do Espírito Santo pelas conversas e bate-papos que culminaram em idéias para o trabalho.

A Dulce e Vanessa pela presença marcante e definitiva na pesquisa de campo.

Aos porteiros e síndicos pela compreensão e dedicação.

A todos os moradores dos edifícios pesquisados que contribuíram para a conclusão dos questionários.

RESUMO

Em função da evolução e do surgimento de tecnologias e de novos materiais para os componentes do invólucro da edificação, na pesquisa propõe-se uma geometria ótima de janela para edificações multifamiliares considerando as fachadas orientadas para os quadrantes menos favorecidos pelo vento dominante, na cidade de Vitória (ES), objetivando otimizar o conforto térmico do usuário com relação à ventilação natural. Para o recorte do objeto foram selecionados dois edifícios com as duas tipologias diferenciadas de janelas, sendo uma – janela de correr com vidro –, selecionado como de uso corrente por fornecedores e fabricantes locais; e outra – com vidro e venezianas –, escolhida por apresentar características potencialmente positivas em relação à contribuição efetiva no conforto térmico nos ambientes. Foram consideradas as condições de contorno, materiais e características volumétricas semelhantes para os dois edifícios. Essas tipologias foram analisadas, de forma comparativa, através de um modelo de pesquisa que adota questionários e fichamentos técnicos objetivando, principalmente, a obtenção de dados de conforto em relação às condições bioclimáticas da região; à legislação municipal e às normas técnicas pertinentes. Na metodologia adotada, para a representação dos dados coletados na pesquisa de campo, foram utilizadas tabelas policromáticas que demonstraram os aspectos de maior e menor satisfação do usuário em relação à tipologia de janela existente em sua residência. Com a avaliação destes dados foram desenvolvidas propostas de geometria ótima de janela para as condições consideradas. Além disso, também foram elaboradas propostas voltadas para o aprimoramento da legislação municipal e um quadro síntese das características das tipologias de janelas mais utilizadas em residências multifamiliares. O resultado obtido demonstra a pouca consideração dada às condições climáticas na escolha das tipologias para edificações na cidade de Vitória, o que confirma a hipótese da possibilidade de promover construções mais eficientes, principalmente em relação ao desempenho térmico, através do uso adequado de seus componentes, como por exemplo, as janelas.

PALAVRAS CHAVE: Janelas. Ventilação Natural. Tipos de janelas. Satisfação do usuário. Geometria de janela.

ABSTRACT

Because of the evolution and the arise of technologies and the new materials used in the components of the building, this research propose a optical geometry of edification window, respecting the building's fronts that are not favoured by the dominant wind in the city of Vitória (ES), with the intent to product a thermic confort based on the natural ventilation. In this research, two buildings, each one with different types of window, were selected. The first one – horizontal slider window with glass - is very used by the suppliers and the manufacturers from this region. The second one – and jalousie window with glass– was selected because of its characteristics that indicates good benefits to the ambient's thermic comfort. The similar conditions of shape, materials and size's characteristics between the two buildings were respected. Both types of construction was analysed with a comparative method, and the form of research adopted was that one based on questionnaires and notes, both used to get information about the comfort related to bioclimatic conditions of the region, to municipal legislation and to technical rules involved. To show the information collected, respecting the method adopted, were used special tables that indicates how satisfied are the owners of each type of window. With the analysis of the information collected some proposes about window optical were done. Moreover, proposes related to the development of the municipal legislation and a table that shows the characteristics of the commonest windows in the residences were elaborated. The result of this research demonstrates the disrespect given to the climatic conditions when the chooses about the type of the edification are done in Vitória (ES), and it confirms the hypothesis based on the possibility to construct buildings more efficient, specially when we talk about thermic performance by the correct use of its elements, for example, the windows.

KEYWORDS: Windows. Natural ventilation. Type of windows. Satisfied owners. Windows geometry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: inter-relações da janela com o meio inserido.	29
Figura 2: janela na habitação da pré-história.	30
Figura 3: janela no Templo de Isis – arquitetura egípcia.	31
Figura 4: peristilo nas casas gregas.	31
Figura 5: as janelas nas construções em Roma.	32
Figura 6: janelas renascentistas do Palácio de Carlos V em Alhambra, Granada.	33
Figura 7: janelas do renascimento na Basílica de São Pedro, Vaticano, Roma.	33
Figura 8: janelas barrocas da Catedral de Santiago de Compostela, Espanha.	34
Figura 9: palácio de Cristal em Londres, 1850/51, de Joseph Paxton.	34
Figura 10: janelas com conceitos modernistas no projeto da Villa Savoye em Poissy, França.	35
Figura 11: janelas pós-modernas no Museu Guggenheim em Bilbao, Espanha.	35
Figura 12: janela escudo.	38
Figura 13: janelas geminadas.	38
Figura 14: janelas na arquitetura bandeirista.	38
Figura 15: janela com balaustre.	39
Figura 16: janelas com sistema denominado de rótulas.	40
Figura 17: janelas com sistema de gelosias.	40
Figura 18: janelas denominadas urupemas.	41
Figura 19: muxarabi.	41
Figura 20: janelas com vidro, com sistema de abrir e guilhotina.	42
Figura 21: janela com vidro e venezianas.	43
Figura 22: tipologias de janelas utilizadas nas construções em Minas Gerais.	43
Figura 23: tipologias de janelas utilizadas nas construções em São Paulo.	44
Figura 24: tipologias de janelas utilizadas nas construções na Paraíba.	44
Figura 25: janelas em ferro. Theatro Municipal de São Paulo.	45
Figura 26: tipologias de janelas do século XX.	45
Figura 27: tipologias de janelas em aço.	46
Figura 28: tipologias de janelas em alumínio.	46
Figura 29: janelas com utilização do material PVC.	47
Figura 30: janelas em vidro e ferragens metálicas.	47
Figura 31: janelas das casas dos imigrantes europeus no séc. XIX.	50
Figura 32: janelas das casas dos imigrantes europeus no séc. XIX.	51
Figura 33: janelas com a utilização do vidro no séc. XIX.	51
Figura 34: algumas tipologias de janelas em madeira utilizadas no decorrer da história do estado do Espírito Santo.	52

Figura 35: algumas tipologias de janelas em ferro e alumínio utilizada no estado do Espírito Santo.	52
Figura 36: algumas tipologias de janelas em vidro com ferragens e PVC utilizadas nas edificações no estado do Espírito Santo.	52
Figura 37: interrelações dos elementos na arquitetura bioclimática.	60
Figura 38: ventilação higiênica.	65
Figura 39: ventilação de conforto.	66
Figura 40: resfriamento convectivo.	66
Figura 41: efeitos do vento em relação aos obstáculos urbanos.	67
Figura 42: elementos permeáveis e móveis para janelas.	71
Figura 43: rosa dos ventos representa a incidência de ventos na região da cidade de Vitória determinando um percentual da frequência para cada direção.	79
Figura 44: à esquerda, gráfico da análise psicométrica da cidade de Vitória e à direita, quadro de identificação das zonas com ênfase para a ventilação.	80
Figura 45: estratégias bioclimáticas para Vitória.	80
Figura 46: modelos comparados na metodologia.	94
Figura 47: esquema geral de definição da amostragem.	95
Figura 48: localização do bairro selecionado na cidade de Vitória.	96
Figura 49: localização dos edifícios selecionados no bairro de Jardim da Penha.	97
Figura 50: o entorno do EDIFÍCIO 01.	97
Figura 51: visuais das ruas de acesso ao EDIFÍCIO 01.	97
Figura 52: planta baixa com a localização dos ambientes e das janelas no EDIFÍCIO 01.	99
Figura 53: planta de situação do EDIFÍCIO 02.	100
Figura 54: visuais das ruas de acesso ao EDIFÍCIO 02.	100
Figura 55: planta baixa com a localização dos ambientes e das janelas no EDIFÍCIO 02.	102
Figura 56: Intervalos referenciais para a verificação dos resultados na tabela policromática.	108
Figura 57: gráfico síntese dos dados de interferência para o desenvolvimento da “geometria ótima” de janela.	110
Figura 58: representação do percurso do vento a partir das respostas aos questionários aplicados aos usuários e da avaliação técnica realizada no EDIFÍCIO 01.	124
Figura 59: representação do percurso do vento elaborado a partir das respostas aos questionários aplicados aos usuários e da avaliação técnica no EDIFÍCIO 02.	125
Figura 60: propostas de geometria de janela com melhores pontuações em relação ao conforto, de acordo com os critérios de avaliação previamente definidos.	147

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: resumo do método de pesquisa.....	26
Quadro 2: resultados das pesquisas relacionadas sobre o consumo de energia.	57
Quadro 3: resultados de pesquisas relacionadas às novas tecnologias para as	58
Quadro 4: princípios estratégicos do design bioclimático, com ênfase no período de verão.....	61
Quadro 5: princípios estratégicos para o desenvolvimento da arquitetura bioclimática, com ênfase nos aspectos relacionados à ventilação.	61
Quadro 6: variáveis interferentes no conforto térmico, com grifo para os elementos relacionados à questão da ventilação.	63
Quadro 7: estratégias para desenvolvimento de projetos de esquadrias.....	76
Quadro 8: as NBRs para certificação das janelas com relação ao desempenho técnico.	84
Quadro 9: diretrizes construtivas recomendadas para a região da cidade de Vitória.	85
Quadro 10: projeto de norma para o desempenho de edifícios residências até 05 pavimentos.....	86
Quadro 11: aspectos da iluminação e ventilação propostos através de projeto de norma.	88
Quadro 12: características do edifício 01 com janela no MODELO A.....	98
Quadro 13: características do edifício 02 com janela no MODELO B.....	101
Quadro 14: diretrizes para a análise da proposta de geometria ótima de janela.	111
Quadro 15: descrição das situações aferidas através dos questionários com os usuários dos EDIFÍCIOS 01 e 02.	118
Quadro 16: características pontuadas através do fichamento técnico para os dois edifícios.	128
Quadro 17: análise dos apartamentos pesquisados no EDIFÍCIO 01.....	129
Quadro 18: análise dos apartamentos pesquisados no EDIFÍCIO 02.....	130
Quadro 19: 1ª proposta de tipologia de janela com as variações dos elementos.	137
Quadro 20: 2ª proposta de tipologia de janela com as variações dos elementos.	138
Quadro 21: 3ª proposta de geometria ótima de janela.	139
Quadro 22: avaliações de cada proposta de modelo tipológico de janela.	143
Quadro 23: quadro síntese das tipologias de janelas usuais nas edificações multifamiliares na cidade de Vitória.	151
Quadro 24: características dos tipos de sistemas de aberturas.	175

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: consumo de energia de 1992 a 2006 no Brasil, em alguns setores.	56
Gráfico 2: diagrama para a definição do conforto humano em Vitória com relação à temperatura e a umidade relativa do ar.	81
Gráfico 3: tempo de permanência dos moradores.	115
Gráfico 4: faixa etária.	116
Gráfico 5: sexo dos moradores.	116
Gráfico 6: situação do imóvel.	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: resultado da pesquisa obtida junto aos fornecedores e fabricantes de esquadrias para a cidade de Vitória.....	83
Tabela 2: aberturas mínimas para ventilação e iluminação para as diversas áreas descritas no modelo de regulamentação.....	89
Tabela 3: aberturas mínimas para ventilação e iluminação para os diferentes grupos.....	89
Tabela 4: cálculo da quantidade de indivíduos da amostra.....	103
Tabela 5: conceitos de avaliação correlacionados ao aspecto de conforto térmico.....	106
Tabela 6: pesos e dimensões para os conceitos.....	107
Tabela 7: pesos adotados para cada questão do questionário dos usuários.....	107
Tabela 8: pesos e dimensões para as diretrizes de análise da proposta de geometria ótima.....	111
Tabela 9: pesos para os critérios qualificadores da proposta tipológica de janela.....	112
Tabela 10: dados finais do quantitativo para a amostra nos EDIFÍCIOS 01 e 02.....	114
Tabela 11: resultado dos questionários aplicados aos 17 apartamentos do EDIFÍCIO 01.....	119
Tabela 12: resultado dos questionários aplicados aos 09 apartamentos do EDIFÍCIO 02.....	121
Tabela 13: médias finais dos apartamentos de cada edifício pesquisado.....	122
Tabela 14: especificações das janelas dos EDIFÍCIOS 01 e 02.....	126
Tabela 15: representação da avaliação dos aspectos qualificadores das propostas de ensaio projetual na forma de tabela policromática.....	146

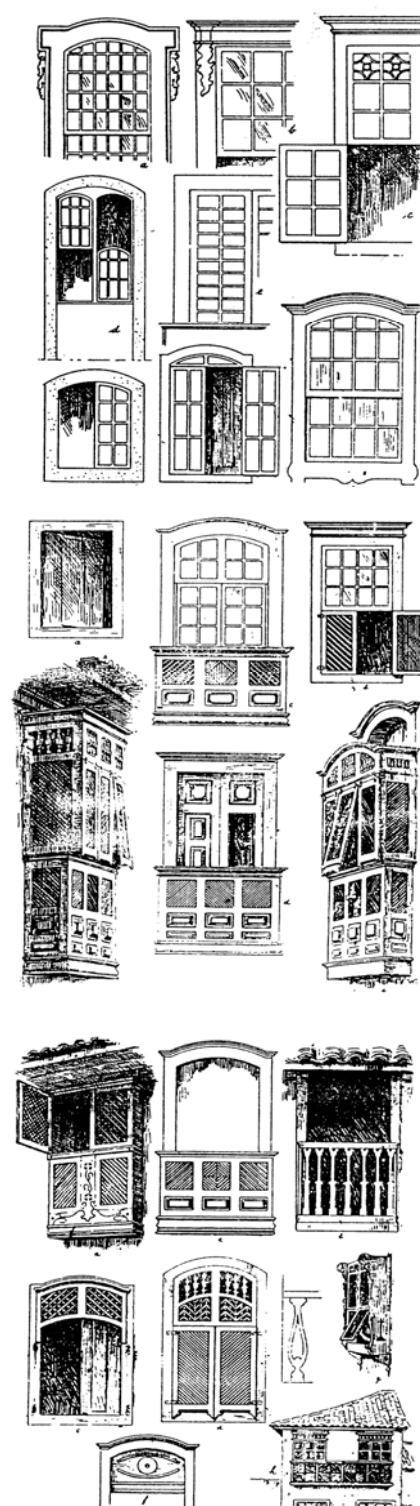
LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASHRAE	<i>American Society of Heating Refrigerating and Air conditioning Engineers</i>
BEN	Balanço Energético Nacional
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do uso dos derivados de Petróleo e do Gás Natural
CIENTEC-RS	Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
INEEA	Instituto Nacional de Eficiência Energética
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica do estado de São Paulo
LabEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
LPP-UFES	Laboratório de Planejamento e Projeto da Universidade Federal do Espírito Santo
MME	Ministério de Minas e Energia
NBR	Normas Brasileiras
NFRC	<i>National Fenestration Rating Council</i>
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PDU	Plano Diretor Urbano
PDTI	Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial
PNE	Plano Nacional de Energia 2030
PROCEL	Programa de Conservação de Energia
tep	toneladas equivalentes de petróleo
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	CARACTERIZANDO O PROBLEMA.....	23
2.1	JUSTIFICATIVA.....	24
2.2	OBJETIVOS	24
2.3	MÉTODO DE PESQUISA	25
3	ABORDAGEM HISTÓRICA.....	28
3.1	AS JANELAS NO CONTEXTO ARQUITETÔNICO	28
3.2	A EVOLUÇÃO DAS JANELAS	29
3.3	AS JANELAS NO BRASIL	36
3.4	AS JANELAS NO ESPÍRITO SANTO.....	48
4	AS JANELAS NA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA.....	55
4.1	ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA	60
4.2	A QUESTÃO DO CONFORTO TÉRMICO	62
4.2.1	<i>Ventilação Natural.....</i>	<i>64</i>
4.3	ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS POR MEIO DO USO DAS JANELAS	68
4.3.1	<i>Estudos das características para projetos de esquadrias.....</i>	<i>69</i>
4.3.2	<i>Projetos de esquadrias</i>	<i>71</i>
5	AS JANELAS NO CONTEXTO DA CIDADE DE VITÓRIA.....	78
5.1	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E AS ESTRATÉGIAS PARA A CIDADE.....	78
5.2	AS TIPOLOGIAS DE JANELAS	81
5.3	LEGISLAÇÃO BRASILEIRA RELACIONADA ÀS JANELAS.....	84
5.3.1	<i>Normas Brasileiras - NBRs.....</i>	<i>84</i>
5.3.2	<i>Código de Obras e Edificações.....</i>	<i>87</i>
6	METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO	93
6.1	AMOSTRAGEM	94

6.1.1	<i>Escolha das edificações</i>	95
6.1.2	<i>Cálculo da amostra</i>	102
6.2	PESQUISA DE CAMPO	104
6.3	REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	105
6.4	AValiação DOS RESULTADOS DOS PROCEDIMENTOS DA PESQUISA DE CAMPO.....	109
6.5	PROPOSIÇÃO.....	109
7	RESULTADO DA PESQUISA DE EFICIÊNCIA	114
7.1	QUESTIONÁRIO E FICHAMENTO TÉCNICO	114
7.1.1	<i>Resultados dos questionários</i>	115
7.1.2	<i>Resultados dos fichamentos técnicos</i>	125
8	PROPOSTA	133
8.1	ENSAIO PROJETUAL	133
8.1.1	<i>Análise do ensaio projetual</i>	140
8.2	PROPOSTA PARA A LEGISLAÇÃO MUNICIPAL.....	148
8.3	QUADRO SÍNTESE DE JANELAS	150
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	153
10	REFERÊNCIAS	157
	APÊNDICE	165



1

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

No decorrer da evolução da humanidade o homem necessitou de elementos que proporcionassem conforto e segurança para a sua sobrevivência e, neste sentido, a necessidade de transformações sucessivas da habitação conduziu ao surgimento de novas tecnologias para o uso dos materiais existentes, de novos materiais e ao aumento das exigências relacionadas ao conforto térmico do ser humano. As inovações tecnológicas dos materiais e sistemas construtivos permitiram melhor adequação da moradia às características climáticas, topográficas, construtivas e tecnológicas e, conseqüentemente, uma melhor qualidade de vida aos seus usuários.

Dessa forma, alguns elementos primordiais para a determinação do conforto tiveram suas funções primitivas ampliadas com as novas solicitações de desempenho térmico para os ambientes, além dos condicionantes determinados pelas diferentes tendências arquitetônicas que conduzem à escolha dos componentes de maior apelo estético.

Desses elementos, a janela evoluiu, na tipologia e na tecnologia construtiva, de acordo com as modificações dos sistemas construtivos ocorridos no setor da construção civil. O surgimento das novas tipologias de janelas aconteceu no momento em que o homem sente a necessidade de integrar o ambiente externo ao interno, visto que esse não participava das atividades desenvolvidas nos ambientes internos.

A partir de então, a janela passa a ser elemento fundamental na arquitetura, possibilitando a conexão entre o interior e o exterior e, também, ocasionando interferência nas trocas térmicas, na passagem de luz, na entrada de ar, nos níveis de ruídos e de segurança e contribuindo ainda com a qualidade estética do edifício construído.

Os diferentes materiais da envolvente, o dimensionamento das janelas, as tipologias, o dimensionamento dos ambientes, as fontes interna de calor, as legislações locais, os elementos para sombreamento, a orientação no projeto, as características climáticas, o relevo da região, as áreas livres e verdes são alguns dos condicionantes que determinam o conforto térmico e o eventual consumo energético

para o condicionamento artificial nas edificações.

A crise no setor de energia na década de 1970 alertou aos profissionais para o aproveitamento da energia solar, item de grande relevância e que contribuiu no renascimento da arquitetura preocupada com os princípios bioclimáticos. Porém, ainda hoje se observa pouca utilização dessas estratégias para se obter ambientes termicamente confortáveis e com baixo consumo de energia.

A compreensão por parte do projetista relativa às estratégias de conforto bioclimático e suas conseqüências pode contribuir, significativamente, no processo de concepção de edificações que se adaptem ao clima onde serão implantadas. Nesse sentido, segundo a *American Society of Heating Refrigerating and Air conditioning Engineers* (ASHRAE, 1993), *apud* Lamberts, Dutra e Pereira (2004, p. 41) adota-se o conceito básico de conforto térmico como “[...] um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa”.

A adoção de diretrizes construtivas, que configurem ambientes termicamente confortáveis são ações, conseqüentes, das mudanças e das evoluções dos materiais e das técnicas de construção. Se por um lado as transformações técnicas, sociais e econômicas geradas pelo avanço tecnológico proporcionaram mudanças na concepção da arquitetura, por outro, novos sistemas construtivos levaram à padronização de procedimentos técnicos (onde se pode ter qualidade no processo) e a racionalização abusiva (onde os custos é elemento determinante). Independentemente das condições ambientais do sítio em que seria implantado, o projeto tornou-se ineficiente em diversas situações, pela incompatibilidade entre a solução adotada e as variáveis, tais como o meio ambiente, o clima, a legislação, o tipo de usuário, entre outros.

Atualmente, os fatores ambientais regionais tornaram-se elementos essenciais na fase de projeto, itens importantes para o desenvolvimento de uma arquitetura bioclimática com o objetivo centrado na conservação e uso de energia. Na construção civil, o elemento esquadria é o que apresenta maior quantidade de funções, cuja resultante artística e o fator econômico também exercem forte influência no resultado final da edificação (FERNANDES, 2004).

Entretanto, nota-se que a utilização da janela ocorre, muitas vezes, apenas como

um componente de abertura necessária ao atendimento da legislação ou, eventualmente, como elemento de apelo estético, desconectado das implicações no conforto e nos hábitos do usuário final. Observa-se a despreocupação tanto dos projetistas quanto dos fabricantes, em atender as funções para a qual a janela foi criada, principalmente no que se refere ao consumo e conservação de energia.

Dessa forma, urge uma maior preocupação com a arquitetura projetada para a cidade, especialmente no aspecto do conforto térmico do usuário proporcionado pelos modelos tipológicos de janelas. Os condicionantes naturais como a localização, o clima, o relevo e outros, oferecem principalmente para a cidade de Vitória, possibilidades de soluções arquitetônicas que enfatizam o potencial de adoção das diretrizes bioclimáticas na fase de projeto.

Esta pesquisa trata do tema janelas, realizada com base na abordagem qualitativa e quantitativa e estruturada de acordo com os seguintes capítulos, em sequência a este capítulo introdutório:

CAPÍTULO 2 – Caracterizando o problema: define o objeto de estudo, a justificativa para a escolha do tema, os objetivos gerais e específicos e as etapas metodológicas da dissertação;

CAPÍTULO 3 – Abordagem histórica: insere o elemento janela dentro da evolução da arquitetura no mundo e, especificamente, no estado do Espírito Santo, abordando as modificações construtivas e tecnológicas ocorridas nas tipologias;

CAPÍTULO 4 – As janelas na arquitetura bioclimática: aborda os conceitos básicos sobre eficiência energética e as estratégias bioclimáticas relacionadas ao elemento janela;

CAPÍTULO 5 – As janelas no contexto da cidade de Vitória: identifica as tipologias de janelas do mercado de Vitória (Espírito Santo) e as características climáticas da região bem como descreve a análise realizada sobre as Normas Brasileiras (NBRs), os códigos de obras e outras legislações pertinentes;

CAPÍTULO 6 – Metodologia de avaliação de desempenho: propõe um processo metodológico definido por questionários e fichamentos técnicos com os resultados representados através de tabelas policromáticas;

CAPÍTULO 7 - Análise da pesquisa de eficiência: a análise dos resultados foi

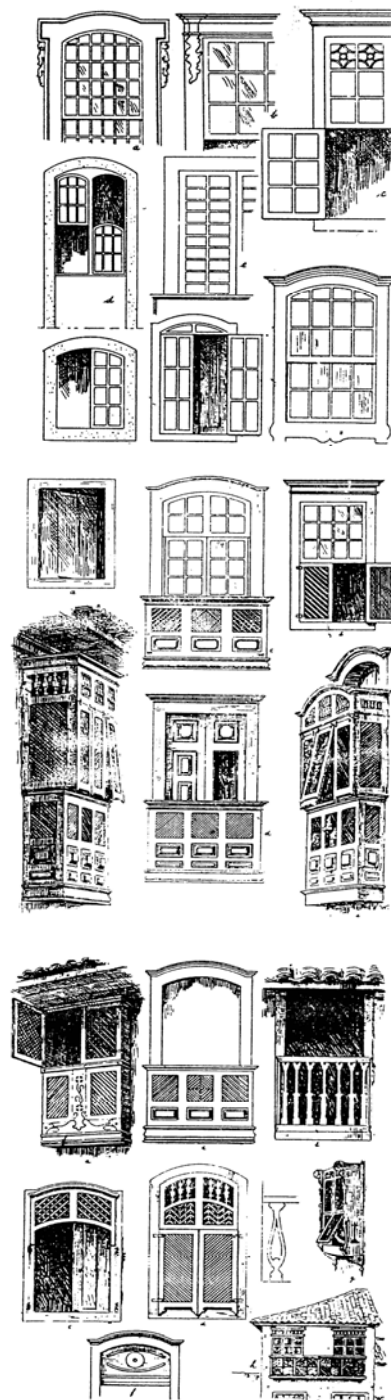
feita através do tratamento estatístico dos dados coletados na pesquisa de campo, associados à análise técnica, à legislação pertinente e às NBRs;

CAPÍTULO 8 - Proposta: com base nos resultados alcançados e no referencial teórico, é proposto um modelo tipológico de janela, iniciando uma discussão sobre os modelos usuais encontrados comumente na arquitetura e uma classificação das tipologias mais adequadas para as características climáticas anteriormente identificadas;

CAPÍTULO 9 - Considerações finais: abordam as reflexões obtidas no desenvolvimento da pesquisa e identificadas as possíveis continuidades para o assunto.

CAPÍTULO 10 - Referências: listagem do material consultado e utilizado durante a pesquisa; e

Anexos: formados pelos materiais utilizados como base para as análises e conclusões necessárias à pesquisa.



2 CARACTERIZANDO O PROBLEMA

2 CARACTERIZANDO O PROBLEMA

É perceptível na construção civil dos tempos atuais, cuja dinâmica exige prazo na execução e lucro imediato para comercialização, uma série de procedimentos inadequados que são atribuídos, em muitos casos, a fatores como: baixa qualidade estética da edificação, deficiências na funcionalidade, desrespeito ao meio ambiente, entre outros, sendo que as questões relacionadas à qualidade na produção assumem grande destaque entre o elenco de fatores identificados.

A qualidade na construção civil se apóia, entre outros aspectos, no desempenho dos elementos que a compõem e, dentre eles, **as janelas**. Alguns problemas relacionados a estas foram observados para os questionamentos que auxiliaram na definição dos objetivos da pesquisa:

1. A baixa qualidade do elemento janela de um modo geral;
2. A pouca preocupação dos projetistas em relação à janela, mesmo sendo esse um dos elementos determinantes do conforto térmico dos usuários;
3. A ausência da relação da tipologia de janela com o ambiente natural, principalmente na observância dos ventos predominantes;
4. A oferta de mercado centrada em tipologias com desenho minimalista e eventualmente, inadequadas ao clima da cidade de Vitória;
5. A pouca utilização das tipologias de janelas com venezianas, provavelmente em razão da poluição ocasionada pelas siderúrgicas localizadas próximas ao núcleo urbano, mesmo sendo esta uma das diretrizes mais coerentes para a obtenção de conforto térmico nas edificações;
6. O alto custo das janelas executadas com materiais novos, como o PVC (Policloreto de Vinila), cujas características também possibilitam uma composição de elementos móveis favoráveis ao controle da ventilação natural nos ambientes; e
7. A grande utilização no mercado de janelas de vidro com ferragens, que em geral oferecem poucos elementos alternativos de controle de ventilação, quando comparadas às janelas de madeira, de alumínio, de aço e de PVC.

Avaliado os aspectos acima mencionados definiu-se como objeto principal de estudo as janelas localizadas nas edificações residenciais multifamiliares, visto que esse setor da construção civil apresenta-se com crescimento elevado. Foram definidas duas tipologias de esquadrias caracterizando uma, com situação favorável para a análise, de acordo com a hipótese, e outra caracterizando a situação desfavorável ao conforto térmico. O resultado almejado com o desenvolvimento da pesquisa é comprovar a necessidade de desenhos específicos para as janelas objetivando o aproveitamento dos condicionantes naturais disponíveis na região da cidade de Vitória, principalmente para o aproveitamento da ventilação natural nas edificações residenciais.

2.1 Justificativa

Para Bruna (1991, p. 01) a **janela** “não é um simples artifício construtivo que permite ventilar e iluminar um aposento. Ela carrega valores simbólicos culturais e estéticos, que são inseparáveis da própria noção que temos da janela”. Nas edificações a necessidade de manter os ambientes em condições de conforto térmico é diretriz que utiliza entre outros elementos, os diferentes modelos tipológicos de janelas como um dos condicionantes que favorecem, principalmente, a utilização da ventilação natural. A partir das questões observadas sobre a janela, foram definidos fatores que fundamentam o desenvolvimento desta pesquisa:

1. A necessidade da revisão do processo de projeto de janelas no contexto local;
2. A pouca quantidade de estudos sobre o assunto;
3. A possibilidade de desenvolvimento de projeto de produto, contribuindo para o estado da arte; e
4. A prática arquitetônica que permite identificar problemas e possíveis soluções.

2.2 Objetivos

A pesquisa tem como objetivo principal avaliar o desempenho das janelas com ênfase na ventilação dos ambientes, proporcionada pelos diferentes modelos tipológicos aplicados em edificações residenciais na cidade de Vitória, visando determinar as principais deficiências e potencialidades dos diferentes modelos analisados.

Um dos aspectos fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa é a necessidade de conhecimento efetivo dos elementos externos à edificação - como condições climáticas locais, presença de edificações, topografia do sítio e arredores, dentre outros –, e as condições internas que interferem na qualidade térmica dos ambientes e na satisfação dos usuários com relação à ventilação natural do ambiente interno. Outro item de relevância para o desenvolvimento dos estudos é o processo metodológico para determinar o índice de satisfação do usuário com relação ao elemento janela, cujo resultado é determinante para se ter a resposta da adequabilidade do elemento analisado em relação ao conforto térmico.

A pesquisa tem os seguintes **objetivos específicos**:

1. Propor um método de avaliação para itens intangíveis, como o nível de satisfação dos usuários com relação à ventilação dos ambientes proporcionado pelos diferentes modelos tipológicos de janelas. As medições intangíveis focam percepções e reações que podem ser ponderadas através de elementos conceituais e valores referenciais. As medições denominadas passíveis objetivam focar as ações mensuráveis e objetivas (HAYES, 1995);
2. Propor um projeto de geometria de janela através de um ensaio projetual embasado no levantamento bibliográfico e histórico, nas características bioclimáticas, no conhecimento das legislações, nas recomendações das NBRs e na pesquisa de campo;
3. Propor diretrizes e recomendações para a legislação municipal, centradas em conceitos de desempenho térmico através de sistemas construtivos eficientes de janelas; e
4. Elaborar quadro síntese das características e potencialidades das tipologias mais usuais de janelas observadas atualmente no mercado de acordo com a legislação municipal, normas brasileiras (NBR) e diretrizes bioclimáticas.

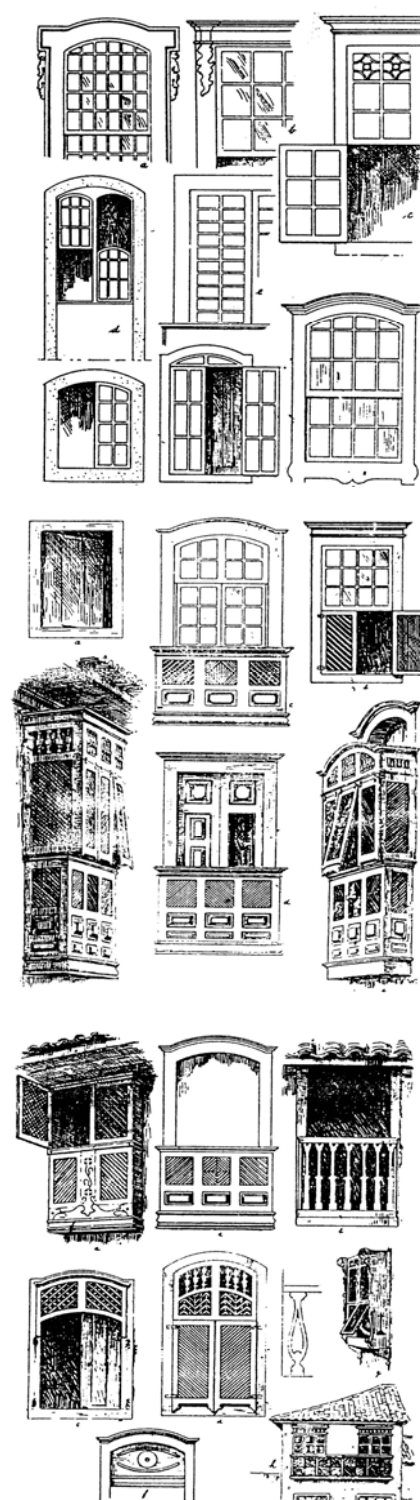
2.3 Método de pesquisa

Para Monteiro (2002), a determinação do método pressupõe uma ordenação do processo para alcançar um fim determinado. É definido como uma direção racional para chegar ao conhecimento ou a uma demonstração da verdade.

Para o desenvolvimento do método de estudo e de obtenção dos resultados de forma satisfatória foram propostas as seguintes etapas para a pesquisa, conforme demonstrado no quadro 1.

ETAPA I Reconhecimento do objeto	- Levantamento bibliográfico	- Abordagem histórica das janelas - Conhecimento da legislação municipal - Conhecimento das normas brasileiras - Dados climáticos da cidade de Vitória - Definições: conforto térmico e suas aplicações na arquitetura	
	- Estudo de campo	- Levantamento fotográfico das tipologias usuais da cidade de Vitória - Pesquisa junto a fornecedores e fabricantes (modelos mais comercializados) - Determinação das áreas amostrais de pesquisa	
ETAPA II Metodologia de avaliação de desempenho	- Definição do método de pesquisa - Determinação da amostragem - Representação dos resultados na forma de tabela policromática	- Avaliação-usuário	- Questionários
		- Avaliação-técnica	- Fichamentos técnicos
		- Seleção de edifícios com tipologias de janelas diferentes	- Janelas sem elementos vazantes - Janelas com elementos vazantes
ETAPA III Resultados da pesquisa de eficiência	- Adoção de pesos e condições para os resultados		
ETAPA IV Proposição	- Avaliação do nível de satisfação dos usuários - Determinação das tipologias associadas à satisfação do usuário - Identificação das características técnicas das janelas		
ETAPA V Conclusão	- Desenvolvimento de estudos para identificação de tipologia adequada para a região da cidade de Vitória - Avaliação da proposta	- Definição da geometria ótima de janela para orientações menos favorecidas para ventilação natural a partir dos ventos dominantes - Formulação de diretrizes para a legislação municipal com relação ao desempenho térmico proporcionado pelas janelas - Quadro síntese com as características e potencialidades das tipologias mais usuais em Vitória	
		- Elaboração de projetos de esquadrias voltados para características climáticas específicas, objetivando a eficiência energética da edificação através de tipologias adequadas	

Quadro 1: resumo do método de pesquisa.



3 ABORDAGEM HISTÓRICA

3 ABORDAGEM HISTÓRICA

A determinação de conceitos e diretrizes sobre o elemento janela é definida pela evolução da arquitetura no mundo, na inserção do elemento no processo construtivo e pela necessidade do homem em dominar todo o espaço.

Não tenho para onde ir, para onde foi a janela? Para o espaço literalmente. Ela está nas ondas das infomáticas, nos micros, nas telinhas da televisão; abrem-se, fecham-se eletronicamente, ao ritmo do pensamento, mesmo que delirante. A janela venceu a parede, da qual, um dia, foi furo – e negação. (Décio Pignatari, apresentação do livro de JORGE, 1995).

3.1 As janelas no contexto arquitetônico

Os espaços arquitetônicos são definidos por fechamentos envolventes, compostos basicamente de paredes, aberturas e coberturas.

O ambiente construído é composto por vários elementos arquiteturais, tais como cobertura, piso, paredes, aberturas. Componentes deste “invólucro”, as aberturas servem para posicionar uma ligação do exterior com o interior, pelo menos uma passagem para a entrada e saída do ambiente, fazendo assim com que uma edificação funcione adequadamente. As aberturas servem a esse propósito, e ao mesmo tempo admitem luz natural, ar fresco, visão para o exterior.

As aberturas são usualmente referidas como “os olhos, ouvidos e pulmões das edificações”, e por causa destas funções múltiplas e vitais elas são consideradas um dos elementos mais importantes do envoltório do edifício (PEREIRA, 1992; 1995, *apud* IVONÓSKI, 2004, p. 76).

As aberturas consistem em elementos como portas, janelas e vãos, sendo que as que conferem à arquitetura a cumplicidade de ações entre o interno e o externo sem perder a integridade dos espaços são as janelas. Segundo Jorge (1995, p. 95),

[...] a janela [...] é o elemento de inserção do ambiente habitado (pelo homem) na paisagem, no espaço urbano, na cidade, mediadora entre o interno e o externo, ela qualifica e quantifica esta relação. Qualifica [...] quando [...] a vista da janela é um valor para o ambiente na qual ela está inserida. Quantifica quando, através da luz, molda o espaço, estendendo-o ou comprimindo-o, como se fosse uma matéria submetida à sua ação.

Já para Ivanóski (2004), as janelas são dispositivos destinados a controlar a entrada de luz natural, a renovação de ar do compartimento, impedir a entrada de chuvas e de pessoas estranhas. Essas possuem funções abrangentes no desempenho térmico dos ambientes, e também funções relacionadas a fatores como segurança; estética; sustentabilidade (materiais, durabilidade, eficiência); economia; significância e conforto térmico, tátil, antropodinâmico, higrotérmico, visual e psicológico; como também, aspectos de origem física e artística que somam na

concepção final da volumetria da edificação, caracterizando a fachada e compondo com a vizinhança externa e interna (figura 1).

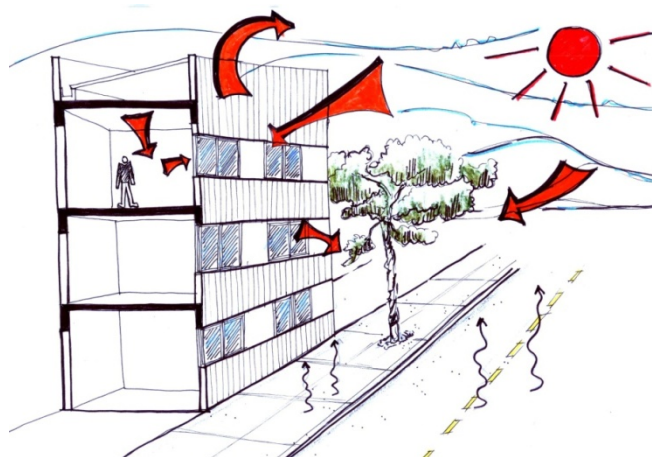


Figura 1: inter-relações da janela com o meio inserido.

O elemento janela se destaca entre os componentes da arquitetura com um nível de complexidade devido à relação intrínseca do ambiente interno e externo. “A janela incorpora na sua natureza a totalidade dos problemas da arquitetura, ou seja, o recorte temático, aparentemente singular, assume a proporção problemática do todo, (o objeto arquitetônico)” (IVANÓSKI, 2004, p. 77).

O desejo de manter contato entre o ambiente externo e interno é observado na evolução da humanidade que demonstra a necessidade de resolver problemas de conforto térmico nos ambientes, através das tecnologias dos sistemas construtivos e da tecnologia dos materiais utilizados na janela. Segundo Brown e Ruberg (1988, apud MARINÓSKI, 2005, p. 1), [...] “as janelas podem atuar como filtros de energia entre o espaço interno e externo, exercendo um papel decisivo no consumo de energia”. Assim como “o uso incorreto das janelas pode causar desastrosos efeitos sobre o uso da energia e no conforto ambiental” (ARASTEH, 1995, apud MARINÓSKI, 2005, p. 1).

3.2 A evolução das janelas

Como elemento primordial da construção, as janelas sofreram modificações de acordo com a evolução dos materiais, dos sistemas construtivos e, conseqüentemente, do formato das edificações.

Para Jorge (1995, p. 21) “a etimologia da palavra janela é derivada do latim vulgar – *januella* – diminutivo de *janua* (ou *ianua*) que designava a porta, passagem, entrada, acesso”. Também janela é definida como uma “abertura num fechamento vertical cujo limite inferior está acima do nível do piso, permitindo a penetração lateral da luz e/ou radiação solar, visão do exterior e ventilação natural” (Projeto 02:135.02-001-Iluminação Natural – Parte 1: Conceitos básicos e definições, 2003. Acesso em: 03 mar. 2007).

Para Jorge (1995) a origem da janela está vinculada aos seguintes fatores:

1. Variação da porta - diminuição da porta;
2. Necessidade social - função da percepção (olhar, ar, luz); e
3. Construção espacial - através da sensação do espaço proporcionado pela entrada de luminosidade.

Os primeiros indícios de ocupação permanente do homem foram registrados há aproximadamente 15 mil anos atrás, no período neolítico. Nesse período as construções correspondiam a um único ambiente com apenas uma abertura: a de acesso ao espaço interior. Com a descoberta do fogo houve a necessidade de outras aberturas, para permitir a saída da fumaça e, conseqüentemente, a renovação do ar, com mostra a figura 2. As novas aberturas eram protegidas das intempéries e dos ataques de animais por folhagem (MARINÓSKI, 2005).



Figura 2: janela na habitação da pré-história.
Fonte: Rosa dos ventos. 2004. Acesso em: 06 mar. 2008.

Para a civilização egípcia os espaços com pouca iluminação faziam parte de suas crenças religiosas e as poucas aberturas eram conseqüências do sistema

construtivo existente na época (figura 3), ou seja, as frestas posicionadas sobre as vigas poderiam ser denominadas de janelas (JORGE, 1995).

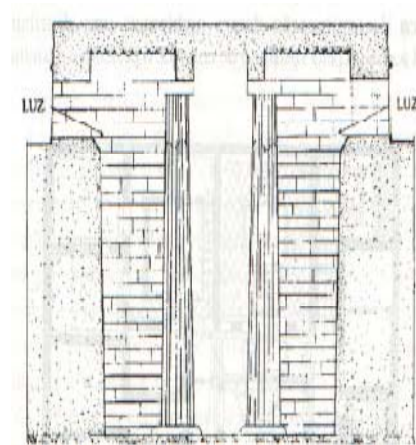
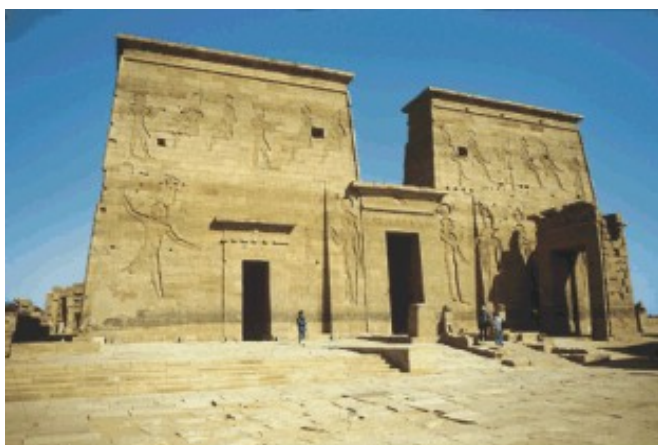


Figura 3: janela no Templo de Isis – arquitetura egípcia.
Fonte: Arquitetura Mundial. 2008. Acesso em: 06 mar. 2008.

Na Grécia Antiga, as janelas apareciam em dimensões menores nos edifícios oficiais, porém, nas residências, as janelas estavam localizadas nos ambientes principais, direcionadas para o pátio central aberto, denominado de “peristilo” (figura 4). As fachadas frontais não possuíam aberturas, possivelmente pelo desejo de intimidade, segurança, bloqueio de ruídos e de odores oriundos da rua (IVANÓSKI, 2005).



Figura 4: peristilo nas casas gregas.
Fonte: Peristilo. Acesso em: 06 mar. 2008.

No período de conquista do Império Romano, na África, as construções possuíam apenas uma única abertura – a porta – que tinha a característica de ser bi ou tripartida, sendo que a porta continha a janela. Para se ter a iluminação e ventilação

dos ambientes, os cômodos eram voltados para o **peristilo** e tinham a função de acesso e, também, “quando havia a necessidade de abertura, eram localizadas somente na face em contato com a rua – espaço de domínio público, possuíam elementos vazados de pedra ou terracota ou com venezianas articuladas” (JORGE, 1995, p. 27).

Ivanóski (2005) afirma que em Roma (figura 5), o sistema construtivo decorrente do arco e da abóbada permitia aberturas maiores para as janelas que tinham a função de aumentar a quantidade de iluminação nos ambientes, principalmente na arquitetura religiosa e nas salas termais.

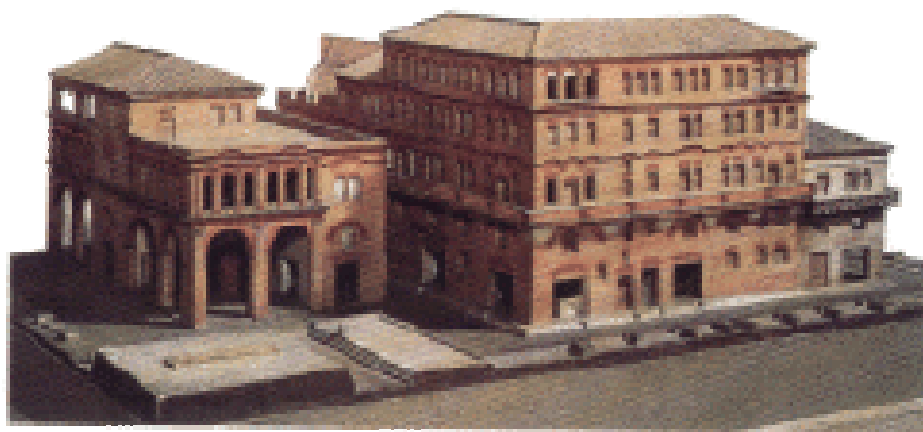


Figura 5: as janelas nas construções em Roma.
Fonte: Casas romanas. Acesso em: 06 mar. 2008.

Na Idade Média, as janelas continuavam como meio de acesso à luz e eram executadas com peitoris altos. No fim da Idade Média e limiar da Renascença, os ambientes da moradia passam a ser reorganizados com o propósito de contemplar o espaço público demonstrando uma nova relação com a cidade, como mostra a figura 6.

As aberturas nas paredes somente no andar superior, ao mesmo tempo em que resguardavam a habitação dos olhares e ouvidos alheios (“o espaço privado é um espaço proibido”), permitia contemplá-los, assim como a cidade. A janela neste período foi, de fato, o grande divertimento e a grande tentação, maravilhosamente aberta para a rua, embora abrigada dos indiscretos por todo o andar e pelo anteparo eventual dos batentes articulados da persiana (JORGE, 1995, p. 34).



Figura 6: janelas renascentistas do Palácio de Carlos V em Alhambra, Granada.
Fonte: La Alhambra. Acesso em: 06 mar. 2008.

No período do renascimento a liberdade abriu caminho para uma rica variedade de janelas emolduradas, apesar das restrições impostas pelo sistema de arquitrave¹, que posicionava de forma simétrica na fachada (figura 7), demonstrando ordem através das modulações proporcionais e liberdade através da forma de distribuição das aberturas (IVANÓSKI, 2004).



Figura 7: janelas do renascimento na Basílica de São Pedro, Vaticano, Roma.
Fonte: Meus estudos.com – Artes Plásticas. Acesso em 06 mar. 2008.

Com o movimento Barroco², as janelas tornam-se elementos fundamentais para a linguagem arquitetônica explorando molduras livres da nomeação clássica e inserida em uma nova concepção espacial, “o espaço à disposição do observador” (IVANÓSKI, 2004, p. 80). As novas formas de janelas e as molduras nelas inseridas

¹ Viga mestra, assentada horizontalmente sobre colunas ou pilares para vencer o vão entre eles – ou intercolúnio –, recebendo e transmitindo para os apoios as cargas de eventuais pavimentos superiores e da cobertura. Na arquitetura romana, parte do entablamento que repousa nos capitéis das colunas; epistílio (HOLANDA, 1999).

² O período Barroco caracteriza-se pelo movimento das formas, ânsia de novidade, pelos contrastes e pelas misturas de todas as artes. O barroco apelava para o instinto, para os sentidos, para a fantasia e tendia para o fascínio (CONTI, 1984).

são um dos exemplos de tentativa de inclusão na dinâmica do conjunto arquitetônico (figura 8).

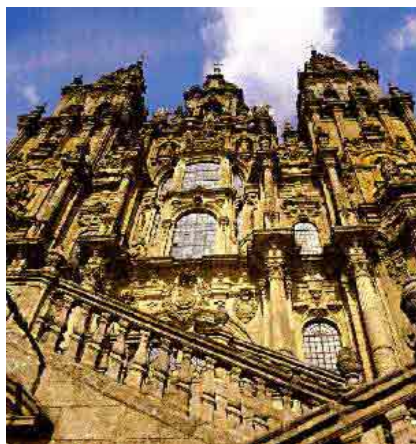


Figura 8: janelas barrocas da Catedral de Santiago de Compostela, Espanha.
Fonte: História da Arte. O Barroco. 2000. Acesso em: 10 mar. 2008.

Com o advento da revolução industrial no século XIX, as inovações técnico-construtivas referentes ao ferro e ao vidro favoreceram o desenvolvimento de aberturas maiores (figura 9).

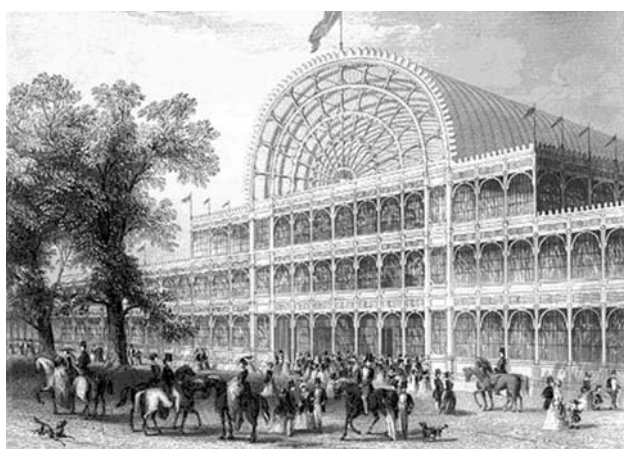


Figura 9: palácio de Cristal em Londres, 1850/51, de Joseph Paxton.
Fonte: *Engines of Our Ingenuity*. 2004. Acesso em: 15 abr. 2008.

No século XX, com o surgimento do concreto armado, as alternativas construtivas possibilitaram desenvolver edificações com aberturas mais expressivas. As idéias modernistas do arquiteto suíço Le Corbusier levantaram questionamentos sobre a inércia dos sistemas construtivos existentes, propondo princípios de concepção do espaço através de tecnologias novas para os materiais. Dentre esses princípios, a utilização de janelas em toda a largura da fachada, eliminando da visão externa a

estrutura da edificação, tornou-se uma característica marcante do arquiteto (figura 10).



Figura 10: janelas com conceitos modernistas no projeto da Villa Savoye em Poissy, França.
Fonte: *History of Architecture – Renaissance to 20th century*. Acesso em: 15 abr. 2008.

O movimento dito pós-moderno determinou a utilização das vantagens advinda das novas tecnologias para os materiais já utilizados e disponíveis, tomando como inspiração diferentes períodos artísticos do passado, [...] “*el espacio pos-moderno es más una elaboración del entramado cartesiano que una ordenación orgânica.*” (JENCKS, 1984, p. 118). O elemento janela na arquitetura pós-moderna é minimizado e intensificado na medida em que a intenção arquitetônica torna-se mais plástica do que funcional na determinação do espaço tridimensional, como se pode observar na figura 11.



Figura 11: janelas pós-modernas no Museu Guggenheim em Bilbao, Espanha.
Fonte: *Arquitetura para o novo milênio*. Acesso em: 20 abr. 2008.

Final do século XX, época marcada pela diversidade na produção arquitetônica, a janela torna-se elemento de uma arquitetura de significado, ou seja, o edifício como

obra de arte ou como *High Tech*, na concepção de arquitetura com ou sem a eficiência energética como condicionante. O rigor normativo e as inovações tecnológicas utilizadas pelo mercado determinam a eficiência dos sistemas de esquadrias, exemplo disso são as tipologias de janelas utilizadas em países desenvolvidos, em que os ensaios definem o comportamento técnico das esquadrias (principalmente com relação à estanqueidade) e são condicionantes para estabelecerem certificação de uso das edificações. Em algumas regiões do Brasil, o uso das tipologias racionalizadas nas edificações residenciais não configura item essencial na qualidade dos edifícios, pois não há exigência da parte dos usuários com relação às normas de desempenho técnico dos componentes.

As aberturas evoluíram de acordo com a necessidade humana de relacionamento com o mundo externo e com as novas concepções de espaço. Como elemento do invólucro da edificação, as janelas tiveram suas tipologias modificadas e transformadas na medida em que houve necessidade da utilização dos condicionantes climáticos (luz e ar):

- Através da iluminação descobriram-se os espaços internos;
- Através do convívio social exteriorizou-se o interior; e
- Através da ventilação e da iluminação promoveu-se a higienização dos ambientes.

Com a Revolução Industrial do século XIX, as técnicas progrediram como nunca, e também os novos conceitos sobre a organização do trabalho e a sua execução em recintos fechados, além da necessidade da existência de casas de diversões de grande capacidade, que passaram a exigir a aplicação dos princípios da higiene, na composição de uma série de aperfeiçoamentos, capazes de realizar as condições, que permite a um indivíduo, ou uma coletividade, viverem com o mínimo de riscos de doenças e o máximo de rendimento intelectual e físico.

Carecia-se de luz, de ar, de sol, de conforto, de rapidez, enfim, de higiene (IVANÓSKI, 2005, p. 62).

As diferenças culturais determinaram maneiras diversas de tratar a iluminação e a ventilação no interior dos ambientes, bem como as diversas técnicas construtivas existentes na história da humanidade.

3.3 As janelas no Brasil

A evolução das tipologias de janelas no Brasil está associada à história da arquitetura e esta, conseqüentemente, aos ciclos econômicos, seja estes de âmbito

nacional ou regional, ressaltando-se que as importantes obras de engenharia e arquitetura, até princípio do século XX, eram de madeira, pedra ou ambos (MIOTTO, 2002).

A colonização do Brasil caracterizou-se, em sua maioria, pela exploração de recursos naturais, não havendo a preocupação no estabelecimento e formação de povoados fixos, nos primeiros anos da colonização. Com o início da exploração da cana de açúcar, no século XVI e XVII, houve a formação de grandes latifúndios onde os povoados existentes eram praticamente nômades e as moradias compostas por cabanas com estrutura e telhado em madeira, sem paredes de vedação e sem esquadrias.

Nesse início, o processo de colonização aconteceu apenas na faixa litorânea e a arquitetura caracterizou-se por edificações erguidas em pedra e cal. A presença da igreja nos povoados com o objetivo de catequizar os índios, trouxe a necessidade de moradias fixas e essas passaram a utilizar elementos de vedação com pequenas aberturas, sendo a taipa o sistema construtivo utilizado. As janelas eram de madeira e possuíam apenas uma folha, denominada de escudo, que se abria para o interior do ambiente, e o controle de ventilação era feito de duas possibilidades - aberto ou fechado -, não havendo sistema de ventilação permanente sem a entrada de luz (figura 12).

Com as adaptações para o clima tropical, as alterações nas janelas aconteceram através do aumento na dimensão das aberturas, aproveitando a estrutura das casas, como as ombreiras, que em alguns casos, são geminadas com outras janelas ou com as portas. Essa tipologia de janela possibilitou maior ventilação e iluminação nos ambientes mantendo as mesmas características tipológicas das anteriores (figura 13). No interior do Brasil, em particular no estado de São Paulo, após a instalação do Colégio Jesuíta em 1554, a arquitetura desenvolvida teve características da região, com conceitos da cultura ibérica, mas ainda utilizando a técnica da taipa (LEMOS, 1979).

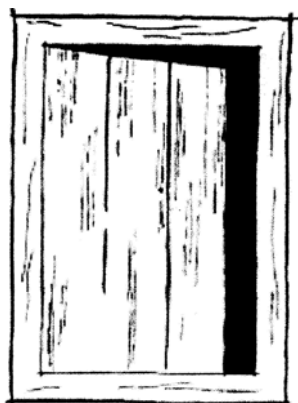


Figura 12: janela escudo.
Fonte: MIOTTO, 2002 p. 57.

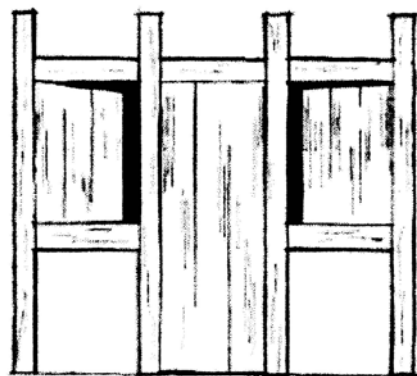


Figura 13: janelas geminadas.
Fonte: MIOTTO, 2002 p. 57.

O período caracterizado pela arquitetura colonial paulista, denominado período bandeirista, teve como elemento importante nas edificações a distribuição das aberturas de forma simétrica nas fachadas (CASTELNOU NETO, 1998, *apud* MIOTTO, 2002). A composição da fachada era formada por um alpendre central recuado do plano da fachada e por dois volumes de forma prismática localizados nas laterais do alpendre central, que também continha janelas, conforme demonstra a figura 14.



Figura 14: janelas na arquitetura bandeirista.
Fonte: LEMOS, 1979, p. 66.

Outra versão de janelas desse período é a composição com vergas, peitoris e ombreiras de madeira, sendo que o fechamento era através de balaustre de seção quadrada, possibilitando a ventilação permanente e possuindo o escudo para vedação da iluminação (figura 15).

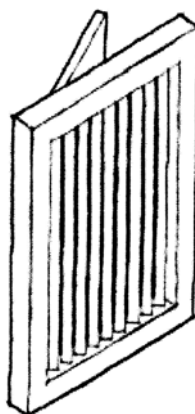


Figura 15: janela com balaustre.
 Fonte: RABBAT, 1988, *apud* MIOTTO, 2002, p. 58.

No período caracterizado como ciclo açucareiro, no século XVII, o estilo arquitetônico desenvolvido é o colonial e a janela apresenta vergas retas, ombreiras e peitoril de madeira, com uma ou duas folhas de abrir, não tendo o sistema de controle de ventilação (MIOTTO, 2002).

O começo do ciclo da mineração, no início do século XVIII, é caracterizado pelo estilo barroco, marcado pela exuberância decorativa e impregnado com características locais. O elemento vidro passa a ser utilizado em maior quantidade nas janelas, principalmente nas residências urbanas, ressaltando que a primeira fábrica de vidro transparente no Brasil foi fundada em 1810. As janelas, neste período, possuíam também elementos que ajudavam no controle da ventilação, como as rótulas³ (figura 16), cuja fixação era feita na parte externa superior da janela tendo a função de persiana e possibilitando a ventilação permanente do ambiente, pois quando fechada, controlava a luminosidade. As gelosias⁴ formavam estruturas na forma de caixa (figura 17), aproveitando como sustentação os balcões das janelas, tinham a função de ventilar e proteger o interior da visualização externa. Eram constituídas por treliçado, semelhante às rótulas, com fixação nas laterais da estrutura. Havia também nas edificações rurais as janelas denominadas

³ As rótulas consistiam em duas folhas de abrir, situadas externamente ao vão, compostas de treliçado de ripa, formando um desenho xadrez (MIOTTO, 2002, p. 58).

⁴ As gelosias são uma espécie de caixa externa que eram sobrepostas à janela (MIOTTO, 2002).

urupemas⁵ (figura 18), que eram elementos colocados na parte externa das janelas deixando livre o escudo que se abria para o interior do ambiente (RABBAT, 1988, *apud* MIOTTO, 2002).

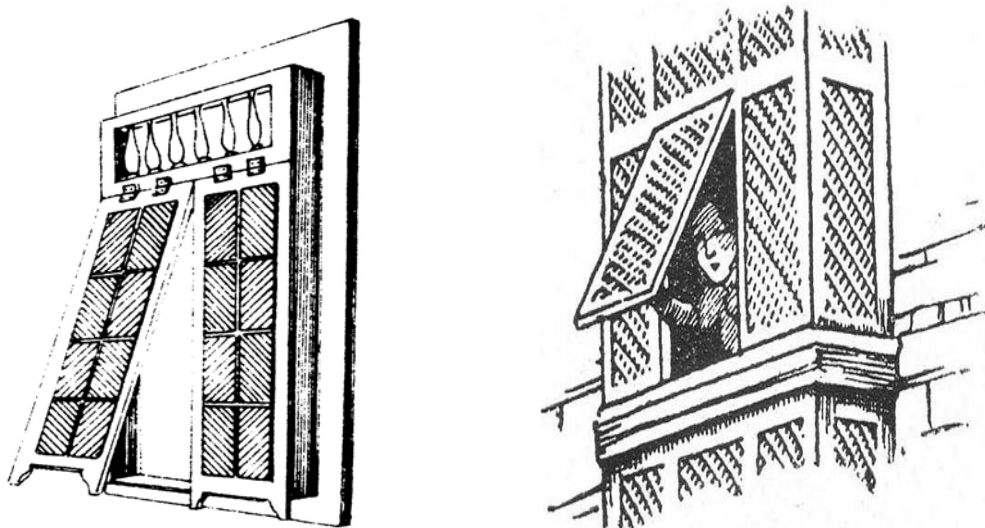


Figura 16: janelas com sistema denominado de rótulas.
Fonte: MASCARELLO, 1985, p. 85.

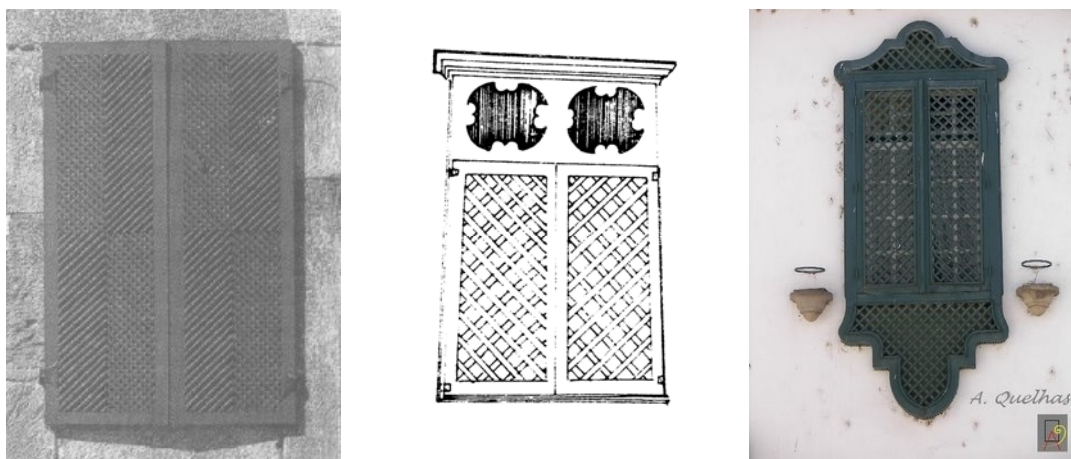


Figura 17: janelas com sistema de gelosias.
Fonte: MASCARELLO, 1985, p. 85.

⁵ As urupemas formadas por um treliçado de palha do tipo guilhotina tinham o tamanho da metade do vão (MIOTTO, 2002, p. 59).

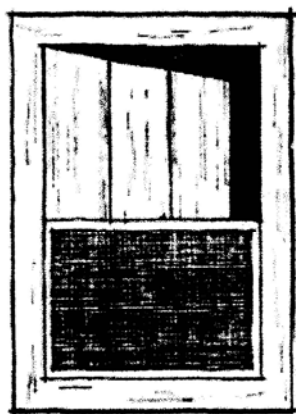


Figura 18: janelas denominadas urupemas.
Fonte: MASCARELLO, 1985 p. 86.

Outro elemento importante neste período foi o muxarabi⁶ (figura 19) que servia como elemento regulador da ventilação e resguardo dos ambientes internos (CASTELNOU NETO, 1998, *apud* MIOTTO, 2002).

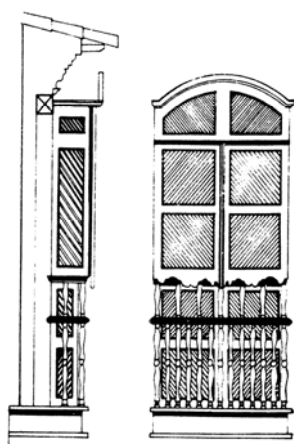


Figura 19: muxarabi.
Fonte: MASCARELLO, 1985, p. 87.

No século XIX, com a chegada da corte portuguesa ao Brasil, muitos acontecimentos ocorreram para o desenvolvimento da arquitetura e da nova forma de viver da população, como a abertura dos portos, a imprensa, as novas escolas, os profissionais qualificados e os produtos industrializados, principalmente vindos da Inglaterra (LEMOS, 1979).

⁶ Os muxarabis ou muxarabiê era formado por um treliçado de madeira que tinha a função de proteção dos balcões e das janelas (MIOTTO, 2002).

Outro momento importante para o desenvolvimento da arquitetura foi a imigração de europeus e o período do ciclo do café, que abriram novas perspectivas para a construção civil através da importação de materiais e técnicas de construção. Com a mecanização das indústrias e conseqüente padronização dos produtos voltados para a edificação - como, por exemplo, os blocos cerâmicos -, permitiram a abertura de maiores vãos na alvenaria. As janelas, neste momento, tiveram suas características técnicas adaptadas ao novo processo tecnológico da construção civil.

Nesse período, a fabricação e o uso do vidro plano para as janelas permitiram maior controle da iluminação dos ambientes e se tornou mais viável, substituindo os tradicionais escudos, a madeira recortada e os balaustres, conforme figura 20 (MIOTTO, 2002). É notório ressaltar a utilização do arco pleno nas novas tipologias de janelas, proporcionado pela industrialização e pela padronização dos elementos na construção civil.

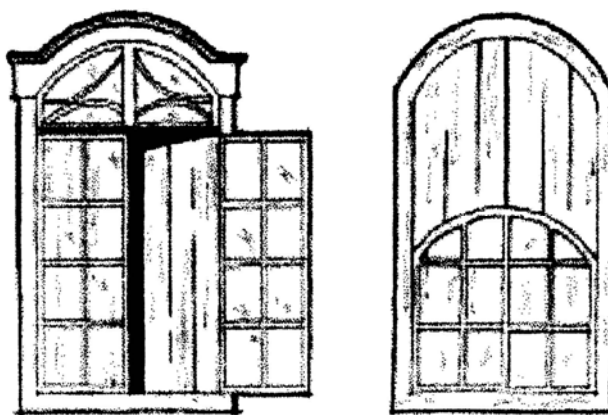


Figura 20: janelas com vidro, com sistema de abrir e guilhotina.

Fonte: RABBAT, 1988, *apud* MIOTTO, 2002, p. 60.

No auge do ciclo do café, surge uma nova sociedade mais exigente e, conseqüentemente, a necessidade de construções com soluções concernentes ao período. A utilização de novos conceitos de construir e de um novo estilo para a arquitetura traduziu em uma diversidade de tipologias construtivas e de elementos que a compõe. As janelas que aparecem com venezianas de abrir para o exterior, agora são combinadas com folhas de vidro e sistema de abertura do tipo guilhotina. Essa tipologia de janela favorecia à ventilação permanente do ambiente sem a entrada da iluminação, tendo assim a função semelhante a das rótulas (figura 21).

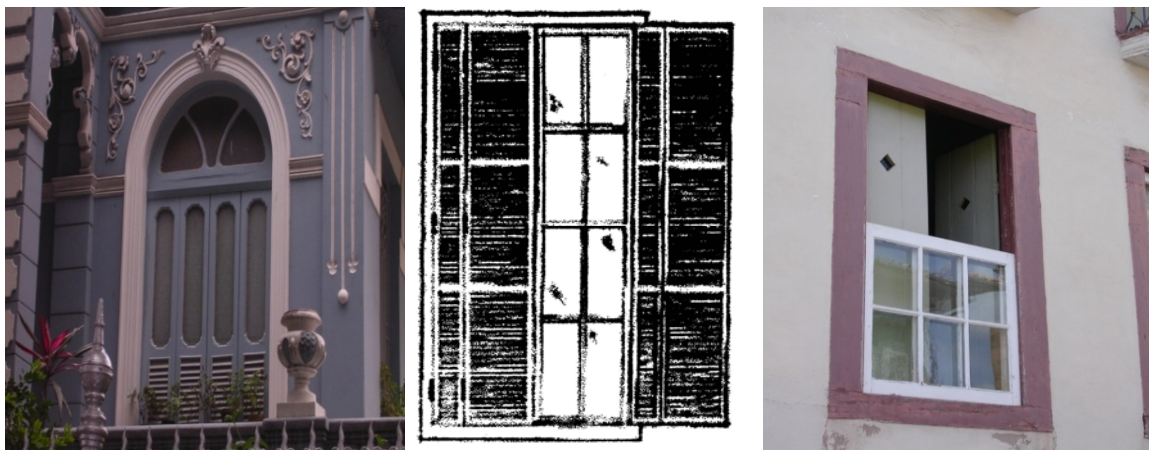


Figura 21: janela com vidro e venezianas.
 Fonte: RABBAT, 1988, *apud* MIOTTO, 2002 p. 60.

As diferenças climáticas existentes no Brasil e as diversas formas de colonização adotadas pelos donatários mostraram as diversidades encontradas na arquitetura e em seus elementos. As janelas, como componente do invólucro da edificação apresentaram particularidades características de cada região, porém com concepção tipológica proveniente dos países colonizadores (figuras 22, 23 e 24).

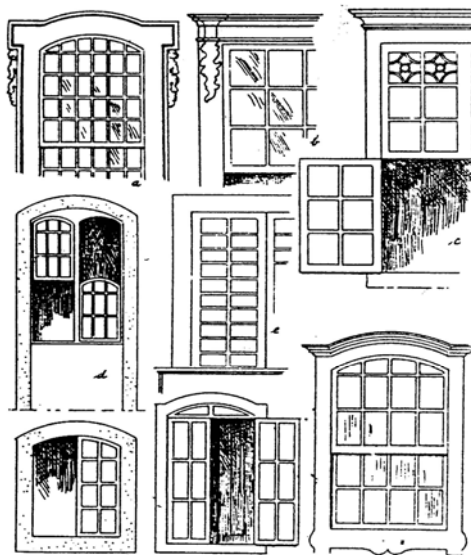


Figura 22: tipologias de janelas utilizadas nas construções em Minas Gerais.
 Fonte: BRUNA, 1991, p. 3.

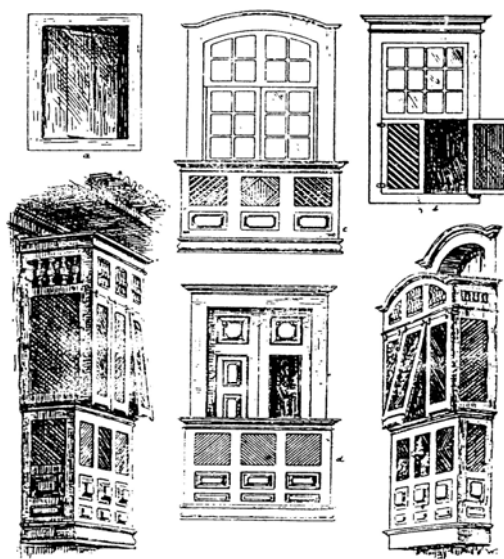


Figura 23: tipologias de janelas utilizadas nas construções em São Paulo.

Fonte: BRUNA, 1991, p. 2.



Figura 24: tipologias de janelas utilizadas nas construções na Paraíba.

Fonte: BRUNA, 1991, p. 2.

No final do século XIX e início do século XX a evolução tecnológica proporcionou transformações nos processos de execução das janelas, principalmente com o uso do ferro na construção civil introduzido no Brasil no século XIX, consequência da importação e uso elevado das estruturas metálicas no país. Ressalta-se que, o início da utilização desse material era através de peças sob medidas, executadas por pequenas serralherias em processo artesanal, que possuíam desenho e forma rebuscada. Exemplos dessas tipologias são as janelas presentes no Theatro

Municipal de São Paulo (figura 25), como também, nas igrejas, nas catedrais e nos casarões (BRUNA, 1991).



Figura 25: janelas em ferro. Theatro Municipal de São Paulo.

Fonte: Academia Brasil-Europa de Ciência da Cultura e da Ciência. 2004. Acesso em: 18 maio 2008.

Com a possibilidade do uso do concreto armado no século XX, as transformações na arquitetura são influenciadas pela industrialização dos componentes da construção civil, principalmente das janelas, que são fabricadas em ferro e utilizadas em grande escala, como tipologias padronizadas. A modernização das construções ocorridas com a evolução das técnicas de utilização dos materiais trouxe, entre outras consequências, a possibilidade de executar grandes vãos, surgindo então as tipologias com o sistema de abertura do tipo basculante, maxim-ar e de correr, conforme exemplificado na figura 26 (MIOTTO, 2002).

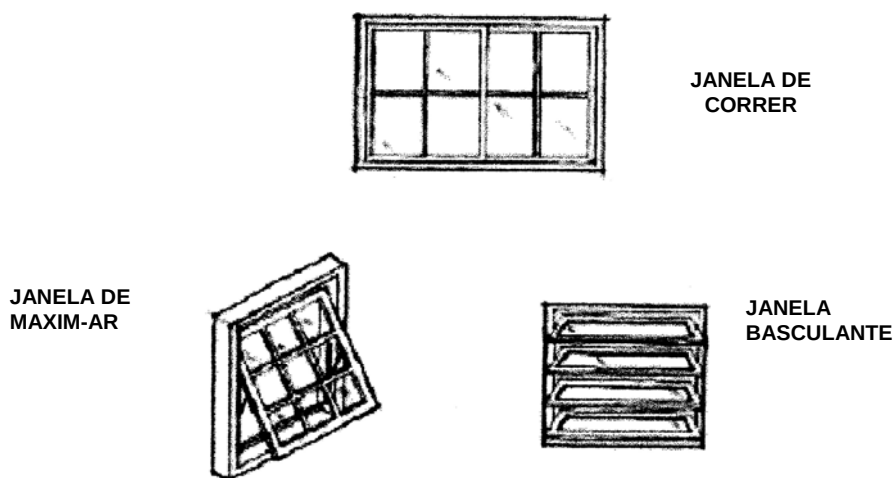


Figura 26: tipologias de janelas do século XX.
Fonte: RABBAT, 1988, *apud* MIOTTO, 2002, p. 61.

Os conceitos e tendências arquitetônicas modernistas determinaram novas técnicas construtivas, assim como novos conceitos de aberturas e modelos tipológicos de janelas. A necessidade de aproveitamento de condicionantes climáticos regionais objetivando o conforto ambiental levou aos estudos sobre psicrometria⁷ e climatologia⁸ nas edificações (IVANÓSKI, 2005).

A partir da década de 1950, aparecem os perfis tubulares e os perfis abertos e na década de 1960 o processo de industrialização e padronização das esquadrias tornou-se atuante no mercado. O aço para esquadrias surgiu com o objetivo de substituir o ferro, visto que a resistência e o desenvolvimento tecnológico tornaram o material mais competitivo (figura 27).



Figura 27: tipologias de janelas em aço.

Fonte: Sasazaki – Portas e Janelas. Acesso em: 08 maio 2008.

Na década de 1960 inicia a produção de esquadrias de alumínio com tecnologia de perfis desenvolvidos especialmente para a construção civil (figura 28).



Figura 28: tipologias de janelas em alumínio.

Fonte: Sasazaki – Portas e Janelas. Acesso em: 08 maio 2008.

⁷ Parte da ciência que estuda o ar em relação ao vapor d'água nele misturado (IVANÓSKI, 2005, p. 63).

⁸ Ramo da geografia física que trata dos climas da Terra, analisando-os quer do ponto de vista estático, quer através de suas principais manifestações (HOLANDA, 1999).

Para as esquadrias fabricadas a partir do PVC o início de sua utilização acontece na década de 1950 na Alemanha Ocidental e no Brasil as primeiras tentativas de produção e comercialização datam da década de 1970 (figura 29).



Figura 29: janelas com utilização do material PVC.

Outra tipologia utilizada nas construções são os modelos que usam o vidro temperado com ferragens cromadas (figura 30).



Figura 30: janelas em vidro e ferragens metálicas.

O desenvolvimento econômico e social ocorrido no Brasil definiu de forma marcante, as técnicas construtivas utilizadas nas edificações, tanto nas rurais como nas urbanas. Os materiais utilizados em grande parte das edificações do país correspondiam, nas áreas rurais, aos encontrados na região e nas áreas urbanas, aos materiais importados, observados nas ricas e sofisticadas soluções adotadas.

As janelas têm sua tipologia e seus materiais alterados e modificados de acordo com as solicitações de crescimento ocorrido nos vilarejos e nas cidades. Estas

alterações, observadas na evolução da edificação no Brasil, foram registradas através das transformações ocorridas nas tipologias de janelas. As aberturas, inicialmente, eram compostas de painéis que bloqueavam totalmente a iluminação sem o controle da ventilação. Surge como tentativa de controle da ventilação elementos como o balaústre. No período do barroco, com o aparecimento das venezianas, o espaço interno torna-se protegido mantendo a ventilação constante no ambiente. A utilização do vidro trouxe melhores condições de aproveitamento da iluminação natural no ambiente interno com o domínio do espaço externo.

As tipologias atuais de janelas retratam as condições modernas das moradias no Brasil e refletem a necessidade do uso da tecnologia para acondicionamento artificial, o ar condicionado. Isso é resultado, entre outros motivos, do uso do apelo estético determinado pelas vertentes arquitetônicas atuais que, embora tenham conceitos que abordam a eficiência nas edificações, convivem com as insatisfações dos usuários em relação ao conforto térmico dos ambientes.

3.4 As janelas no Espírito Santo

O estado do Espírito Santo teve sua história iniciada às margens da Baía de Vitória e a posse das terras pelo donatário português Vasco Fernandes Coutinho aconteceu em 29 de maio de 1535. As primeiras construções erguidas na capitania foram estaleiros que objetivavam a construção e reparos de embarcações e de elementos para a construção civil, sendo formados praticamente de casas, templos e quartéis. Os materiais utilizados para a execução de tais construções eram paus roliços e palha para as coberturas, e folhas ou taipas para as paredes, que tinham a função de proteger das flechas e da fumaça da pólvora (DERENZI, 1965, *apud* JUNIOR, SOARES e BONICENHA, 1994).

Com a chegada dos jesuítas em 1549, o trabalho escravo foi sistematizado tornando-se mais objetivo e focado na construção de edifícios. As construções existentes até meados de 1559 correspondiam a casa para o padre Afonso Brás, a igreja, a casa dos padres e um espaço reservado à construção do Colégio dos Meninos de Jesus – Colégio da Companhia. Essas construções totalizavam uma área correspondente a uma quadra, que consistia em um programa construtivo com base nas construções dos mosteiros de ordem religiosas da Idade Média.

Esse tipo de construção, segundo Carvalho (1982, p. 24), era muito próprio ao ambiente encontrado no Brasil, “[...] pois apresentava um aspecto de fortificação, com raras aberturas no andar térreo, além das portas de entrada (às vezes, uma em cada lado da quadra) e com liberdade no interior da quadra [...]”. Os registros encontrados nas cartas dos jesuítas mostram que até o fim da primeira década de sua chegada ao Brasil, os padres da companhia possuíam na Vila Nova, hoje a cidade de Vitória, um edifício disposto em quadra. A construção datada de 1556, mencionada pelos religiosos, correspondiam à construção que abrigou a Companhia de Jesus denominada Colégio de Santiago, hoje Palácio Anchieta, composta pela igreja, escola e residências.

A lentidão do crescimento e, conseqüentemente, do desenvolvimento da capitania ocorreu devido ao isolamento e pelos escassos recursos da região, que teve sua economia alicerçada na fabricação de açúcar e da extração da madeira. O atraso da Província perdurou por aproximadamente três séculos, como registrado em diversos relatos das cartas dos padres aos seus superiores.

No decorrer do século XVIII, as principais construções edificadas correspondiam às diversas fortificações que guarneciam a baía dos estrangeiros, que vinham em busca das riquezas descobertas pelos bandeirantes paulistas em Minas Gerais. Dentre as fortificações edificadas, destacam-se o Forte São Francisco Xavier (1702), que hoje abriga as instalações do Batalhão de Infantaria do Exército Brasileiro e o Forte de São João (1726), onde se localiza atualmente o Clube de Regatas Saldanha da Gama.

O atraso no desenvolvimento da capitania, que até o século XVIII não possuía nenhuma atividade econômica que permitisse a permanência de investidores na região, foi ocasionada por uma determinação que proibia a construção de estradas através da capitania do Espírito Santo, possibilitando uma barreira natural à invasão de exploradores na região das Minas Gerais.

No início do século XIX é liberada a construção das estradas para o interior, o que vem a desvendar à capitania uma melhor perspectiva de desenvolvimento, principalmente com o surgimento de vários núcleos populacionais, através das novas regulamentações de posse da terra e com o desenvolvimento da cultura cafeeira (MUNIZ, 1989). Neste século a precariedade da capitania se fazia sentir nas

vilas onde “[...] as casas refletiam a penúria dos moradores e se, se arruinavam, não eram reedificadas” (OLIVEIRA, 1974, *apud* MUNIZ, 1989, p. 35).

O crescimento da capitania aconteceu em meados de 1847 com a chegada dos imigrantes europeus que objetivavam povoar a capitania e cultivar a terra, principalmente no interior do estado. A arquitetura rural desenvolvida pelos imigrantes na região utilizava materiais regionais e seus elementos eram adaptados ao sistema construtivo adotado.

As janelas existentes nessas edificações tinham suas estruturas faceando a parte externa das paredes e eram executadas através de encaixes nas peças e fixadas com pregos ou cravos de ferro, tinham vigas retas, ou na forma de arco abatido ou em arco pleno, dependendo da época da construção (figura 31). “As folhas das janelas são de duas ou de uma banda, constituída de tábuas largas resolvidas por couçoeiras, pranchas grossas colocadas no sentido vertical fixadas entre si por duas ou três travessas horizontais, através de recortes e cavilhas” (CORONA e LEMOS, 1972, *apud* MUNIZ, 1989, p. 53).

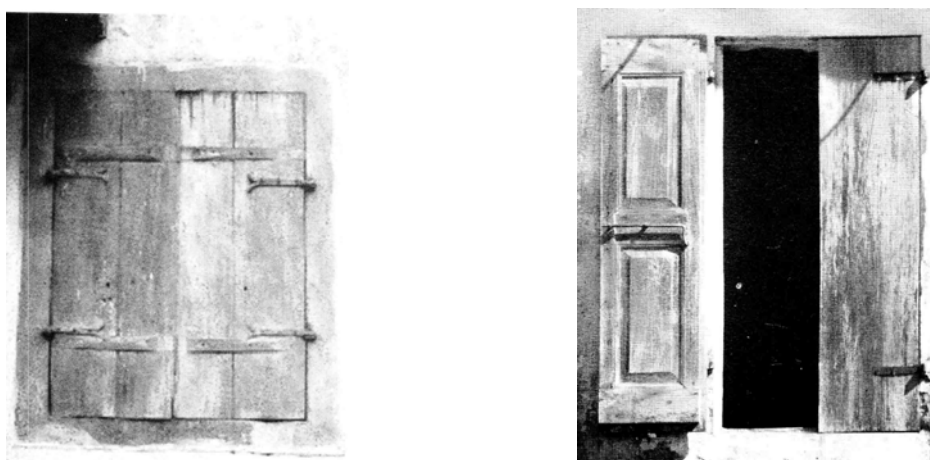


Figura 31: janelas das casas dos imigrantes europeus no séc. XIX.
Fonte: POSENATO, 1997, p. 229 e 461.

Em algumas das edificações, erguidas pelos imigrantes, aparecem nas janelas caixilhos para vidraças que se abrem pelo sistema de guilhotina e são dispostas na face externa da janela (figuras 32 e 33). Esses caixilhos são divididos em quadrados e algumas tipologias possuíam na parte superior o quadrado dividido em triângulos que recebiam vidros de dimensões menores. As medidas das janelas variavam de 0.90 m a 1.30 m na largura e 1.20 m a 1.70 m na altura (MUNIZ, 1989). Dependendo

da função dos espaços, as janelas podiam ter o sistema de abertura do tipo guilhotina ou de abrir através de duas folhas em madeira.

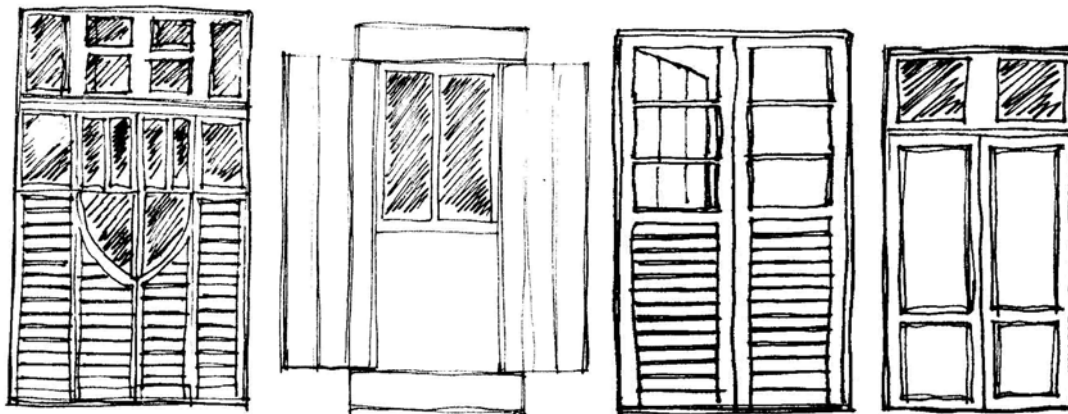


Figura 32: janelas das casas dos imigrantes europeus no séc. XIX.



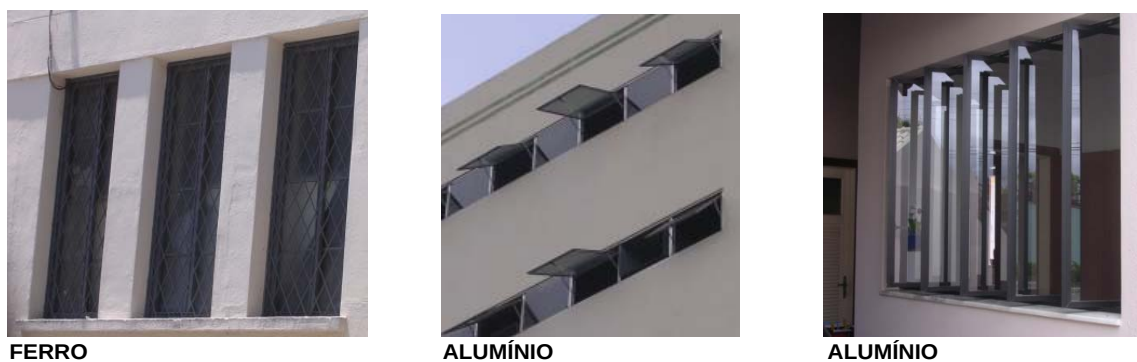
Figura 33: janelas com a utilização do vidro no séc. XIX.

O desenvolvimento do estado acontecia com as necessidades de progresso e crescimento advindo da nova população que se formava, principalmente, nas regiões do interior do estado. As intervenções urbanas e as iniciativas administrativas e econômicas ocorridas durante o século XIX trouxeram para o Espírito Santo, técnicas construtivas adotadas nas cidades brasileiras e de fora do país.

A evolução da tipologia do elemento janela no estado do Espírito Santo acompanhou o crescimento da construção civil e das novas tecnologias construtivas advindas da necessidade de modernização dos mecanismos de execução e dos materiais. As figuras 34, 35 e 36 mostram as diferentes tipologias utilizadas nas residências.



Figura 34: algumas tipologias de janelas em madeira utilizadas no decorrer da história do estado do Espírito Santo.



FERRO

ALUMÍNIO

ALUMÍNIO

Figura 35: algumas tipologias de janelas em ferro e alumínio utilizada no estado do Espírito Santo.



VIDRO COM FERRAGENS

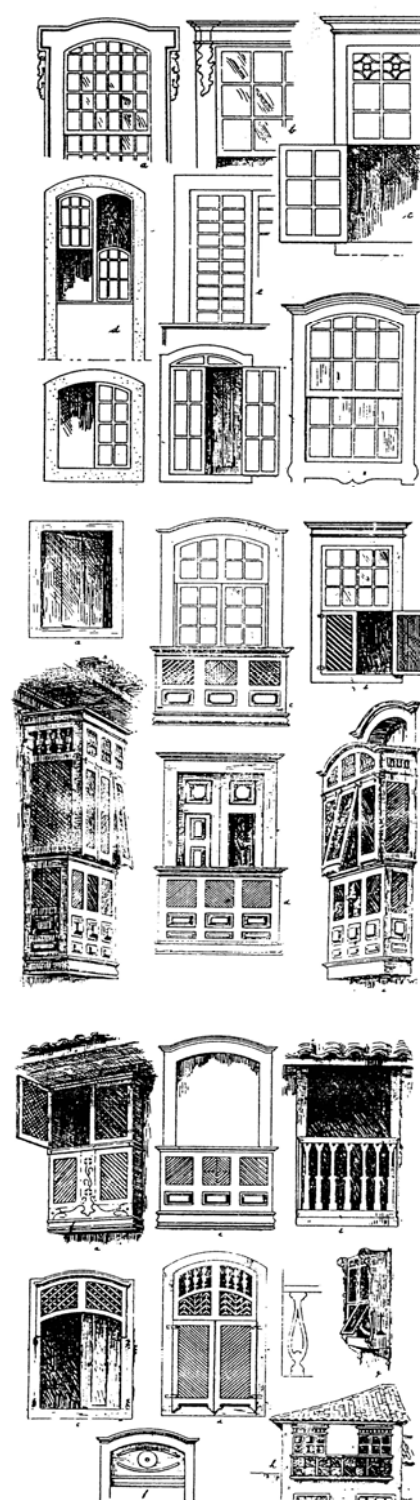
VIDRO COM FERRAGENS

PVC

Figura 36: algumas tipologias de janelas em vidro com ferragens e PVC utilizadas nas edificações no estado do Espírito Santo.

Em grande parte da evolução da janela observou-se a utilização de elementos permeáveis à ventilação com possibilidade de controle. Porém, nota-se que o aparecimento de novos conceitos na concepção de arquitetura levou os elementos permeáveis a desaparecerem quase em sua totalidade, optando-se por tipologias de janelas com conceitos minimalistas e inseridas no envoltório da edificação apenas como elemento obrigatório para atingir coeficientes “ditos” mínimos para o conforto térmico dos ambientes.

É perceptível a necessidade de incentivo à utilização de tipologias construtivas que apresentem coerência com os condicionantes naturais, assim como concepção de edificações preocupadas com o conforto nos ambientes internos, proporcionados pelas aberturas que favorecem, entre outros elementos importantes para o conforto, a ventilação natural.



4 AS JANELAS NA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

4 AS JANELAS NA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

A preocupação com a preservação do meio ambiente é, atualmente, um dos principais focos de discussões nas sociedades conscientes do futuro da humanidade. A busca pela eficiência passa necessariamente pela concepção de uma arquitetura denominada bioclimática, que tem seus conceitos embasados na obtenção de formas eficientes de manter a interface entre a arquitetura e as necessidades biológicas do ser humano, utilizando materiais adequados e aberturas eficientes, aproveitando a ventilação e a insolação naturais, se responsabilizando com o impacto ambiental, entre outros (BISSOLI, 2007). Para Corbella e Yannas (2003, p. 37) a arquitetura bioclimática tem como objetivo

[...] prover um ambiente construído com conforto físico, sadio e agradável, adaptado ao clima local, que minimize o consumo de energia convencional e precise da instalação da menor potência elétrica possível, o que também leva à mínima produção de poluição.

A eficiência energética na arquitetura (alicerçada em conceitos bioclimáticos ou apenas de cunho mercadológico), embora originalmente não motivada por princípios ambientalistas, é uma ação adotada desde os tempos remotos, como por exemplo, através do uso de materiais oriundos das próprias regiões, bem como do aproveitamento das condições naturais e do entorno, possibilitando ganho de desempenho para o ambiente construído.

Segundo Cunha (2006), a eficiência energética está relacionada à legislação urbana, considerando ser o vetor espacial/territorial de quem atua estimulando a preservação ambiental e o uso racional de energia através da identificação de estruturas urbanas adequadas à realidade local. Ressalta-se a importância da legislação técnica, como os planos diretores, os códigos de obras e as normas voltadas para os aspectos climáticos, topográficos, energéticos e ambientais de cada região, como um instrumento fundamental para o alcance da pretendida eficiência.

Para Lamberts, Dutra e Pereira (2004) o conceito de arquitetura incorporou, com o passar dos tempos, novos elementos que estão vinculados ao crescimento do setor das construções e ao surgimento de novas tecnologias. No período clássico, a definição de arquitetura defendida por Vitruvius, estava relacionada à solidez, a funcionalidade e a estética dos espaços edificados; no século XXI, o conceito de

arquitetura é de integrar elementos que direcionam o uso correto e eficiente de materiais que objetivam minimizar ou eliminar o consumo excessivo de energia nas edificações. A crescente evolução das cidades impulsionou o surgimento de materiais e de processos tecnológicos que, conseqüentemente, elevaram o consumo de energia em todas as etapas de produção, desde a extração da matéria prima até a destinação final do produto.

Conforme Lamberts, Dutra e Pereira (2004), em 1992 dados estatísticos revelaram um consumo de energia no Brasil de $19.813 \cdot 10^3$ tep (toneladas equivalentes de petróleo) e que grande parte do consumo estava vinculada ao setor residencial como demonstra o gráfico 1.

O Balanço Energético Nacional 2006 (BEM-2006) do Ministério de Minas e Energia (MME) registrou um consumo de energia elétrica de $33.536 \cdot 10^3$ tep havendo um aumento de 69,26% nos setores residenciais, comercial e público, desde 1992 (gráfico 1). Estes resultados ainda demonstram que os programas criados pelo MME parecem não interferir na conscientização da população por um menor consumo de energia.

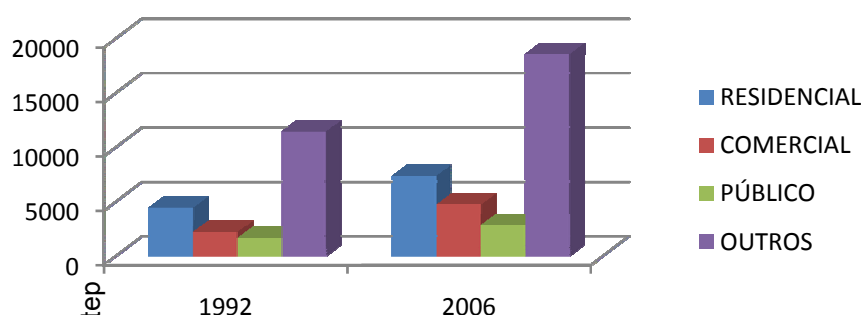


Gráfico 1: consumo de energia de 1992 a 2006 no Brasil, em alguns setores.
Fonte: LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2004 e Ministério de Minas e Energia, 2007.

Na década de 1970, foram iniciadas ações inovadoras nas estruturas urbanas, período em que a crise do petróleo incentivou a utilização de elementos que permitiram aos edifícios a adoção da energia solar proporcionando uma racionalização no consumo de energia convencional. Observa-se que, neste período, em muitos países foram relevantes as atitudes de incentivos a pesquisas para novas fontes de geração e redução de consumo de energia elétrica.

Em pesquisas de Selkowiltz (1985) e Arasteh (1995), citado por Marinóski (2005) observa-se que os diferentes modelos tipológicos de janela, nesse período da crise do petróleo nos EUA, apresentaram-se como o elemento da construção civil responsável por uma grande parcela do consumo de energia, exercendo grande influência no desempenho energético das edificações. Ressalta-se que a janela não atua diretamente no consumo de energia das edificações, mas a adoção de tipologias inadequadas produz efeitos contrários às funções para qual são definidas (MARINÓSKI, 2005).

O quadro 2 apresenta alguns dados registrados por Marinóski (2005) de pesquisadores que estudaram a influência de tipologias de janela inadequadas para o desempenho de suas funções refletindo no consumo de energia.

PESQUISADORES	RESULTADOS – CONSUMO DE ENERGIA
CUNHA, 2007 (Brasil)	Consumo de energia através de tipologias de janelas inadequadas: pesquisa realizada na cidade de Passo Fundo – RS, demonstrou resultados obtidos através de simulação, no programa <i>EnergyPlus</i> , onde ambientes com janelas sem elemento protetor da radiação solar direta consumia 20% a mais de energia no período de verão para o condicionamento do ambiente, quando comparadas, aos ambientes com janelas que continha elemento protetor da radiação solar
WINKELMANN, 2001 (EUA)	Média de transferência de calor através das janelas para o condicionamento interno: observou que, nos edifícios comerciais, houve aumento no consumo em 31% para o resfriamento e 17% para o aquecimento e nos edifícios residenciais, o aumento foi de 34% para o resfriamento e 23% para o aquecimento
LI e LAM, 2000 (Hong Kong)	Ganho de calor solar: registraram um consumo entre 50% e 60% do uso total de energia elétrica na utilização do ar condicionado devido ao ganho de calor através dos sistemas e tipologias de aberturas
REILLY e HAWTHORNE, 1998 (EUA)	Transmitância térmica e ganho de calor solar através das janelas sobre o consumo de energia com condicionamento: registraram que na cidade de Baltimore (EUA), cujo condicionamento por aquecimento é predominante, o ganho de calor solar através das aberturas foi de aproximadamente 15% e na cidade de Miami (EUA), cujo condicionamento por resfriamento é predominante, o ganho de calor através das aberturas foi responsável por 37% do consumo de energia
FROST <i>et al</i> , 1996 (EUA)	Consumo de energia através de tipologias de janelas inadequadas: a pesquisa mostrou que nos EUA, em 1994, existia aproximadamente 1,77 bilhões de m ² de área de janelas no setor residencial, responsável pelo consumo de 1,7 10 ¹⁵ BTU/ano. Desse total, 76,5% eram usados para aquecimento e 23,5% para resfriamento, correspondendo a 2% no aumento do consumo de energia no país

Quadro 2: resultados das pesquisas relacionadas sobre o consumo de energia.

Fonte: adaptado de MARINÓSKI, 2005.

Marinóski (2005) mostra que a utilização de janelas eficientes produzidas através de novas tecnologias no uso dos materiais e mecanismos pode representar uma diminuição no consumo de energia nas edificações, conforme quadro 3.

PESQUISADORES	CONSUMO DE ENERGIA OBTIDO COM O EMPREGO DE NOVAS TECNOLOGIAS
CARMODY <i>et al</i> , 1996 (EUA)	Novas tecnologias: conclui-se que a utilização de janelas eficientes em curto prazo proporcionava a economia na conta de energia (melhor isolamento = reduz trocas de calor). Assim, a longo prazo o uso em grande escala dessas janelas poderá gerar uma maior oferta de energia para o mercado trazendo reflexos sobre o custo da energia e nos investimentos com geração e conseqüentemente menor impacto ao meio ambiente
CADDET, 1999 (Canadá, Japão e Suécia)	Eficiência: em Montreal uma nova tecnologia em vidros para janelas em um edifício comercial reduziu 11% com aquecimento e resfriamento. Em Tóquio, um novo sistema de janelas com venezianas e circulação de ar entre os panos de vidros foi utilizado em um edifício comercial proporcionando uma melhora no conforto e redução da carga de resfriamento, com economia de 35%. No sul da Suécia a utilização de janelas super isoladas em escolas reduziu 55% do consumo de energia com aquecimento
CARMODY <i>et al</i> , 1996 (EUA)	Desempenho: analisou-se o impacto causado pelos diferentes tipos de janelas sobre o consumo anual de energia em três cidades dos EUA, concluindo que, quanto maior a necessidade de resfriamento ou aquecimento existente, maior é a redução do consumo de energia quando se utilizam janelas mais eficientes

Quadro 3: resultados de pesquisas relacionadas às novas tecnologias para as Janelas.
Fonte: adaptado de MARINÓSK, 2005.

Acredita-se que as novas tecnologias inseridas nos sistemas construtivos das janelas e na construção civil poderão surtir efeitos relacionados às melhorias na eficiência energética quando associadas à certificação dos produtos. Nos EUA, a certificação das janelas se faz através de organizações como a *National Fenestration Rating Council* (NFRC) que tem a função de fornecer informações sobre o desempenho dos produtos.

O governo brasileiro possui algumas iniciativas de âmbito nacional para o desenvolvimento e incentivo às pesquisas no setor de preservação e consumo de energia, tais como:

- PROCEL (1985), Programa de Conservação de Energia;
- CONPET (1991), Programa Nacional de Racionalização do uso dos derivados de Petróleo e do Gás Natural;

- Programa Nacional de Universidade do Acesso e Uso da Energia Elétrica - Luz para Todos, (2004);
- PDTI (1993), Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial;
- PNE – 2030 (2007), Plano Nacional de Energia 2030;
- PAC (2007), Programa de Aceleração do Crescimento;
- INEEA (1992), Instituto Nacional de Eficiência Energética;
- Lei nº 10.295 de 17/10/2001, que dispõe sobre a política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e de outras providências; e
- Regulamentação para etiquetagem voluntária do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos (2008), que visa à regulamentação em três requisitos principais: o desempenho térmico da envoltória, a eficiência e potência instalada do sistema de iluminação, eficiência do sistema de condicionamento do ar e o edifício como um todo.

Essas iniciativas não possuem nenhum projeto voltado especificamente para a eficiência de elementos da construção civil, como as janelas, em relação ao consumo de energia que elas causam no ambiente construído. Hoje, o Brasil tem como instrumentos normativos para a avaliação das janelas as NBRs 10820, 10821, 6485, 6486, 6487, que estão voltadas para os aspectos construtivos; a NBR 15220-3:2005, que determina o desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social; a NBR 15.575, que analisa o desempenho térmico de edifícios até 05 pavimentos, não contendo nenhum item específico sobre o desempenho e uso do elemento janela.

As iniciativas governamentais e de instituições privadas aferidas no Brasil mostram a preocupação, ainda que incipiente, com relação às discussões e soluções tecnológicas observadas nos países industrializados. Os estudos que tem como princípio de concepção a arquitetura coerente com o meio ambiente demonstram uma dessas atitudes, ainda que permeável à interferência dos condicionantes comerciais, ou seja, uma “vontade” de alterar a maneira de entender o ambiente construído e as sensações que o mesmo causa ao usuário, principalmente através dos componentes construtivos das edificações *versus* os condicionantes naturais.

4.1 Arquitetura bioclimática

As variações climáticas decorrentes da temperatura, dos ventos, da umidade e da insolação incidem diretamente no conforto térmico do ser humano. A bioclimatologia pode ser denominada, segundo Cartana (2005, p. 15), “como a ciência que estuda as relações entre o clima (climatologia) e os seres vivos. Ou seja, a interação do ambiente, seus fatores e elementos climáticos, com as sensações dos seres vivos” (figura 37).

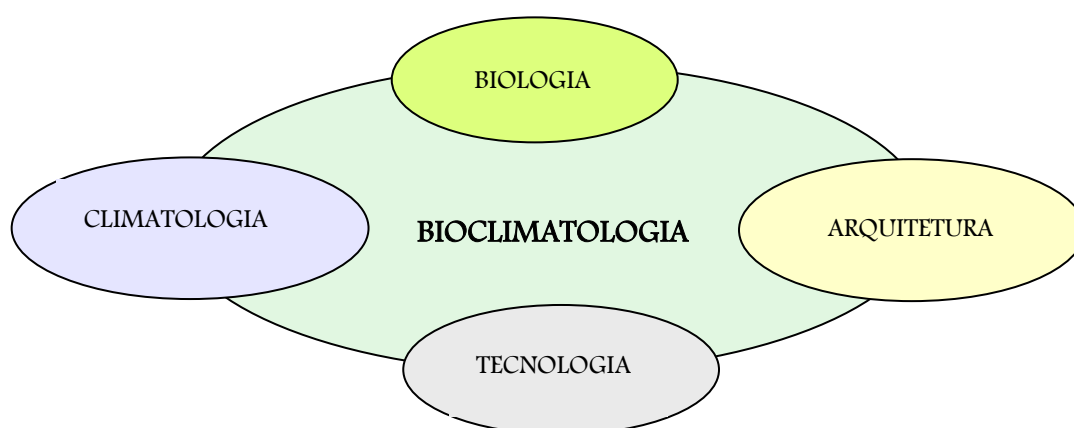
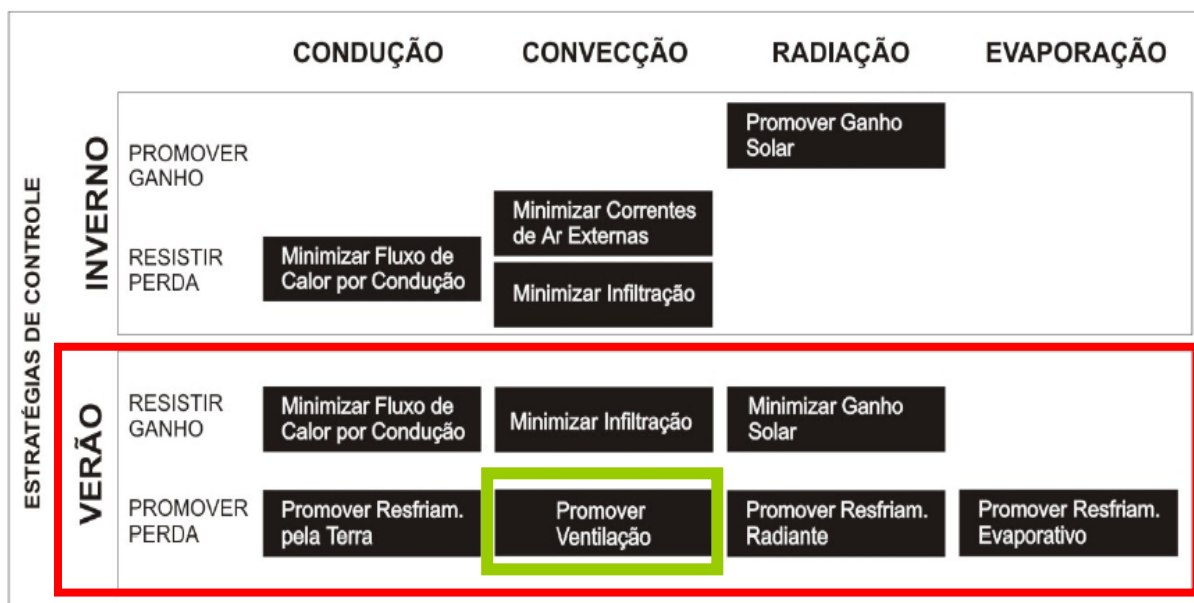


Figura 37: interrelações dos elementos na arquitetura bioclimática.
Fonte: adaptado de OLGAY, 1963, *apud* CARTANA, 2005.

A integração da bioclimatologia e o meio edificado determina a arquitetura bioclimática, que tem entre suas funções a aplicação adequada dos elementos arquitetônicos com o objetivo de fornecer aos usuários do ambiente construído, conforto ambiental com baixo consumo energético.

Na década de 1960, a expressão projeto bioclimático foi utilizada para definir a aplicação da bioclimatologia ao projeto arquitetônico, objetivando responder aos requisitos climáticos específicos. Muitos pesquisadores contribuíram com a bioclimatologia aplicada à arquitetura através de vários métodos de avaliação do ambiente construído. Watson e Labs (1983, *apud* CARTANA, 2005) sintetizam a relação dos fenômenos físicos com as necessidades de controle de uma edificação, conforme apresentado no quadro 4.

Para Corbella e Yannas (2003), os princípios estratégicos para uma arquitetura bioclimática também estão alicerçados nos seguintes itens, conforme quadro 5.



Quadro 4: princípios estratégicos do design bioclimático, com ênfase no período de verão.
Fonte: adaptado de WATSON E LABS, 1983, *apud* CARTANA, 2005.

PRINCÍPIOS ESTRATÉGICOS - ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA			
Controlar ganhos de calor	Minimizar a energia solar através das aberturas	Minimizar a energia solar absorvida pelas paredes externas	Colocar isolantes térmicos nas paredes mais expostas ao sol
Dissipar a energia térmica do interior	Promover maior ventilação através de melhor disposição e tipologia	Combinar ventilação noturna e inércia térmica através da disposição e tipos de elementos	Transferir o calor para zonas com temperaturas menores que a do ambiente habitado.
Remover a umidade em excesso e promover o movimento do ar	O efeito desejado acontecerá no período em que as pessoas estejam no ambiente		
Iluminar naturalmente	As aberturas deverão proporcionar a entrada de luz natural sem permitir a entrada da radiação solar direta		
Controlar o ruído	Disposição de elementos que dificultem a transmissão		

Quadro 5: princípios estratégicos para o desenvolvimento da arquitetura bioclimática, com ênfase nos aspectos relacionados à ventilação.

De acordo com Cunha (2006), a questão da bioclimatologia nas edificações é condição primordial na obtenção de uma arquitetura que minimize o consumo de energia. Essa condição é fundamentada em três aspectos: **o lugar**, onde se obtêm os valores climáticos e microclimáticos, os materiais, a paisagem e as formas construtivas; **a história**, onde se determina a constante adequação do homem ao seu entorno; e **a cultura**, que demonstra os recursos e mecanismos do fazer

humano. Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2004) arquitetura bioclimática busca utilizar as condições favoráveis do clima objetivando satisfazer as exigências de conforto térmico do homem.

4.2 A questão do conforto térmico

A conservação de energia é um dos itens de preocupação mundial, principalmente para os setores produtivos da sociedade. Na construção civil, a eficiência energética passou a ser fator fundamental na concepção de construções denominadas mais inteligentes, compostas por uma arquitetura preocupada com a integração com o meio ambiente e, conseqüentemente, centrada no conforto ambiental do ser humano e na repercussão das decisões arquitetônicas sobre o planeta.

Ressalta-se que, conforme Bittencourt e Cândido (2006), a concepção de edifícios – abrigo – é uma síntese de solução arquitetônica oriunda da influência climática, da cultura, da tecnologia disponível de cada região e das características sócio-culturais das populações envolvidas. Os seres humanos têm a necessidade de se proteger das intempéries. Esta necessidade é compensada pelas vestimentas e pela proteção oferecida pelos abrigos – o edifício. Mermet (2005) afirma que o ser humano tem comodidade termofísica em relação ao ambiente quando existe a presença do ar livre no ambiente interno. Esta situação é denominada de bem-estar termofísico, ressaltando os condicionantes para o conforto térmico.

Para Dutt, Dear e Krishnam (1992, *apud* BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2006, p. 10), “conforto térmico é a situação de satisfação psicofisiológica com as condições térmicas de um ambiente onde a manutenção da homeostase⁹ humana é obtida”. ASHRAE (1997) define conforto térmico como “aquela condição da mente na qual é expressa a satisfação com o ambiente térmico” e estabelece como zona neutra o intervalo de temperatura onde não ocorrem ações do sistema de controle fisiológico para manter a temperatura normal do corpo. Em atividades sedentárias as faixas de temperaturas operativas oscilam entre 29° C a 31°C para pessoas desnudas e entre 23°C e 27°C para pessoas vestidas (ASHRAE, 1997, *apud* TOLEDO, 1999).

⁹ Propriedade auto-reguladora de um sistema ou organismo que permite manter o estado de equilíbrio de suas variáveis essenciais ou de seu meio ambiente. (HOLLANDA, 1999)

Beyer (1998, *apud* TOLEDO, 1999) considera que se obtém conforto térmico quando o corpo é capaz de manter seu equilíbrio térmico com o ambiente e com o mínimo de esforço termorregulatório, alcançando assim um estado de neutralidade termofisiológica, quando sua temperatura interna é de 37°C e a temperatura da pele de 33,5°C a 34°C estão nos seus valores neutros.

Segundo RIVERO (1985, p. 62),

As definições de conforto cuidam para não indicar valores numéricos devido à enorme quantidade de casos que podem se apresentar. Dentre os mais conhecidos há dois que poderíamos chamar complementares e que precisam bem o problema. Um deles, de caráter subjetivo, diz: o conforto térmico de uma pessoa é aquela condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico. A outra tem fundamentos fisiológicos: o conforto térmico de um indivíduo se alcança quando as condições do meio permitem que o sistema termorregulador esteja em estado de mínima tensão.

Para o alcance do conforto térmico humano, Mermet (2005), Corbella e Yannas (2003) definem 03 (três) grupos de variáveis diferentes que interferem nas condições térmicas do ambiente (quadro 6).

VARIÁVEIS FÍSICAS	- Temperatura (do ar e das superfícies que rodeiam as pessoas) - Umidade relativa do ar (água que está contida no ar) - Velocidade e direção do ar (movimento do ar) - Odores e ruídos - Intensidade de luz
VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS	- Idade - Sexo - Características específicas dos ocupantes
VARIÁVEIS EXTERNAS	- Atividades desenvolvidas pelos ocupantes - Vestimenta - Condicionantes sociais

Quadro 6: variáveis interferentes no conforto térmico, com grifo para os elementos relacionados à questão da ventilação.

O conforto térmico no interior dos ambientes depende da associação dessas variáveis definindo as condições para a habitabilidade do ser humano. As soluções arquitetônicas com elementos mais eficientes induzem a um menor consumo de energia e ao melhor aproveitamento dos condicionantes climáticos para o desempenho de suas funções. Dentre as variáveis primordiais para o conforto térmico do ser humano, a ventilação natural possui uma parte significativa, quando se trata de menor consumo de energia nos edifícios em clima tropical.

Segundo Villas Boas (1991, *apud* BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2006), no Brasil e também em outros países, o ar condicionado não é uma alternativa para a solução do conforto térmico para muitos ambientes. A utilização da ventilação natural para amenizar o desconforto térmico é resultado da adoção de elementos construtivos adequados, tecnologias apropriadas e o aproveitamento dos condicionantes climáticos e topográficos de cada região na concepção das edificações, o que ressalta a importância da ventilação natural como método eficiente de resfriamento.

4.2.1 Ventilação Natural

A ventilação natural é um elemento que oferece diversas possibilidades de estratégias para auxiliar na satisfação dos condicionantes para o conforto térmico em várias zonas climáticas, pois constitui um importante recurso para o controle da qualidade do ar e da temperatura no ambiente interno.

Também é importante ressaltar que ao adotar os condicionantes naturais para determinar diretrizes de conforto térmico significa, também, trabalhar com comportamentos aleatórios e, conseqüentemente, de difícil controle. Quando se aborda a ventilação natural, os elementos físicos não são os únicos a serem indicadores do desempenho, sendo necessária a realização de simulação do funcionamento dos elementos construtivos. No entanto, são inúmeros os elementos que interferem na ventilação natural de um ambiente, como a qualidade do ar exterior, os eventuais problemas acústicos, a presença de insetos, a incidência de chuvas de vento entre outros (MERMET, 2005).

Ainda segundo Mermet (2005), as funções básicas da ventilação natural são: assegurar a qualidade do ar interior através da **ventilação higiênica**; proporcionar conforto térmico nas épocas quentes através da **ventilação de conforto** e da ventilação noturna sobre a massa do edifício através do **resfriamento**.

- **Ventilação higiênica**

O ser humano vive em média 80% a 90% do seu tempo em ambientes fechados. Esses ambientes criam microclimas que podem gerar enfermidades aos ocupantes, ocasionados por elementos como por exemplo: o ar condicionado sem manutenção, a pouca ventilação, a fumaça de cigarro, os mobiliários empoeirados, os papéis, os computadores, os odores e bactérias oriundos dos banheiros, entre outros. A

ventilação natural pode ser um fator primordial para a eliminação dos malefícios desses microclimas conforme ilustra a figura 38. A ASHRAE avalia os níveis de qualidade do ar interior baseado em quatro elementos: o controle da fonte de contaminação, a ventilação desejada, o controle da umidade e a filtração adequada (MERMET, 2005). A utilização de aberturas que maximizem a penetração do vento no interior das edificações é uma das estratégias adotadas para modelos tipológicos de janelas onde caixilhos superiores auxiliam na troca do ar dos ambientes internos, favorecendo a ventilação higiênica quando associados à permeabilidade do fluxo de ar por toda a edificação através de outras aberturas.

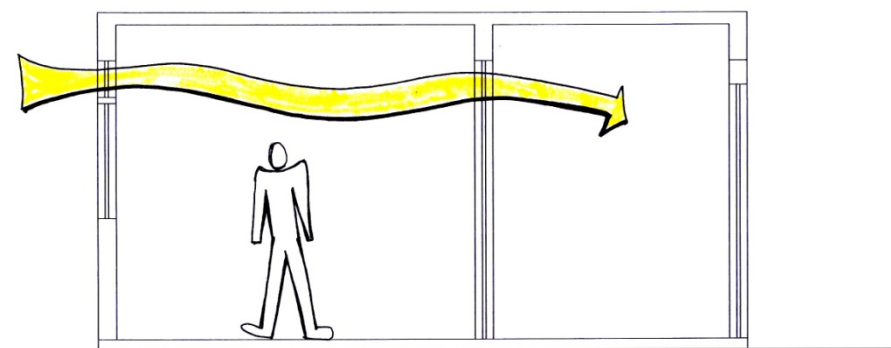


Figura 38: ventilação higiênica.

- ***Ventilação de conforto***

A ventilação de conforto ou a ventilação direta sobre as pessoas (figura 39), também denominada de resfriamento passivo, consiste na transferência do calor do corpo humano para a ventilação natural que envolve o ambiente interno, com os resultados quase nulos sobre as temperaturas radiantes das superfícies (MERMET, 2005). As estratégias para se obter melhores condições de ventilação de conforto estão relacionadas à etapa de concepção do projeto. Nesta etapa deve ser levada em consideração a velocidade e o fluxo do vento, pois isto determinará o estudo de tipos de aberturas (janelas e portas) mais apropriadas para a situação, com o objetivo de obter o máximo de eficiência no resfriamento passivo.

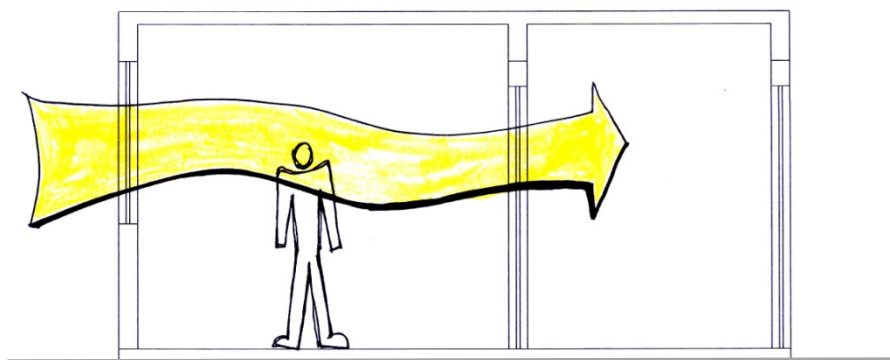


Figura 39: ventilação de conforto.

- **Resfriamento**

O resfriamento através da ventilação noturna consiste na troca térmica entre a estrutura do edifício com a passagem de ar sobre as superfícies circundantes (figura 40). O calor absorvido pela estrutura do edifício durante o dia é eliminado durante a noite com a presença da ventilação natural, quando as temperaturas são menores. A estrutura do edifício esfriada atua para o dia seguinte como acumulador de calor, absorvendo o calor que entra pelo edifício e o calor gerado dentro do mesmo. Roaf (2006, p. 128), destaca que “para um sistema de ventilação noturno eficaz é importante que as entradas e saídas possam ser abertas com segurança à noite”.

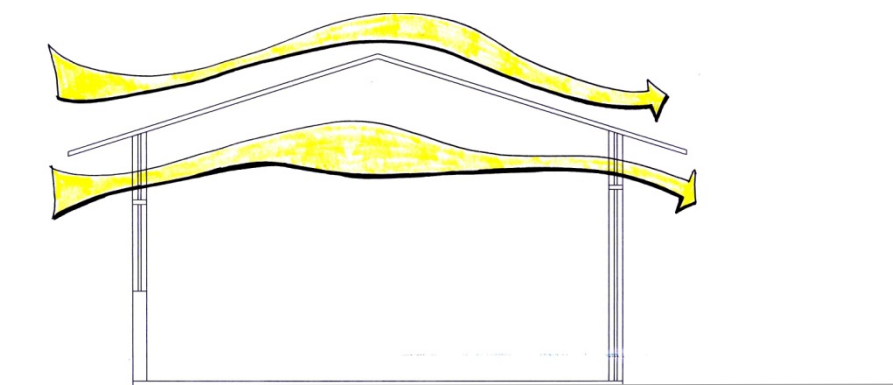


Figura 40: resfriamento convectivo.

O uso adequado da ventilação natural e, conseqüentemente, do desempenho de suas funções para o ambiente interno é atingido através da adoção de estratégias construtivas. No entanto, para a adoção do sistema de ventilação natural é necessário que os elementos que o compõem sejam definidos em projetos e que esses elementos possam reduzir ou aumentar o movimento de ar no interior da edificação de acordo com suas características construtivas e de implantação. A

renovação do ar nos ambientes internos é condição para atingir níveis de conforto térmico para os usuários, nos mais variados ambientes e funções.

Para Mermet (2005), os arquitetos e engenheiros necessitam ter informações qualitativas e quantitativas sobre o edifício e sobre a ventilação natural, para definir de forma efetiva a solução mais eficaz para o conforto térmico dos usuários. As informações qualitativas referem-se a conceitos e critérios de desenho e as informações quantitativas incluem técnicas de cálculos para determinar os parâmetros climáticos, dimensionamento de aberturas, fluxo de ar e avaliação dos métodos mais eficiente para definir uma solução mais adequada. Corbella e Yannas (2003), Mermet (2005) e Bittencourt e Cândido (2006) sugerem algumas estratégias a serem utilizadas na fase de projeto:

- Conhecer quais os ventos noturnos mais freqüentes no período quente possibilitando a definição das aberturas que deverão ficar abertas durante a noite, com o objetivo de proporcionar a ventilação e o resfriamento;
- Determinar as intervenções urbanas do entorno que influenciarão na intensidade e direção do vento. Estas modificações na direção e fluxo do vento são definidas em três efeitos: efeito barreira (diferença de pressão), efeito Venturi (aumento da velocidade do vento) e efeito pilotis (aumenta a velocidade do vento na zona delimitada pelos pilotis) conforme ilustrado na figura 41.

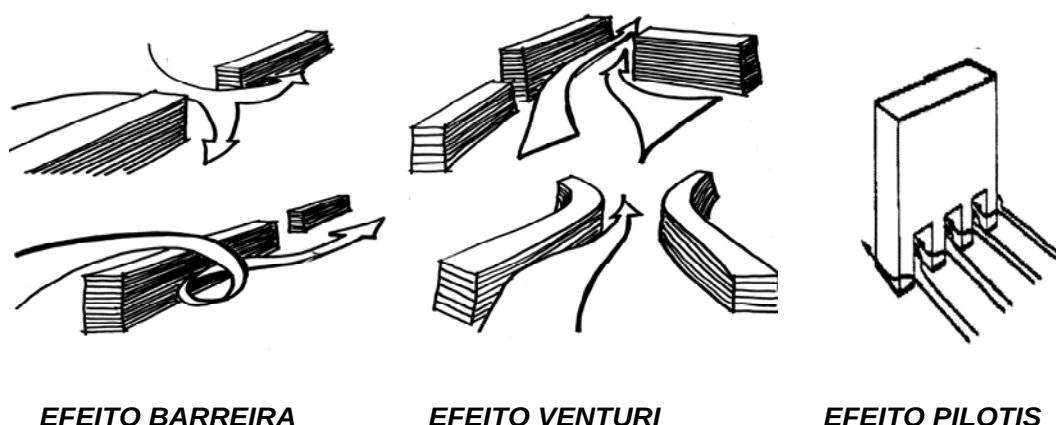


Figura 41: efeitos do vento em relação aos obstáculos urbanos.
Fonte: adaptado de MERMET, 2005.

- Avaliar a dimensão e a forma das construções, beirais e inclinações das coberturas;

- Determinar a existência de grandes aberturas de entrada e de saída, acentuando o movimento do ar dentro do edifício;
- Definir e localizar a tipologia adequada das aberturas de entrada de ar;
- Observar a existência de vegetação no entorno, o que também afeta o comportamento do vento;
- Observar a existência de elementos arquitetônicos nas proximidades das aberturas; e
- Definir a distribuição interna do edifício.

A determinação quanto à localização, o dimensionamento, a tipologia dos elementos arquitetônicos próximos às aberturas são fatores importantes para a definição de projetos de esquadrias com a função de manter o desempenho nos ambientes, relacionados tanto à iluminação quanto a ventilação (CUNHA, 2007 e BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2006).

4.3 Estratégias bioclimáticas por meio do uso das janelas

A evolução histórica das janelas descrita no capítulo 3 relata a necessidade do ser humano em dominar o espaço externo sem perder a intimidade proporcionada no interior do ambiente; em proporcionar a iluminação objetivando descobrir as sensações de domínio do espaço interno; e em proporcionar o conforto térmico através da ventilação natural, nas diversas condições climáticas. Essas funções primárias referentes às janelas, hoje se unem a conceitos de psicrometria e climatologia, definindo diretrizes na concepção de uma arquitetura denominada de bioclimática, que determina estratégias para a observância do uso correto dos elementos naturais de cada região.

A história registrou que os processos tecnológicos conduziram a eliminação de elementos que outrora foram criados pela necessidade de promover à renovação do ar interior através da utilização de ventilação natural. As tendências arquitetônicas, por vezes, determinam a utilização de janelas com dimensões inapropriadas às características climáticas, bem como os sistemas de funcionamento, tipos de materiais entre outros (ROAF, 2006).

Os condicionantes que definem as estratégias para a adoção de conceitos bioclimáticos na concepção de projetos mais conscientes com a qualidade de vida do ser humano abrangem, entre os vários elementos que compõem a edificação, a elaboração de projeto de esquadrias – janelas. Esses projetos são desenvolvidos de forma a serem mais adequadas e eficientes para o aproveitamento dos condicionantes naturais, favorecendo a permeabilidade da ventilação e da iluminação natural nos ambientes internos.

4.3.1 Estudos das características para projetos de esquadrias

A tipologia ideal de janela para permitir o controle de vazão e da direção do fluxo do ar determinando os parâmetros para o bom desempenho com relação à ventilação pode ser definida pelas seguintes características: o dimensionamento das entradas e saídas (ventilação cruzada); o posicionamento das janelas; e o tipo de janela (a área útil para a passagem de ar, a possibilidade de controle da passagem e o direcionamento do fluxo do ar e a possibilidade de separação dos fluxos de ar quente e frio), (AKUTSU, VITTORINO, 1995).

- **Dimensões das entradas e saídas (ventilação cruzada):** para Brown e Dekay (2004), a quantidade de calor retirado do interior do ambiente depende da diferença de pressão entre o interior e o exterior, ou seja, a circulação de ar do entorno da edificação gera zonas de alta pressão (positiva) através da incidência direta dos ventos e zonas de baixa pressão (negativa) no lado oposto, desenvolvendo a **ventilação cruzada**.

Quando se opta pela ventilação cruzada é importante observar a localização das aberturas para entrada de ar nas zonas de alta pressão e as saídas de ar na zona de baixa pressão. A eficácia desse efeito natural do vento é obtida através de dimensões e tipologias apropriadas para as janelas. Quando não é possível a localização da abertura de entrada na zona de alta pressão, especial atenção deve ser dada ao elemento janela, objetivando o aproveitamento máximo das brisas suaves e das rajadas eventuais. Estudos desenvolvidos por Givoni (1976), Bowen (1981) e Ernest *et al* (1991 e 1992) *apud* Bittencourt e Cândido (2006) configuram que:

- As aberturas para a entrada de ar maior do que as aberturas para a saída reduzem o fluxo de ar, proporcionando uma distribuição mais uniforme da velocidade do ar no interior do ambiente; e
- As aberturas iguais de entrada e saída de ar, a média da velocidade de ar no interior dos ambientes dependerá da porosidade do mesmo proporcionando uma maior uniformidade da ventilação no interior do ambiente.

Com relação à influência do formato das aberturas – vertical, quadrado e horizontal – no movimento do ar no interior dos ambientes, Bittencourt e Cândido (2006, p. 63) mencionam os estudos desenvolvidos por Sobin (1981), onde estes ressaltam que para uma mesma área de abertura, os formatos horizontais “apresentam maior rendimento médio para todos os ângulos de incidência do vento, proporcionando uma sensação de conforto térmico no interior dos ambientes”.

- **Posicionamento das janelas:** outro importante fator na ventilação dentro das construções está em escolher a localização das aberturas de entrada, definindo assim, as direções dos fluxos do ar.

Os estudos desenvolvidos por Hertz (1998, *apud* LARANJA, 2000) demonstraram as diversas possibilidades de localização das aberturas (janelas e portas) de um ambiente com várias orientações de vento definindo que a melhor condição de ventilação interna foi para a direção do vento perpendicular a uma das aberturas, considerando aberturas em paredes perpendiculares e a pior condição de ventilação interna foi para a direção do vento oblíqua a abertura (75° em relação ao ângulo de 90°) considerando a mesma situação de posicionamento das aberturas.

- **Tipologias de janelas:** o modelo tipológico de janela está relacionado à função do ambiente, aos aspectos ambientais, plásticos, econômicos, de possibilidade de privacidade e de segurança. A tipologia de janela mais adequada para regiões de clima quente e úmido tem como primazia a utilização de elementos vazantes e móveis proporcionando o controle da privacidade, do vento, das chuvas, da irradiação solar e da iluminação natural. Ressalta-se também a importância da porosidade dos ambientes, bem como da edificação, melhorando assim o fluxo do ar no interior (figura 42).

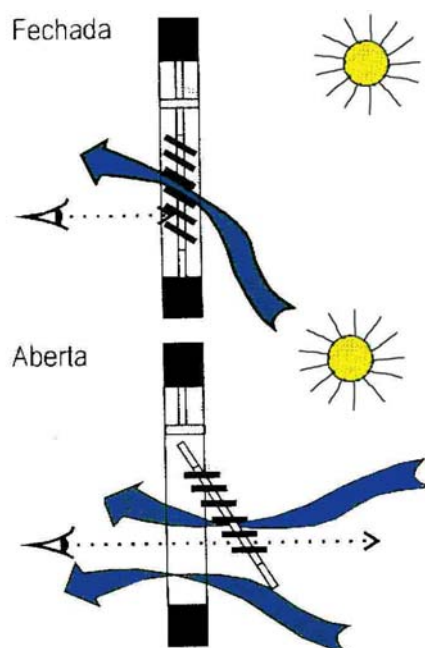


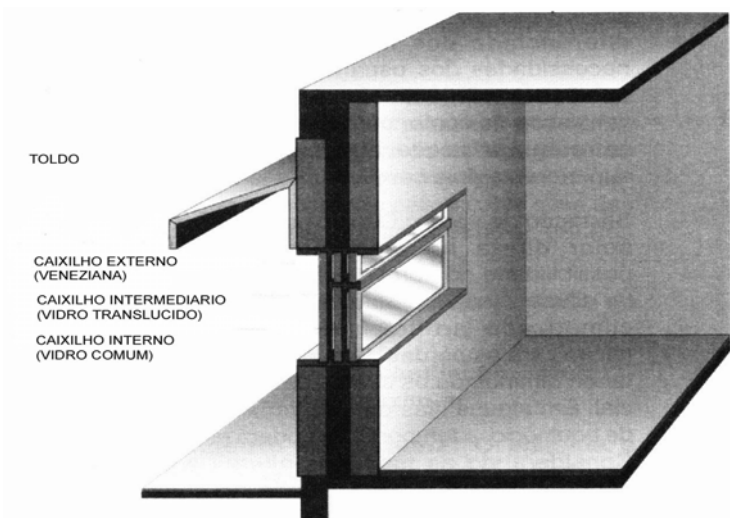
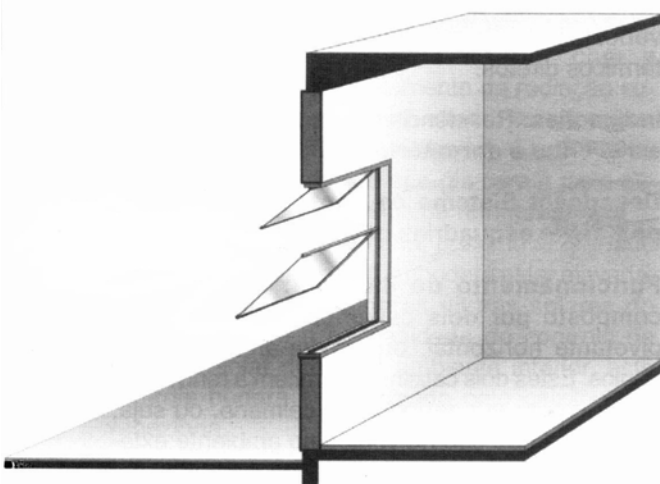
Figura 42: elementos permeáveis e móveis para janelas.
 Fonte: adaptado de BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2006, p. 69.

O desempenho almejado pela tipologia de janela selecionada para a edificação está diretamente relacionado às variáveis físicas, fisiológicas e externas mencionadas anteriormente, com o objetivo de obter principalmente o conforto térmico através da ventilação natural no ambiente. As diferentes tipologias de janelas, através dos projetos de esquadrias, têm influência direta no consumo de energia nas edificações, em consequência do uso dos mecanismos de acondicionamento artificial (MASCARÓ, 1991, *apud* CUNHA, 2007), bem como de iluminação artificial para o adequado condicionamento lumínico.

4.3.2 Projetos de esquadrias

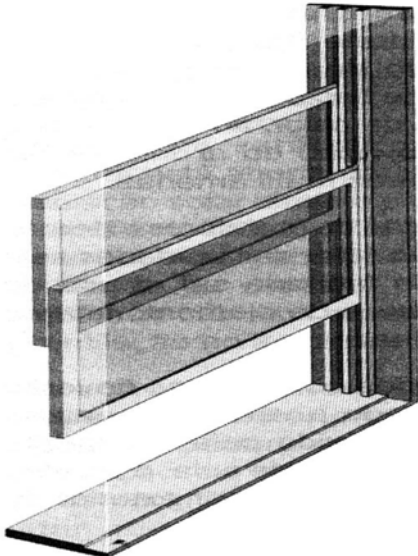
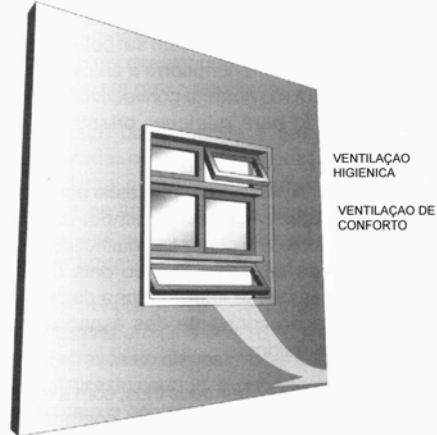
As propostas para projetos de esquadrias apresentadas por CUNHA (2006) e sintetizadas no quadro 7 foram desenvolvidas de acordo com as diferentes variações climáticas existente no Brasil, e cujas soluções apresentadas são fundamentais para a correta utilização das estratégias.

continua

VENTILAÇÃO NATURAL - PROJETO DE ESQUADRIAS					
1- Esquadria com toldo	Objetivo	Elementos	Aplicação	Desempenho-verão	Desempenho-inverno
	Controla a radiação solar direta (através do toldo), aumenta a estanqueidade e distribui os fluxos de ar nos ambientes.	Toldo móvel, esquadria composta de três caixilhos de correr: veneziana externa, vidro translúcido e vidro transparente com aberturas independentes. O sistema possui também um caixilho superior.	Todas as orientações.	O toldo controla a incidência solar possibilitando a radiação difusa, a veneziana controla a radiação solar direta e o vidro duplo minimiza as perdas de energia.	O recolhimento do toldo móvel possibilita a radiação solar direta e o vidro duplo mantém o conforto térmico. Os caixilhos superiores proporcionam a ventilação higiênica
					
2- Esquadria maxim-ar	Objetivo	Elementos	Aplicação	Desempenho-verão	Desempenho-inverno
	Renova o ar interior gerando pressão positiva na fachada em períodos de calma.	A esquadria é composta de dois caixilhos com aberturas pivotantes horizontais ou maxim-ar com vidros duplos.	Orientação sul	A edificação permeável possibilitar a ventilação cruzada e a ventilação de conforto.	A renovação do ar é feita através do caixilho superior onde proporciona a ventilação higiênica.
					

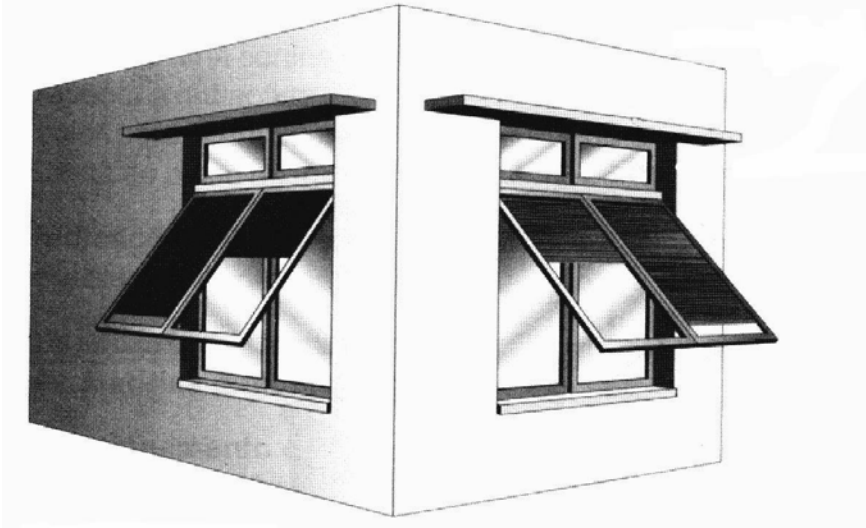
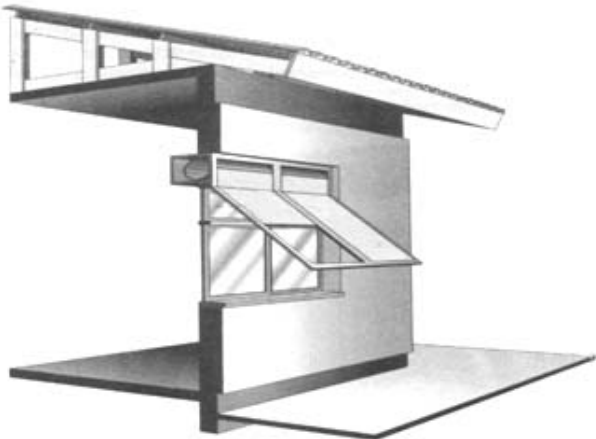
continuação

VENTILAÇÃO NATURAL - PROJETO DE ESQUADRIAS

3-Esquadria tipo guilhotina com persiana projetável	Objetivo	Elementos	Aplicação	Desempenho-verão	Desempenho-inverno
	Bloqueia a radiação solar e renova o ar em períodos de calmaria.	Persiana opaca e projetável com abertura tipo maxim-ar e dois caixilhos de correr do tipo guilhotina.	Fachadas em qualquer orientação solar.	A persiana projetável bloqueia a radiação solar direta e os caixilhos de correr tipo guilhotina quando abertos permite a troca de ar. É necessário que os ambientes sejam fluidos.	O recolhimento da persiana projetável permite a incidência da radiação solar direta e a abertura da parte superior do caixilho permite a ventilação higiênica.
					
4- Esquadria mista	Objetivo	Elementos	Aplicação	Desempenho-verão	Desempenho-inverno
	Maximiza a ventilação em períodos quentes e renova o ar em períodos frios.	Esquadria dividida em três partes com dois caixilhos cada. Caixilhos superiores e inferiores com abertura do tipo pivotante horizontal e o caixilho do meio do tipo de correr.	Fachadas com orientação leste, oeste e norte (protetores solares externos) e orientação sul (elementos internos: cortinas).	Abertura de todo o sistema maximizando a ventilação no ambiente.	Abertura do caixilho superior possibilitando a ventilação higiênica.
					

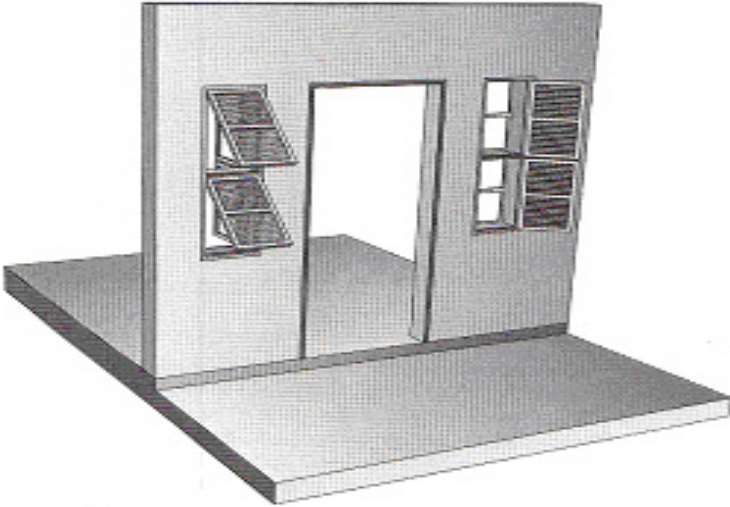
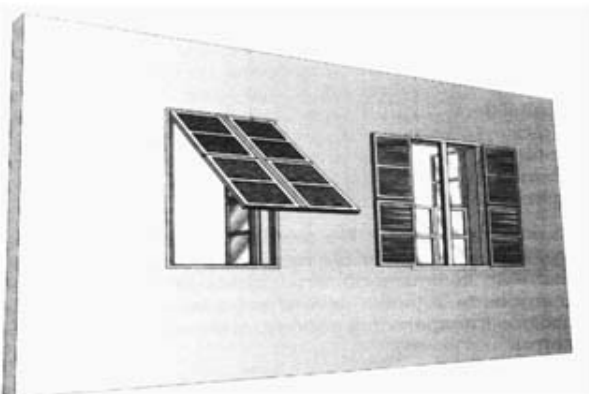
continuação

VENTILAÇÃO NATURAL - PROJETO DE ESQUADRIAS

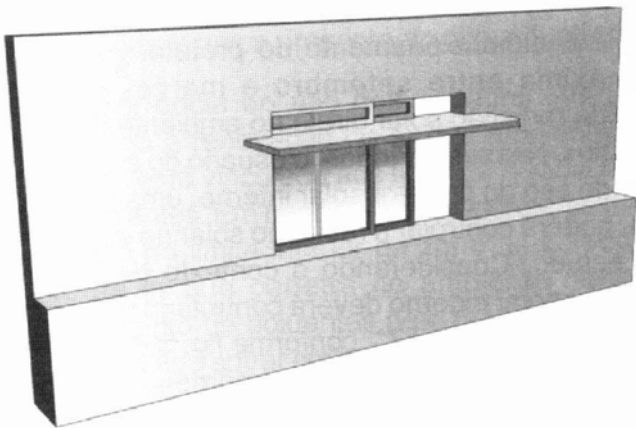
	Objetivo	Elementos	Aplicação	Desempenho-verão	Desempenho-inverno
	Controla a radiação solar direta e maximiza a ventilação em períodos quentes.	Persiana projetável, esquadrias divididas em duas partes com dois caixilhos em sistema de correr, dois inferiores e dois superiores e um protetor solar externo horizontal.	Fachadas com orientação leste, oeste e norte.	Abertura de todo o sistema da esquadria onde possibilita a ventilação e a abertura da persiana para bloquear a radiação solar direta.	Dependendo da temperatura externa o caixilho superior pode estar aberto onde possibilita a ventilação higiênica.
5- Esquadria com veneziana projetável					
	Objetivo	Elementos	Aplicação	Desempenho-verão	Desempenho-inverno
	Controla a radiação solar direta, com aproveitamento da iluminação natural através da reflexão da luz e ventilação higiênica e de conforto.	Dois caixilhos de correr superiores e dois inferiores e uma persiana plástica projetável.	Fachadas em qualquer orientação solar.	Os caixilhos superiores e inferiores maximizam a ventilação e a persiana aberta funciona como controladora da radiação solar.	Abertura dos caixilhos superiores possibilita a ventilação higiênica e a persiana fechada proporciona a radiação solar direta.
6- Esquadria com persiana projetável					

continuação

VENTILAÇÃO NATURAL - PROJETO DE ESQUADRIAS

7- Esquadria com venezianas 1	Objetivo	Elementos	Aplicação	Desempenho-verão	Desempenho-inverno
	Controla a radiação solar direta e assegura a permeabilidade para a ventilação natural.	O sistema é composto por venezianas do tipo abrir ou maxim-ar e dois caixilhos de abrir, um superior e um inferior.	Fachadas em qualquer orientação solar.	Os caixilhos superiores e inferiores abertos proporcionam a maximização da ventilação e as venezianas abertas no sistema maxim-ar possibilita a ventilação interna e bloqueiam a radiação solar direta.	Abertura dos caixilhos superiores onde possibilitam a ventilação higiênica e a veneziana aberta no sistema do tipo abrir possibilita a entrada da radiação solar.
					
8- Esquadria com venezianas 2	Objetivo	Elementos	Aplicação	Desempenho-verão	Desempenho-inverno
	Controla a radiação solar direta e aproveita da ventilação natural.	Esquadrias composta de venezianas com o sistema maxim-ar e possibilidade de abrir com dois caixilhos de abrir superiores e dois caixilhos de abrir inferiores com vidro.	Qualquer orientação solar	Os caixilhos superiores e inferiores abertos maximizam a ventilação e as venezianas abertas no sistema maxim-ar possibilita a ventilação interna e bloqueia a radiação solar direta.	Abertura dos caixilhos superiores onde possibilita a ventilação higiênica e a veneziana aberta no sistema do tipo abrir possibilita a entrada da radiação solar.
					

conclusão

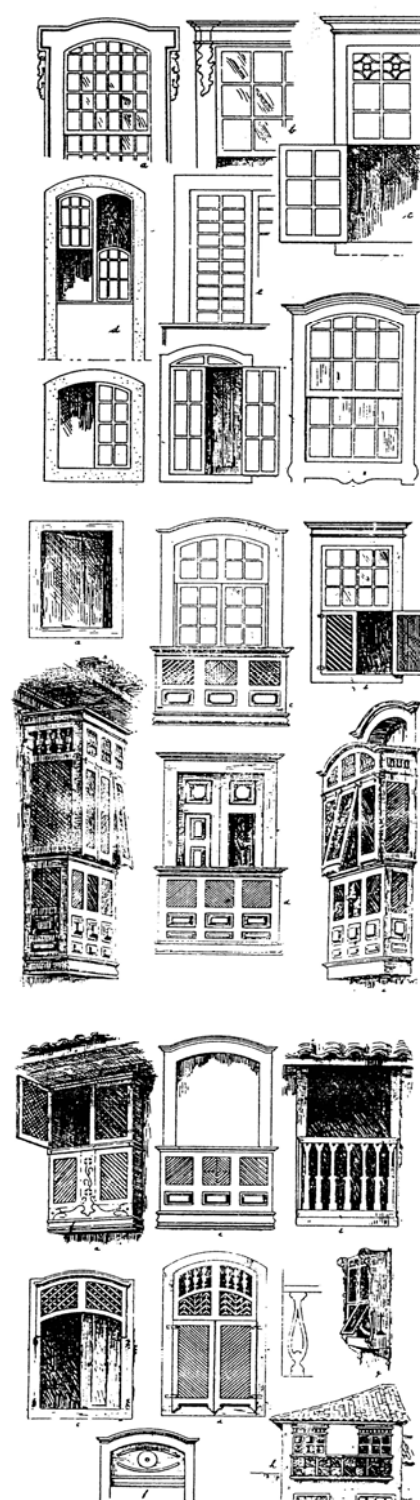
VENTILAÇÃO NATURAL - PROJETO DE ESQUADRIAS					
9- Esquadria com bandeja de luz	Objetivo	Elementos	Aplicação	Desempenho-verão	Desempenho-inverno
	Permitir radiação solar direta nos períodos frios e a eficiência máxima nos períodos quentes.	Duas esquadrias com caixilhos de correr ou maxim-ar com protetor solar horizontal.	Fachadas com orientação norte.	O protetor solar atua como controlador da radiação solar direta e o caixilho aberto em alguns períodos do dia possibilita trocas térmicas: ventilação higiênica e de conforto.	É importante a estanqueidade das esquadrias e a possibilidade da ventilação higiênica.
					

Quadro 7: estratégias para desenvolvimento de projetos de esquadrias.

Fonte: adaptado de CUNHA, 2006.

As propostas apresentadas contêm elementos que possibilitam a ventilação constante, assim como o aproveitamento da iluminação natural. Observou-se que em algumas propostas, a necessidade de utilização de elementos bloqueadores de iluminação (cortinas) inviabiliza a função da abertura para a ventilação higiênica, bem como as tipologias que possuem os sistemas de abertura do tipo maxim-ar com folhas muito grandes, dificultam o manuseio, a limpeza e o uso de grades e telas.

Para CUNHA (2006) as estratégias para o desempenho térmico da edificação com conceitos bioclimáticos não devem estar desconectadas do entendimento do desempenho lumínico, térmico e acústico do ambiente. É importante ressaltar que os aspectos como tratamento do ambiente externo, as características da envolvente, a orientação solar e a permeabilidade interna dos espaços são fundamentais para o desempenho do conforto térmico dos ambientes internos. Para obter respostas significativas com relação ao desempenho da edificação são importantes que, no processo de concepção da edificação, sejam plenamente conhecidas as estratégias bioclimáticas para a região em questão.



5 AS JANELAS NO CONTEXTO DA CIDADE DE VITÓRIA

5 AS JANELAS NO CONTEXTO DA CIDADE DE VITÓRIA

O crescimento econômico-social do estado do Espírito Santo induziu a um grande avanço técnico-construtivo no setor da construção civil oferecendo ao mercado possibilidades de melhoria na qualidade de vida da população.

O surto de desenvolvimento para a cidade de Vitória aconteceu a partir da década de 1960, com as inúmeras mudanças políticas, econômicas e urbanas que resultaram no surgimento de novos bairros e edificações residenciais multifamiliares construídas com melhor qualidade, tanto na etapa de execução como na etapa de acabamentos (JUNIOR, SOARES e BONICENHA, 1994). Nos anos 70, nas proximidades da região da cidade de Vitória, foram implantados grandes empreendimentos industriais que demandaram um aumento significativo de habitações como, também, trazendo a abertura de novos mercados e a necessidade de comercialização de produtos de melhor qualidade. A construção civil acompanhou esse desenvolvimento, proporcionando ao mercado uma grande oferta de edificações de padrões com produtos diferenciados.

Por um longo período da história do Espírito Santo, a janela em madeira foi a mais utilizada nas construções, devido a grande variedade e quantidade de madeiras disponíveis, que serviam tanto para a execução das janelas como para a execução das construções. A necessidade de acompanhar as inovações tecnológicas fez com que o mercado da construção civil oferecesse produtos e tecnologias novas para as janelas, como o alumínio, o aço, e no final do século XX e início do século XXI surgissem novos materiais competitivos, como o PVC e as janelas em vidro com ferragens.

5.1 Características climáticas e as estratégias para a cidade

A cidade de Vitória está localizada na latitude 20°19', longitude 40°20' (FROTA, SCHIFFER, 1994), na região sudeste do Brasil e é uma das três capitais insulares do país.

A figura 43 apresenta as principais características dos ventos atuantes, com ênfase para os oriundos do quadrante Nordeste por serem os dominantes na região.

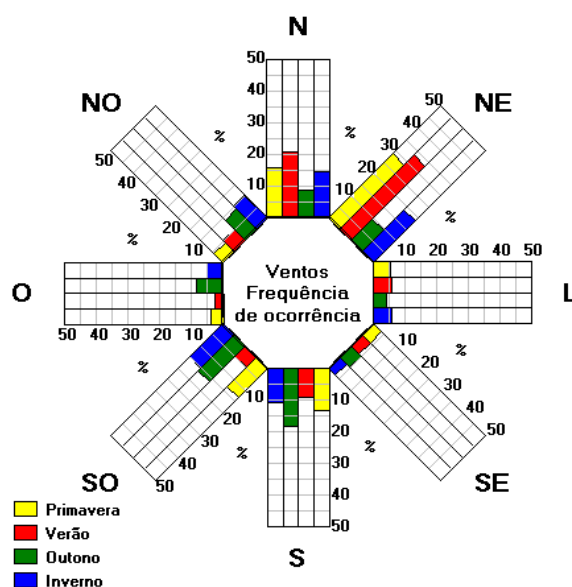


Figura 43: rosa dos ventos representa a incidência de ventos na região da cidade de Vitória determinando um percentual da frequência para cada direção.
 Fonte: Software analysis SOLAR . Acesso em: 10 jul. 2008.

As características ambientais da cidade determinam um clima tropical atlântico, característico de algumas regiões litorâneas do Brasil com temperaturas médias variando entre 14°C e 33°C e umidades relativas superiores a 50% (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2004).

Estudos desenvolvidos por Lambert, Dutra e Pereira (2004) em diversas regiões do país resultaram em propostas em que foram sugeridas algumas estratégias fundamentais para o desenvolvimento de projetos alicerçados nos conceitos bioclimáticos para as edificações. A região onde está inserida a cidade de Vitória tem como estratégias para o desenvolvimento de projeto bioclimáticos resultados que apontam para o desconforto em 82,1% de horas do ano, sendo que 64% referem-se ao calor e 18% refere-se ao frio.

Recomenda-se para o alcance do conforto térmico, o aproveitamento da ventilação natural que atenua o desconforto em até 61% das horas do ano, considerando as interseções entre estratégias (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2004). As figuras 44 e 45 mostram, respectivamente, a carta psicométrica e as estratégias bioclimáticas estudadas para a cidade de Vitória.

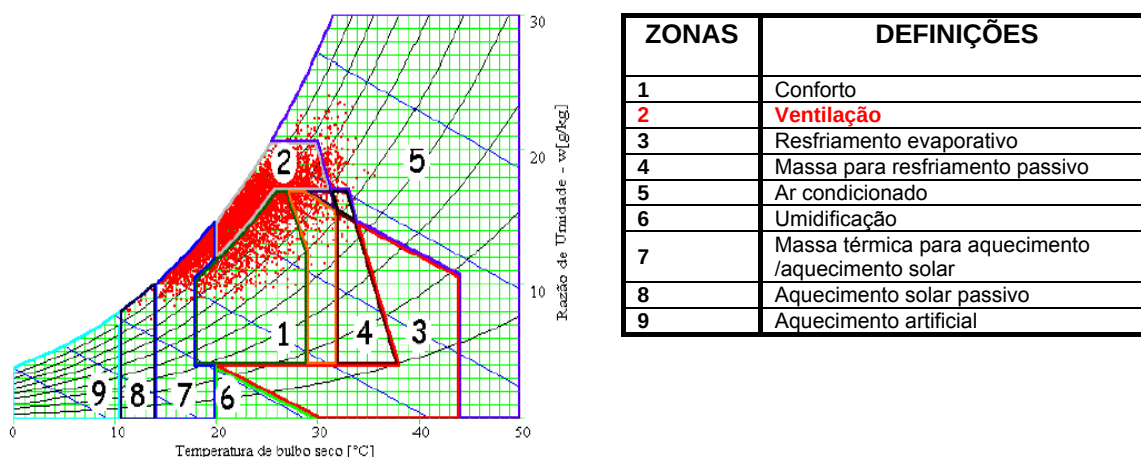


Figura 44: à esquerda, gráfico da análise psicrométrica da cidade de Vitória e à direita, quadro de identificação das zonas com ênfase para a ventilação.

Fonte: adaptado LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2004.

CONFORTO			17,80%
DESCONFORTO	CALOR	Ventilação	56,90%
		Resfriamento evaporativo	3,80%
		Massa térmica para resfriamento	0,10%
		Ar condicionado	2,70%
		Ventilação/massa térmica para resfriamento	0,40%
		Ventilação/massa térmica para resfriamento/ resfriamento passivo	3,70%
		Massa térmica para resfriamento/ resfriamento passivo	0,10%
	FRIO	Massa térmica para aquecimento/ aquecimento solar	17,80%
		Aquecimento solar passivo	0,10%

Figura 45: estratégias bioclimáticas para Vitória.

Fonte: adaptado de LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2004.

Os dados apresentados na figura 45 definem estratégias como, o tratamento das áreas externas à edificação e a preocupação dos seguintes fatores na fase de projeto, para áreas localizadas com as mesmas características:

- Radiação solar: deve ser evitada nos períodos quentes e, para a estação mais fria, a radiação solar deve ser controlada;
- Ventilação natural: é recomendada a permeabilidade através das janelas e portas com dispositivos móveis permitindo o controle da ventilação em diferentes alturas; e

- Umidade relativa do ar: deve-se utilizar aberturas com sistema hermético com o objetivo de manter o conforto térmico no interior das edificações em períodos mais frios.

O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) desenvolveu o diagrama de conforto humano (gráfico 2), através do cruzamento das condições da temperatura do ar e da umidade relativa, definindo assim a situação provável para a região, bem como a estratégia a ser aplicada. As linhas vermelhas correspondem à temperatura máxima e a umidade relativa máxima para Vitória, coincidindo com as estratégias definidas por Lambert, Dutra e Pereira (2004), apresentadas anteriormente.

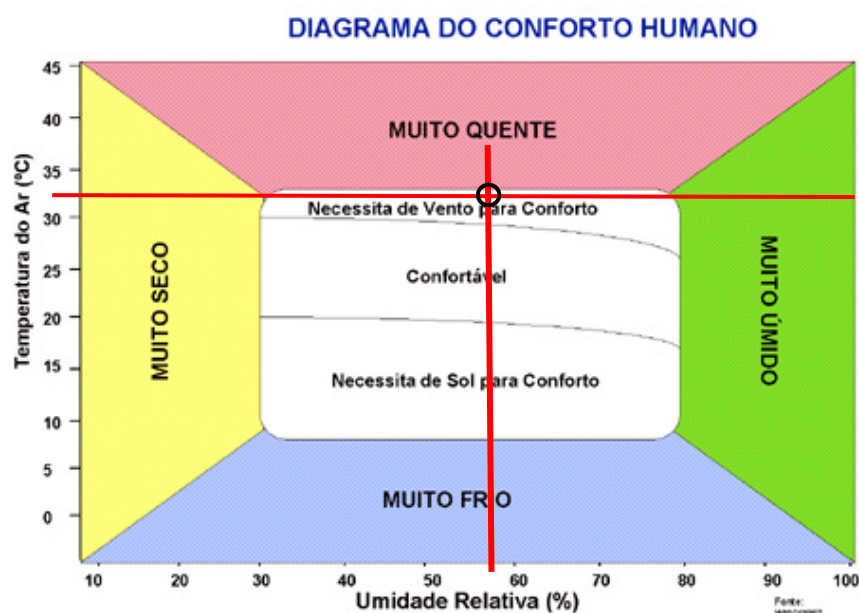


Gráfico 2: diagrama para a definição do conforto humano em Vitória com relação à temperatura e a umidade relativa do ar.

Fonte: adaptado do Instituto Nacional de Meteorologia – Conforto térmico. Acesso em: 03 jul. 2008.

5.2 As tipologias de janelas

O crescimento da construção civil em Vitória ocorreu após as mudanças urbanas, sociais e econômicas a partir da década de 1960, aumentando a demanda por produtos com novas tecnologias e mão-de-obra qualificada. Constatou-se, após levantamento visual das tipologias de janelas e pesquisa junto a fornecedores e

fabricantes¹⁰ de esquadrias (tabela 1), que o mercado de Vitória ainda comercializa janelas em madeira que são utilizadas principalmente em residências unifamiliares. As janelas em alumínio de caixilho de correr com folhas em vidro é a tipologia mais utilizada em residências multifamiliares. Também são encontrados modelos de janelas de caixilho de correr com a parte superior em caixilho no sistema de abertura do tipo maxim-ar observado principalmente nas edificações com tempo de construção acima de 30 anos. A comercialização das tipologias fabricadas em aço e vidro com ferragens é bem menor e são utilizadas em construções unifamiliares. O modelo de janelas com PVC ainda é novo no mercado e tem seu valor comercial alto, se comparado aos outros modelos, configurando um consumidor restrito.

O mercado oferece tipologias de janelas com tamanhos padronizados para os modelos executados em madeira, alumínio, PVC e aço. Observou-se na pesquisa que os modelos de janelas em madeira são, muitas vezes, inseridos no mercado através do próprio consumidor, que também as adquire sob medida e na tipologia desejada e, posteriormente, são utilizadas como opção de comercialização pelas lojas. As tipologias de janelas em alumínio, PVC e aço têm sua execução condicionada aos perfis metálicos e acessórios oferecidos pelas empresas fabricantes e os modelos seguem o perfil oferecido para todo o território nacional, havendo alterações principalmente quanto ao custo final da esquadria.

A oferta de modelos de janelas no mercado é, em sua maioria, condicionada às tendências arquitetônicas impostas pelos grandes centros econômicos, que definem conceitos e critérios que, em muitos aspectos, não se adequam às variáveis climáticas para Vitória. Isso é observado pela quantidade de edificações residenciais multifamiliares que utilizam as tipologias de janelas sem os elementos primordiais definidos para as estratégias de arquitetura bioclimática, descritos no capítulo 4.

¹⁰ Fabricantes e fornecedores pesquisa: Mavan – Madeiras em Geral (comercializa esquadrias em madeira); Metazil – Esquadrias de alumínio (comercializa esquadrias em alumínio, PVC e vidro); Dadalto (comercializa esquadrias em alumínio e aço).

Tabela 1: resultado da pesquisa obtida junto aos fornecedores e fabricantes de esquadrias para a cidade de Vitória.

MATERIAL	DIMENSÕES MAIS UTILIZADAS (L X A) ÁREA	ELEMENTO P/ VENTILAÇÃO	CONTROLE VENTILAÇÃO	ÁREA P/ VENTILAÇÃO	TIPOLOGIA
Madeira com acabamento em verniz	50% das vendas são de: dimensões = 1.20 X 1.20 m, área = 1,44 m ² 30% das vendas são de: dimensões = 1.50 X 1.20 m, área = 1,80 m ² 20% das vendas são de: dimensões = 2.00 X 1.20 m, área = 2,40 m ²	Não contêm	Pelo sistema de abertura	50% de área para ventilação	
Aço	90% das vendas são de: dimensões = 1.50 x 1.00 m, área = 1,50 m ²	Contêm	Veneziana e grade	50% de área para ventilação que quando fechadas a ventilação se faz pelas venezianas	
Alumínio	50% das vendas são de: dimensões = 1.50 X 1.00 m, área = 1,50 m ² 50% das vendas são de: dimensões: 1.20 X 1.00 m, área = 1,20 m ²	Não contêm	Pelo sistema de abertura	50% de área para ventilação	
PVC	100% das vendas são de: dimensões = 0,70 X 0,80 m, área = 0,56 m ²	Não contêm	Pelo sistema de abertura	100% de área para ventilação	
PVC	100% das vendas são de: dimensões = 2.00 X 1.20 m, área = 2,40 m ²	Contêm	Veneziana	50% de área para ventilação	
Vidro com ferragens	100% das vendas são de: dimensões = 2.00 X 1.20 m, área = 2,40 m ²	Não contêm	Pelo sistema de abertura	50% de área para ventilação	

5.3 Legislação brasileira relacionada às janelas

As normas brasileiras para os elementos construtivos de fechamentos envolventes nas edificações foram, até pouco tempo, voltadas apenas para o estabelecimento de certificação do produto em relação ao desempenho quanto ao comportamento técnico, quando submetido à ação de intempéries e a resistência a cargas externas.

A inexistência de normatização específica para esses elementos incentivou, ainda que de forma superficial, normas específicas voltadas para o desempenho de componentes das edificações até cinco pavimentos, com o objetivo de atender às exigências dos usuários com relação ao seu comportamento em uso. Além destas normas, outras normas voltadas para edificações de interesse social apresentam diretrizes construtivas para a fase de projeto.

5.3.1 Normas Brasileiras - NBRs

Para determinar a qualidade das janelas existentes no mercado nacional, as normas determinam os métodos de ensaio prescrevendo as condições de avaliações para caixilho, fachada-cortina e porta externa. Essas normas, estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), objetivam certificar o produto em relação à qualidade do desempenho de sua função, avaliando a estanqueidade ao ar, à água e ao comportamento do caixilho quando submetido à carga uniformemente distribuída (quadro 8).

NBR	ANO	TÍTULO	OBJETIVOS
10820	01/06/1989	Caixilho para edificação de janelas	Define termos para a classificação das janelas de uso em edificações, bem como, os termos empregados na nomenclatura de suas partes
10821: 2000	30/08/2000	Caixilho para edificações – janelas	Fixa as condições exigíveis de desempenho de caixilhos para edificações para o uso residencial e comercial
6485: 2000	01/08/2000	Caixilho para edificação – janela, fachada-cortina e porta externa – verificação da penetração de ar	Prescreve o método para verificar a penetração de ar em caixilhos – janelas, fachada-cortina e porta externa em edificações
6486: 2000	01/08/2000	Caixilho para edificação – janela, fachada-cortina e porta externa – verificação da estanqueidade à água	Prescreve o método para verificar a resistência à penetração de água em caixilhos – janelas, fachada-cortina e porta externa em edificações
6487: 2000	01/08/2000	Caixilho para edificação – janela, fachada-cortina e porta externa – verificação do comportamento, quando submetido a cargas uniformemente distribuídas	Prescreve o método para verificar o comportamento de caixilhos – janelas, fachada-cortina e porta externa em edificações, quando submetidas a cargas uniformemente distribuídas

Quadro 8: as NBRs para certificação das janelas com relação ao desempenho técnico.
Fonte: ABNT.

Segundo Sattler (1991, *apud* Barbosa e Lamberts, 2002), os principais trabalhos para a avaliação de desempenho térmico de edificações residenciais são os realizados pelo Instituto de Pesquisa Tecnológica do estado de São Paulo (IPT, 1981), Akutsu e Vittorino (1991), Akutsu *et al* (1995) e pela Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (CIENTEC-RS). As avaliações podem ser feitas por simulações ou através de medições no local que segundo a tecnóloga civil Cristina Kanaciro, responsável pelo Laboratório de Componentes e Sistemas Construtivos do Centro Tecnológico do Ambiente Construído do IPT, os trabalhos desenvolvidos no setor objetivam manter as condições estabelecidas pelas normas brasileiras para as janelas. Esses trabalhos são realizados, em sua maioria, para fabricantes que necessitam da normatização para garantir a permanência no mercado e pleitear outros setores econômicos da sociedade.

Em 2005 foi estabelecida a norma NBR 15220-3:2005 que determina o desempenho térmico de edificações, sendo dividida em partes que descrevem as definições, método de cálculo de transmitância térmica, zoneamento bioclimático e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, medição da resistência térmica através do princípio da placa quente protegida e do método fluximétrico.

Na parte 3 dessa norma é definido o zoneamento bioclimático brasileiro e as diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, onde constam os parâmetros das condições de contorno para estabelecer propostas de estratégias para a região de Vitória, inserida na zona bioclimática 08. Os aspectos a serem analisados e considerados para esta zona são: tamanho e proteção das aberturas, vedações externas e estratégias de condicionamento térmico passivo (quadro 9).

DIRETRIZES CONSTRUTIVAS – NBR 15220-3
- Aberturas grandes (maior do que 40% da área do piso) para ventilação nas áreas consideradas de longa permanência: cozinha, quartos e sala de estar
- Ventilação cruzada
- Sombreamento das aberturas
- Aberturas voltadas para os ventos dominantes, observando o entorno

Quadro 9: diretrizes construtivas recomendadas para a região da cidade de Vitória.

Fonte: NBR 15220-3(2005).

As diretrizes construtivas descrita nesta norma foram utilizadas como referência, mesmo sendo definidas para habitações unifamiliares de interesse social, com o objetivo de adicionar elementos aos conceitos e diretrizes bioclimáticas anteriormente observados.

Desde 2006 o Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-02), através da Comissão de Estudos de Desempenho de Edificações, está desenvolvendo trabalhos na forma de projeto de norma CB-2 – 02.136.0, que teve sua aprovação em agosto 2008 sob o número 15.575. É uma norma dividida em seis partes, que visa incentivar e balizar o desenvolvimento tecnológico e orientar a avaliação da eficiência técnica e econômica das inovações tecnológicas (quadro 10).

NBR 15.575	TÍTULO	OBJETIVOS
Parte 1	Registros gerais	Refere-se às exigências dos usuários e aos requisitos gerais comuns aos diferentes sistemas
Parte 2	Registros para os sistemas estruturais	Trata-se dos requisitos para o desempenho estrutural, analisado através dos estados limites último e de serviço pelo método semi-probabilístico de projeto estrutural
Parte 3	Registros para os sistemas de pisos internos	Trata-se do desempenho do sistema de pisos internos, incluindo acabamentos que estão sujeitos a desgastes e os seus substratos que podem gerar ruídos em edificações multi-pavimentos
Parte 4	Registros para os sistemas de vedações verticais internas e externas	Trata dos sistemas de vedações verticais internas e externas, que além da volumetria e da compartimentação dos espaços internos do imóvel, integram-se de forma muito estreita aos demais elementos da construção, recebendo influências e influenciando o desempenho do edifício habitacional
Parte 5	Registros para os sistemas de coberturas	Interfere diretamente na durabilidade dos demais elementos que a compõem
Parte 6	Registros para os sistemas hidrossanitários	As instalações hidrossanitárias são responsáveis diretas pelas condições de saúde e higiene requeridas para a habitação, além de apoiarem todas as funções humanas nela desenvolvidas

Quadro 10: projeto de norma para o desempenho de edifícios residências até 05 pavimentos.
Fonte: adaptado da ABNT.

As normas da Regulamentação para Etiquetagem Voluntária do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviço e públicos foi elaborado pelo LaabEEE, da Universidade Federal de Santa Catarina, através do convênio com a Eletrobrás, no âmbito do programa Procel EDIFICA e teve sua aprovação em agosto/2008. A regulamentação especifica requisitos técnicos e métodos para a classificação de edificações que deverão atender todas as normas da ABNT. A etiquetagem será realizada para projeto de nova edificação, edificação concluída e edificação existente e serão analisados os requisitos relacionados à envoltória,

sistema de iluminação, sistema de ar condicionado de ar e o edifício como um todo (Regulamentação para etiquetagem voluntária do nível de eficiência de edifícios comerciais, de serviços e públicos. Acesso em: 29 nov. 2008).

Para Satter (1991, apud BARBOSA e LAMBERTS, 2002, p.16), “os critérios de avaliação não estão claramente estabelecidos, não sendo possível aprovar ou desaprovar sistemas construtivos, apenas recomendações de qual poderia atingir melhor desempenho”.

5.3.2 Código de Obras e Edificações

Para Rolnik e Somekh (1997, apud TOLEDO, 1999, p.?) “os Códigos de Obras e Edificações constituem instrumento regulador e definidor das condições desejáveis das construções e vinculam-se diretamente a outros instrumentos urbanísticos que definem o uso do solo urbano e a forma das cidades”.

Para Toledo (1999), a evolução dos códigos brasileiros pode ser dividida em quatro momentos: **o período colonial**, com a cidade segura e contida; **o início da industrialização**; ou seja, a cidade medicalizada; **o período modernista**, com a cidade do rendimento; e a **crise energética atual**, com a cidade eficiente.

Os novos conceitos de higiene, ligados à habitação e às novas técnicas de construção, no século XIX, fizeram surgir aos poucos às leis nas grandes cidades, e as primeiras normas de construção,

[...] tanto as que se interessavam pela saúde do povo como as mais voltadas à remodelação urbana, visando o abandono definitivo dos velhos costumes gregários das casas geminadas. E surgiram os afastamentos laterais para o sol e o ar penetrarem nos cômodos do centro da planta. Foi o adeus às alcovas abafadas, e o surgimento dos jardins (LEMOS, 1979, p. 26).

A essas leis e normas, caracterizadas inicialmente por decretos e portarias e posteriormente denominadas de códigos de obra e edificações, eram compostas por critérios de condições de vida condicionados aos fatores econômicos. Os códigos de obras foram se enquadrando às condições determinadas pelas imposições do mercado e pelas novas concepções de higiene (LEMOS, 1979).

Os objetivos dos códigos de obras e edificações brasileiros mostraram alterações diversas em seu contexto durante o desenvolvimento do país. O Instituto Brasileiro

de Administração Municipal (IBAM)/Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL), em 1997 publicou uma proposta designada como “Modelo para elaboração de códigos de obras e edificações” (BAHIA *et al*, 1997), onde propõe a inclusão de questões até o momento emergentes, como conforto ambiental e a conservação de energia. Em alguns países essas questões são adotadas como condições imprescindíveis para o desenvolvimento de edificações que objetivam melhorar o desempenho ambiental.

Algumas considerações apresentadas no Modelo para elaboração de códigos de obras e edificações (BAHIA *et al*, 1997) são descritos no quadro 11 e na tabela 2, apontando os aspectos relacionados à ventilação dos ambientes, que objetivam proporcionar um paralelo com o atual Código de Obras e Edificações da Prefeitura Municipal de Vitória.

MODELO DE PROJETO DE LEI DAS CONDIÇÕES GERAIS RELATIVAS ÀS EDIFICAÇÕES	
SEÇÃO VIII – Da iluminação, ventilação e acústica dos compartimentos.	
Art. 70. “Deverão ser explorados o uso de iluminação natural e a renovação natural do ar, sem comprometer o conforto térmico das edificações”	Soluções: iluminação e ventilação zenital; aberturas maiores e protegidas da incidência solar (beirais, varandas, brises e cobogós) sem bloquear a iluminação e ventilação natural; aberturas voltadas para o vento dominante; utilização de elementos naturais, como a vegetação
Art. 72. “Sempre que possível, a renovação de ar deverá ser garantida através do “efeito chaminé” ou através da adoção da ventilação cruzada nos compartimentos, a fim de se evitar zonas mortas de ar confinado”	Soluções: utilização da ventilação cruzada através da posição e dimensionamento das aberturas (portas e janelas)
O art. 73. prescreve a utilização nos compartimentos de permanência transitória a ventilação indireta e soluções mecânicas desde que os mecanismos se mantenham desligados quando não estiver sendo utilizados e no art. 74. ressalta que os compartimentos ditos especiais merecerão estudos específicos, por exemplo, as academias de ginásticas	Soluções: deve-se procurar ao máximo o uso da ventilação direta
SUBSEÇÃO I - Dos Vãos e Aberturas de Ventilação e Iluminação.	
Art. 75. “Todos os compartimentos de permanência prolongada e banheiros deverão dispor de vãos para iluminação e ventilação abrindo para o exterior da construção”	Solução: para a ventilação de ambientes internos, podem utilizar portas com basculantes
Art. 76. “Os vãos úteis para iluminação e ventilação deverão observar as proporções previstas em regulamento”	Quanto ao uso de esquadrias basculantes para os casos de ventilação cruzada: - 1/2 da área do piso para os compartimentos de permanência prolongada - 2/5 da área do piso para os compartimentos de permanência transitória - 1/6 da área do piso para as garagens coletivas
Art. 80. “A vedação de iluminação e ventilação dos compartimentos de permanência prolongada deverá prever a proteção solar externa e a ventilação necessária à renovação de ar”	Solução: utilização de persianas externas móveis ou venezianas, que objetivam a proteção da radiação solar e garantem a renovação de ar. Também a utilização de quebra-sóis

Quadro 11: aspectos da iluminação e ventilação propostos através modelo de projeto de lei.
Fonte: adaptado Modelo para elaboração de códigos de obras e edificações, (BAHIA *et al*, 1997).

Tabela 2: aberturas mínimas para ventilação e iluminação para as diversas áreas descritas no modelo de regulamentação.

COMPARTIMENTOS	Permanência prolongada (salas, cômodos destinados ao preparo e uso dos alimentos, repouso, lazer, estudo e trabalho).	Permanência transitória (circulações, banheiros, lavabos, vestiários, depósitos e todo compartimento de instalações especiais com acesso restrito, em tempo reduzido).	Garagens coletivas
ÁREAS (EM RELAÇÃO AO PISO)	Área mínima = 9,00 m ² Pé-direito = 2,60 m Círculo inscrito = 2,00 m (d) Mínimo de 1/6, para ventilação e iluminação.	Área mínima = 1,50 m ² Pé-direito = 2,40 m Mínimo de 1/8, para ventilação e iluminação.	Mínimo de 1/20, para ventilação e iluminação.

Fonte: adaptado Modelo para elaboração de códigos de obras e edificações, (BAHIA *et al*, 1997).

Na década de 1920, foram introduzidas normas técnicas que determinaram as diretrizes para a construção em Vitória. O primeiro Código de Posturas Municipal foi elaborado com base nos códigos de São Paulo e do Rio de Janeiro. Hoje, o Código de Obras e Edificações em vigor, data do ano de 1998, onde ressalta-se dentre vários aspectos, os coeficientes para aberturas nas edificações. O código de obras de Vitória prescreve no capítulo V, art. 124,

Os compartimentos e ambientes nas edificações deverão ser posicionados e dimensionados de forma a proporcionar conforto ambiental, térmico, acústico e proteção contra a umidade, obtidos pelo adequado dimensionamento e emprego dos materiais das paredes, cobertura, piso e aberturas, bem como das instalações e equipamentos.

A tabela 3 apresenta as áreas mínimas de iluminação e ventilação exigidas pelo Código de Obras vigente de Vitória para cada função do ambiente.

Tabela 3: aberturas mínimas para ventilação e iluminação para os diferentes grupos.

GRUPOS	Grupo A: repouso, estar, refeição, estudo, trabalho, reunião, prática de exercício físico ou esporte.	Grupo B: depósito, varandas e terraços, cozinha, copas e áreas de serviço, sala de espera.	Grupo C: depósitos, instalações sanitárias, vestiários, áreas de circulação em geral e garagens.
VENTILAÇÃO E ILUMINAÇÃO	Ambiente favorecido pelos afastamentos de frente, logradouros e área principal.	Ambiente favorecido pelos afastamentos de frente, logradouros e área principal ou área secundária.	Ambiente favorecido pelos afastamentos de frente, laterais e de fundos, logradouros e área principal, área secundária, dutos de exaustão vertical ou horizontal ou exaustores.
ÁREAS (EM RELAÇÃO AO PISO)	Área mínima = 7,50 m ² Pé-direito = 2,60 m Círculo inscrito = 2,00 m (d) Mínimo de 1/8, com o mínimo de 0,60 m ² para ventilação e iluminação.	Área mínima = 2,50 m ² Pé-direito = 2,30 m Mínimo de 1/8, com o mínimo de 0,60 m ² para ventilação e iluminação.	Área igual ou maior a 2,50 m ² Pé-direito = 2,30 m Mínimo de 1/15 mínimo de 0,25 m ² para ventilação e iluminação.

A metade da área de iluminação deverá ser destinada para a ventilação.

A ventilação e iluminação de qualquer compartimento poderão ser feitas através de varandas.

Fonte: Código de Obras e edificações da Prefeitura Municipal de Vitória, 1998.

O Código de Obras na Seção III, referente às aberturas (portas e janelas), prescreve em seu art. 138 que

[...] as portas ou janelas terão sua abertura dimensionada em função da destinação do compartimento a que servirem, e deverão proporcionar resistência ao fogo, nos casos exigidos, isolamento térmico, isolamento e condicionamento acústico, estabilidade e impermeabilidade.

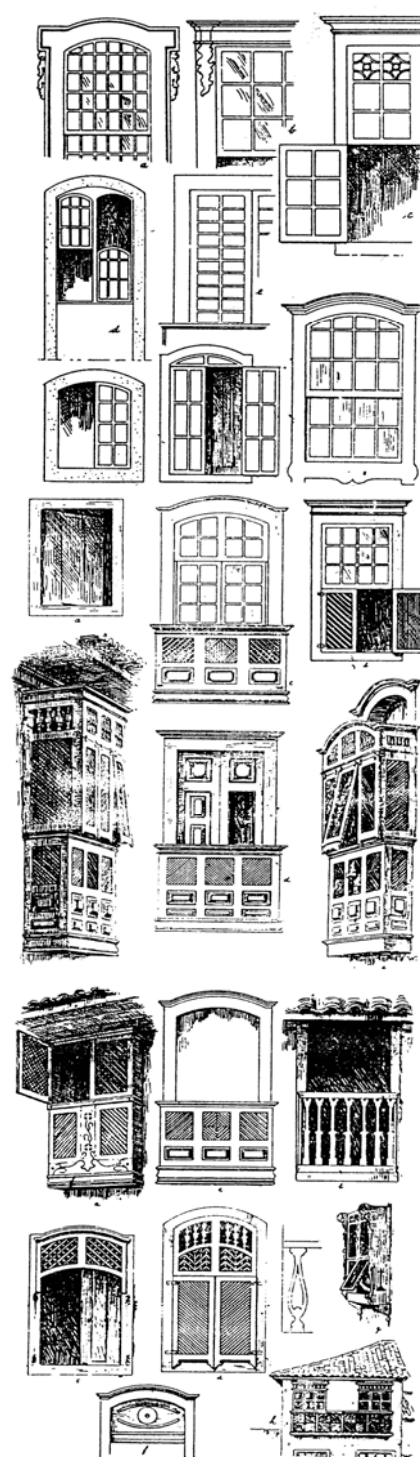
Ressalta-se que a preocupação secular em ventilar e iluminar os ambientes internos observados na evolução da arquitetura no mundo trouxe inúmeras formas de aberturas, as quais proporcionariam ao usuário condições mínimas de conforto. A crescente evolução das cidades, com os grandes amontoados de concreto e logradouros públicos incentivados pelas normas urbanísticas e pela opção de crescimento dos grandes incorporadores, levou as cidades a contemplar áreas menores para o acondicionamento de suas moradias e, conseqüentemente, reduzir também o bem estar de seus moradores.

Segundo LEMOS (1979), as alterações ocorridas com o passar dos tempos nos códigos de obras resultam das exigências do mercado e das novas concepções de higiene. Exemplos dessas mudanças estão nas variações dos pés-direitos que anteriormente visavam grandes volumes de ar nos compartimentos e que, aos poucos, atingiram a altura mínima de 2,30m, justificados por novas tecnologias de ventilação para o ambiente. Observa-se que passados 30 anos, a conseqüência desse avanço fez com que os edifícios ganhassem mais unidades habitacionais, mais moradores, e em função dos ambientes menores, as janelas tornaram-se ainda mais reduzidas e com tipologias que não permitem a ventilação contínua em muitas edificações.

Ressalta-se que os índices definidos pelo Código de Obras e Edificações da Prefeitura Municipal de Vitória, principalmente com relação à ventilação natural, sugerem condições de conforto térmico limitado, não acompanhando o crescimento das cidades e caracterizando a ineficiência dos índices para atingirem o que prescreve o art. 124 com relação ao conforto térmico obtido através do uso adequado de aberturas. Isso demonstra que, principalmente em relação às janelas, as tipologias comercializadas possuem as **dimensões mínimas** para atingir os coeficientes exigidos, não sendo observado o modelo de esquadria com relação aos

condicionantes climáticos, o entorno, a tipologia arquitetônica, entre outros já mencionados anteriormente.

Salienta-se a necessidade de estudos mais detalhados das condições climáticas da cidade e das diretrizes bioclimáticas, bem como, a participação de órgãos como, o de Políticas Urbanas que são responsáveis pelo planejamento das cidades.



6 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

6 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

A determinação de uma metodologia para avaliar o comportamento de elementos construtivos nas edificações direcionou a pesquisa para a busca de processos metodológicos que instrumentassem a comprovação dos resultados, focando a satisfação do usuário com relação ao conforto térmico proporcionado pela ventilação natural obtida pelas diferentes tipologias de janelas no mercado de Vitória. Para Alvarez (2003, p. 44),

[...] em arquitetura, a comprovação dos resultados ocorre efetivamente pelo uso e, eventualmente, por métodos específicos de aferição, como na Metodologia de Avaliação Pós-Ocupação, por exemplo- (Ornstein e Romero, 1992). Também deve ser considerado que ocorre, com maior frequência do que o desejável, a adaptação do usuário ao edifício, dificultando a efetiva avaliação dos resultados.

O elemento janela, como componente do invólucro da edificação, é uma das peças fundamentais do processo construtivo que determinam o conforto térmico nas edificações. Os inúmeros modelos tipológicos oferecidos pelo mercado e as inovações tecnológicas voltadas para a construção civil configuram elementos determinantes na concepção do espaço arquitetônico e suas influências sobre o modo de vida dos usuários.

O método proposto utiliza um modelo de pesquisa voltado para a observação dos fatos e de dados coletados através de questionários e fichamentos técnicos, onde adotou-se por princípio básico de avaliação, quantificar a satisfação do usuário com relação ao conforto térmico oriundo da ventilação natural. Para Gil (2002, p. 42), esse modelo é definido como pesquisa descritiva e tem como objetivo primordial

[...] a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. Para o desenvolvimento deste tipo de pesquisa são utilizadas técnicas padronizadas de coletas de dados, tais como o questionário e a observação sistemática.

Esse processo de avaliação selecionado teve como objetivo medir qualitativamente fatores mensuráveis intangíveis junto ao usuário, com relação à ventilação no espaço interior proporcionada pelas tipologias de janelas. O modelo definido correspondeu à pesquisa de campo caracterizada por observação direta extensiva, feita através de questionário, formulário, medidas de opinião e atitudes e técnicas mercadológicas (LAKATOS e MARCONI, 1991).

6.1 Amostragem

A pesquisa foi desenvolvida visando estabelecer um processo comparativo entre tipologias de janelas. Os modelos tipológicos de janelas selecionados seguiram os resultados aferidos junto a fornecedores e fabricantes de esquadrias da região e apresentados na tabela 1 (capítulo 5), que resultou na escolha da tipologia mais comercializada para as residências multifamiliares.

O modelo tipológico de janela definido junto a fornecedores e fabricantes - **MODELO A** - (figura 46), tem as seguintes características: um caixilho com sistema de correr com duas folhas em alumínio natural com vidro incolor e sem elemento vazante do tipo veneziana. Adotou-se para o processo comparativo de eficiência, a tipologia de janela definida como - **MODELO B** - (figura 46), baseado nos indicativos da arquitetura bioclimática mencionadas no capítulo 4, em que as janelas com elementos vazantes do tipo venezianas proporcionam a penetração e renovação do ar no interior dos ambientes e, conseqüentemente, induz à melhoria do conforto térmico dos usuários nas edificações. O modelo B possui as seguintes características: um caixilho com sistema de correr composto por três folhas em alumínio anodizado preto, sendo uma folha com vidro fumê, outra com elemento vazante do tipo veneziana (permite a passagem do vento) e a terceira com perfis iguais ao do caixilho veneziana, porém, estanques (sem abertura para a passagem do vento).



modelo A



modelo B

Figura 46: modelos comparados na metodologia.

Determinou-se para a avaliação comparativa das tipologias selecionadas, as janelas localizadas no **quadrante NO (noroeste) e SO (sudoeste)**, orientações menos privilegiadas pelo vento, como demonstradas através da rosa dos ventos, visto que o

vento NE (nordeste) é dominante em Vitória. Nessas situações, os profissionais de arquitetura são mais exigidos a trabalhar com elementos construtivos que auxiliem no conforto térmico proporcionado por janelas eficientes, principalmente com relação ao aspecto da ventilação.

Objetivando obter dados mais significativos para a pesquisa junto aos usuários, optou-se por analisar as janelas localizadas nos ambientes identificados pelo Código de Obras e Edificações da Prefeitura Municipal de Vitória (1998), como locais de longa permanência e, conseqüentemente, locais onde o conforto térmico deve ser o mais eficiente possível. Escolheu-se então as janelas localizadas nos ambientes da sala de estar/jantar e do quarto de casal. A figura 47 demonstra as etapas do processo de escolha e definição do universo para a pesquisa.

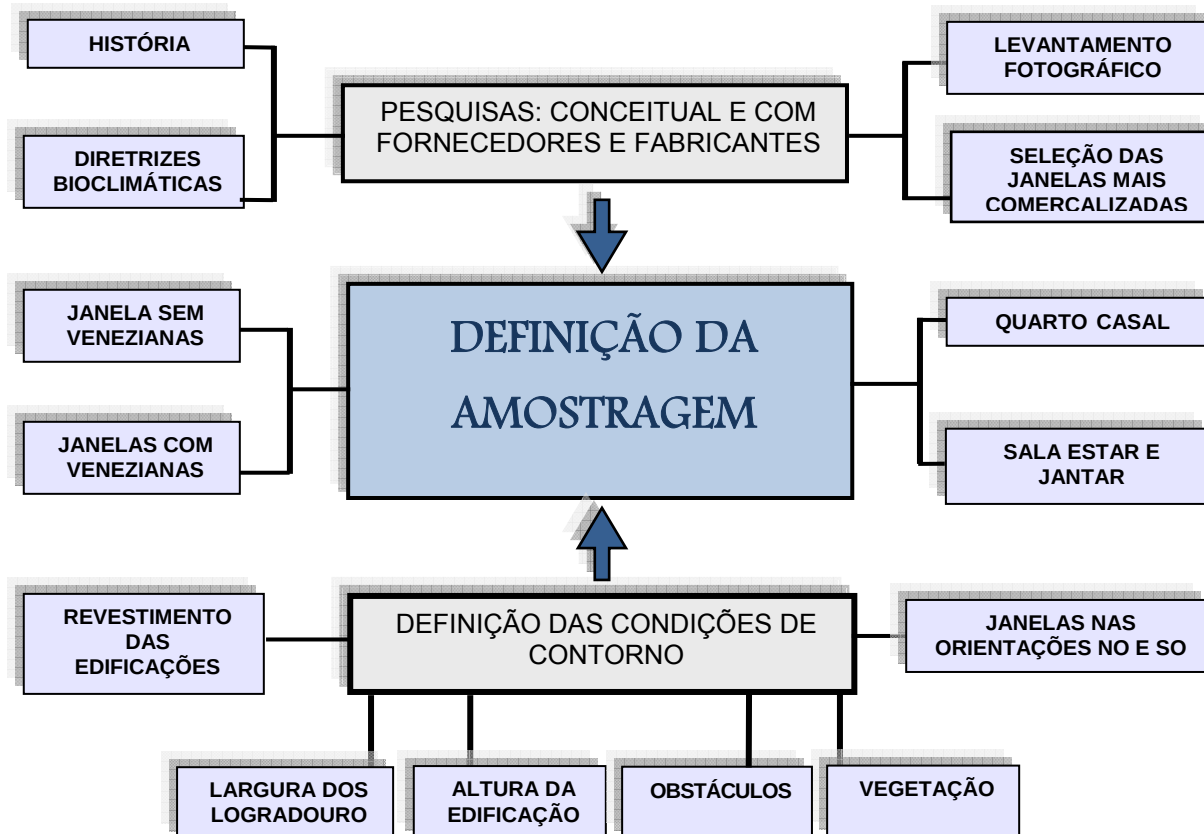


Figura 47: esquema geral de definição da amostragem.

6.1.1 Escolha das edificações

Foram selecionados para a pesquisa de campo, dois edifícios residenciais, sendo que um com o **MODELO A** de janela e o outro com o **MODELO B**. A determinação

da quantidade de edificações propostas para a pesquisa de campo resultou da avaliação dos seguintes aspectos:

- As inúmeras edificações residenciais multifamiliares existentes na cidade de Vitória, inviabilizam a determinação do quantitativo do elemento janela para o cálculo da amostra, se considerado todo o universo para a análise;
- A proposta de pesquisar apenas um edifício para cada tipologia foi estabelecida com o objetivo de viabilizar os resultados, visto que desta forma, o universo amostral tornou-se adequado aos objetivos da pesquisa. Considerou-se também a dificuldade em localizar edifícios com as mesmas condições de contorno, principalmente pelas características ambientais de Vitória que induzem a uma quantidade incontável das variáveis de interferência;
- Os resultados alcançados com a pesquisa de campo com as duas tipologias selecionadas podem ser utilizados em situações onde as regiões possuem as características climáticas semelhantes, inclusive em relação ao regime de ventos;
- A similaridade das características buscadas para as edificações selecionadas foram: localização em relação à orientação geográfica; relevo; entorno (vegetação, largura de logradouro público, edificações ao redor); a cor e a altura da edificação. Os edifícios selecionados estão localizados em um bairro com grande crescimento demográfico, provavelmente decorrente da expansão no setor da construção civil (figuras 48 e 49).



Figura 48: localização do bairro selecionado na cidade de Vitória.
Fonte: adaptado Google Earth. Acesso em: 03 maio 2008.

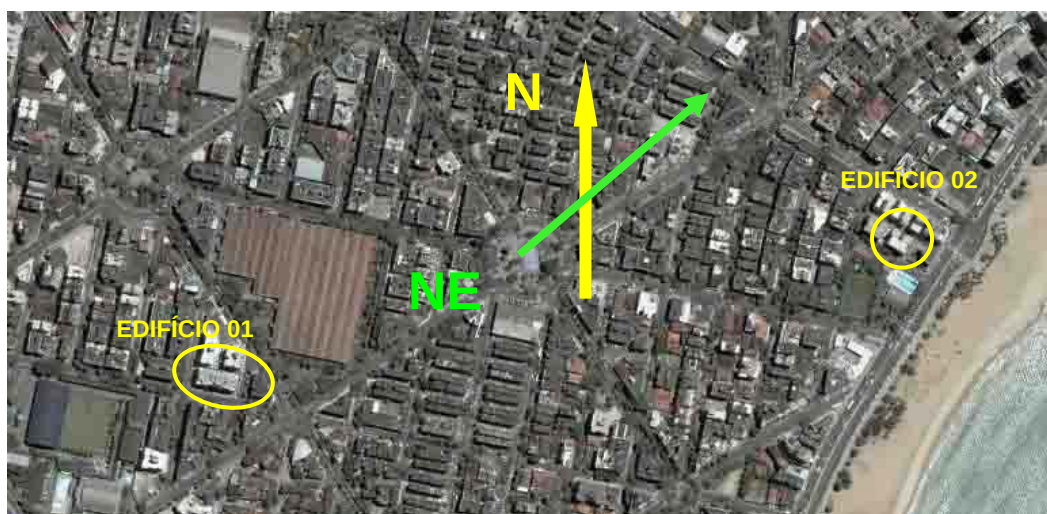


Figura 49: localização dos edifícios selecionados no bairro de Jardim da Penha.
Fonte: adaptado Google Earth. Acesso em: 03 maio 2008.

As figuras 50 e 51 mostram a localização e as visuais do EDIFÍCIO 01.

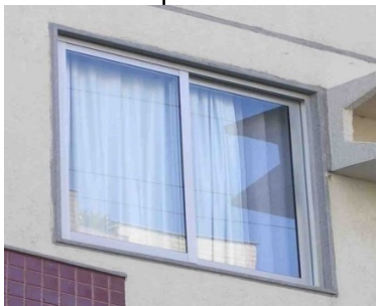


Figura 50: o entorno do EDIFÍCIO 01.
Fonte: adaptado Google Earth. Acesso em: 03 maio 2008.



Figura 51: visuais das ruas de acesso ao EDIFÍCIO 01.

No quadro 12 estão descritas as características do edifício com o **MODELO A** de janela.

EDIFÍCIO 01: Ed. Iaponã - localizado em terreno de esquina e construído há quatro anos.	
LOCALIZAÇÃO	
Rua	Dr. Antônio Basílio, nº 750
Bairro	Jardim da Penha
CARACTERÍSTICAS	
Edificação	Apresenta varanda em alguns apartamentos que acessam pela sala. Não possui nas janelas elementos sombreadores, como por exemplo, toldos.
Altura	Cinco pavimentos sobre pilotis.
Revestimento	Todas as fachadas com revestimento cerâmico claro e detalhes em cerâmica escura.
Logradouro público	Rua de acesso secundário, com aproximadamente 10m de largura.
Entorno	Poucos elementos arbóreos e edificações de até cinco pavimentos no entorno.
Quantidade de apartamentos	28 apartamentos com janelas na fachada NO/SO.
Modelo A	Quarto e sala - Janela com um caixilho e duas folhas, sistema de correr em alumínio natural e vidro incolor, não possui elemento vazante do tipo veneziana.  Quarto  Sala

Quadro 12: características do edifício 01 com janela no MODELO A.

A figura 52 mostra a localização das janelas nos ambientes analisados do EDIFÍCIO 01.

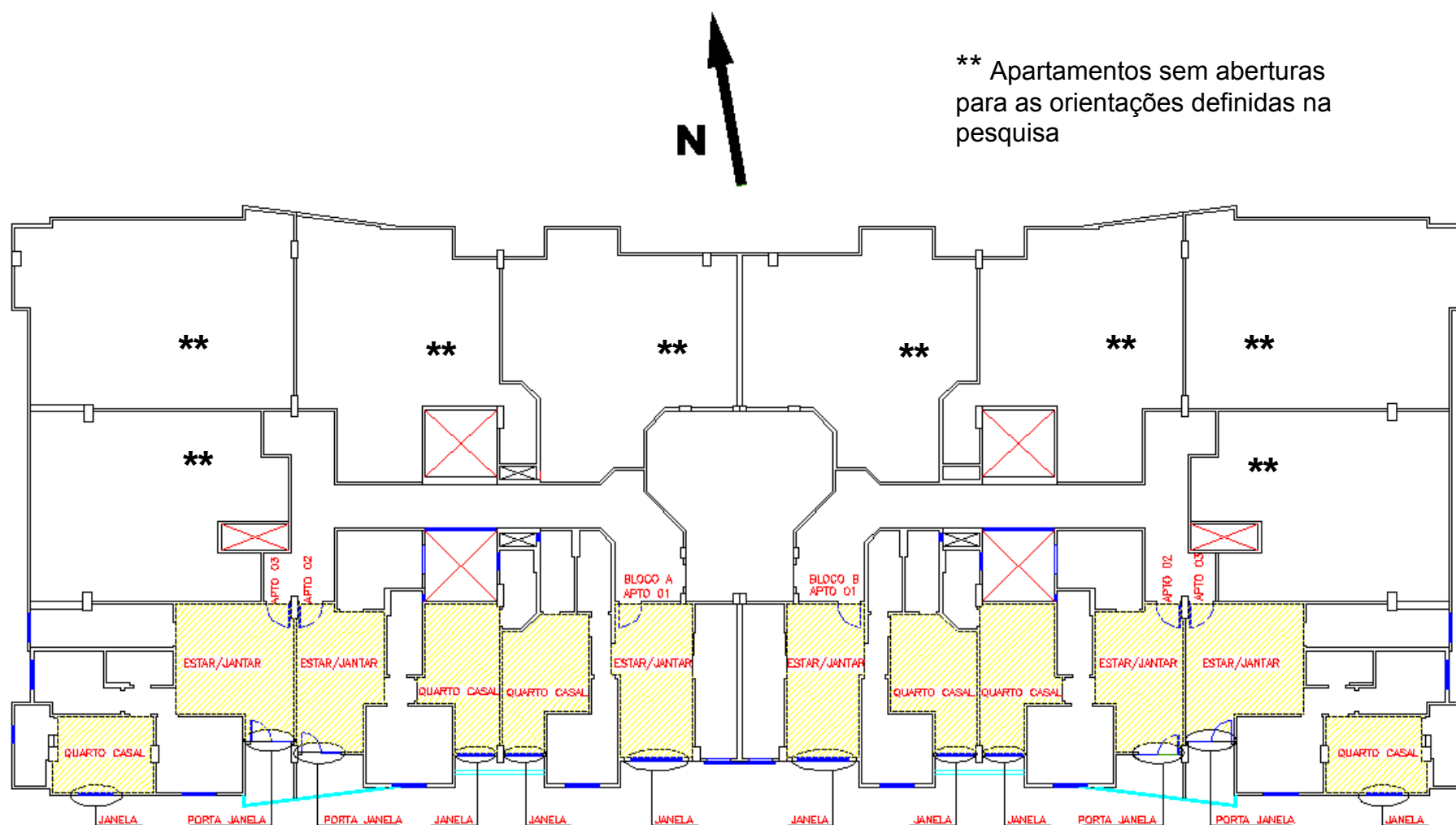


Figura 52: planta baixa com a localização dos ambientes e das janelas no EDIFÍCIO 01.
Fonte: Construtora Morar, arquiteto Kennedy P C R Vianna, 2003.

As figuras 53 e 54 mostram a localização e as visuais do EDIFÍCIO 02.



Figura 53: planta de situação do EDIFÍCIO 02.
Fonte: adaptado Google Earth. Acesso em: 03 maio 2008.



Figura 54: visuais das ruas de acesso ao EDIFÍCIO 02.

No quadro 13 estão descritas as características do edifício para o **MODELO B** de janela.

- EDIFÍCIO 02: Ed. Tarumã - localizado em terreno de esquina e construído há dez anos.	
LOCALIZAÇÃO	
Rua	Cândido Ramos, nº 50
Bairro	Jardim da Penha
CARACTERÍSTICAS	
Edificação	Apresenta varanda em todos os apartamentos que acessam pela sala e não possui elementos sombreadores, como por exemplo, toldos
Altura	Cinco pavimentos sobre pilotis.
Revestimento	Todas as fachadas com revestimento cerâmico claro e detalhes em granito escuro.
Logradouro público	Rua de acesso secundária, com aproximadamente 10m de largura.
Entorno	Elementos arbóreos de médio porte e com edificações até cinco pavimentos no entorno.
Quantidade de apartamentos	15 apartamentos com janelas na fachada NO/SO.
Modelo B	Quarto - Janela de alumínio anodizado preto com um caixilho e três folhas e sistema de correr sendo que, uma folha com vidro incolor, outra com elemento vazante do tipo veneziana e a terceira com perfis iguais ao do caixilho veneziana porém, estanques.  Quarto  Sala

Quadro 13: características do edifício 02 com janela no MODELO B.

A figura 55 mostra a localização das janelas nos ambientes analisados do EDIFÍCIO 02.

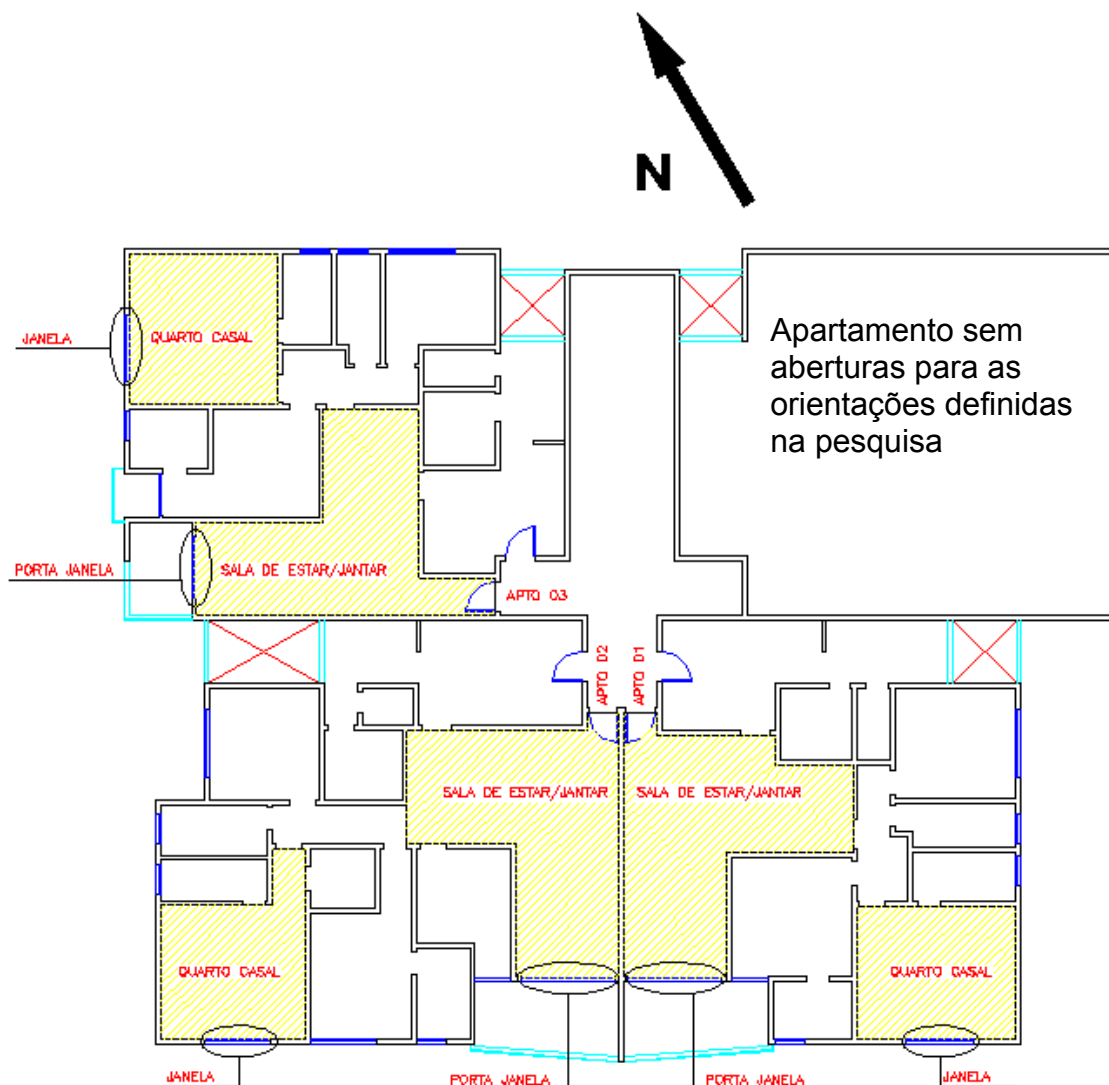


Figura 55: planta baixa com a localização dos ambientes e das janelas no EDIFÍCIO 02.
Fonte: Construtora Morar, arquiteto Kennedy P C R Vianna, 1997.

6.1.2 Cálculo da amostra

Para se determinar a veracidade das respostas, bem como a obtenção de resultados de caráter científico, para cada fachada selecionada na edificação foi necessária a determinação do quantitativo mínimo de elementos a serem pesquisados para validar os resultados. Para Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2001), na abordagem qualitativa, quando os resultados atingem repetições, as respostas podem ser consideradas suficientes, exigindo um número menor de entrevistados, pois o encerramento da amostra é confirmado no momento em que não é apresentado novo dado nos questionamentos.

Para determinar um tamanho de amostra representativa da população utilizou-se como base a equação 01 (SILVA, 1998) que permitiu a definição de uma amostra aleatória.

$n_0 = [(z/d)^2] \cdot p \cdot q$	(01)
-----------------------------------	------

Onde:

n₀ =	Corresponde ao tamanho da amostra
z =	É determinado pela abscissa da Curva Normal Padrão para um dado nível de confiança. Para essa pesquisa determinou-se um nível de confiança de 90% e, para tanto, usou-se z=1,64
d =	Corresponde à margem de erro. Considerou-se para a amostra 5% (0,05)
p =	Corresponde à proporção de indivíduos da amostra. É possível basear-se em valores referenciais quando se tem estudos anteriores. Quando não há referências, o valor proposto é 0,5, que é a proporção que maximiza o tamanho da amostra
q =	Corresponde a 1-p, portanto = 0,5

Tem-se então o seguinte:

$n_0 = [(z/d)^2] \cdot p \cdot q \rightarrow n_0 = [(1,64/0,05)^2] \cdot 0,5 \cdot 0,5 \rightarrow n_0 = 268,96$	(02)
--	------

Para a obtenção de valores reais corrigidos após a escolha das edificações a serem analisadas utilizou-se os valores atribuídos à equação 02, que determinou a quantidade de indivíduos (apartamentos a serem pesquisados) da amostra (SILVA, 1998). Para a identificação do quantitativo necessário para a viabilidade da pesquisa, adotou-se a equação 03 (SILVA, 1998) que determinou o total de apartamentos a serem pesquisados para cada edifício selecionado e descritos na tabela 4.

$n = n_0 / [1 + (n_0/N)]$	(03)
---------------------------	------

Onde:

n =	Total de usuários (apartamentos) válidos para a pesquisa
n₀ =	Corresponde ao tamanho da amostra
N =	Total de usuários (apartamentos) do objeto a ser pesquisado

Tabela 4: cálculo da quantidade de indivíduos da amostra.

EDIFÍCIO	APARTAMENTOS	CÁLCULO – EQUAÇÃO (03)
01	28	$n = 268,96 / [1 + (268,96/28)] \rightarrow n = 24$ apartamentos
02	15	$n = 268,96 / [1 + (268,96/15)] \rightarrow n = 14$ apartamentos

6.2 Pesquisa de campo

Para GIL (2002, p. 53), “a pesquisa de campo consiste em aprofundar as questões propostas apresentando maior flexibilidade. A pesquisa é desenvolvida através da observação direta das atividades do grupo e de entrevistas para captar suas explicações e interpretações”. Dessa forma, tendo por objetivo avaliar a geometria ótima de janela localizadas no quadrante NO e SO, a metodologia adotada prevê a inserção do nível de satisfação do usuário com relação ao conforto térmico obtido através da ventilação natural. A pesquisa de campo foi efetuada com auxílio dos síndicos dos edifícios, no sentido de manter os proprietários informados sobre a visita em suas residências. Com os horários previamente agendados, a pesquisa foi feita com a presença do responsável pela moradia destacando-se que foram estabelecidos dois instrumentos de campo: o questionário com os usuários e o formulário técnico, conforme detalhado a seguir:

- **Questionário:** é um instrumento de coleta de dados, constituído de perguntas diretas ou indiretas, e teve como objetivo determinar o nível de satisfação do usuário com relação à ventilação natural proporcionada pelo modelo tipológico de janela.

Na elaboração do questionário, objetivando aumentar sua eficácia e validade, foi necessário levar em conta os tipos, a ordem, os grupos de perguntas e a formulação das mesmas. Para a obtenção de resultados com fidedignidade, válido para análise, e com a necessária operacionalidade, foi realizado um pré-teste (questionário piloto) para identificar falhas, inconsistência ou complexidade das questões, ambigüidade ou linguagem inacessível, bem como perguntas supérfluas.

Os questionários piloto aplicados mostraram diversos itens a serem reformulados em função da análise nas respostas dos usuários. Observou-se também, que o usuário em geral não tem conhecimento sobre o elemento janela, seja em relação a sua característica técnica e construtiva, seja em relação às tipologias e tecnologias existentes no mercado e conseqüentes potencialidades e restrições de uso. Nesse sentido foi alterado o foco das perguntas, desenvolvendo categorias de objetivos surgindo novos questionamentos que possibilitaram resultados mais eficientes definindo um quadro referencial (anexo I).

O quadro referencial teve papel importante na categorização dos questionamentos, hierarquizando as perguntas e tornando-as mais compreensíveis ao usuário, visto que o elemento janela é entendido pelo morador como um componente de menor importância na edificação. As questões foram classificadas em perguntas de estimação ou avaliação, que consiste em emitir um julgamento através de uma escala com graus de intensidade para um mesmo item (LAKATOS e MARCONI, 1991). As questões foram direcionadas para a obtenção de respostas vinculadas ao desempenho das janelas com relação ao conforto térmico e com as estratégias bioclimáticas descritas no capítulo 4.

A proposta do novo questionário abordou questões gerais de conforto térmico da residência e questões específicas relacionadas às janelas localizadas nos ambientes sala de estar e quarto de casal, totalizando setenta perguntas, sendo cinquenta e duas com respostas de múltipla escolha e dezoito de respostas livres, conforme modelo de questionário no anexo II.

- **Formulário técnico:** o formulário usado para avaliar os ambientes das edificações em que os usuários responderam aos questionários teve como objetivo a avaliação técnica do elemento janela, com relação às questões tipológicas, de suporte, de estanqueidade (chuva, sons e poluição), de utilização e em relação à legislação vigente.

O fichamento técnico (anexo III), realizado através da observação *in loco*, funcionou como suporte para a avaliação e entendimento das questões abordadas junto aos usuários, bem como para a averiguação dos itens relacionados à legislação municipal e às diretrizes bioclimáticas oriundas do desempenho dos componentes, visto que não há uma norma brasileira específica sobre o desempenho das janelas com relação ao conforto térmico dos ambientes conforme apresentado no capítulo 4 e 5.

6.3 Representação dos resultados

Para a interpretação dos resultados dos aspectos avaliados nos questionários foram realizados procedimentos estatísticos quantificando e apresentando-os na forma de

tabela policromática, adotando como forma de representação, cores e valores para os aspectos qualitativos da pesquisa (LPP-UFES, 2006).

Definiu-se como tons para a representação na tabela policromática, as cores azul, verde, amarelo e vermelho (tabela 5). As cores foram definidas através da sensação fisiológica que a mesma transmite para o olho, quando incide a luz, permitindo assim, a percepção (DÉRIBÉRE, 1964) e relacionando-as ao contexto onde estão inseridas, com a natureza e o universo de referência. As cores utilizadas na tabela policromática fazem menção ao grau de temperatura que a mesma transfere ao observador, ou seja, cores denominadas frias (azul e verde) emitem sensações de aprovação e cores denominadas quentes (amarelo e vermelho) emitem sensações de perigo. As tonalidades adotadas de forma diferenciadas para cada conceito objetivam demonstrar, com maior clareza, as deficiências e as potencialidades observadas durante o processo da pesquisa de campo.

Foram adotados conceitos qualitativos, expressos através de valores, variando de 4 (quatro) - para a melhor condição – até 1 (um) para a pior condição (tabela 5). Não foram adotados valores nulos ou de abstenção, pois os elementos analisados fazem parte da estrutura do objeto de estudo, não sendo possível o funcionamento das janelas sem seus componentes.

Tabela 5: conceitos de avaliação correlacionados ao aspecto de conforto térmico.

CORES	CONDIÇÃO	RESPOSTAS CORRELACIONADAS NOS QUESTIONÁRIOS
	EXCELENTE	Excelente/nunca/extremamente/suportável/sim/bonito/não existe/não precisa valor = 4
	BOA	Bom/eventualmente/ agradável /indiferente valor = 3
	RUIM	Ruim/freqüentemente/ suportável valor = 2
	PÉSSIMA	Péssimo/sempe/insuportável/não/feio/existe/precisa valor = 1

Fonte: Adaptado de LPP-UFES, 2006.

A hierarquização, de acordo com o grau de importância de cada pergunta do questionário, refletiu na adoção de pesos e dimensões dos símbolos utilizados, sistematizando qualitativamente os conceitos da avaliação (tabela 6). Os conceitos tiveram pesos variando de 2 (dois) para os critérios mais relevantes na determinação dos objetivos propostos pela pesquisa e relacionados com o objeto de estudo, até

½(meio) para o de menor relevância em relação aos objetivos da pesquisa (LPP-UFES, 2006).

Tabela 6: pesos e dimensões para os conceitos.

PESOS	DIMENSÕES	RELEVÂNCIA
[2]		Questões relacionadas à ventilação e às funções da janela (objeto de estudo - tipologia).
[1]		Questões que não interferem diretamente, mas que possuem aspectos relevantes ao entendimento do todo.
[1/2]		Questões que apresentam relevância pequena e que auxiliam nas conclusões finais.

Fonte: Adaptado de LPP-UFES, 2006.

Os pesos adotados para cada critério de análise encontram-se detalhados na tabela 7.

Tabela 7: pesos adotados para cada questão do questionário dos usuários.

CRITÉRIOS		DIRETRIZES	PESOS
Ventilação Natural [2]		Condições térmicas do ambiente quando as janelas estão fechadas	[1]
		Conforto térmico do ambiente no período de inverno	[1/2]
		Uso do Ventilador para os dois ambientes	[1]
		Apartamento ventilado	[2]
		Conforto térmico do ambiente no período do verão	[2]
		Segurança da janela com o uso de elementos vazantes para os dois ambientes	[1/2]
Estratégia construtiva [1/2]		Distribuição interna da edificação definindo as dimensões dos ambientes	[1/2]
Tipologia [2]	Elementos vazantes	Existência de elementos vazantes e com regulação nas janelas	[2]
	Dimensionamento	Sistema de abertura determinando a área de ventilação para os dois ambientes	[2]
Função da janela [1]	Estanqueidade	Ruídos e assovios com a ação de ventania para os dois ambientes	[1]
		Ação de chuvas de vento para os dois ambientes	[1]
		Penetração de pó para os dois ambientes	[1]
		Ruídos externos ao ambiente para os dois ambientes	[1]
	Composição estética	Estética do edifício com as tipologias de janelas	[1/2]
	Contato visual	Contato visual relacionado à dimensão da janela para os dois ambientes	[1/2]

No questionário do usuário (anexo II) foram feitas várias perguntas que não tiveram atribuição de pesos, pois as mesmas tiveram relevância somente para a interpretação das sensações dos usuários, como por exemplo, a idade e o sexo do

respondente, cuja sensibilidade pode ser bastante diferenciada em relação a essas variáveis.

Os resultados dos fichamentos técnicos objetivaram identificar as condições de projeto e do objeto (janela) executado, adotando como instrumento de avaliação a norma NBR 15220-3, a legislação vigente através do Código de Obras e Edificações (1998) da Prefeitura Municipal de Vitória e as diretrizes apresentadas pelo Modelo de elaboração de códigos de obras e edificações (1997). Também foram verificados aspectos relativos às diretrizes bioclimáticas, tipológicas, de suporte e de estanqueidade. Adicionalmente, as avaliações técnicas possibilitaram a resolução de dados (respostas) conflitantes dos usuários, ou seja, na eventual presença de uma resposta inconsistente, a avaliação técnica torna-se um importante instrumento auxiliar para esclarecer as dúvidas.

Para a obtenção dos resultados finais - qualitativos e quantitativos -, os dados oriundos da tabela policromática foram convertidos em valores utilizando-se a média aritmética ponderada para a obtenção dos resultados referentes às colunas, que multiplicado pelo peso dado ao critério, definiram o resultado parcial. O resultado final foi obtido através da média aritmética **simples** dos resultados de cada apartamento. Os intervalos numéricos para os resultados estão representados na figura 56 e foram obtidos, através de médias aritméticas dos valores máximos de cada cor. Para a determinação dos intervalos de forma proporcional, definiram-se segmentos iguais entre os valores dos conceitos.

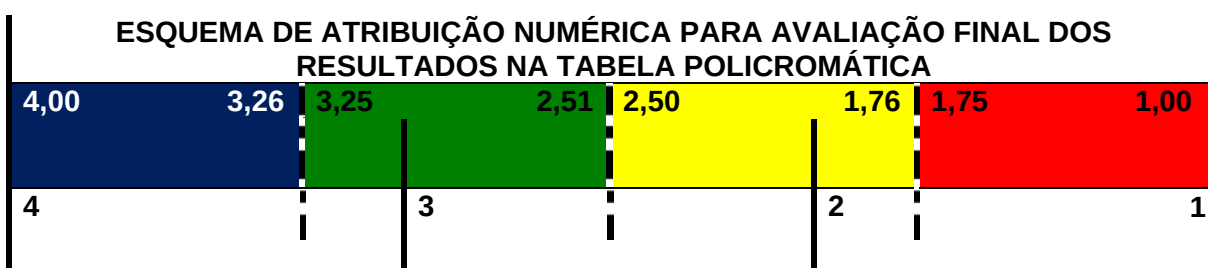


Figura 56: Intervalos referenciais para a verificação dos resultados na tabela policromática.

6.4 Avaliação dos resultados dos procedimentos da pesquisa de campo

Os resultados apresentados nas tabelas policromáticas revelaram os itens de maior e de menor satisfação, bem como os itens de insatisfação total comprovados pelos questionários aplicados aos usuários e evidenciados com o fichamento técnico.

Em relação ao questionário com os usuários, após o tratamento dos dados obtidos com as respostas nos EDIFÍCIOS 01 e 02, foram analisados os itens que mostraram alguma discordância em relação às observações feitas no fichamento técnico, sendo que os itens foram avaliados também separadamente de acordo com a importância determinada através dos pesos atribuídos. Os itens do questionário caracterizados como de contexto geral foram representados em forma de gráficos e tiveram seus dados adicionados à interpretação geral da edificação.

Os resultados obtidos através dos fichamentos técnicos foram elaborados com dois objetivos: 1. itens considerados pertinentes a todos os apartamentos, ou seja, o edifício como um todo; e 2. os itens relacionados a cada apartamento com as particularidades da unidade e do morador.

6.5 Proposição

A partir do diagnóstico e objetivando buscar soluções aos problemas verificados, adotou-se como instrumentos de verificação da possibilidade de efetiva melhoria do conforto térmico dos usuários as seguintes propostas: o desenvolvimento de ensaios projetuais de janela para um desempenho teórico ótimo; a definição de diretrizes para aplicação na legislação municipal; e a elaboração de um quadro síntese que com as características e recomendações de uso para as tipologias de janelas mais comercializadas para o uso nas edificações multifamiliares da cidade de Vitória.

- **Ensaio projetual:** adotou-se como instrumento de verificação da possibilidade de criação de condições favoráveis ao conforto térmico dos usuários, o desenvolvimento de proposta de geometria de janela, buscando reduzir ou eliminar os aspectos negativos identificados nos questionários e na avaliação técnica, assim como manter ou aperfeiçoar os positivos.

Para os ensaios são consideradas as mesmas condições de contorno, assim como as principais características dos ambientes internos avaliados. A figura 57 apresenta o esquema básico de influência das informações, nos vários níveis da pesquisa, destacando-se que o ensaio projetual objetiva demonstrar a viabilidade construtiva da tipologia de janela.

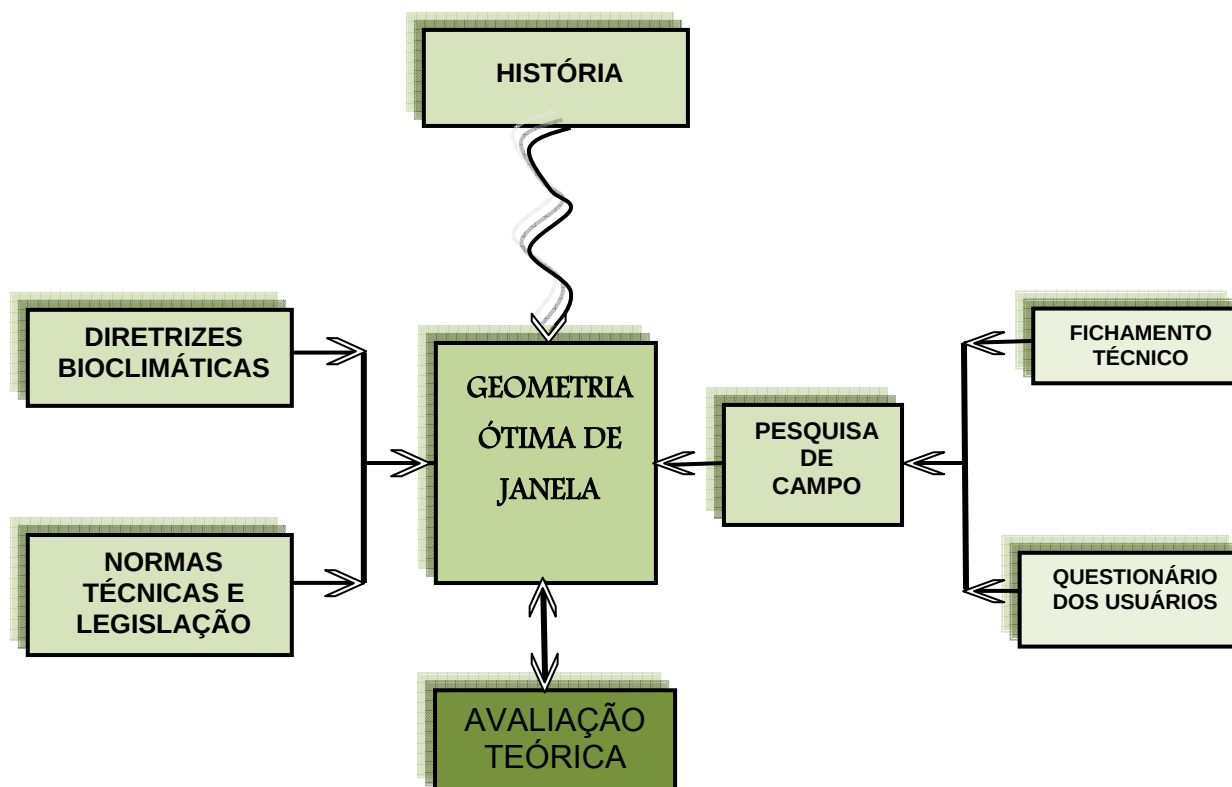


Figura 57: gráfico síntese dos dados de interferência para o desenvolvimento da “geometria ótima” de janela.

A análise da proposta projetual foi embasada nas funções principais da janela, focando a ventilação natural proporcionada pelas mesmas e as potencialidades identificadas nos questionários dos usuários e nos fichamentos técnicos. Outro aspecto relevante na análise da proposta são as diretrizes bioclimáticas (ventilação higiênica, de conforto, resfriamento passivo, dimensões de entradas e saídas para as aberturas, posição e componentes com características vazantes); a norma brasileira (NBR 15220-3) e o Modelo para elaboração de código de obras e edificações (1997). A análise referente aos esforços externos (ação do vento, chuva,

segurança e ruídos) não foram avaliados tecnicamente, visto que para a efetiva avaliação desses itens, haveria a necessidade de execução de protótipo e a realização de ensaios em laboratórios especiais, não disponíveis na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). No entanto, são fatores obrigatoriamente considerados no desenvolvimento projetual, sendo a avaliação realizada no âmbito conceitual.

A sistematização utilizada para a avaliação do ensaio projetual segue apresentada no quadro 14 e na tabela 8, sendo que os pesos foram definidos a partir dos mesmos critérios estabelecidos para a pesquisa de campo, ou seja, variam de 2 (dois) para os aspectos que interferem diretamente no conforto térmico nos ambientes e na tipologia da janela; e $\frac{1}{2}$ (meio) para aqueles relacionados à composição estética.

CRITÉRIOS E DIRETRIZES PARA OS ASPECTOS QUALIFICADORES DA PROPOSTA DE GEOMETRIA ÓTIMA DE JANELA	
CRITÉRIOS	DIRETRIZES
Estratégia construtiva	Elementos construtivos que possam promover e redirecionar a ventilação para os ambientes internos
Composição estética	Identificação de elementos efetivamente relevantes para a composição estética da edificação e para a relação exterior e interior
Resfriamento	Elementos que favorecem as trocas térmicas, principalmente no período noturno
Material	Utilização de materiais que possibilitem limpeza, relação ótima de custo-benefício
Áreas para ventilação	Relação da área útil para ventilação incluindo os elementos vazantes, controle da passagem e direcionamento do fluxo de ar e a forma da tipologia
Eficiência (conforto térmico)	Desempenho térmico dos caixilhos para a obtenção da ventilação higiênica e de conforto, bem como proteção contra a radiação solar direta inserida na tipologia

Quadro 14: diretrizes para a análise da proposta de geometria ótima de janela.

Tabela 8: pesos e dimensões para as diretrizes de análise da proposta de geometria ótima..

PESOS	DIMENSÕES	RELEVÂNCIA
[2]		Diretrizes relacionadas aos critérios áreas de ventilação e de eficiência da janela.
[1]		Diretrizes que não interferem diretamente, mas que possuem aspectos relevantes ao desempenho geral, como os critérios estratégia construtiva, resfriamento e material.
[1/2]		Diretrizes que apresentam pequena relevância e definem aspectos relacionados à estratégia construtiva e a composição estética.

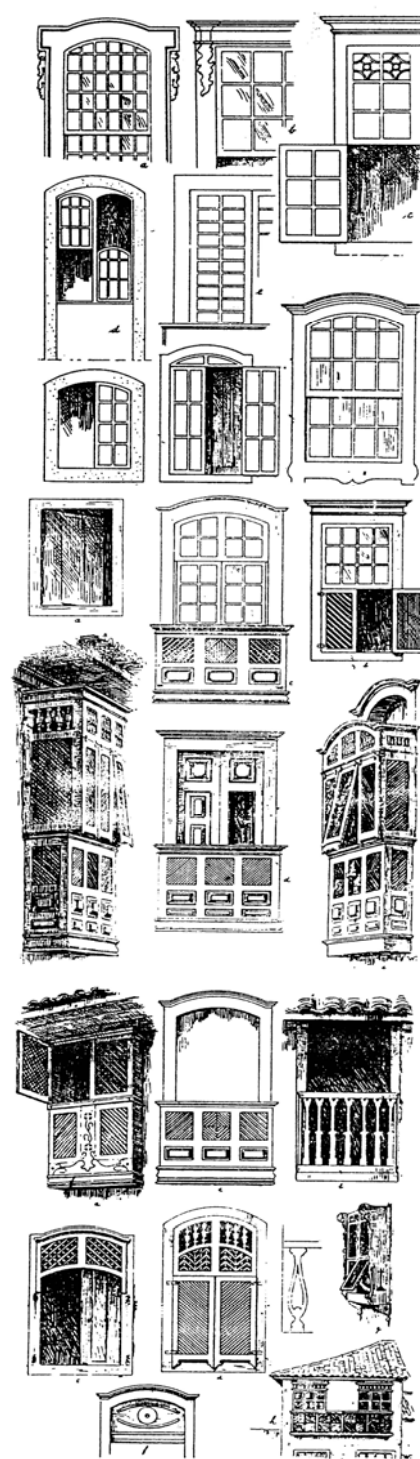
Após avaliação segundo os critérios apresentados no quadro 14, foi elaborada a tabela 9 com os pesos para cada questão, conforme o item a ser avaliado.

Tabela 9: pesos para os critérios qualificadores da proposta tipológica de janela.

CRITÉRIOS	PESOS	DIRETRIZES
Estratégia construtiva	[1]	Existência de elementos arquitetônicos – <i>brises</i> - na parte externa da edificação
Composição estética	[1/2]	Estética do edifício relacionada aos modelos tipológicos
		Domínio do espaço externo através da proporção de elementos translúcido
		Configuração da tipologia com relação às proporções de elementos opacos e translúcido
Resfriamento	[1]	Segurança através da janela com o uso de elementos vazantes
Material	[1]	Eficiência do material no item limpeza
Áreas para ventilação	[2]	Existência de elementos vazantes
		Sistema de fechamento dos elementos vazantes
		Sistema de direcionamento dos elementos vazantes
		Sistema de abertura determinando a área livre para ventilação
		Formato das janelas
Eficiência (conforto térmico)	[2]	Ventilação higiênica
		Ventilação de conforto
		Proteção da radiação solar através de componentes inseridos na janela

O resultado obtido na avaliação dos ensaios projetuais referente à tipologia mais eficiente para as condições climáticas de Vitória foram obtidas através da adoção de intervalos numéricos, conforme figura 56.

- **Propostas de diretrizes para a legislação municipal:** as diretrizes propostas são embasadas: - nas necessidades dos usuários apurados através dos resultados dos questionários e dos fichamentos técnicos; - nas recomendações do Modelo de Elaboração de Códigos de Obras e Edificações (1997); - nas estratégias bioclimáticas e na NBR 15220-3.
- **Quadro síntese:** objetivando a criação de um instrumento de consulta facilmente utilizado por projetista, o quadro com a síntese contém as características e potencialidades das tipologias de janelas mais usuais para adoção em edificações multifamiliares, correlacionado o tipo com as orientações solares mais adequadas de acordo com as condições ambientais da região, da legislação municipal e das diretrizes bioclimáticas apresentadas no capítulo 4.



7 RESULTADO DA PESQUISA DE EFICIÊNCIA

7 RESULTADO DA PESQUISA DE EFICIÊNCIA

A análise dos resultados demonstrou, entre outros aspectos, a necessidade de utilização de elementos vazantes que possibilitem a passagem do ar, presentes na evolução histórica das janelas e que, nos tempos atuais, foram praticamente eliminados e substituídos por soluções inadequadas em relação às diretrizes que consideram a janela como componente imprescindível para o conforto térmico nas edificações. Tal constatação, alicerçada nos resultados das pesquisas teóricas e de campo, são a seguir detalhadas.

7.1 Questionário e fichamento técnico

A pesquisa de campo demonstrou algumas peculiaridades que foram registradas e auxiliaram nas interpretações sobre o usuário, a moradia (apartamento) e o edifício conforme a seguir descritas:

- o total de usuários válidos para a pesquisa dos EDIFÍCIOS 01 e 02 descritos no cálculo de amostra não correspondeu ao número efetivamente entrevistado, conforme justificativas apresentadas na tabela 10.

Tabela 10: dados finais do quantitativo para a amostra nos EDIFÍCIOS 01 e 02.

EDIFÍCIO 01	Total de apartamentos = 28 Total de apartamentos válidos para a pesquisa = 24	Usuários questionados	17
		Apartamentos vazios	02
		Usuários com horários incompatíveis com as possibilidades da pesquisa	07
		Usuários que não quiseram responder ao questionário	02
EDIFÍCIO 02	Total de apartamentos = 15 Total de apartamentos válidos para a pesquisa = 13	Usuários questionados	09
		Apartamentos vazios	03
		Usuários com horários incompatíveis com as possibilidades da pesquisa	03
		Usuários que não quiseram responder ao questionário	00

- Observou-se que no EDIFÍCIO 01 predominam moradores jovens, recém-casados, família com até três membros e divorciados, enquanto que no EDIFÍCIO 02 a predominância é de composição familiar com até cinco membros. Isso é uma das características determinantes na metragem quadrada do apartamento e conseqüentemente, da distribuição interna dos ambientes e seu mobiliário, aspectos observados e pontuados no questionário e no fichamento.

- Nos dois edifícios os moradores permanecem menos tempo do que o esperado em suas residências, o que permite inferir que os moradores não estão no local analisado, pelo fato de que trabalham ou estudam em tempo integral, não foi definida no questionário a permanência por período matutino ou vespertino (gráfico 3);

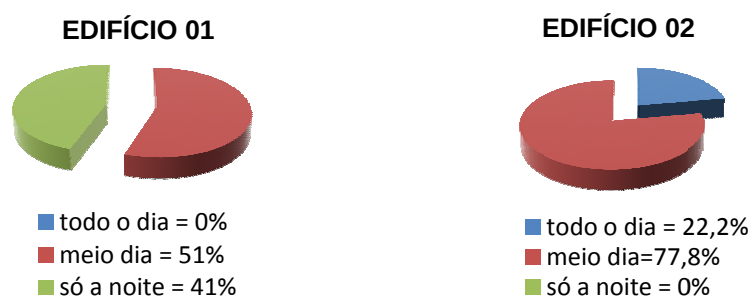


Gráfico 3: tempo de permanência dos moradores.

- Foi observado que mesmo havendo um contato prévio com os moradores, através de seus síndicos, o acesso ao morador foi ocasionalmente dificultado por vários motivos, tais como a falta de tempo para responder ao questionário - o tempo necessário para a pesquisa foi em média de 30 minutos por respondente -; a desconfiança sobre o pesquisador em relação aos objetivos da pesquisa; e a questão da segurança e da invasão de privacidade;

- Muitos usuários questionados não permitiram o acesso aos apartamentos para o fichamento técnico e as entrevistas foram efetuadas na portaria do edifício, no único horário disponível.

7.1.1 Resultados dos questionários

A heterogeneidade das formas de percepção para com o conforto ficou patente através das respostas aos questionários. A idade e o sexo dos moradores (gráfico 4 e 5) foram determinantes para definir a questão de sensação de conforto no apartamento, assim como os revestimentos internos e a quantidade de mobiliários, principalmente nos períodos quentes. Outro fator que contribuiu para a averiguação dos dados com relação à utilização e manuseio das janelas foi correspondente à

situação do imóvel, ou seja, constatou-se que no EDIFÍCIO 01 houve um percentual maior de inquilinos do que no EDIFÍCIO 02, onde todos são proprietários (gráfico 6).

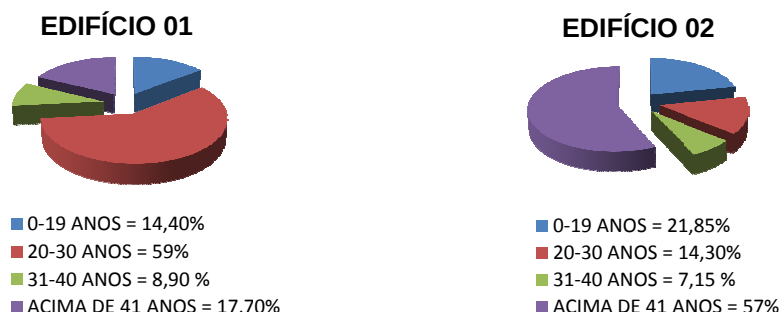


Gráfico 4: faixa etária.

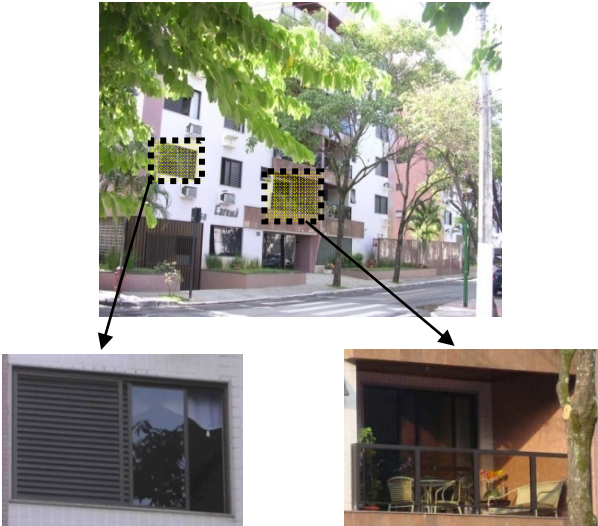


Gráfico 5: sexo dos moradores.



Gráfico 6: situação do imóvel.

Para melhor entendimento dos resultados transcritos na tabela policromática avaliou-se cada critério através do quadro 15 objetivando descrever e esclarecer as situações abordadas nos EDIFÍCIOS 01 e 02. Já nas tabelas 11 e 12 foram registrados os resultados da pesquisa obtidos através dos questionários para os dois edifícios.

EDIFICAÇÕES CRITÉRIOS	EDIFÍCIO 01 	EDIFÍCIO 02 
VENTILAÇÃO	Os resultados obtidos através dos questionários comprovaram que as condições dos ambientes, quando as janelas estão fechadas, variam de suportáveis a insuportáveis, mesmos nos apartamentos que tinham como fechamentos nas áreas de serviço o sistema de <i>brises</i> horizontais fixos e janelas com caixilho de correr com caixilho superior no sistema maxim-ar	Os resultados obtidos através dos questionários comprovaram que as condições dos ambientes quando as janelas estão fechadas variam de agradáveis à extremamente agradáveis Constatou-se que mesmo com a presença de venezianas a situação de conforto no apartamento para os períodos mais quentes não é confortável, provavelmente podendo ser melhorado através da adoção de elementos externos à edificação para ampliar o sombreamento e direcionar a ventilação. O dispositivo de ventilação do tipo veneziana é de fácil limpeza e manuseio

COMPONENTES	Os elementos com maior número de repostas negativas estão relacionados à maçaneta e ao sistema de fecho utilizado, visto que os sistemas utilizados nas portas-janelas não são adequados ao manuseio constante. O resultado obtido nas respostas referente ao sistema de fechos para as esquadrias se refletiu no item segurança	
ESTRATÉGIA CONSTRUTIVA	A distribuição física dos apartamentos determinou uma organização espacial interna desfavorável à ventilação cruzada, assim como à utilização do mobiliário padrão, determinando uma menor permeabilidade	A distribuição física dos apartamentos determinou uma adequada organização espacial interna favorecendo a ventilação cruzada, assim como a utilização do mobiliário padrão, determinando uma maior permeabilidade
DIMENSIONAMENTO	Foi quase unânime a aceitação do sistema de abertura utilizado nas tipologias, mesmo observando que a área total para ventilação diminui 50% da área total de abertura	
ESTANQUEIDADE	A pesquisa revelou que a estanqueidade das janelas não é boa com relação aos itens de ruídos e penetração de pó, pois são os mais salientados pelos usuários, porém, foi observado que as janelas avaliadas são estanques com relação à ação das chuvas de vento	
OBSERVAÇÕES	As questões relacionadas à limpeza e ao manuseio das janelas foram pontos positivos, pois se observou a facilidade para ambas	
	Com relação à iluminação natural observou-se que não há necessidade de utilização de energia elétrica em grande parte do dia, por dois principais motivos: a presença do sol da tarde em algumas unidades; e o céu aberto para a região de Vitória. Porém observa-se em quase todas as unidades a utilização de cortinas, onde conclui-se que existe incidência direta da radiação solar e a privacidade dos mesmos	
	Observou-se a necessidade de equipamentos adicionais para auxílio ao conforto térmico nos períodos mais quente, pois um grande percentual de apartamentos está equipado com ventilador e ar condicionado	
	Na maioria das unidades visitadas, não havia paredes com fungos ou mofo aparente, o que permite inferir sobre a possibilidade de ocorrência de ventilação e iluminação adequada para a higienização nos apartamentos	

Quadro 15: descrição das situações aferidas através dos questionários com os usuários dos EDIFÍCIOS 01 e 02.

Tabela 11: resultado dos questionários aplicados aos 17 apartamentos do EDIFÍCIO 01.

CRITÉRIOS			DIRETRIZES	PESO	101A	102A	103A	102B	103B	202A	201B	302A	303A	continua	
Ventilação Natural [2]			Condições do ambiente quando as janelas estão fechadas	[1]											
			Conforto térmico no período de inverno	[1/2]										----	
			Uso do Ventilador - SALA	[1]											
			Uso do Ventilador - QUARTO	[1]											
			Apartamento ventilado	[2]											
			Conforto térmico no período do verão	[2]											
			Segurança com o uso de elementos vazantes - SALA	[1/2]											
			Segurança com o uso de elementos vazantes - QUARTO	[1/2]											
			MÉDIA PONDERADA DAS DIRETRIZES X PESO DO CRITÉRIO				5,29	4,11	4,11	4,35	3,88	5,41	4,58	2,70	3,00
Estratégias construtivas [1/2]			Distribuição interna determinando as dimensões dos ambientes	[1/2]											
			MÉDIA PONDERADA DAS DIRETRIZES X PESO DO CRITÉRIO				1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	1,00	0,25	1,00	
Tipologia [2]	Elementos vazantes	Existência de elementos vazantes e com regulação	[2]												
		Dimensionamento	Sistema de abertura determinando a área de ventilação- SALA	[2]											
	Sistema de abertura determinando a área de ventilação - QUARTO		[2]												
	MÉDIA PONDERADA DAS DIRETRIZES X PESO DO CRITÉRIO				6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	4,66		
Função da janela [1]	Estanqueidade	Ruídos e assovios ação de ventania - SALA	[1]												
		Ruídos e assovios ação de ventania - QUARTO	[1]												
		Ação de chuvas de vento - SALA	[1]												
		Ação de chuvas de vento - QUARTO	[1]												
		Penetração de pó - SALA	[1]												
		Penetração de pó - QUARTO	[1]												
		Ruídos externos ao ambiente - SALA	[1]												
		Ruídos externos ao ambiente - QUARTO	[1]												
	Composição estética	Estética do edifício com as tipologias de janelas	[1/2]												
		Contato visual	Contato visual relacionado à dimensão – SALA	[1/2]											
	Contato visual relacionado à dimensão – QUARTO		[1/2]												
	MÉDIA PONDERADA DAS DIRETRIZES X PESO DO CRITÉRIO				2,68	3,10	3,26	2,52	2,47	2,78	2,59	3,10	3,78		
Média final de cada apartamento					2,72	2,44	2,61	2,38	2,42	2,76	2,93	2,19	2,26		

CRITÉRIOS		DIRETRIZES	PESO	301B	302B	303B	401A	402A	403A	401B	402B	conclusão
Ventilação Natural [2]		Condições do ambiente quando as janelas estão fechadas	[1]									
		Conforto térmico no período de inverno	[1/2]								-----	
		Uso do Ventilador – SALA	[1]									
		Uso do Ventilador – QUARTO	[1]									
		Apartamento ventilado	[2]									
		Conforto térmico no período do verão	[2]									
		Segurança com o uso de elementos vazantes – SALA	[1/2]									
		Segurança com o uso de elementos vazantes – QUARTO	[1/2]									
		MÉDIA PONDERADA DAS DIRETRIZES X PESO DO CRITÉRIO		5,76	4,70	4,00	2,11	3,76	4,82	2,70	5,75	
Estratégia construtiva [1/2]		Distribuição interna determinando as dimensões dos ambientes	[1/2]									
		MÉDIA PONDERADA DAS DIRETRIZES X PESO DO CRITÉRIO		1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	1,00	1,00	
Tipologia [2]	Elementos vazantes	Existência de elementos vazantes e com regulação	[2]									
	Dimensionamento	Sistema de abertura determinando a área de ventilação- SALA	[2]									
		Sistema de abertura determinando a área de ventilação - QUARTO	[2]									
		MÉDIA PONDERADA DAS DIRETRIZES X PESO DO CRITÉRIO		6,00	6,00	6,00	4,66	4,66	6,00	6,00	6,00	
Função da janela [1]	Estanqueidade	Ruídos e assovios ação de ventania - SALA	[1]									
		Ruídos e assovios ação de ventania - QUARTO	[1]									
		Ação de chuvas de vento - SALA	[1]								-----	
		Ação de chuvas de vento - QUARTO	[1]								-----	
		Penetração de pó - SALA	[1]									
		Penetração de pó - QUARTO	[1]									
		Ruídos externos ao ambiente - SALA	[1]									
		Ruídos externos ao ambiente - QUARTO	[1]									
	Composição estética	Estética do edifício com as tipologias de janelas	[1/2]									
	Contato visual	Contato visual relacionado à dimensão – SALA	[1/2]									
		Contato visual relacionado à dimensão – QUARTO	[1/2]									
		MÉDIA PONDERADA DAS DIRETRIZES X PESO DO CRITÉRIO		2,57	2,63	3,15	3,36	3,26	2,73	2,42	2,06	
Média final de cada apartamento												
RESULTADO FINAL DO EDIFÍCIO 01										2,47		

Tabela 12: resultado dos questionários aplicados aos 09 apartamentos do EDIFÍCIO 02.

CRITÉRIOS			DIRETRIZES	PESO	102	201	203	303	402	403	501	502	503
Ventilação Natural [2]			Condições do ambiente quando as janelas estão fechadas	[1]									
			Conforto térmico no período de inverno	[1/2]									
			Uso do Ventilador - SALA	[1]									
			Uso do Ventilador - QUARTO	[1]									
			Apartamento ventilado	[2]									
			Conforto térmico no período do verão	[2]									
			Segurança com o uso de elementos vazantes - SALA	[1/2]									
			Segurança com o uso de elementos vazantes - QUARTO	[1/2]									
			MÉDIA PONDERADA DAS DIRETRIZES X PESO DO CRITÉRIO					5,15	6,23	6,47	5,52	5,52	6,35
Estratégias construtivas [1/2]			Distribuição interna determinando as dimensões dos ambientes	[1/2]									
			MÉDIA PONDERADA DAS DIRETRIZES X PESO DO CRITÉRIO					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tipologia [2]	Elementos vazantes	Existência de elementos vazantes e com regulagem	[2]										
	Dimensionamento	Sistema de abertura determinando a área de ventilação- SALA	[2]										
		Sistema de abertura determinando a área de ventilação - QUARTO	[2]										
	MÉDIA PONDERADA DAS DIRETRIZES X PESO DO CRITÉRIO					8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Função da janela [1]	Estanqueidade	Ruídos e assovios ação de ventania - SALA	[1]										
		Ruídos e assovios ação de ventania - QUARTO	[1]										
		Ação de chuvas de vento - SALA	[1]										
		Ação de chuvas de vento - QUARTO	[1]										
		Penetração de pó - SALA	[1]										
		Penetração de pó - QUARTO	[1]										
		Ruídos externos ao ambiente - SALA	[1]										
		Ruídos externos ao ambiente - QUARTO	[1]										
	Composição estética	Estética do edifício com as tipologias de janelas	[1/2]										
	Contato visual	Contato visual relacionado à dimensão – SALA	[1/2]										
		Contato visual relacionado à dimensão – QUARTO	[1/2]										
	MÉDIA PONDERADA DAS DIRETRIZES X PESO DO CRITÉRIO					3,10	3,31	3,31	2,89	3,28	3,94	3,73	3,63
Média dos apartamentos													
RESULTADO FINAL DO EDIFÍCIO 02												3,31	

A análise dos resultados finais referente a cada apartamento e descritos na tabela 13 definiu-se as seguintes conclusões:

EDIFÍCIO 01:

- O 1º pavimento possui, para os apartamentos do bloco A como para os apartamentos do bloco B, desempenho menor quando comparados aos outros pavimentos, principalmente com relação ao ruído. Em relação aos blocos, os apartamentos localizados no bloco B possuem melhor desempenho, com relação ao conforto térmico, do que os apartamentos localizados no bloco A, visto que o vento predominante favorece melhor a ventilação cruzada nos apartamentos do bloco B.

EDIFÍCIO 02:

- O 1º pavimento possui desempenho menor quando comparado aos outros pavimentos, principalmente com relação ao ruído. Em relação às colunas, os apartamentos localizados na coluna 02 possuem melhor desempenho com relação ao conforto térmico, do que os apartamentos localizados na coluna 01 e 03, visto que o vento predominante favorece melhor a ventilação cruzada nesses apartamentos.

Tabela 13: médias finais dos apartamentos de cada edifício pesquisado.

	EDIFÍCIO 01		EDIFÍCIO 02
	BLOCO A	BLOCO B	
1º PAVIMENTO (APARTAMENTOS)	101= 2,72 102= 2,44 103= 2,61	----- 102= 2,38 103= 2,42	----- 102= 3,14 -----
2º PAVIMENTO (APARTAMENTOS)	----- 202=2,76 -----	201=2,93 ----- -----	201= 3,37 ----- 203= 3,47
3º PAVIMENTO (APARTAMENTOS)	----- 302=2,19 303=2,26	301= 2,78 302= 2,61 303= 2,43	----- ----- 303= 3,16
4º PAVIMENTO (APARTAMENTOS)	401= 2,02 402= 2,14 403= 2,64	401= 2,42 402= 2,69 -----	----- 402= 3,28 403= 3,50
5º PAVIMENTO (APARTAMENTOS)	-----	-----	501= 3,25 502= 3,38 503= 3,27

A análise das questões abordadas nos questionários, não teve conclusões mais incisivas com relação ao conforto térmico, pois há necessidade de quantidades maiores de apartamentos a serem pesquisados.

A interpretação dos dados representados nas tabelas policromáticas demonstrou a importância e a necessidade de ambientes mais ventilados e iluminados e com uma distribuição física adequada às condições da envoltória – envelope – e dos condicionantes ambientais do entorno, potencializando a ampliação do conforto pelo uso dos elementos naturais.

Com o resultado obtido através da abordagem de questionamentos sobre a trajetória do vento dentro da edificação foi possível simular o percurso do vento nos EDIFÍCIO 01 e 02 (figuras 58 e 59) ressaltando assim a importância da etapa de projeto tanto da edificação, como na definição do modelo e tamanho da janela para o efetivo alcance do máximo de conforto, a partir de estratégias vinculadas ao conceito da arquitetura bioclimática.

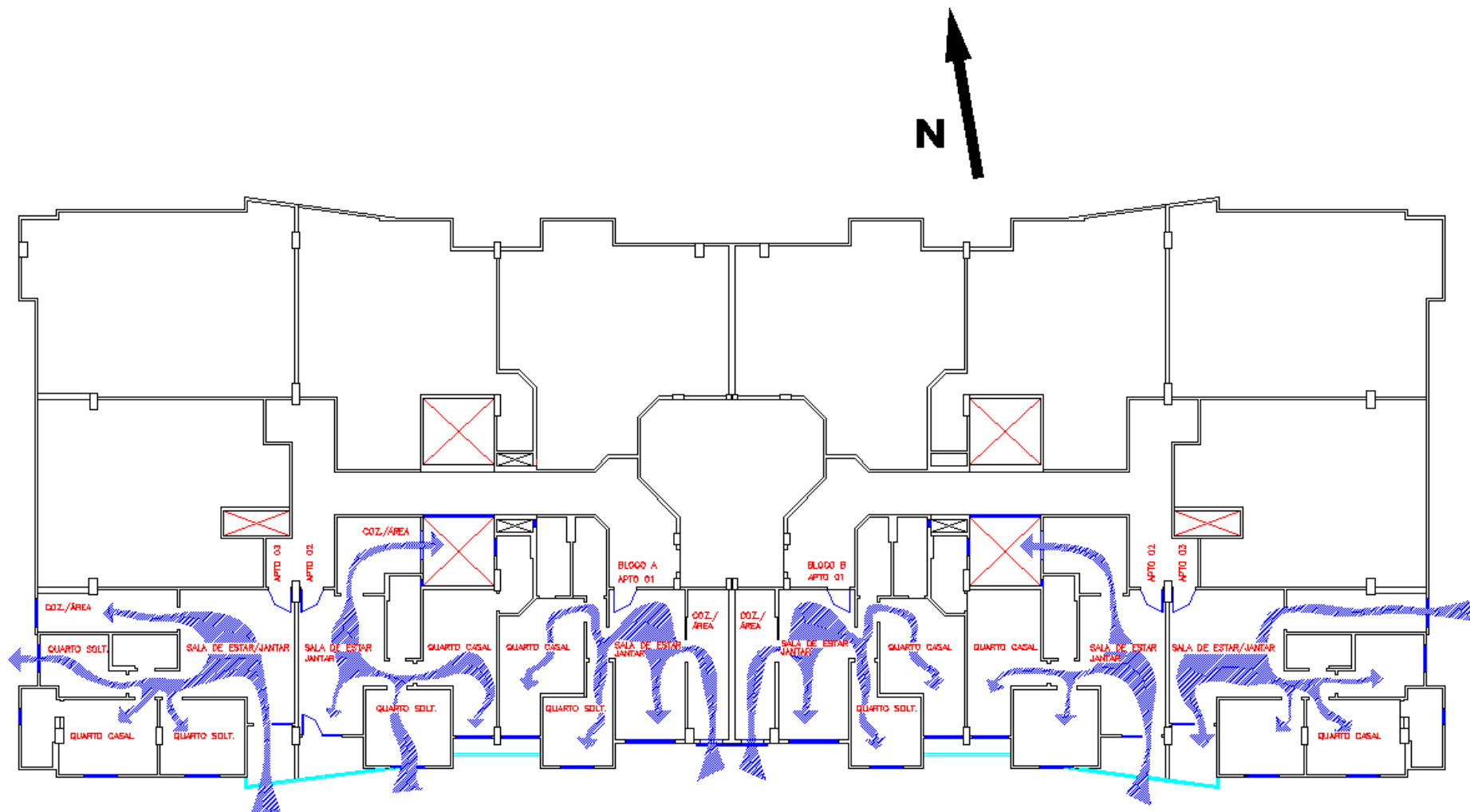


Figura 58: representação do percurso do vento a partir das respostas aos questionários aplicados aos usuários e da avaliação técnica realizada no EDIFÍCIO 01.

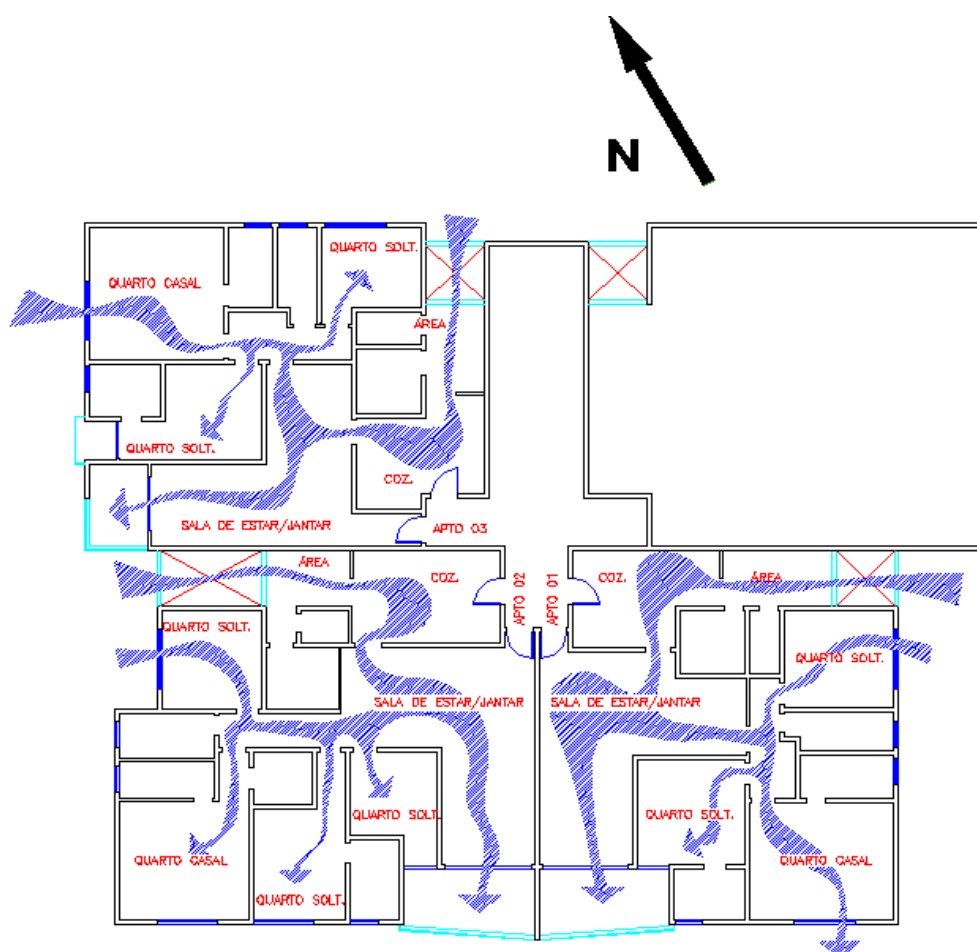


Figura 59: representação do percurso do vento elaborado a partir das respostas aos questionários aplicados aos usuários e da avaliação técnica no EDIFÍCIO 02.

7.1.2 Resultados dos fichamentos técnicos

Algumas características gerais foram observadas nas residências pesquisadas, tais como: aberturas para ventilação e iluminação, tipologias e componentes das janelas.

ANÁLISE GERAL DOS APARTAMENTOS

Para a pesquisa em campo foram analisadas as janelas do quarto de casal e a porta-janela localizada na sala, visto que a cidade de Vitória, a maioria dos edifícios multifamiliares tem varandas que acessam pelas salas e, eventualmente, pelos quartos. A tabela 14 apresenta os dimensionamentos e os respectivos índices correlacionados para os edifícios analisados ressaltando que para alguns desses índices, os valores são superiores ao definido pelo Código de Obras e Edificações da Prefeitura Municipal de Vitória (1998).

Tabela 14: especificações das janelas dos EDIFÍCIOS 01 e 02.

	AMBIENTES	CARACTERÍSTICAS	DIMENSÕES LXA (m)	ÁREA DE PISO	ÁREA DE JANELA	% ÁREA DE ABERTURA / ÁREA DO PISO	% ÁREA DE ABERTURA / ÁREA DA PAREDE	CÓDIGO DE OBRAS E EDIFICAÇÕES		
								COEF. ABER.	ÁREA P/ ILUMIN.	ÁREA P/ VENTIL.
EDIFÍCIO 01	Sala	Janela (coluna 01)	1,50 x 1,40	13,55 m ²	2,10 m ² Ilum.= 2,10 m ² vent.= 1,05 m ²	15%	31%	1/8	1,69 m ²	0,84 m ²
		Porta-janela (coluna 02)	1,50 x 2,10	13,98 m ²	3,15 m ² Ilum.= 3,15 m ² vent.= 1,57 m ²	22,5%	50%	1/8	1,74 m ²	0,87 m ²
		Porta-janela (coluna 03)	1,50 x 2,10	17,16 m ²	3,15 m ² Ilum.= 3,15 m ² vent.= 1,57 m ²	18%	74%	1/8	2,14 m ²	1,07 m ²
	Quarto casal	Janela (coluna 01)	1,20 x 1,40	11,63 m ²	1,68 m ² Ilum.= 1,68 m ² vent.= 0,84 m ²	14,4%	40%	1/8	1,48 m ²	0,74 m ²
		Janela (coluna 02)	1,20 x 1,40	11,87 m ²	1,68 m ² Ilum.= 1,68 m ² vent.= 0,84 m ²	14,2%	40%	1/8	1,48 m ²	0,74 m ²
		Janela (coluna 03)	1,20 x 1,40	9,26 m ²	1,68 m ² Ilum.= 1,68 m ² vent.= 0,84 m ²	18,2%	56%	1/8	1,15 m ²	0,57 m ²
EDIFÍCIO 02	Sala	Porta-janela sem veneziana (coluna 1)	2,20 x 2,15	29,91 m ²	4,73 m ² Ilum.= 4,73 m ² vent.= 2,36 m ²	15,8%	62%	1/8	3,73 m ²	1,86 m ²
		Porta-janela sem veneziana (coluna 2)	2,20 x 2,15	29,09 m ²	4,73 m ² Ilum.= 4,73 m ² vent.= 2,36 m ²	16,3%	61%	1/8	3,63 m ²	1,86 m ²
		Porta-janela sem veneziana (coluna 3)	2,20 x 2,15	25,90 m ²	4,73 m ² Ilum.= 4,73 m ² vent.= 2,36 m ²	18,3%	68,4%	1/8	3,23 m ²	1,86 m ²
	Quarto casal	Janela com veneziana (coluna 1 e 3)	2,10 x 1,30	17,00 m ²	2,73 m ² Ilum.= 2,73 m ² vent.= 1,36 m ²	16,1%	24%	1/8	2,12 m ²	1,06 m ²
		Janela com veneziana (coluna 2)	2,10 x 1,30	15,90 m ²	2,73 m ² Ilum.= 2,73 m ² vent.= 1,36 m ²	17,2%	25%	1/8	1,98 m ²	0,99 m ²

A área selecionada para pesquisa no EDIFÍCIO 01 possui três tipos diferentes de plantas baixas que são distribuídas em dois blocos - A e B - e em três colunas. No EDIFÍCIO 02 a área selecionada possui três tipos diferentes de plantas baixas distribuídas em três colunas. No EDIFÍCIO 01, os apartamentos da coluna 01 e 02 possuem aberturas voltadas para poços de ventilação e fechamentos utilizando sistema de *brises* horizontais fixos (apartamentos da coluna 01). Para os apartamentos localizados na coluna 03, possuem todas as aberturas voltadas para área externa (logradouro público), exceto do banheiro social que possui sistema de ventilação através de exaustão mecânica. No EDIFÍCIO 02 os apartamentos possuem suas aberturas para ventilação e iluminação voltados para a área externa (logradouro público), exceto os quartos de serviço que possuem suas aberturas para ventilação e iluminação voltadas para as áreas de serviços.

No EDIFÍCIO 01, a distribuição interna do apartamento, o posicionamento e as tipologias de janelas adotadas, determinaram situações adversas às diretrizes propostas pela arquitetura bioclimática e pela NBR 15220-3, em relação às proporções de aberturas para ventilação natural na edificação. No EDIFÍCIO 02, as dimensões dos ambientes, o posicionamento e tipologias de janelas adotadas, determinaram condições ambientais térmicas mais representativas, em relação às diretrizes bioclimáticas e a NBR 15220-3.

Nos dois EDIFÍCIOS avaliados, a esquadria da sala é composta por fechos do tipo concha onde está inserida a maçaneta e a esquadria do quarto de casal é composta por fechos do tipo borboleta, com a maçaneta na forma de perfil reto fixado verticalmente, sobre o perfil de sustentação do vidro. Na esquadria com o sistema de abertura maxim-ar os fechos são do tipo alça e sem maçaneta.

Foram analisadas para os edifícios as características pontuadas no fichamento (anexo III), sendo considerados aspectos comuns aos dois EDIFÍCIOS, os seguintes elementos apresentados no quadro 16.

CRITÉRIOS	EDIFÍCIO 01	EDIFÍCIO 02
SUPORTE	A espessura das paredes segue o dimensionamento padrão do sistema de alvenaria estrutural com reboco e revestimentos. Não há na fachada nenhum tipo de anteparo solar fixo ou móvel (toldos) sobre as aberturas, bem como grades. Foi observada a existência de telas de proteção em algumas unidades	
ESTANQUEIDADE	O sistema de encaixes utilizados na caixilharia proporciona estanqueidade com relação à água, visto que não há nenhum indício de infiltração ou pintura escorrida na parte interna que demonstre o fato. Com relação às ventanias e ruídos, o sistema de esquadrias não possui nenhum componente que auxilie na estanqueidade total, fato também registrado através dos questionários com os usuários onde se constatou que a altura do apartamento em relação à fonte de ruído influencia no grau de desconforto do mesmo	
	Verificou-se grande utilização de elementos vedantes internos, como cortinas, por exemplo, demonstrando a necessidade de privacidade, pois há uma grande proximidade com outros edifícios que distam aproximadamente 15 metros. As cortinas também auxiliam no conforto lumínico, pois há incidência direta da radiação solar nos apartamentos ressaltando que a cidade de Vitória possui grande parte do ano com o céu descoberto	As janelas do quarto de casal não possuem elementos vedantes, como cortinas, pois as bandeiras com venezianas auxiliam no conforto lumínico e na ampliação da privacidade. Nas salas, aparentemente, as cortinas atuam com o objetivo meramente decorativo
UTILIZAÇÃO	As esquadrias utilizadas nos edifícios estão funcionando eficazmente com relação ao manuseio e em bom estado de conservação. Já os tipos de fechos e maçanetas não oferecem segurança e sua manutenção deve ser feita periodicamente	
	A localização da janela em algumas unidades prejudica a distribuição do mobiliário e a ventilação cruzada, visto que o formato e o dimensionamento dos cômodos também não favorecem a possibilidade de um layout convencional	A localização das janelas em relação ao dimensionamento do ambiente não prejudica a ventilação cruzada e também a distribuição do mobiliário

Quadro 16: características pontuadas através do fichamento técnico para os dois edifícios.

Os quadros 17 e 18 apresentam as características específicas das unidades avaliadas, sendo que esse levantamento teve por objetivo possibilitar a averiguação das questões respondidas pelos usuários.

ANÁLISE DOS APARTAMENTOS – EDIFÍCIO 01	
	PARTICULARIDADES
101A	Dois quartos com apenas uma moradora que o utiliza apenas a noite. A ventilação maior do apartamento é feita através dos <i>brises</i> fixos horizontais localizados na área de serviço
401A	Dois quartos e três moradores. Essa coluna possui como esquadria na área de serviço, <i>brises</i> horizontais fixos, no qual as questões relacionadas à estanqueidade são bastante distintas em relação às outras colunas de apartamentos. A segurança fornecida pela esquadria é assegurada pela altura em que o apartamento está, porém o modelo tipológico não é seguro. A utilização de telas de segurança foi fator determinante, na falta de liberdade de acesso as mesmas. No apartamento não possui elemento vedante, como cortinas, reforçando o desconforto térmico no apartamento nos períodos quentes, pois a radiação solar é intensa
202A	Dois quartos e um morador que o utiliza somente no período noturno. O morador não permitiu o acesso ao apartamento
402A	Dois quartos e apenas um morador que o utiliza apenas no horário noturno. Possui poucos mobiliários e ressalta que o quarto de casal é quente
303A	Três quartos com dois moradores. Para uma boa utilização do quarto de casal o mobiliário foi planejado, visto que a janela ocupa posição que atrapalha o arranjo físico do quarto
201B	Dois quartos e os moradores são recém casados que estão mobiliando o apartamento. Permanecem no apartamento durante meio dia
301B	Dois quartos e dois moradores, a ventilação e as condições do ambiente fechado são favorecidos pela existência de <i>brises</i> fixos horizontais localizados na área de serviço
401B	Dois quartos, dois moradores com idades superiores há 70 anos. Possui pouco mobiliário e permanece o suficiente no apartamento
102B	Dois quartos, com dimensões compatíveis com a área total do apartamento. Observou que a disposição das aberturas e o arranjo funcional do apartamento trouxeram problemas de utilização do mobiliário principalmente na cozinha, área de serviço e quarto casal. O morador era inquilino possuía 04 membros e estava de mudança, pois o espaço não era compatível para o conforto da família
302B	Dois quartos, com apenas uma moradora que permanece o dia inteiro fora. Possui um mobiliário não compatível com as dimensões dos cômodos. A quantidade de iluminação natural nos ambientes é suficiente para o trabalho, porém a moradora utiliza iluminação artificial para trabalhos manuais
303B	Três quartos e três moradores. Essa coluna é favorecida pelo vento nordeste que acessa as aberturas da área de serviço e quarto solteiro (rua secundária) visto que o apartamento é de esquina, porém o quarto casal e sala são prejudicados com relação à ventilação, fato constatado pelo questionário dos usuários

Quadro 17: análise dos apartamentos pesquisados no EDIFÍCIO 01.

ANÁLISE DOS APARTAMENTOS – EDIFÍCIO 02	
	PARTICULARIDADES
201	Quatro quartos e dois moradores. Apartamento com mobiliários bem distribuídos, porém a moradora salientou a necessidade de maior conforto na cozinha
501	Três quartos e quatro moradores. Apartamento em excelente estado de conservação e com boa distribuição dos mobiliários
102	Quatro quartos e cinco moradores. Apartamento com mobiliários bem distribuídos, porém a moradora evidenciou a necessidade de maior conforto na sala de estar e jantar, visto que em períodos quentes abre-se a porta principal e acionam-se ventiladores e quando há muito ruído externo fecha-se tudo para amenizar
402	Quatro quartos e três moradores. Possui arranjo físico elaborado através de mobiliários planejados e observou-se que o sol da manhã que adentra pela janela da área de serviço afeta o trabalho na cozinha
502	Três quartos e uma moradora. O apartamento estava em reforma de piso, não sendo permitido o acesso ao mesmo. Porém a moradora respondeu ao questionário através do interfone
203	Três quartos com quatro moradores. O apartamento possui mobiliários incompatíveis com as dimensões de espaço, e também a moradora salientou a necessidade de maior conforto em todo o apartamento
303	Três quartos com dois moradores que o utilizam muito pouco, pois viajam muito. Possuem muito mobiliários e tem o hábito de fazer trabalhos manuais
403	Três quartos com dois moradores que o utiliza poucos meses no ano, pois viajam muito. Declararam ser um apartamento confortável e muito ventilado, principalmente, no quarto de casal onde para se fazer leitura em dias normais de ventilação as folhas de papel precisam ser seguradas
503	Três quartos com cinco moradores. Houve para um bom arranjo físico, a utilização de mobiliário planejado, principalmente nos quartos de solteiros e sala, isso devido à quantidade de ocupantes. Ressalta-se que as dimensões dos ambientes são compatíveis com a área total do apartamento

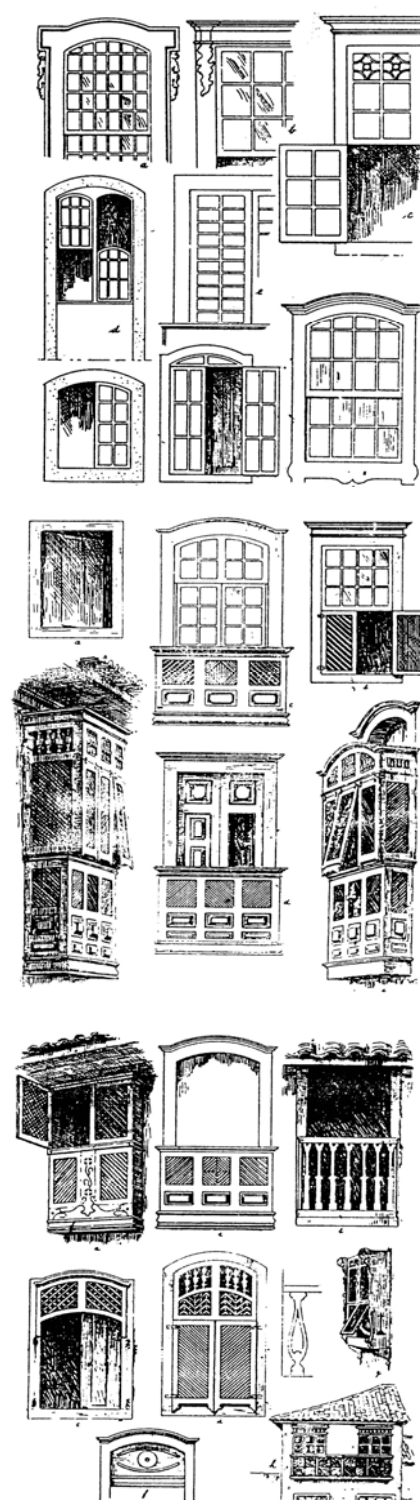
Quadro 18: análise dos apartamentos pesquisados no EDIFÍCIO 02.

Algumas particularidades observadas quando comparadas os resultados da tabela policromática e do fichamento técnico para o edifício 02:

- Apartamento 502: como o apartamento está em reforma a moradora declarou que existem infiltrações provocadas pelas águas das chuvas, refletindo talvez uma condição de insatisfação.
- Apartamento 503: o número de moradores residentes determina uma utilização maior das aberturas refletindo na quantidade de pó de minério encontrada no apartamento.
- Apartamento 303: a pouca permanência dos moradores no apartamento não esclarece a penetração de pó nos ambientes. E com relação ao ruído é explicável, pois os moradores viajam para locais onde a fonte de ruído é distante dos ambientes.
- Apartamento 102: localizado bem próximo a fonte de ruído.

Concluiu-se após a análise dos questionários e fichamentos técnicos, que as características específicas das janelas, as dimensões dos apartamentos, a localização de suas aberturas e suas tipologias são fatores importantes no conforto térmico dos usuários e, com menor importância, o mobiliário e cores incompatíveis com o espaço que interferem, também, na sensação de conforto térmico.

É indiscutível que a adoção de elementos externos adequados pode auxiliar para reduzir a incidência da radiação solar direta nas aberturas onde não há a proteção das varandas, diminuindo assim a temperatura no interior dos ambientes. Também é desejável a presença de elementos vazantes que objetivam proporcionar a ventilação constante ao mesmo tempo em que mantêm a segurança e a privacidade dos moradores.



8 PROPOSTA

8 PROPOSTA

A partir dos resultados obtidos nas atividades de campo e no referencial teórico foram definidas as diretrizes que nortearam o desenvolvimento dos ensaios projetuais propositivos, das sugestões para alteração na legislação - especificamente do Código de Obras e Edificações de Vitória - e um quadro síntese com indicativos para o uso adequado das tipologias mais usuais nas edificações multifamiliares, conforme detalhado a seguir.

8.1 Ensaio projetual

Foram desenvolvidos estudos para projetos de esquadrias (quadros 19, 20 e 21) objetivando identificar uma ou mais soluções de geometria ótima de janela considerando as condições de contorno semelhante aos verificados nos edifícios pesquisados, ou seja, orientação NO/SO, a presença de obstáculos físicos e naturais e baseados nas diretrizes conforme a seguir:

- Definir elementos que possibilitem a ventilação higiênica e de conforto através das esquadrias externa e interna;
- Inserir elementos que amenizem a radiação solar direta, considerando a orientação NO/SO;
- Projetar componentes que configurem esquadrias seguras;
- Propor componentes e materiais de fácil manutenção e reposição, de acordo com a potencialidade do comércio local;
- Dimensionar a esquadria, preferencialmente para o formato retangular no sentido horizontal, visto ser um formato mais eficiente para promover o fluxo de vento no ambiente interno, ressaltando que para o melhor aproveitamento da iluminação natural o formato retangular no sentido vertical é o mais indicado;
- Propor elementos complementares, como fechos e maçanetas, aptos a serem utilizados por indivíduos com capacidade restrita;
- Definir a geometria de esquadria que permita fácil acesso para limpeza, lembrando-se dos fatores externos que interferem na vida da população, como o pó de minério, por exemplo, bem como propor dimensões que possibilitam tamanhos adequados de folhas, em relação aos aspectos segurança e limpeza;

- Estudar a possibilidade de uso de perfis de alumínio, considerando as potencialidades (custo/benefício) desse material, e em cores claras objetivando ampliar a capacidade refletora para a radiação; e
- Definir dimensões proporcionais entre os diferentes caixilhos, buscando a harmonia e a composição estética adequada.

A opção pelo sistema de abertura do tipo de correr definiu-se através da possibilidade de uso, manuseio e utilização do espaço interno, principalmente, para pessoas com limitações. Ressalta-se que o sistema permite apenas 50% de sua abertura para ventilação. O anexo IV apresenta os diversos sistemas de aberturas com os percentuais destinados à ventilação.

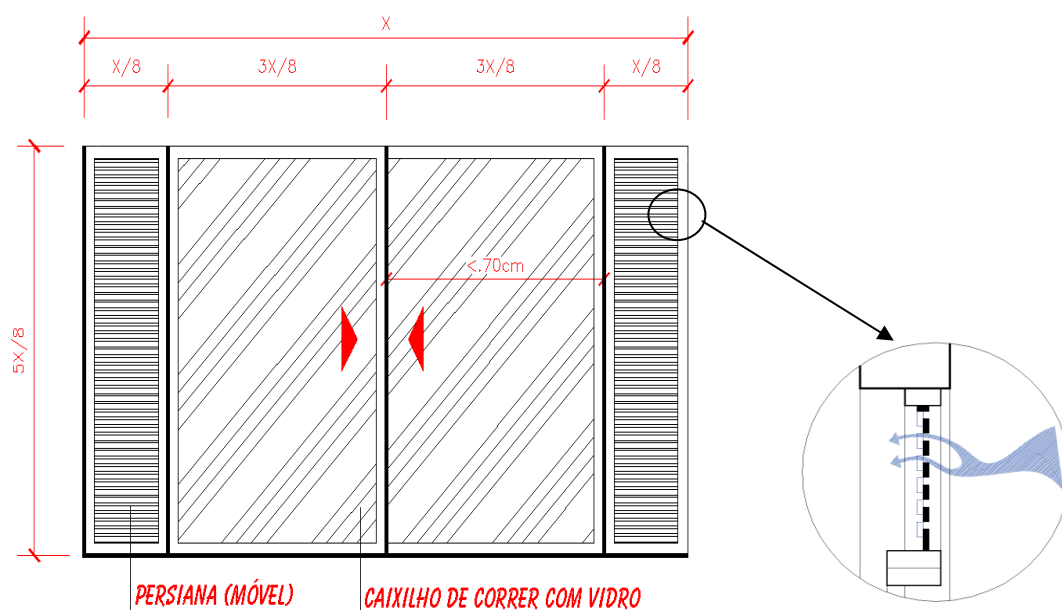
Para o atendimento das diretrizes abordadas acima, as propostas de tipologias de janelas tiveram os seguintes elementos: veneziana¹¹, persiana¹², vidro, elemento externo do tipo *brise* e o sistema de abertura. As definições dos elementos culminaram na elaboração de três propostas básicas de tipologias com possibilidades de variações, conforme a seguir detalhado.

1ª PROPOSTA – utilização de vidro, veneziana e persiana móvel no sentido vertical e articulada, sem elementos que direcionam a ventilação e sem elemento externo do tipo *brise*. O sistema de abertura é do tipo de correr e maxim-ar. As variações, representadas pelas opções 01 a 05, seguem representadas no quadro 19.

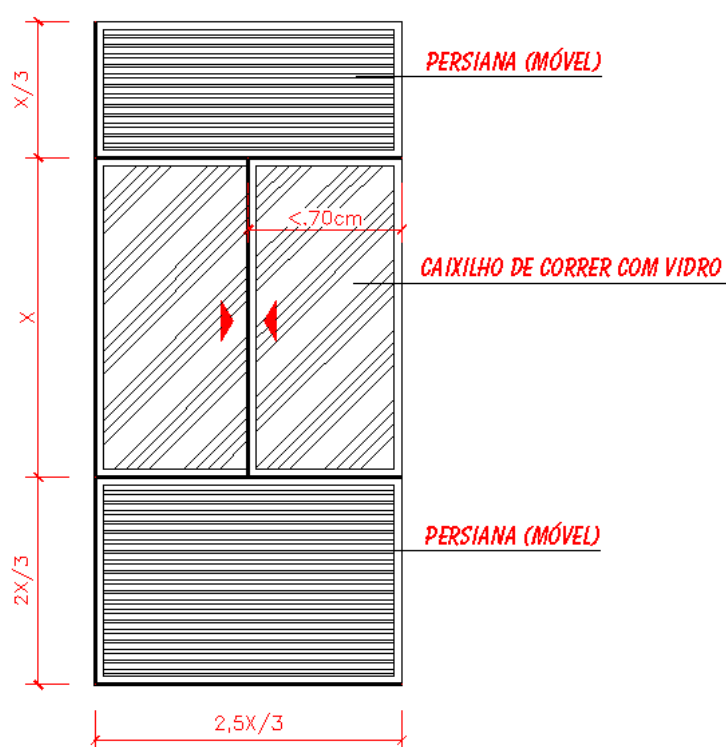
¹¹ “[...] Constituída por palhetas horizontais, verticais ou inclinadas, superpostas, paralelas entre si, que possibilitam a ventilação permanente dos recintos [...]” (NBR-10820, p. 6, 1989).

¹² “Tipo de veneziana, que pode ser recolhida” (NBR-10820, p. 7, 1989).

continua

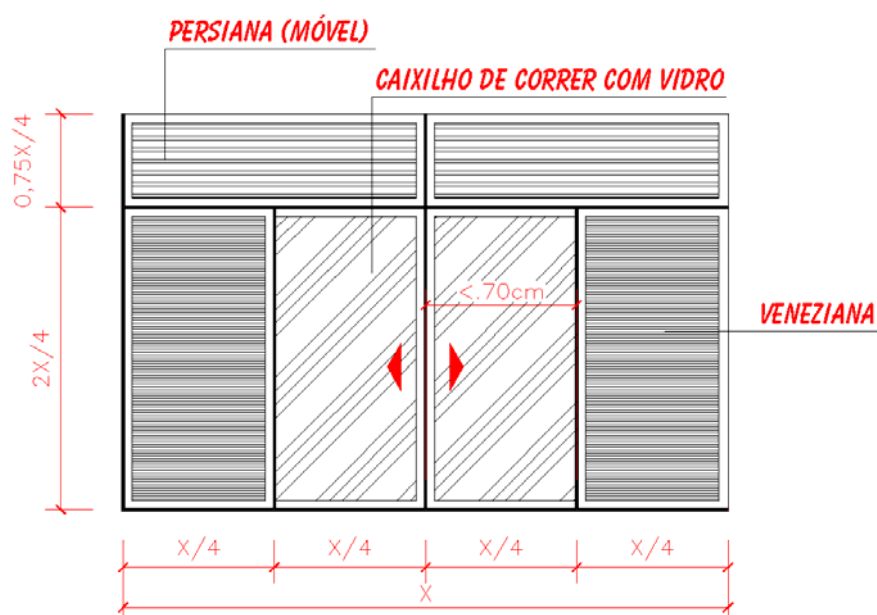


OPÇÃO 01: janela com folhas em vidro e laterais com persiana móvel no sentido vertical através do sistema de deslizamento.

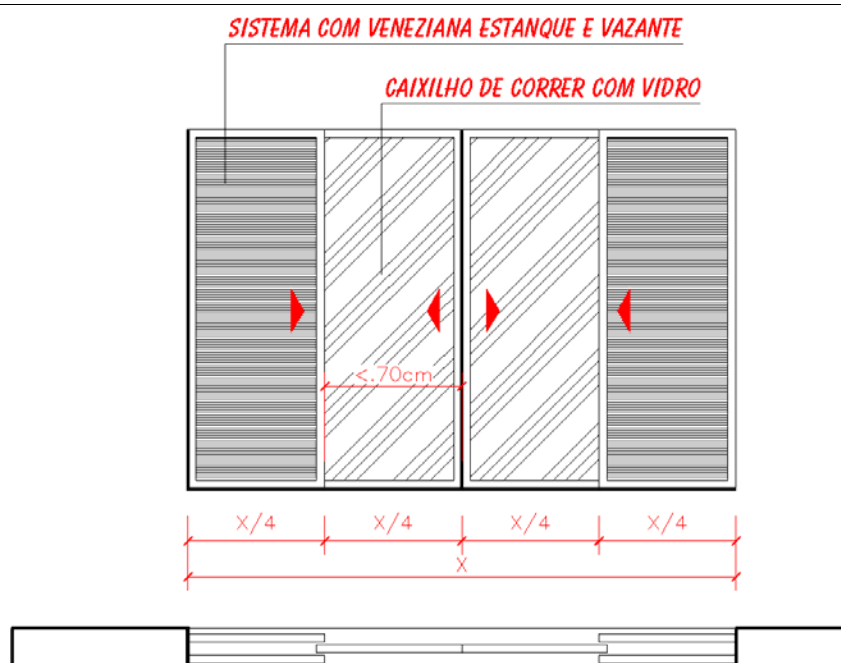


OPÇÃO 02: janela com folhas em vidro e na parte superior e inferior com persiana móvel no sentido vertical.

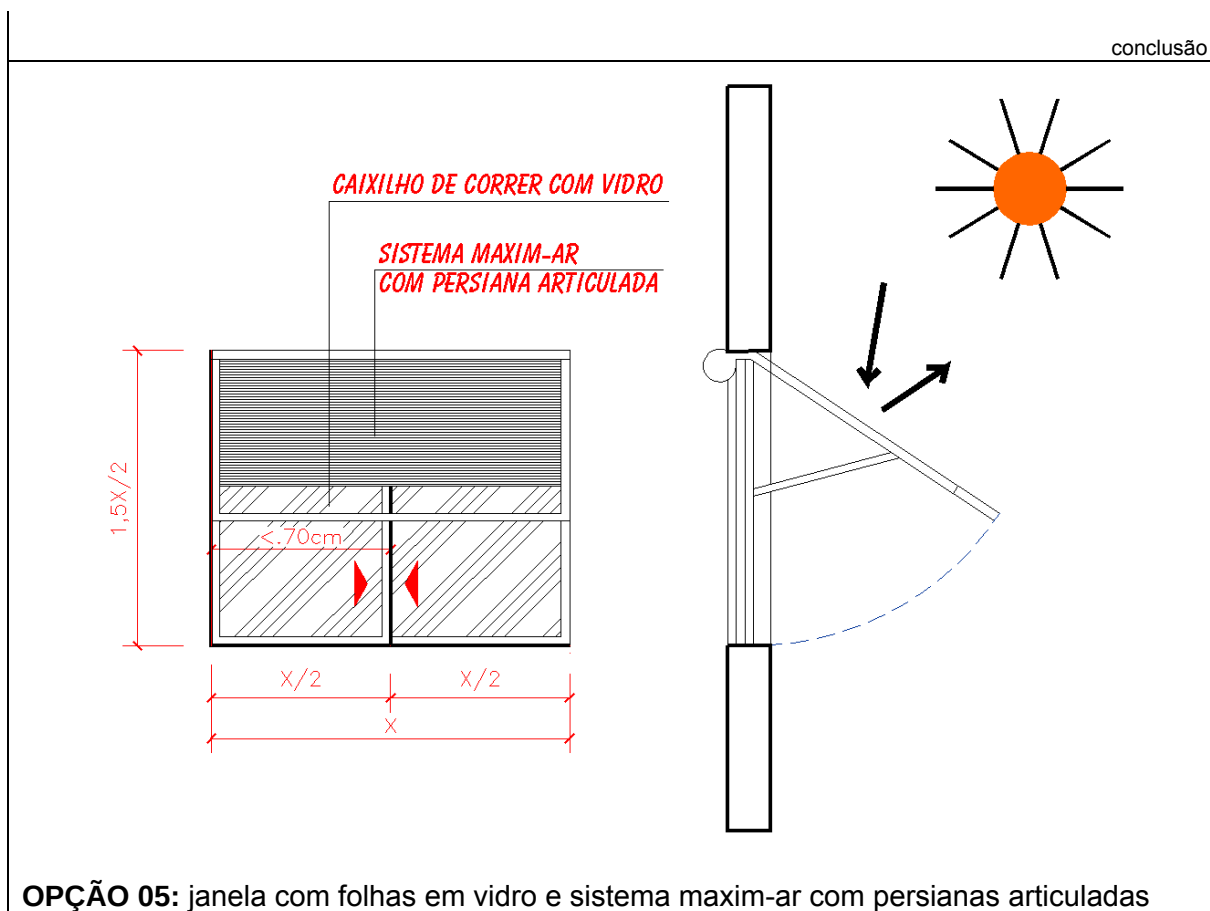
continuação



OPÇÃO 03: janela com folhas em vidro e em venezianas e na parte superior com persiana móvel no sentido vertical.

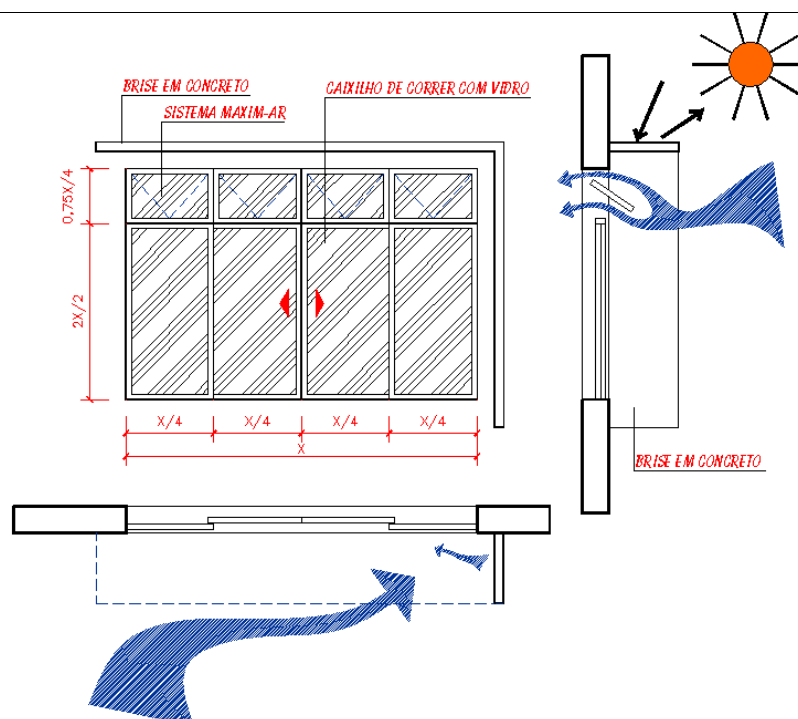


OPÇÃO 04: janela com folhas em vidro, venezianas vazantes e venezianas estanques.

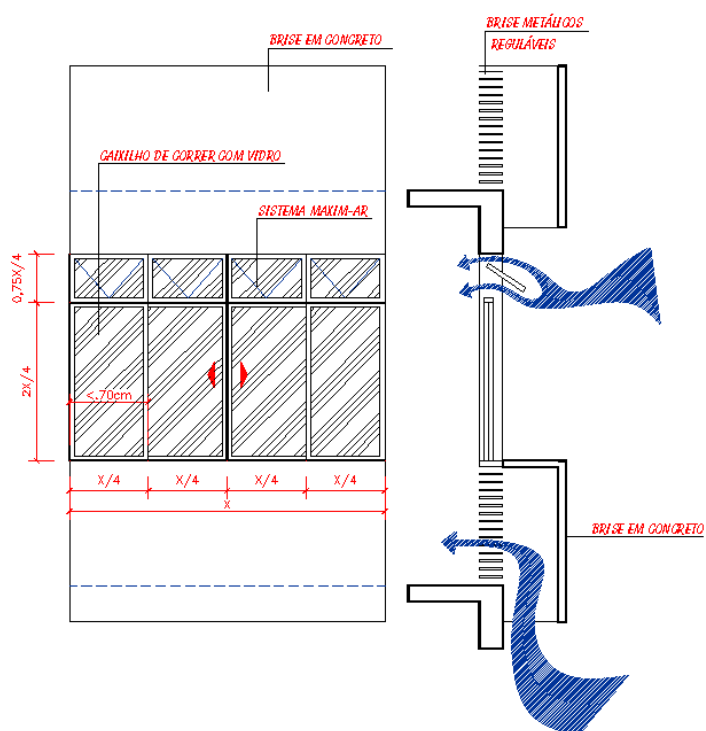


Quadro 19: 1ª proposta de tipologia de janela com as variações dos elementos.

2ª PROPOSTA – utilização de vidro, elemento externo do tipo *brise* e peitoris ventilados com *brises* metálicos móveis. O sistema de abertura é do tipo de correr e maxim-ar. As variações, representadas pelas opções 06 e 07 representadas no quadro 20.



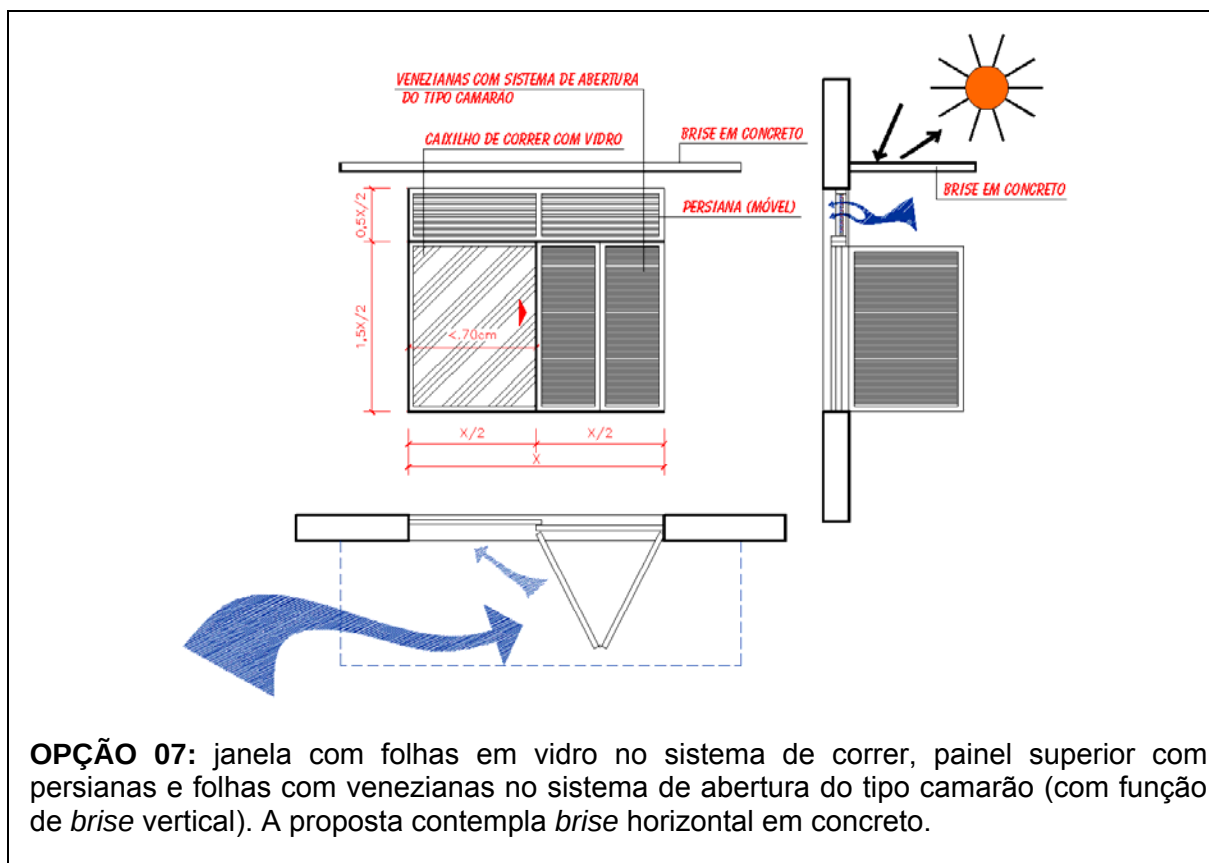
OPÇÃO 06: janela com folhas em vidro e na parte superior no sistema de abertura do tipo maxim-ar. A esquadria possui elemento externo do tipo *brise* que desempenha a função de amenizar a radiação solar e ampliar a área de captação do vento.



OPÇÃO 07: janela com folhas em vidro e na parte superior no sistema de abertura do tipo maxim-ar. A esquadria possui os peitoris ventilados através de *brises* metálicos móveis e painéis externos para o direcionamento dos fluxos de ar.

Quadro 20: 2ª proposta de tipologia de janela com as variações dos elementos.

3ª PROPOSTA – utilização de vidro no sistema de abertura do tipo de correr, painel fixo com persiana móvel no sentido vertical e folhas em venezianas com abertura do tipo camarão. A proposta prevê controle no direcionamento da ventilação e utilização de elementos externos (quadro 21).



Quadro 21: 3ª proposta de geometria ótima de janela.

A inserção de elementos externos à edificação tem por objetivo amenizar a radiação solar direta e possibilitar o direcionamento do vento para o interior da edificação, visto ser a ventilação natural um aspecto fundamental para atingir melhores condições de conforto térmico nas edificações em Vitória. Esses elementos podem, além da captação do vento, contribuir com composição volumétrica do projeto arquitetônico.

É importante observar a orientação da edificação frente ao percurso aparente do sol, bem como quanto à direção e sentido dos ventos, permitindo que se projete a edificação baseando-se nos ganhos térmicos. As características do entorno da edificação interferirão na contribuição do vento para o conforto higrotérmico do

usuário estabelecendo condições de conforto através da climatização passiva e de menor consumo de energia.

8.1.1 Análise do ensaio projetual

Os aspectos que direcionaram o desenvolvimento das propostas de esquadrias foram ressaltados, evidenciados e eventualmente corrigidos no decorrer da pesquisa culminando na definição das diretrizes que orientaram a elaboração do projeto de geometria ótima de janela, considerando principalmente a situação de localização das aberturas.

Para as propostas de geometria ótima de janelas foram observados aspectos qualificadores descritos no quadro 14, do capítulo 6, conforme a seguir detalhado, de forma explicativa, configurando os questionamentos mais preocupantes abordados junto aos usuários e salientados nos conceitos e diretrizes mencionados anteriormente.

- **Estratégias construtivas:** constituídos de mecanismos que possibilitam o redirecionamento da ventilação para os locais menos favorecidos pela ação do vento, bem como para auxiliar na proteção das aberturas em relação à incidência da radiação solar direta.
- **Composição estética:** os modelos propostos foram para a concepção de aberturas que, somados a volumetria da edificação, possibilitam a adoção de uma linguagem contemporânea, inserida no contexto da arquitetura das novas tecnologias. A dimensão da janela prevê, ainda, um percentual de abertura suficiente para permitir o domínio do espaço externo, com proporções harmônicas entre os materiais opacos e translúcidos, materiais vedantes e vazantes. As janelas terão largura e altura proporcionais permitindo um arranjo visual compatível para edificações multifamiliares.
- **Resfriamento:** criação de elementos que permitem a ventilação noturna constante nos ambientes, sem comprometer a segurança.
- **Material:** está relacionado à opção por materiais que, além de cumprirem com os objetivos principais do elemento janela, possibilitem a facilidade de limpeza, de operação e de manutenção. As folhas da janela terão dimensões compatíveis

para o manuseio, seja para procedimentos de limpeza como para o uso por pessoas com limitações físicas, como por exemplo, quando possuem dimensões inadequadas em relação ao comprimento do braço humano, ou seja, aproximadamente 0,70 cm.

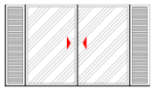
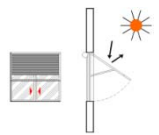
- **Áreas para ventilação:** possibilitar ao usuário o controle da ventilação através da adoção de componentes permeáveis. Propor tipologias de formato retangular no sentido horizontal, pois permitem - de acordo com o posicionamento da abertura de entrada e de saída, maior fluxo de ar interno. Utilizar o sistema de abertura do tipo de correr para as janelas e porta-janelas, visto não ocupar espaço no interior do ambiente para seu manuseio, bem como permitir o uso de elementos decorativos, como cortinas.
- **Eficiência (conforto térmico):** o uso de sistemas que favoreçam a ventilação higiênica, através de caixilhos com aberturas suficientes para permitir a troca de ar nos períodos mais frios, sem prejudicar o conforto térmico nos ambientes. Utilizar mecanismos que induzem à ventilação de conforto, através de caixilho com área de aberturas suficiente para garantir o conforto térmico do usuário nos períodos quentes, proporcionando segurança e comodidade com relação aos ruídos externos. Compor elementos bloqueadores da radiação solar, possibilitando controlar a iluminação excessiva e permitindo o contato visual externo.

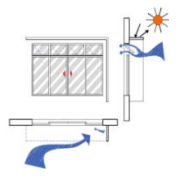
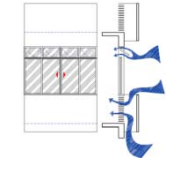
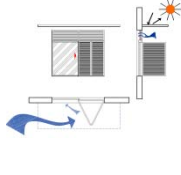
Para uma avaliação dos componentes adotados em cada ensaio projetual foram definidas duas etapas de análise: uma com os critérios comuns a todas as propostas e a outra com relação às particularidades de cada uma.

1ª ETAPA – avaliação comum a todas as tipologias:

- **Material:** a utilização do vidro como elemento facilitador do acesso a iluminação natural e pela facilidade de limpeza que o material permite, o torna funcional, porém ressalta-se que as bandeiras e folhas com persianas ou venezianas possuem alguma dificuldade para a manutenção e limpeza, visto ser uma superfície irregular, compostas por reentrâncias e saliências.

2ª ETAPA - relacionado à avaliação de cada tipologia (quadro 22):

1ª PROPOSTA			
Opção	Tipologia	Crítérios	Características
01		Características	Janela com folhas em vidro de correr e laterais fixas com persiana (móvel)
		Composição estética	Caixilhos laterais opacos em composição com caixilho translúcido
		Resfriamento	Caixilhos laterais com persianas móveis
		Áreas para ventilação	Sistema com persiana vazante, dispositivo de controle e sem direcionamento, sobreposição das folhas devido às dimensões da abertura e proporções para formatos retangulares no sentido horizontal
		Eficiência – conforto térmico	Ventilação higiênica efetuada nas laterais e sem elemento bloqueador da radiação solar direta inserido na janela
02		Características	Janela com folhas em vidro no sistema de correr e na parte superior e inferior painéis fixos com persiana (móvel)
		Composição estética	Caixilhos superiores e inferiores em composição com caixilho translúcido e dimensões com restrição para o contato visual
		Resfriamento	Caixilho superior e inferior com persianas móveis
		Áreas para ventilação	Sistema com persiana vazante, dispositivo de controle e sem direcionamento, sobreposição das folhas devido às dimensões da abertura e proporções para formatos retangulares no sentido vertical
		Eficiência – conforto térmico	Ventilação higiênica efetuada na parte superior e ventilação de conforto com peitoris ventilados. O sistema não possui bloqueador da radiação solar direta inserido na janela
03		Características	Janela com folhas em vidro e venezianas vazantes e na parte superior caixilho fixo com persiana (móvel)
		Composição estética	Caixilhos laterais e superior opacos em composição com caixilho central translúcido e os elementos opacos restringem o contato visual
		Resfriamento	Caixilhos laterais com venezianas e na parte superior com persiana (móvel)
		Áreas para ventilação	Sistema superior com persiana vazante, dispositivo de controle, sem direcionamento e folhas com venezianas (ventilação e proteção solar). Sobreposição de duas folhas e proporções para formatos retangulares no sentido horizontal e a abertura
		Eficiência – conforto térmico	Ventilação higiênica efetuada na parte superior. O sistema possui 50% das folhas como bloqueadores da radiação solar direta
04		Características	Janela com folhas em vidro, venezianas vazantes e venezianas estanques
		Composição estética	Caixilho lateral e superior opacos em composição com caixilho central translúcido e os elementos opacos restringem o contato visual
		Resfriamento	Folhas laterais com venezianas vazantes e estanques
		Áreas para ventilação	O sistema possui venezianas vazantes que não possuem dispositivo de controle de entrada de ar e de direcionamento e veneziana estanque funcionando como dispositivo de proteção da radiação solar amenizando a incidência de iluminação nos períodos mais quentes. As dimensões propostas mantêm duas bandeiras em sobreposição e as proporções deverão estabelecer formatos retangulares no sentido horizontal e a abertura
		Eficiência – conforto térmico	O sistema não possui nenhum mecanismo para proporcionar a ventilação higiênica
05		Características	Janela com folhas em vidro e sistema maxim-ar com persianas articuladas
		Composição estética	Sua tipologia permite composição estética para a fachada
		Resfriamento	Persiana articulada com sistema de abertura do tipo maxim-ar
		Áreas para ventilação	O sistema é formado por elementos vazantes do tipo persianas articuladas que se abrem no sistema maxim-ar e terão dispositivo de controle de entrada de ar e direcionamento no sentido horizontal e vertical. A proposta estabelece formatos mais quadrados
		Eficiência – conforto térmico	O sistema não possui abertura individual para a ventilação higiênica, porém as persianas articuladas proporcionam ventilação acima do usuário, não havendo a necessidade de utilização de bloqueadores de iluminação. A proposta contempla elemento de proteção solar inserido na janela através da persiana articulada

2ª PROPOSTA			
Opção	Tipologia	Critérios	Características
06		Características	Janela com folhas em vidro e na parte superior com caixilho no sistema maxim-ar. A esquadria possui elementos externos
		Estratégias construtivas	Elementos externos do tipo <i>brise</i> no sentido horizontal e vertical objetivando redirecionar o fluxo de vento e amenizar a incidência da radiação solar direta
		Composição estética	<i>Brises</i> externos em composição com caixilho todo translúcido
		Resfriamento	Caixilho superior com abertura do tipo maxim-ar.
		Áreas para ventilação	Sistema superior com abertura maxim-ar, dispositivo de controle, com direcionamento no sentido vertical. Proporções para formatos retangulares no sentido horizontal com sobreposição de duas folhas
		Eficiência – conforto térmico	Ventilação higiênica efetuada na parte superior.
07		Características	Janela com folhas em vidro e na parte superior com caixilho no sistema maxim-ar. A esquadria possui os peitoris com <i>brises</i> metálicos e painéis externos
		Estratégias construtivas	Elementos externos do tipo <i>brise</i> no sentido vertical funcionando como painéis para redirecionar o fluxo de vento e amenizar a incidência da radiação solar direta
		Composição estética	Painéis externos em composição com caixilho todo translúcido
		Resfriamento	Caixilho superior com abertura maxim-ar.
		Áreas para ventilação	Sistema superior com abertura maxim-ar, dispositivo de controle, com direcionamento no sentido vertical. Os peitoris com <i>brises</i> metálicos com direcionamento. Proporções para formatos retangulares no sentido horizontal com sobreposição de duas folhas
		Eficiência – conforto térmico	Ventilação higiênica efetuada na parte superior e a ventilação de conforto também através dos peitoris ventilados. Sem proteção da radiação solar direta inserida na janela
3ª PROPOSTA			
08		Características	Janela com folhas em vidro, venezianas vazantes e na parte superior caixilho fixo com persiana (móvel). A esquadria possui elementos externos
		Estratégias construtivas	Elementos externos do tipo <i>brise</i> no sentido horizontal amenizando a incidência da radiação solar direta
		Composição estética	Caixilhos opacos em composição com caixilho translúcido
		Resfriamento	Caixilho superior com persiana (móvel)
		Áreas para ventilação	Sistema superior com persiana vazante, dispositivo de controle, sem direcionamento e folhas com venezianas (ventilação e proteção solar) com sistema de abertura do tipo camarão, funcionando como <i>brise</i> vertical no redirecionamento do fluxo de vento. Sobreposição de uma folha e proporções para formatos retangulares no sentido horizontal e a abertura
		Eficiência – conforto térmico	Ventilação higiênica efetuada na parte superior, com proteção da radiação solar direta inserida na janela

Quadro 22: avaliações de cada proposta de modelo tipológico de janela.

Foram pontuadas as características qualificadoras utilizadas na tabela policromática do qual resultou a definição das tipologias que melhor atendem as condições da região de Vitória.

- **Estratégia construtiva:** o elemento externo inserido na fachada da edificação definiu-se como a melhor condição.
- **Composição estética:** com relação à proporção de elemento opaco e translúcido foi considerado como de melhor composição as tipologias que possuem percentuais iguais de cada elemento. Para o domínio do espaço externo, através da proporção de elementos translúcidos, consideraram-se aquelas tipologias com maior transparência para o espaço externo, como sendo a melhor condição.
- **Material:** considerou-se de melhor manutenção as tipologias utilizando apenas o vidro.
- **Áreas de ventilação:** com relação ao sistema de fechamento, para a melhor situação, foram consideradas as tipologias com persianas e venezianas com folhas para estanqueidade e para a pior situação, as tipologias que utilizam o sistema de abertura do tipo maxim-ar, pois as mesmas possuem limitações de uso. Para o direcionamento dos elementos vazantes, as melhores condições são para o uso de sistemas de aberturas diferentes dos utilizados pelas folhas com vidro.
- **Eficiência (conforto térmico):** a ventilação de conforto foi mais bem definida nas tipologias em que as aberturas, superior, na altura do usuário e com peitoril ventilado, sendo a de melhor condição, para a ventilação higiênica, as tipologias com aberturas localizadas apenas na parte superior e não tendo outro componente vazante, tem sua ventilação prejudicada pelo uso de elementos bloqueadores da radiação solar direta.

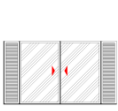
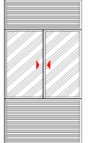
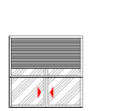
Na tabela 15, os resultados das avaliações das tipologias foram representados na forma de tabela policromática, resultando na identificação da melhor proposta de acordo com critérios e objetivos definidos pela pesquisa. A tabela permite, ainda, identificar os problemas e as potencialidades de cada tipologia. O ensaio projetual

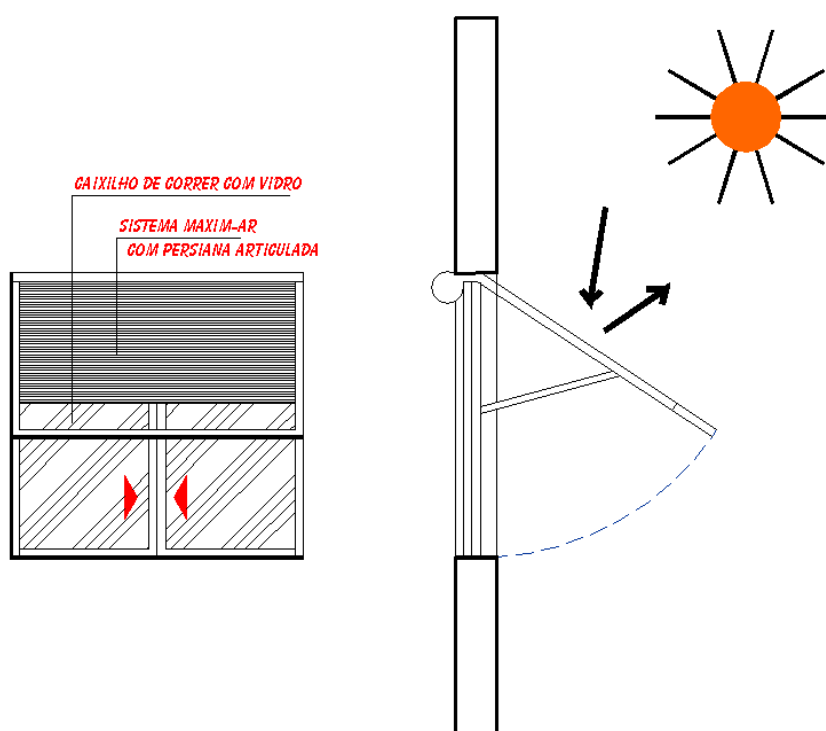
representado através da 1ª proposta (opção 05) e da 3ª proposta foram os que melhor atenderam aos critérios qualificativos (figura 60).

Não foram feitas propostas para as situações que adotam o uso de portas-janelas, pois nessa situação, as mesmas dão acesso às varandas, que funcionam como protetores contra radiação solar direta e favorecem o fluxo do vento em algumas situações sendo, portanto, uma solução adequada para essas situações de favorecimento no redirecionamento do fluxo do vento.

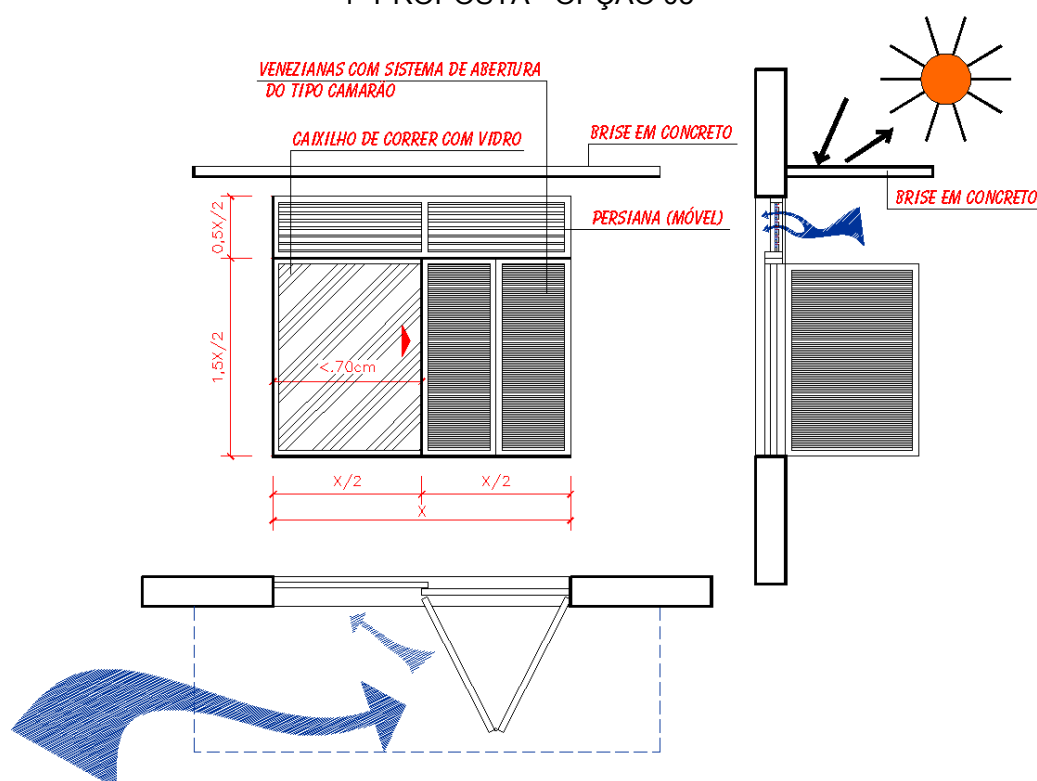
Algumas características deverão adequar às propostas sugeridas. Os componentes da esquadria, assim como, as intervenções na fachada são alguns condicionantes a serem observados para melhor atendimento as condições ambientais de Vitória. Outro aspecto importante está relacionado à incidência de pó de minério, porém ressalta-se que o resultado obtido nos questionários, no item poluição externa, não foi registrado como elemento de total insatisfação, tornando-se apenas item preocupante na etapa para a definição de tipologias ótima de janelas.

Tabela 15: representação da avaliação dos aspectos qualificadores das propostas de ensaio projetual na forma de tabela policromática.

AVALIAÇÃO QUALIFICADORA DA GEOMETRIA ÓTIMA DE JANELA		PESO	1ª PROPOSTA					2ª PROPOSTA		3ª PROPOSTA
			VARIÇÕES					VARIÇÕES		
										
Estratégia construtiva [1]	Existência de elementos arquitetônicos – brises - na parte externa da edificação	[1]								
Composição estética [1/2]	Estética do edifício relacionada aos modelos tipológicos	[1/2]								
	Domínio do espaço externo através da proporção de elementos translúcido	[1]								
	Configuração da tipologia com relação às proporções de elementos opacos e translúcido	[1/2]								
Resfriamento [1]	Segurança das janelas com o uso de elementos vazantes	[1]								
Material [1]	Eficiência do material no item limpeza	[1]								
Áreas para ventilação [2]	Existência de elementos vazantes	[2]								
	Sistema de fechamento dos elementos vazantes	[1]								
	Sistema de direcionamento dos elementos vazantes	[2]								
	Sistema de abertura determinando a área livre para ventilação	[2]								
	Formato das janelas	[1]								
Eficiência (conforto térmico) [2]	Ventilação higiênica	[1]								
	Ventilação de conforto	[2]								
	Proteção da radiação solar através de componentes inseridos na janela	[2]								
RESULTADO FINAL DAS PROPOSTAS			2,34	2,20	2,44	2,56	3,36	3,20	2,92	3,56
										



1ª PROPOSTA - OPÇÃO 05



3ª PROPOSTA

Figura 60: propostas de geometria de janela com melhores pontuações em relação ao conforto, de acordo com os critérios de avaliação previamente definidos.

A busca por uma janela mais adequada para situações menos favorecidas pela ventilação natural trouxe questionamentos sobre a utilização de elementos construtivos adicionais nas edificações, que possibilitem aproveitar ao máximo os condicionantes naturais. Considera-se, então, a viabilidade de inclusão de alguns elementos externos à edificação para que favoreçam situações onde somente o elemento janela não atende às solicitações para o conforto através da ventilação.

8.2 Proposta para a legislação municipal

A partir da análise da legislação municipal foi verificado que não há relação entre as exigências previstas e o efetivo conforto dos usuários especialmente em relação à ventilação e iluminação. Dessa forma, são propostas recomendações no que concerne ao conforto térmico nos ambientes internos visando o estabelecimento de normas mais coerentes com a realidade da cidade de Vitória.

As alternativas encontradas para o Código de Obras e Edificações da Prefeitura Municipal de Vitória (1998) tiveram como suporte crítico a análise das estratégias bioclimáticas; as normas brasileiras inerentes ao assunto; e o Modelo de Elaboração de Código de obras e Edificações (1997). Foram propostas como alternativas para o aprimoramento da legislação vigente, recomendações em relação aos itens que abordam a ventilação dos ambientes, conforme a seguir descritas:

- Elaborar um mapa com a identificação da trajetória dos ventos determinando zonas de maior e menor frequência, através das diretrizes de ocupação definidas no Plano Diretor Urbano (PDU).
- Definir as possíveis orientações para as edificações, considerando as ocupações do entorno, as áreas verdes e as larguras dos logradouros públicos.
- Determinar percentuais de abertura com relação à área de piso considerando ser uma opção mais coerente visando o conforto térmico do ambiente. De acordo com a tabela 14, observou-se que os percentuais que definiram a metragem quadrada de abertura para os ambientes dos edifícios pesquisados, equivalem ao intervalo de 15% a 22% da área de piso, onde metade dessa área é destinada a ventilação. No anexo V, cálculos empíricos demonstrados por RIVERO (1986),

definem as variáveis interferentes nas condições térmicas dos ambientes, determinando assim, uma previsão de metragem quadrada para aberturas de ventilação, essa avaliação foi feita para os edifícios analisados na pesquisa. Portanto, sugere-se como parâmetro de abertura para ambientes de longa permanência (quartos, salas e cozinhas) o percentual mínimo de 30% da área de piso. Isso equivale, a duas vezes mais do que determina o Código de Obras e Edificações de Vitória e um percentual menor do que determina a NBR 15220-3. Observa-se que as cargas térmicas, descritas no anexo V dos ambientes pesquisados, demonstraram que os percentuais de abertura para ventilação, possuem aproximadamente o valor duas vezes maior para os dois edifícios.

- Recomendar estratégias, dentre elas a da escolha adequada de tipologias de janelas mais eficientes para cada região, objetivando a otimização das condições de conforto a partir dos condicionantes naturais;
- Recomendar a utilização de elementos arquitetônicos externos nas edificações, - como *brises*, por exemplo -, principalmente nas fachadas voltadas para as direções com maior incidência de radiação solar e pouca frequência dos ventos.
- Incentivar a adoção de formatos de janelas retangulares no sentido horizontal objetivando favorecer a ventilação dos cômodos para as orientações menos privilegiadas;
- Incentivar o uso de elementos vazantes, do tipo venezianas e persianas, possibilitando a ventilação constante;
- Sugerir a utilização de captadores de vento para as unidades habitacionais orientadas para as zonas de baixa pressão que são localizados acima das coberturas, objetivando capturar parte da corrente de vento, redirecionando o fluxo de ar;
- Esclarecer as propriedades das esquadrias que possuem regulação de movimentação limitada (por exemplo, as janelas basculantes), pois as mesmas podem servir como bloqueadoras da ventilação natural;

- Alterar os grupos funcionais seguindo as indicações destacadas na tabela 02, capítulo 5 descritas no Modelo de elaboração de códigos de obras e edificações (1997);

As alternativas propostas para o Código de Obras e Edificações da Prefeitura Municipal de Vitória relacionam-se especificamente ao objeto de estudo **janelas x ventilação**, portanto é necessário ressaltar que fatores externos à edificação, tipologias de construção, sistemas construtivos, elementos urbanos e paisagísticos e outros, são relevantes para a definição das diretrizes propostas.

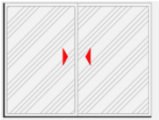
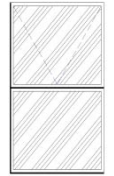
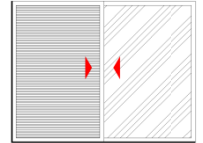
É importante ressaltar ainda a necessidade de integração das diretrizes sugeridas em programas específicos do setor de Políticas Públicas, pois as alterações sugeridas atuam diretamente nas mudanças na forma de entender o contexto da cidade, principalmente revendo suas potencialidades e restrições topográficas, culturais, climáticas e urbanas.

8.3 Quadro síntese de janelas

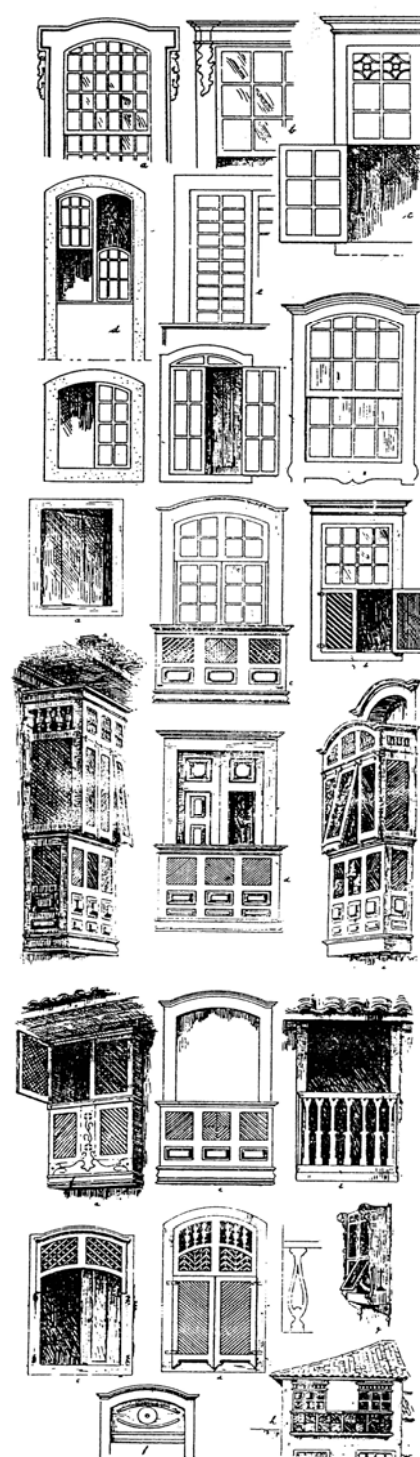
A proposta de sintetizar, através de um quadro as características das tipologias de janelas mais utilizadas nas edificações multifamiliares, teve como objetivo discutir os aspectos apresentados nas normas e legislações, com relação às condições definidas para as aberturas das edificações, cuja principal função é ventilar e iluminar os ambientes. As quatro tipologias descritas no quadro 23 foram selecionadas por serem as encontradas com maior frequência nas edificações multifamiliares da cidade de Vitória.

A síntese apresentada poderá, também, ser um instrumento auxiliar aos projetistas e construtores para definirem a melhor tipologia de acordo com a orientação das fachadas da edificação, principalmente em relação à possível utilização dos elementos externos (*brises*) horizontal e vertical, visando o melhor desempenho da janela em relação ao condicionamento térmico do ambiente e ao nível adequado de iluminação e ventilação naturais.

QUADRO SÍNTESE DAS TIPOLOGIAS USUAIS NAS EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES - VITÓRIA

TIPOLOGIA	CARACTERÍSTICAS	ORIENTAÇÃO DA FACHADA (QUADRANTE)	DESVANTAGENS
	Caixilho no sistema de abertura do tipo de correr com duas folhas móveis em vidro.	- N/L utilizando elementos externos horizontais – (<i>brises</i>) para proteção da radiação solar.	- não possui elementos vazantes - apenas 50% da abertura para ventilação
	Caixilho no sistema de abertura do tipo de correr com quatro folhas em vidro, sendo duas folhas móveis e duas folhas fixas e caixilho superior no sistema de abertura do tipo maxim-ar.	- N/L utilizando elementos externos horizontais (<i>brises</i>) para proteção da radiação solar; e - nos outros quadrantes utilizando elementos externos horizontais e verticais (<i>brises</i>) para proteção da radiação solar e o direcionamento do fluxo de vento.	- difícil manuseio e limpeza do sistema maxim-ar - aproximadamente 70% da abertura para ventilação
	Caixilho no sistema de abertura do tipo maxim-ar e painel fixo na parte inferior.	- N/L utilizando elementos externos horizontais (<i>brises</i>) para proteção da radiação solar e direcionamento do fluxo de vento.	- difícil manuseio e limpeza do sistema maxim-ar - pouco acesso ao exterior - não permite o uso de grades e telas - apenas 50% da abertura para ventilação (quando aberto totalmente)
	Caixilho no sistema de abertura do tipo de correr com três folhas móveis (vidro, veneziana vazante e veneziana estanque).	- N/L utilizando elementos externos horizontais – (<i>brises</i>) para proteção da radiação solar. - nos outros quadrantes utilizando elementos externos horizontais e verticais (<i>brises</i>) para proteção da radiação solar e direcionamento do fluxo de vento.	- difícil limpeza dos elementos vazantes - pouco acesso ao exterior - apenas 50% da abertura para iluminação e ventilação

Quadro 23: quadro síntese das tipologias de janelas usuais nas edificações multifamiliares na cidade de Vitória.



9

CONSIDERAÇÕES FINAIS

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sensação de estar confortável no ambiente onde se vive é determinante para alcançar, entre outros fatores, a qualidade de vida que os seres humanos procuram. A história mostrou que a procura por condicionamento térmico através dos elementos climáticos naturais (luz e ar), foram fundamentais para a evolução da humanidade e para a descoberta de mecanismos que amenizam as condições térmicas nos ambientes para as diversas formas de entender a moradia.

A ventilação é indispensável para o alcance do conforto higrotérmico a partir da adoção de estratégias bioclimáticas para os países tropicais, favorecendo as trocas térmicas entre o homem e o meio. A sua utilização, entre vários fatores, possibilita a remoção do excesso de calor e do vapor de água do ambiente, bem como a renovação do ar, auxiliando assim no resfriamento das edificações.

As edificações e seus componentes obtiveram, ao longo da evolução da tecnologia aplicada às construções, alterações que transformaram a forma de concepção e de construção. Como elemento componente do invólucro da edificação, as janelas surgiram com o objetivo de proporcionar ao ambiente condição de utilização onde o conforto térmico fosse primazia para habitar melhor. A necessidade de descoberta do meio externo como também da espacialidade do ambiente interno, trouxeram para as tipologias de janelas mecanismos e tecnologias diversas, transformando-as em elementos de preocupação, principalmente em relação ao consumo de energia através de usos inadequados às situações climáticas.

A análise das tipologias de janelas utilizadas nas edificações multifamiliares na região de Vitória resultou na definição de componentes que podem contribuir na adoção de medidas construtivas no processo de concepção dos projetos arquitetônicos e dos projetos específicos de esquadrias, tendo como resultante final edificações eficientes.

O objetivo principal desta pesquisa foi identificar a geometria ótima de janela para edificações multifamiliares com fachadas voltadas para condições desfavoráveis ao vento predominante na região da cidade de Vitória. Porém, além do desenho, percebe-se a necessidade de adoção de medidas mais incisivas em termos de

legislação específica, levando em consideração os aspectos climáticos da região, bem como a conscientização dos profissionais de arquitetura e engenharia, dos fabricantes, dos comerciantes e dos construtores, em relação a inserção, na etapa de concepção de projetos de arquitetura, de elementos que proporcionem conforto térmico aos usuários principalmente através das aberturas, como as janelas.

As pesquisas desenvolvidas junto aos comerciantes e fabricantes de esquadrias, os questionários com os usuários, os fichamentos técnicos realizados nos apartamentos e a análise visual aleatória feita na região da cidade de Vitória, indicaram a possível adoção das tipologias mais freqüentes de janelas em função do custo inicial, ao invés da preocupação com os benefícios – ou malefícios- que são atribuídos aos componentes. As diretrizes bioclimáticas, as pesquisas e as normas brasileiras definem situações adversas das encontradas para as janelas inseridas nas edificações multifamiliares da cidade de Vitória.

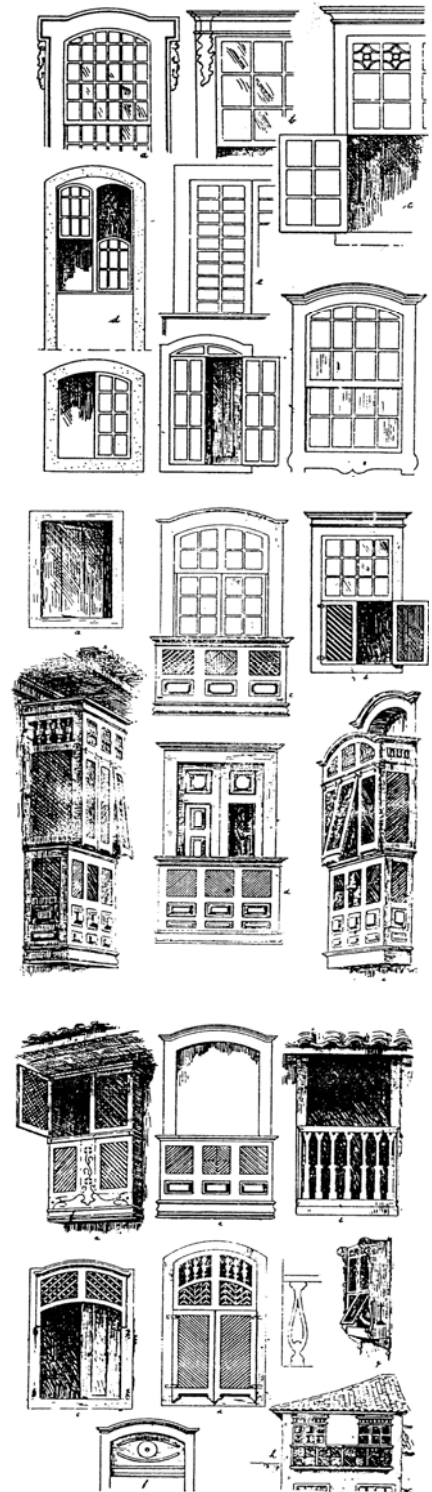
Os resultados encontrados demonstraram claramente as necessidades primordiais ressaltadas pelos usuários e representadas nas tabelas policromáticas das tipologias comparadas, assim como, as propostas apresentadas na pesquisa da geometria ótima de janela ressaltou os pontos apresentados pelos pesquisadores e os questionamentos com os usuários. Todavia é importante salientar que alterações na legislação municipal são fundamentais para o direcionamento e a definição de diretrizes que induzem a criação de aberturas mais eficientes para a ventilação e iluminação dos ambientes.

É importante que para a continuidade dos estudos, que outras pesquisas sejam desenvolvidas considerando tipologias diferentes, também usuais nas edificações multifamiliares, principalmente para as janelas inseridas nas edificações construídas a mais de 30 anos, onde há componentes que contribuem para a ventilação do ambiente.

A determinação da ferramenta metodológica proposta para a apresentação dos resultados sobre a satisfação dos usuários em relação ao conforto térmico dos ambientes internos, direcionou um processo para a representação na forma de símbolos, utilizando cores para proporcionar uma leitura rápida dos dados obtidos na

pesquisa de campo. O processo utilizou-se de métodos descritivos que demonstrou ser um dos mecanismos para a identificação, bem como, o esclarecimento e entendimento das questões relacionadas à satisfação dos usuários, visto que, para SAATY (1991) são elementos ditos intangíveis, porém mensuráveis.

Os resultados da pesquisa de campo definiram o início de uma cadeia produtiva que deva envolver arquitetos, engenheiros, construtores, fabricantes e usuários para a determinação de componentes construtivos realmente importantes na realização de moradias eficientes, principalmente, em relação ao conforto térmico dos ambientes através do uso de janelas que possibilitem a ventilação natural constante nos espaços internos, especialmente nos períodos mais quentes. É importante salientar que outros estudos são necessários para o esclarecimento das questões, principalmente, para indicarem melhores condições térmicas dos ambientes, definidas pelas dimensões e tipologias das aberturas.



10 REFERÊNCIAS

ACADEMIA BRASIL-EUROPA. Programa de A. B. E. de Ciência da Cultura e da Ciência. Urbanologia e análise cultural da arquitetura, 2004. Disponível em: <www.arquitetura.brasil-europa.eu/>. Acesso em: 18 maio 2008.

ARQUITETURA PARA O NOVO MILÊNIO – Introdução. Disponível em: <www.artmuseum.gov.mo/shows/architecture/port/detail.asp?id=FG03> . Acesso em: 20 abr. 2008.

ARQUITETURA MUNDIAL – arquitetura egípcia, 2008. Disponível em: <<http://iraja.v10.com.br/arquitetura%20egipcia.htm>>. Acesso em: 06 mar. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10820**: caixilho para edificação de janelas. Rio de Janeiro, 1989.

-----. **NBR 10821:2000**: caixilhos para edificações – janelas – caixilho para edificação de janelas. Rio de Janeiro, 2000.

-----. **NBR 6485:2000**: caixilho para edificação – janela, fachada-cortina e porta externa – verificação da penetração de ar. Rio de Janeiro, 2000.

-----. **NBR 6486:2000**: caixilho para edificação – janela, fachada-cortina e porta externa – verificação da estanqueidade à água. Rio de Janeiro, 2000.

-----. **NBR 6487:2000**: caixilho para edificação – janela, fachada-cortina e porta externa – verificação do comportamento, quando submetido a cargas uniformemente distribuídas. Rio de Janeiro, 2000.

-----. **NBR 15220-3**: desempenho Térmico de edificações. Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

-----. **NBR 15575**: desempenho de edifícios residenciais até 05 pavimentos. Rio de Janeiro, 2008.

AKUTSU, M. VITTORINO, F. **Ventilação**. Publicações IPT – SP, 1995.

ALVAREZ. C.E. **Metodologia para construção em áreas de difícil acesso e de interesse ambiental: aplicabilidade na Antártica e nas ilhas oceânicas**

brasileiras. 2003. 193f. Tese (Doutorado em Tecnologia) Programa de Pós-graduação em Tecnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. ; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa qualitativa e quantitativa.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001. 203p.

BAHIA, S. R. *et al.* **Modelo para elaboração de código de obras e edificações.** Rio de Janeiro, IBAM/DUMA, 1997. 151p.

BISSOLI, M. **Conjunto Residencial Barreiros, Vitória (ES) : Recomendações para a sustentabilidade da habitação de interesse social.** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

BITTENCOURT, L; CÂNDIDO, C. **Introdução à ventilação natural.** Maceió: EDUFAL, 2006, vii, 163p. : il.

BROWN, G. Z.; DEKAY, M. **Sol, vento e luz: estratégias para o projeto de arquitetura.** Porto Alegre: Bookman, 2004, 415p, il.

BRUNA. P. **Manual técnico de caixilhos, janelas: aço, alumínio, vidros, PVC, madeira, acessórios, juntas e materiais de vedação.** São Paulo: Pini, 1991.

CASAS ROMANAS. Disponível em: <www.interbusca.com>. Acesso em: 06 mar. 2008.

CARTANA, R. P. **Oportunidades e limitações para a bioclimatologia aplicada ao projeto arquitetônico. Estudo de caso em Florianópolis – SC.** 2005. 163 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura – Pós-Arq, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CARVALHO, J.A. **O colégio e as residências dos jesuítas no Espírito Santo.** Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1982, 302p.

CONTI, F. **Como reconhecer a arte barroca.** São Paulo: Martins Fontes, 1984, 64p.

CORBELLA, O; YANNAS, S. **Em busca de uma Arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental.** Rio de Janeiro: Revan, 2003, 288p.

CUNHA, E. G; PINHEIRO, A. B; NEGRI, L; TURELLA, T; MARCHIORI, T. **Elementos de arquitetura de climatização natural: método projetual buscando a eficiência nas edificações**. Porto Alegre: Masquatro, 2006, 188p.

CUNHA, E. G; PINHEIRO, A. B; NEGRI, L; TURELLA, T; MARCHIORI, T; CECCONELLO, V. **Análise do desempenho das esquadrias de tipologias residenciais na zona central da cidade de Passo Fundo, RS**. In: IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído – ENCAC 2007, vol, Anais. Ouro Preto: ENCAC, 2007. p. 491-500.

DÉRIBÉRE, M. **El color en las actividades humanas**. Madri: Tecnos, S. A, 1964.

ENGINES OF OUR INGENUITY. The Crystal Palace, No.19, 2004. Disponível em <www.uh.edu/engines/epi19.htm>. Acesso em: 15 abr. 2008.

FERNANDES, A. G. **Esquadrias residenciais em madeira: contextualização de variáveis para a otimização de projetos**. 2004. 181f. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Engenharia Civil) Programa de Pós-Graduação da Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico: Arquitetura**. São Paulo: Studio Nobel, 1995

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002, 175p.

GOOGLE EARTH. **Image 2008 Digitalglobo**. Acesso em: 03 maio 2008.

HAYES, B. E. **Medindo a satisfação do cliente**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed, 1995. 228p.

HISTÓRIA DA ARTE. O barroco, 2000. Disponível em: <www.historianet.com.br/conteudo/default.asp?codigo=246>. Acesso em: 10 mar 2008.

HISTORY OF ARCHITECTURE – renaissance to 20th century – Villa Savoye, No.27. Disponível em: <usc.edu/.../slide/ghirardo/CD3.html>. Acesso em: 15 abr. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – CONFORTO TÉRMICO. Disponível em: <www.inmet.gov.br/html/clima.php?ink=/html/clima/conforto_term/index.html>. Acesso em 07 jul. 2008.

IVANÓSKI, C. G. **Um modelo de processo de projeto e produção de edifícios verticais, com uma visão “pavimentar” e de “interface horizontal”, visando integração entre layout de fachada e conforto.** 2004. 268f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

JENCKS, C. **El lenguaje de la Arquitectura Posmoderna.** Barcelona: Gustavo Gili, 1984. 168p.

JORGE, L. A. **O Desenho da Janela.** São Paulo: Annablu-ME, 1995. 159p.

JUNIOR, C.B.L.; SOARES, S.C.; BONICENHA, W. **História do ES.** Vitória: Editora FCAA-Ufes, 1994, 119p.:Il.

LA ALHAMBRA . <Disponível em: www.en-granada.com.es/alhambra.html>. Acesso em: 06 mar. 2008.

LABORATÓRIO DE PLANEJAMENTO E PROJETOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Avaliação da implantação da nova ECASPSP.** Vitória: Relatório Técnico. 2006, 13p.

LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 1991, 270p.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: PW, 2004, 192p.

LARANJA, A. C. **Normas Municipais, conforto ambiental e eficiência energética: o caso do edifício residencial na cidade de Vitória.** 2000. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

LEMOS, C. A. C. **Arquitetura brasileira.** São Paulo: Melhoramentos, 1979, 158p.

MARINÓSKI, D. L. **Aperfeiçoamento de um sistema de medição de ganho de calor solar através de aberturas.** 2005. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MASCARELLO, S. N. P. R. **Arquitetura Brasileira: Elementos, materiais e técnicas construtivas**. Rio Grande do Sul: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 1982, 107p.

MERMET, A. G. **Ventilación natural de edificios**. Buenos Aires: Eduardo Yarke – Nobuko, 2005, 140 p.: il.

MEUS ESTUDOS.COM – ARTES PLÁSTICAS. Disponível em <www.meusestudos.com/artes-plasticas/renascimento/arquitetura-no-renascimento.html>. Acesso em: 06 mar 2008.

MIOTTO, J. L. **Evolução das esquadrias de madeira no Brasil**. UNOPAR Científica, Ciências Exatas Tecnologia. Londrina – PR, nov. 2002, v.1, n.1, p55-62.

MONTEIRO, G. **Guia para a elaboração de trabalhos acadêmicos, dissertações e teses**. São Paulo: EDICON, 2002, 96p.

MUNIZ, M. I. M. **Arquitetura Rural do Século XIX no Espírito Santo**. Vitória: Aracruz Celulose/ Fundação Jônice Tristão/ Rede gazeta/ Xérox do Brasil, 1989, 239p.

NEVES, L. O. **Arquitetura Bioclimática e a Obra de Severiano Porto: estratégias de ventilação natural**. 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.

Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1976. (3a ed., revista e ampliada em 1999); 6a reimpressão, Curitiba, 2004 (1ª reimpressão Positivo).

PERISTILO. Disponível em: <www.xtec.es/~jcalvo14/peristilo.htm>. Acesso em: 06 mar 2008.

POSENATO, J. **Arquitetura da Imigração no Espírito Santo**. Porto Alegre: Posenato Art & Cultura, 1997.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. **Código de obras da Prefeitura Municipal de Vitória**. Vitória, 1998.

PROJETO 02:135.02-001. ILUMINAÇÃO NATURAL – parte 1: conceitos básicos e definições, 2003. Disponível em: <www.labeee.ufsc.br/conforto/iluminacao/t1-iluminacao/texto1il-0699.html>. Acesso em 03 mar. 2007.

REGULAMENTAÇÃO PARA ETIQUETAGEM VOLUNTÁRIA DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS, 2008. Disponível em: <www.labeee.ufsc.br/eletrobras/regulamentacao_versao12_press2.pdf> . Acesso em 29 nov. 2008.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima: condicionamento térmico natural**. Porto Alegre: DC. Luzzatto Editores Ltda, 1986.

ROAF, S. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável**: tradução Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2006, 408 p.: il.

ROMANELLI, M. A. C. **Plano de Curso – disciplina Conforto Ambiental II**. Universidade Federal do Espírito Santo: curso de Arquitetura, 1994.

ROSA DOS VENTOS, 2001. Disponível em: www.icicon.up.pt/blog/rasadosventos/2004/08/11/do_passado_ao_presente.html. Acesso em: 06 mar. 2008.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: Mc Graw, Makron, 1991. 367p.

SOFTWARE ANALYSIS SOLAR. Disponível em: <www.labeee.ufsc.br/software/anlysisSOLAR.htm>. Acesso em: 10 jul. 2008.

SASAZAKI. Portas e Janelas. Disponível em <www.sasazaki.com.br/alumiapd/indexprod.html>. Acesso em: 8 jun. 2008.

SILVA, N. N. de. **Amostragem probabilística**. São Paulo: EDUSP, 1998.

TOLEDO, A. M. **Os sucessivos enfoques nos códigos de obras e edificações brasileiras e as questões emergentes de conforto ambiental e conservação de energia**. In: V Encontro Nacional de Conforto Térmico no Ambiente Construído – ENCAC 1999, anais. Fortaleza.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Normalização e apresentação de trabalhos científicos e acadêmicos**. Biblioteca Central. Vitória, ES: A Biblioteca, 2006. 74 p. il.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Normalização de referências: NBR 6023:2002**. Biblioteca Central. Vitória, ES: A Biblioteca, 2006. 63 p. il.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AKUTSU, M. VITTORINO, F. **A importância do projeto arquitetônico no desempenho térmico das edificações**. Publicações IPT – SP, 1995.

BARBOSA, M. J. **Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico das edificações residenciais unifamiliares**. 1997. 307f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BITTENCOURT, G. **Formação econômica do Espírito Santo: o roteiro da industrialização do Engenho às Grandes Indústrias (1535-1980)**. Rio de Janeiro: Cátedra, 1987, 302p.

CÂNDIDO, C.; BITTENCOURT, L. **Código de obras e conforto térmico: a influência da tipologia de esquadria na ventilação natural em edifícios de escritório em Maceió/AL**. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC 2006, vol.?, Anais. Florianópolis: ENTAC, 2006. p. 132-141.

CARMODY, J.; SELKOWITZ, S.; HESHONG, L. **Residential windows: a guide to new technologies and energy performance**. NY, USA: 1991.

GRILLO, J. C. **Janela na Edificação: Normas e indicações para projeto**. In: X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC 2004, vol, Anais. São Paulo: ANTAC, 2004.

MASCARÓ, L. R. **Luz, Clima e Arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1983, 189p.

OLIVEIRA, F. M.; BASSO, A. **Eficiência da ventilação através de diferentes tipologias de aberturas**. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC 1998, vol, Anais. Florianópolis: ANTAC, 1998.

ORNSTEIN, S. **Avaliação pós-ocupação (APO) do ambiente construído**. São Paulo: Studio Nobel: Editora da Universidade de São Paulo, Edusp, 1992.

QUEIROGA, S. C. C.; SILVA, F. S. G. **Verificação da eficiência do dimensionamento de aberturas para ventilação natural, nos bairros Cabo Branco e Tambaú, na cidade de João Pessoa/PB**. In: XI Encontro Nacional de

Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC 2006, vol, Anais. Florianópolis: ANTAC, 2006. p. 769-778.

RIBEIRO, P. R.; CARAM, R. M. **O código de obras de Ribeirão Preto e o conforto térmico em edificações.** In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC 2006, vol, Anais. Florianópolis: ANTAC, 2006, p. 811-820.

TORRES, S. C.; et al. **Os arranjos construtivos urbanos e sua influência no conforto térmico de espaços internos e externos: estudo de caso em conjuntos habitacionais verticais em Maceió.** In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC 2006, Anais. Florianópolis: ANTAC, 2006. p. 920-929.

TOLEDO, A. M. **O efeito da velocidade do ar na sensação de conforto térmico, nos dormitórios, durante o sono, em clima tropical quente e úmido e de baixa amplitude térmica.** In: V Encontro Nacional de Conforto Térmico no Ambiente Construído – ENCAC 1999, anais. Fortaleza.

VASCONCELLOS, S. **Arquitetura no Brasil: Sistemas construtivos.** Belo Horizonte: Roma Editora, 1979, 185p.

VITTORINO, F.; AKUTSU, M. **Normalização de ensaio de estanqueidade ao ar de janelas voltadas ao conforto térmico de ambientes.** INFOHAB, 199?.

APÊNDICE

ANEXO I – Quadro referencial para a elaboração do questionário dos usuários.

REFERÊNCIAS	OBJETIVOS	PERGUNTAS
1- IDENTIFICAÇÃO		
- idade e sexo: aspecto que pode influenciar no conforto térmico.	A idade e o sexo dos moradores podem influenciar a sensação térmica.	1- Quais as idades dos moradores?
- quantidade de residentes.	Definir a quantidade de mobiliário e conseqüentemente os bloqueios na ventilação dos ambientes.	2- Sexo dos moradores e da pessoa entrevistada?
- altura do apartamento.	Quanto mais alto o apartamento, teoricamente, mais ventilado.	3- Quantos moradores?
- tipologias de janelas.	Tipologias diferentes e ventilação diferenciada em cada ambiente.	4- Qual o andar da residência?
- permanência na moradia.	Definir o grau de influência que a quantidade de ventilação influencia no morador.	5- Quais as tipologias existentes na residência e em qual ambiente?
2- RESIDÊNCIA		
- relações com o tamanho dos ambientes.	Determinar a satisfação do usuário com o ambiente em relação aos aspectos de conforto térmico.	6- Qual o tempo de permanência dos moradores em casa?
- relações com a janela.	Determinar se o processo construtivo para o assentamento da janela foi eficaz.	7- Os ambientes (quartos, salas, cozinha, banheiros e área) possuem dimensões compatíveis para uma utilização confortável? sim, não.
- garantia de conforto térmico.	Avaliar o conforto térmico do apartamento.	8- As janelas do seu apartamento estão bem instaladas? sim, não.
- dimensionamento das janelas.	Determinar a real necessidade de abertura para a ventilação natural dos ambientes	9- Você acha seu apartamento ventilado? sim, não.
- conforto térmico com relação à temperatura externa.	Determinar se nas estações mais quentes e mais frias o apartamento é confortável.	10- Como acontece a ventilação dentro do seu apartamento?
- com relação à umidade no apartamento.	Determinar a existência de ambientes insalubres e com predominância de fungos.	11- No período do verão o conforto térmico dentro do apartamento é? insuportável, suportável, agradável e extremamente agradável. 12- No período de inverno o conforto térmico dentro do apartamento é? insuportável, suportável, agradável e extremamente agradável. 13- Qual o ambiente mais agradável no verão? 14- Qual o ambiente menos agradável no verão? 15- Qual o ambiente menos agradável no inverno? 16- Qual o ambiente mais agradável no inverno?
- com relação ao ambiente fechado.	Avaliar o quanto à janela fechada (sem abertura) torna o ambiente abafado.	17- Existe alguma parede ou paredes com presença de fungos (mofo)? sim, não. 18- Quando aparece, em qual ambiente?
		19- Como você classifica as condições do ambiente quando a janela está fechada? insuportável, suportável, agradável e extremamente agradável.

		Caso tenha ambiente em condições insatisfatória, citá-lo e descrever o tipo de janela.
- com relação a composição volumétrica.	Avaliar a inserção dos elementos de abertura na composição estética do edifício.	20- As janelas fazem seu edifício ficar? bonito, feio e indiferente.
- com relação à existência de elementos sombreadores externos.	Avaliar a interferência dos elementos como marquizes, toldos, beirais e brises, na temperatura interna do ambiente e no conforto térmico.	21- Existe algum elemento externo que proporciona proteção solar para as janelas? sim, não. 22- Caso exista citar qual é o elemento?
3- JANELA (Perguntas pontuais – quarto de casal e sala)		23- Qual a idade dos usuários que utilizam o quarto de casal?
- com relação aos elementos vazantes.	Avaliar o desempenho das janelas com relação à ventilação dos ambientes na presença de elementos vazantes.	24- As janelas existentes no apartamento possuem venezianas ou outros elementos que permite a regulagem da ventilação? sim, não. 25- Caso exista, como você classifica esse dispositivo de ventilação? péssimo, ruim, bom e excelente. 26- Como você classifica a limpeza desse dispositivo? péssima, ruim, boa e excelente.
- sistema estrutural.	Avaliar o sistema construtivo da janela (material, encaixes, maçanetas, puxadores, fechos, sistema de abertura).	27- Como você classifica o sistema de abertura da janela do quarto? péssimo, ruim, bom e excelente. 28- Como você classifica o sistema de abertura da janela da sala? péssimo, ruim, bom e excelente. 29- Caso a resposta seja negativa, em qual janela do apartamento possui (caso exista) sistema de abertura satisfatório ou desejável? 30- Como você classifica as maçanetas e puxadores da janela da sala? péssimo, ruim, bom e excelente. 31- Como você classifica as maçanetas e puxadores da janela do quarto? péssimo, ruim, bom e excelente. 32- Como você classifica o sistema de fecho das janelas do quarto e da sala? péssimo, ruim, bom e excelente. 33- Como você classifica o sistema de fecho das janelas da sala? péssimo, ruim, bom e excelente. 34- Caso a resposta seja negativa, em qual janela do apartamento possui (caso exista) maçanetas, puxadores e fecho satisfatório ou desejável?

- com relação à estanqueidade.	Avaliar a estrutura da janela com relação à estanqueidade e ao conforto do usuário.	35- Na presença de ventania, a janela do quarto produz ruídos e uivos? sim, não 36- Na presença de ventania, a janela da sala produz ruídos e uivos? sim, não. 37- Como você classifica a vedação da janela do quarto casal com relação à ação de chuvas de vento? péssimo, ruim, bom e excelente. 38- Como você classifica a vedação da janela da sala com relação à ação de chuvas de vento? péssimo, ruim, bom e excelente. 39- Como você classifica a vedação das janelas do quarto de casal com relação à penetração de pó (poluição dos carros e minério de ferro) no ambiente? péssimo, ruim, bom e excelente. 40- Como você classifica a vedação das janelas da sala com relação à penetração de pó (poluição dos carros e minério de ferro) no ambiente? péssimo, ruim, bom e excelente. 41- Como você classifica a vedação das janelas do quarto de casal quanto aos ruídos externos ao ambiente? péssimo, ruim, bom e excelente. 42- Como você classifica a vedação das janelas da sala quanto aos ruídos externos ao ambiente? péssimo, ruim, bom e excelente. 43- Como você classifica a vedação das janelas do quarto de casal quanto ao vento do inverno, caso as janelas possuem venezianas ou outro dispositivo de regulação de ventilação? péssimo, ruim, bom e excelente. 44- Como você classifica a vedação das janelas da sala quanto ao vento do inverno, caso as janelas possuem venezianas ou outro dispositivo de regulação de ventilação? péssimo, ruim, bom e excelente
- com relação ao desempenho das funções.	Avaliar o desempenho das janelas do quarto de casal e da sala com relação às funções mínimas atribuídas à janela.	45- Como você classifica a janela do quarto de casal com relação à segurança? péssimo, ruim, bom e excelente. 46- Como você classifica a janela da sala com relação à segurança? péssimo, ruim, bom e excelente. 47- Como você classifica a janela do quarto de casal com relação à limpeza? péssimo, ruim, bom e excelente.

		48- Como você classifica a janela da sala com relação à limpeza? péssimo, ruim, bom e excelente. 49- Como você classifica a janela do quarto de casal com relação à movimentação /manuseio? péssimo, ruim, bom e excelente. 50- Como você classifica a janela da sala com relação à movimentação /manuseio? péssimo, ruim, bom e excelente. 51- Como você classifica a janela do quarto de casal com relação à iluminação natural? péssimo, ruim, bom e excelente. 52- Como você classifica a janela da sala com relação à iluminação natural? péssimo, ruim, bom e excelente. 53- Há necessidade de acender a lâmpada durante o período mais claro do dia? sim, não. 54- Há necessidade de utilizar ar condicionado nos períodos quentes? sim, não. 55- A janela do quarto de casal permite contato visual desejável com o exterior? sim, não. 56- A janela da sala permite contato visual desejável com o exterior? sim, não. 57- A janela do quarto de casal proporciona arranjo decorativo satisfatório nos ambientes? sim, não. 58- A janela da sala proporciona arranjo decorativo satisfatório nos ambientes? sim, não.
	Determinar o modelo ideal almejado pelo usuário para sua residência.	59- Qual seria sua janela ideal? (modelo, material,...)
	Avaliar se em sua residência existe janela com o desempenho favorável.	60- Qual a janela que mais funciona com relação à ventilação e em qual ambiente está localizada?
	Avaliar se em sua residência existe janela com o desempenho desfavorável.	61- Qual a janela que não funciona com relação à ventilação e em qual ambiente está localizada?
		62- Você mudaria alguma janela de posição para melhorar a ventilação dos ambientes/ ambiente?

ANEXO II – Questionário aplicado aos usuários

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL CENTRO TECNOLÓGICO

QUESTIONÁRIO USUÁRIO

- USUÁRIO Nº : _____ - PROPRIETÁRIO – SIM / NÃO
- LOCALIZAÇÃO : _____

- DIA/HORA: _____
- CONDIÇÕES CLIMÁTICAS : _____

- 1- Quais as idades dos moradores? M[], E[], F[], F[]
- 2- Sexo dos moradores e da pessoa entrevistada?
- 3- Qual o andar da residência?
- 4- Qual o tempo de permanência dos moradores em casa?
Dia inteiro[], meio dia[], só a noite[]
- 5- Os ambientes (quartos, salas, cozinha, banheiros e área) possuem dimensões compatíveis para uma utilização confortável?
[]sim []não
- 6- Você acha seu apartamento ventilado?
[]sim []não
- 7- Como acontece a ventilação dentro do seu apartamento?
- 8- No período do verão o conforto térmico dentro do apartamento é?
[]insuportável []suportável []agradável []extremamente agradável
- 9- No período de inverno o conforto térmico dentro do apartamento é?
[]insuportável []suportável []agradável []extremamente agradável
- 10- Qual o ambiente mais agradável no verão?
- 11- Qual o ambiente menos agradável no verão?
- 12- Qual o ambiente menos agradável no inverno?
- 13- Qual o ambiente mais agradável no inverno?
- 14- Existe alguma parede ou paredes com presença de fungos (mofo)?
[]sim []não
- 15- Quando aparece em qual ambiente?
- 16- Como você classifica as condições do ambiente quando as janelas estão fechadas?
[]insuportável []suportável []agradável []extremamente agradável
- 17- Caso exista ambiente em condições desfavorável citá-lo e descrever o tipo de janela existente.
- 18- Você acha que as janelas fazem seu edifício ficar?
[]bonito []feio []indiferente
- 19- As janelas existentes no apartamento possuem venezianas ou outros elementos que permite a regulação da ventilação?
[]sim []não
- 20- Caso exista, como você classifica esse dispositivo de ventilação?
[]péssimo []ruim []bom []excelente [] não se aplica
- 21- Qual o tipo de elemento de regulação de ventilação e em qual ambiente está localizado?
- 22- Como você classifica a limpeza desse dispositivo?
[]péssimo, []ruim, []bom, []excelente [] não se aplica

ANÁLISE DAS JANELAS DO QUARTO DE CASAL E DA SALA

22- Quais as tipologias:

sala de estar:

quarto de casal:

23- Como você classifica o sistema de abertura da janela (por exemplo, abrir, correr, etc...) do quarto de casal?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

25- Como você classifica o sistema de abertura da janela (por exemplo, abrir, correr, etc...) da sala?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

26- Caso a resposta seja de insatisfação, em qual janela do apartamento possui (caso exista) sistema de abertura satisfatório ou desejável?

27- Como você classifica as maçanetas E/OU puxadores da janela da sala?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

28- Como você classifica as maçanetas E/OU puxadores da janela do quarto de casal?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

29- Como você classifica o sistema de fecho das janelas do quarto de casal?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

30- Como você classifica o sistema de fecho das janelas da sala?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

31- Caso a resposta seja de insatisfação, em qual janela do apartamento possui (caso exista) maçanetas E/OU puxadores e fecho satisfatório ou desejável?

32- Na presença de ventania, a janela do quarto de casal produz ruídos e “ASSOVIOS”?

☐ **sim** ☐ **não**

33- Na presença de ventania, a janela da sala produz ruídos e “ASSOVIOS”?

☐ **sim** ☐ **não**

34- Como você classifica a vedação da janela do quarto casal com relação à ação de chuvas de vento?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

35- Como você classifica a vedação da janela da sala com relação à ação de chuvas de vento?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

36- Como você classifica a vedação das janelas do quarto de casal com relação à penetração de pó (poluição dos carros e minério de ferro) no ambiente?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

37- Como você classifica a vedação das janelas da sala com relação à penetração de pó (poluição dos carros e minério de ferro) no ambiente?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

38- Como você classifica a vedação das janelas do quarto de casal quanto aos ruídos externos ao ambiente?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

39- Como você classifica a vedação das janelas da sala quanto aos ruídos externos ao ambiente?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

40- Como você classifica a vedação das janelas do quarto de casal quanto ao vento do inverno (frio), caso as janelas possuam venezianas ou outro dispositivo de regulagem de ventilação?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente** ☐ **não se aplica**

41- Como você classifica a vedação das janelas da sala quanto ao vento do inverno (frio), caso as janelas possuam venezianas ou outro dispositivo de regulagem de ventilação?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente** ☐ **não se aplica**

42- Como você classifica a janela do quarto de casal com relação à segurança?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

43- Como você classifica a janela da sala com relação à segurança?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

44- Como você classifica a janela do quarto de casal com relação à facilidade de limpeza?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

45- Como você classifica a janela da sala com relação à facilidade de limpeza?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

46- Como você classifica a janela do quarto de casal com relação à movimentação /manuseio?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

47- Como você classifica a janela da sala com relação à movimentação /manuseio?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

48- Como você classifica o quarto de casal com relação à iluminação natural que recebe da janela?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

49- Como você classifica a sala com relação à iluminação natural que recebe da janela?

☐ **péssimo** ☐ **ruim** ☐ **bom** ☐ **excelente**

50- Há necessidade de acender a lâmpada durante o dia no ambiente do quarto de casal?

☐ **sim** ☐ **não**

51- Há necessidade de acender a lâmpada durante o dia no ambiente sala?

☐ **sim** ☐ **não**

52- Há necessidade de utilizar ar condicionado no quarto de casal nos períodos mais quentes?

☐ **sempre** ☐ **frequentemente** ☐ **eventualmente** ☐ **nunca** ☐ **não possui**

53- Há necessidade de utilizar ventilador no quarto de casal nos períodos mais quentes?

☐ **sempre** ☐ **frequentemente** ☐ **eventualmente** ☐ **nunca** ☐ **não possui**

54- Há necessidade de utilizar ar condicionado na sala nos períodos mais quentes?

☐ **sempre** ☐ **frequentemente** ☐ **eventualmente** ☐ **nunca** ☐ **não possui**

55- Há necessidade de utilizar ventilador na sala nos períodos mais quentes?

☐ **sempre** ☐ **frequentemente** ☐ **eventualmente** ☐ **nunca** ☐ **não possui**

56- O ar condicionado é acionado por outros motivos que não seja para a ventilação (mosquitos, ruídos, etc...)?

☐ **sempre** ☐ **frequentemente** ☐ **eventualmente** ☐ **nunca** ☐ **não possui**

57- O ventilador de teto é acionado por outros motivos que não seja para a ventilação (mosquitos, ruídos, etc...)?

☐ **sempre** ☐ **frequentemente** ☐ **eventualmente** ☐ **nunca** ☐ **não possui**

58- A janela do quarto casal possui mosquiteiro?

☐ **sim** ☐ **não**

59- A janela da sala possui mosquiteiro?

☐ **sim** ☐ **não**

60- O mosquiteiro possui facilidade de limpeza?

☐ **sim** ☐ **não** ☐ **não se aplica**

61- O mosquiteiro prejudica a ventilação no ambiente?

☐ **sim** ☐ **não** ☐ **não se aplica**

62- A janela do quarto de casal permite contato visual agradável com o exterior?

☐ **sim** ☐ **não**

63- A janela da sala permite contato visual agradável com o exterior?

☐ **sim** ☐ **não**

64- A janela do quarto de casal proporciona arranjo decorativo satisfatório no ambiente interno?

☐ **sim** ☐ **não**

65- A janela da sala proporciona arranjo decorativo satisfatório no ambiente interno?

☐ **sim** ☐ **não**

66- Qual seria sua janela ideal? (modelo, material, ...)

67- Qual a janela que mais funciona com relação à ventilação e em qual ambiente está localizada?

68- Qual a janela que não funciona com relação à ventilação e em qual ambiente está localizada?

69- Você mudaria alguma janela de posição para melhorar a ventilação dos ambientes/ ambiente?

70- Quais as tipologias existentes na residência?

Quarto de solteiro 1 _____

Quarto de solteiro 2 _____

Cozinha _____

Banheiros _____

Área de serviço _____

ANEXO III – Fichamento técnico aplicado aos usuários questionados

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL CENTRO TECNOLÓGICO

FICHAMENTO TÉCNICO EDIFÍCIO Nº

FORMULÁRIO TÉCNICO Nº ENTORNO

POSIÇÃO GEOGRÁFICA

- Tipologia**
- 1- Tipologia utilizada:
sala de estar
quarto casal
 - 2- Dimensões da tipologia:
sala de estar
quarto casal
 - 3- Material da janela:
sala de estar
quarto casal
 - 4- Elementos vazantes e o tipo (caso exista):
sala de estar
quarto casal
 - 5- Quantidade de elemento opaco e translúcido, tipo:
sala de estar
quarto casal
- Suporte**
- 1- Espessura das paredes:
 - 2- Anteparos solares (beirais e outros) - tipo e sua localização
sala de estar
quarto casal
 - 3- Segurança – existência de grades:
sala de estar
quarto casal
 - 4- Ar condicionado, onde está posicionado:
sala de estar
quarto casal
- Estanqueidade**
- 1- Ao vento
sala de estar
quarto casal
 - 2- A água
sala de estar
quarto casal
 - 3- Ao ruído
sala de estar
quarto casal
 - 4- Sistema de fixação dos vidros com relação ao ruído:
sala de estar
quarto casal
 - 5- Utilização de elementos vedantes de iluminação – cortinas
sala de estar
quarto casal

Utilização 1- Manutenção das janelas
sala de estar
quarto casal
2- A posição da janela com relação ao layout do ambiente;
sala de estar
quarto casal

Legislação 1/8 para ventilação _____
1/6 para iluminação _____

Característica da tipologia

Área total da esquadria:
sala de estar
quarto casal
Área de ventilação:
sala de estar
quarto casal
Área de iluminação:
sala de estar
quarto casal

As janelas do apartamento do quarto casal e sala estão bem instaladas?

[☐]Sim [☐]não

Descrever o mobiliário existente:

sala de estar
quarto casal

Dimensões do ambiente.
sala de estar

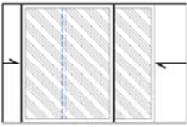
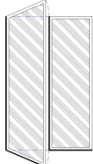
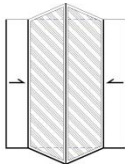
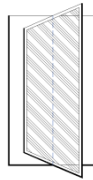
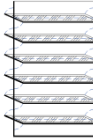
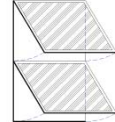
Desenho da janela.
sala de estar

quarto casal

quarto casal

ANEXO IV

SISTEMAS DE ABERTURAS E CARACTERÍSTICAS

  Correr Guilhotina	50% de abertura para ventilação, geralmente não afetam o movimento do ar, e o fluxo permanece na mesma altura
  Folhas com dobradiça	100% de abertura para a ventilação, as pivotantes e basculantes possuem sistema de direcionamento do fluxo de ar e estabilizam o fluxo de ar tornando o movimento do ar laminar
  Pivotante	
 Basculante	
 Maxim-ar	Redução da área de abertura para a ventilação, o sistema de abertura obstrui o fluxo de ar no interior do ambiente
Cobogós	Satisfazem as exigências de filtro de luz, sombreamento constante e ventilação permanente

Quadro 24: características dos tipos de sistemas de aberturas.

Fonte: adaptado NEVES, 2006.

ANEXO V

CÁLCULO DA ÁREA DE JANELA PARA VENTILAÇÃO

Foram considerados para a definição da área de janela para a ventilação, os seguintes dados segundo (RIVERO, 1987):

- **VOLUME TOTAL DE AR RENOVADO:** é a vazão de ar que atravessa um ambiente pela ventilação cruzada e é definida pela equação 04.

$Va = Ae.N.v$	(04)
---------------------------------	-------------

Onde:

Va = volume total de ar renovado (m^3/h);

Ae = área de entrada para ventilação na abertura (m^2);

As = área de saída para ventilação na abertura (m^2);

N = valor referencial resultado da relação entre As/Ae ;

As/Ae	N
0.25	0.06
0.5	0.1
0.75	0.14
1	0.17
2	0.21

v = velocidade inicial do vento (m/s). Adotou-se como velocidade mínima do vento = 1,5m/s (a menor velocidade que se pode perceber).

- **CARGA TÉRMICA:** é a quantidade de calor retida no ambiente através das paredes, dos tetos, do piso, das aberturas, das atividades das pessoas, dos equipamentos e dos vãos abertos. A planilha 01 define o cálculo da carga térmica (SPRINGER-CARRIER DO BRASIL apud ROMANELLI, 1994) através das procedências do calor, unidades e fatores. Foram mencionadas na planilha apenas as variáveis de procedência de calor, inerentes as características dos edifícios pesquisados.
- **DIMENSIONAMENTO DAS ABERTURAS:** é definir de forma simplificada, uma área de abertura que proporcione ventilação adequada de acordo, com a carga térmica e os valores referências definidos pela equação 05.

$Q/1200 \Delta t = Ae.N.v$	(05)
--	-------------

Onde:

Q = carga térmica;

Δt = diferença entre a temperatura externa e a temperatura interna. Considera-se 2° C a diferença.

PLANILHA 1 PARA CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA DE INTERIORES

Procedência do calor	Unidades	Sub-totais Ed. 01 - quarto	Sub-totais Ed. 02 - quarto	Sub-totais Ed. 01 - sala	Sub-totais Ed. 02 - sala
1- Luz pelos vidros	m ²	Proteção interna	Proteção interna	Proteção externa	Proteção externa
Sul		50,4	-	63	-
Sudoeste		-	276,80	-	543,95
2- Luz pelos vidros	m ²				
Vidro comum		84	86,50	157,50	236,50
3- Paredes		claras	claras	claras	claras
Externas ao sul		150	453,60	-	-
4- Teto	m ²				
Sob outro pavimento		120,38	206,70	223,08	388,83
5- Piso					
Sob outro pavimento		120,38	206,70	223,08	388,83
6- Pessoas	nº				
repouso		160	160	-	-
Atividade moderada				900	900
7- Equipamentos	W				
Lâmpadas e outros aparelhos		180	300	340	600
CARGA TÉRMICA TOTAL		865,16 W	1690,30 W	1906,66 W	3058,11W

RESULTADOS DAS ÁREAS DE VENTILAÇÃO PARA JANELAS DOS QUARTOS:

EDIFÍCIO 01 – COLUNA 03

$$Q/1200 \Delta t = Ae.N.v - 1154/1200.2=Ae.0,17.1,5 - Ae= 1,46m^2 \text{ (área para ventilação)}$$

EDIFÍCIO 02 – COLUNA 02

$$Q/1200 \Delta t = Ae.N.v - 1454/1200.2=Ae.0,14.1,5 - Ae= 3,35m^2 \text{ (área para a ventilação)}$$

RESULTADOS DAS ÁREAS DE VENTILAÇÃO DAS JANELAS DAS SALAS:

EDIFÍCIO 01 – COLUNA 03

$$Q/1200 \Delta t = Ae.N.v - 1181/1200.2=Ae.0,14.1,5 - Ae= 3,78m^2 \text{ (área para ventilação)}$$

EDIFÍCIO 02 – COLUNA 02

$$Q/1200 \Delta t = Ae.N.v - 1481/1200.2=Ae.0,14.1,5 - Ae= 6,06m^2 \text{ (área para a ventilação)}$$

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)