

Universidade de Brasília – UnB
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

**QUALIDADE AMBIENTAL E ARQUITETÔNICA EM EDIFÍCIOS DE
ESCRITÓRIOS: DIRETRIZES PARA PROJETOS EM BRASÍLIA**



THAIS BORGES SANCHES LIMA

Brasília
Agosto, 2010

Universidade de Brasília – UnB

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

**QUALIDADE AMBIENTAL E ARQUITETÔNICA EM EDIFÍCIOS DE
ESCRITÓRIOS: DIRETRIZES PARA PROJETOS EM BRASÍLIA.**

THAIS BORGES SANCHES LIMA

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Doutor em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Dra. Cláudia Naves David Amorim

Brasília

Agosto, 2010

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília. Acervo 982577.

L732q Lima, Thais Borges Sanches.
Qualidade ambiental e arquitetônica em edifícios de escritórios : diretrizes para projetos em Brasília / Thais Borges Sanches Lima. -- 2010.
xxi, 253 f. : il. ; 30 cm.

Tese (doutorado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2010.
Inclui bibliografia.
Orientação: Cláudia Naves David Amorim.

1. Arquitetura - Aspectos ambientais. 2. Arquitetura e clima - Brasília (DF). I. Amorim, Cláudia Naves David. II. Título.

CDU 72:551.586

TERMO DE APROVAÇÃO**QUALIDADE AMBIENTAL E ARQUITETÔNICA EM EDIFÍCIOS DE
ESCRITÓRIOS: DIRETRIZES PARA PROJETOS EM BRASÍLIA.****THAIS BORGES SANCHES LIMA**

Tese julgada adequada para a obtenção do Título de DOUTOR em Arquitetura e Urbanismo e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - PPGAU da Universidade de Brasília - UnB.

Orientadora:

Profa. Dra. Cláudia Naves David Amorim
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB**Comissão Examinadora:**

Profa. Dra. Rosa Maria Sposto.
Faculdade de Tecnologia, UnB

Prof. Dr. Hartmut Günther
Instituto de Psicologia, UnB

Prof. Dr. Leonardo Bittencourt
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFAL

Prof. Dr. Otto Toledo Ribas
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB**Brasília****20 de agosto de 2010.**

“Para que serve o horizonte? Se eu caminho um passo em direção ao horizonte, ele se afasta um passo de mim. Se caminho dez passos, ele se afasta outros dez passos. Se caminho quilômetros em direção ao horizonte, ele se afasta os mesmos quilômetros de mim... Isso não faz sentido! O horizonte não serve pra nada. Deus olhou para aquela pessoa, sorriu e disse: - Mas é justamente para isso que serve o horizonte... para fazê-lo caminhar”

Autor desconhecido

À minha família, que sempre me apoiou incondicionalmente.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Profa. Dra. Cláudia Naves David Amorim pela orientação e amizade durante toda a minha jornada, desde que cheguei a Brasília.

Aos membros da banca, Profa. Dra. Rosa Maria Sposto, Prof. Dr. Hartmut Günther, Prof. Dr. Leonardo Bittencourt e Prof. Dr. Otto Toledo Ribas pelo incentivo e sugestões apresentadas.

Aos meus pais Sonia e Braga e meus irmãos Bianca e Eduardo pelo carinho, dedicação, confiança, estímulo e apoio permanente.

Ao Fabiano por todo amor, companheirismo e motivação na realização desse trabalho e às minhas filhas Júlia e Beatriz pela alegria que dão à minha vida.

Aos colegas e professores do LACAM – Laboratório de Conforto Ambiental da Faculdade de Arquitetura da UnB, pelo apoio e estrutura disponibilizados.

Aos meus amigos da UnB, Darja, Evangelos, Renata, Ana Maria, Beatriz, Daniel e Paulo Marcos pela amizade e troca de conhecimento.

Ao Daniel Nardelli e ao Thalisson Mesquita pela disposição na aplicação dos questionários com os usuários dos edifícios de escritórios.

Às bolsistas PIBIC Clara Ovídio, Larissa Sudbrack e, em especial, à Giselle Chaim pela contribuição nas simulações computacionais desenvolvidas neste trabalho.

Aos meus colegas da TERRACAP, Flávia, Margareth, Thais, Bilú e Giulliano, pela compreensão relativa a minha ausência temporária de algumas atividades, em especial, ao Bruno Tamm Rabello que desde a minha chegada apoiou o meu trabalho.

Às minhas amigas Larissa Claver e Fabiana Pinheiro, por terem me agüentado nos momentos mais difíceis e por terem compartilhado comigo momentos divertidos e prazerosos.

Aos administradores dos edifícios escolhidos para a aplicação dos questionários que permitiram a entrada para o levantamento dos dados e aos usuários que se dispuseram a responder as perguntas sobre a qualidade ambiental dos escritórios.

Aos arquitetos, engenheiros, professores, estudantes e todos aqueles que se dispuseram a responder o questionário sobre qualidade arquitetônica, dedicando um pouco do seu tempo pra contribuir com essa pesquisa.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa concedida para a realização do curso durante o período de junho/2006 a maio/2007.

Um agradecimento sem limites a todos que de alguma maneira colaboraram com esse trabalho e aos meus amigos que entenderam a minha ausência e apoiaram meu esforço, **MUITO OBRIGADA!**

RESUMO

Este trabalho visa analisar a qualidade ambiental e arquitetônica de edifícios de escritórios, de modo a propor diretrizes para o desenvolvimento de projetos no contexto climático de Brasília. O método empregado parte da análise da opinião dos usuários com relação às condições de conforto térmico dos edifícios representativos e da simulação computacional paramétrica do desempenho termo-energético das características projetuais das fachadas no programa *Design Builder*, para estabelecer as características mais adequadas para se atingir uma boa qualidade ambiental nestes edifícios. As variáveis simuladas foram a orientação, o percentual de área de abertura na fachada e o tipo de vidro. Posteriormente, foi desenvolvido um questionário *web* para avaliar a apreciação, por parte dos projetistas, das características das fachadas de edifícios de escritórios, de modo a determinar quais seriam mais aceitas. Dessa forma, foi possível estabelecer indicações projetuais que integrassem as condições impostas pela necessidade de um desempenho ambiental mais adequado para o clima de Brasília à qualidade arquitetônica mais aceitável pelos projetistas.

PALAVRAS CHAVE: qualidade ambiental, qualidade arquitetônica, edifícios de escritórios, diretrizes projetuais, Brasília.

ABSTRACT

This paper aims to analyze the architectural and environmental quality of the office buildings in order to propose guidelines for the development of design in the context of climate Brasilia. The method used part of the analysis of feedback from users about the conditions of thermal comfort of representative buildings added of computer simulation of the parametric thermal and energy performance of characteristics of the facades at *Design Builder* software, to establish the most appropriate characteristics to achieve a good environmental quality in these buildings. The variables simulated were orientation of the facades, window wall ratio and glazing. Subsequently, a web questionnaire was developed to evaluate the appreciation, by designers, of the envelope's characteristics of office buildings in order to determine which would be accepted. Thus, it was possible to establish design guidelines that would combine the conditions imposed by the need for environmental performance more suited to the climate of Brasilia to the architectural quality more acceptable for designers.

KEY WORDS: environmental quality, architectural quality, office buildings, design guidelines, Brasilia.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xix
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xx
PARTE I: INTRODUÇÃO, REFERENCIAL TEÓRICO, REFERENCIAL METODOLÓGICO E MÉTODO EMPREGADO	1
CAPÍTULO 1	2
1. INTRODUÇÃO	3
1.1 Justificativa.....	10
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo Geral.....	14
1.2.2 Objetivos específicos	14
1.3 Estrutura do Trabalho.....	15
1.4 Originalidade.....	16
CAPÍTULO 2	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 A arquitetura dos edifícios de escritórios.....	18
2.2 Edifícios de escritórios em Brasília.....	27
2.3 Arquitetura bioclimática, qualidade ambiental e sustentabilidade.....	29
2.4 Qualidade Ambiental em Edifícios de Escritórios	39
2.5 Requisitos projetuais e critérios de conforto ambiental para Brasília.....	46
2.6 Qualidade Arquitetônica em Edifícios de Escritórios	54
CAPÍTULO 3	60
3. REFERENCIAL METODOLÓGICO	61
3.1 Definição das tipologias construtivas de edificações.....	61
3.2 Métodos para avaliação da qualidade ambiental.....	65
3.3 Método para avaliação da qualidade arquitetônica	73
CAPÍTULO 4	79
4. MÉTODO EMPREGADO	80
4.1 ETAPA I – Revisão Bibliográfica.....	81
4.2 ETAPA II – Levantamento das características tipológicas e determinação da tipologia representativa.....	81
4.3 ETAPA III – Avaliação da qualidade ambiental em edifícios de escritórios.....	84

4.3.1	Levantamento da opinião dos usuários por meio de questionários	84
4.3.2	Simulação Computacional	88
4.4	ETAPA IV – Avaliação da qualidade arquitetônica.	94
4.5	ETAPA V – Análise dos resultados	102
4.6	ETAPA VI – Considerações finais e recomendações.	102
PARTE II: RESULTADOS E DISCUSSÃO		104
CAPÍTULO 5		105
5.	AS TIPOLOGIAS DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS EM BRASÍLIA.....	106
5.1	Levantamento das tipologias de edifícios de escritórios em Brasília.....	106
5.2	Determinação das tipologias representativas	112
CAPÍTULO 6		117
6.	resultados da QUALIDADE AMBIENTAL	118
6.1	Levantamento da opinião dos usuários por meio de questionários.....	118
6.1.1	Questões sobre a avaliação do conforto ambiental	119
6.1.2	Questões sobre a avaliação do uso dos dispositivos	128
6.1.3	Análise e discussão dos resultados do levantamento com os usuários	147
6.2	Avaliação através de simulação computacional.....	152
6.2.1	Simulação computacional do ambiente sem ventilação.....	153
6.2.2	Simulação computacional do ambiente condicionado artificialmente.....	162
6.2.3	Análise e discussão dos resultados das simulações	167
CAPÍTULO 7		171
7.	RESULTADOS DA QUALIDADE ARQUITETÔNICA	172
7.1	Resultados do questionário aplicado aos projetistas	174
7.1.1	Parte I – Apreciação da fachada	174
7.1.2	Parte II – Apreciação da fachada	186
7.1.3	Parte III - Imagem.....	189
7.1.4	Parte IV – Elementos de Composição da Fachada	191
7.2	Discussão dos resultados	196
PARTE III: CONSIDERAÇÕES FINAIS, REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E APÊNDICE		204
CAPÍTULO 8		205
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	206

8.1 Subsídios para elaboração de diretrizes projetuais para edifícios de escritórios em Brasília.....	211
8.2 Conclusão.....	213
8.3 Desdobramentos Futuros.....	216
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	217
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	218
APÊNDICE	228
APÊNDICE A – Lista de Edifícios Estudados (por setor).....	229
APÊNDICE B - Questionário sobre qualidade ambiental.....	235
APÊNDICE C - Tela do banco de dados – Tabulação do questionário sobre qualidade ambiental	238
APÊNDICE D – Resultados da análise de variância.....	239
APÊNDICE E – Resultados do Crosstab	247

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Edifício Uffizi	18
Figura 2.2 – Edifício <i>Home Insurance Building</i>	19
Figura 2.3 – Edifício <i>Larkin</i>	19
Figura 2.4 – Edifícios <i>Philadelphia Savings Fund Society e Lever House, respectivamente</i> ..	20
Figura 2.5 - Seagram Building	21
Figura 2.6 – Banco Sul-Americano do Brasil.....	21
Figura 2.7 – Edifício do Ministério da Educação e Saúde - MEC	22
Figura 2.8 – Edifício da Ford Foundation	23
Figura 2.9 – Edifício Boulevard Sul.....	24
Figura 2.10 – Edifício Centro Empresarial e Cultural João Domingues de Araújo	25
Figura 2.11 – Dentsu Tower	26
Figura 2.12 – Edifício Corporate Financial Center e Ministério Público do Distrito Federal e Territórios, respectivamente	29
Figura 2.13 - Edifício administrativo para o Supplementary Pension Fund da indústria SOKA-BAU Wiesbaden	32
Figura 2.14 – Edifício ACROS Fukuoka.....	33
Figura 2.15 – Centro Cultural Jean-Marie Tjibaou	34
Figura 2.16 – Banco do Comércio de Frankfurt.....	34
Figura 2.17 – Edifícios Menara Mesiniaga, IBM Plaza e Plaza Atrium respectivamente	35
Figura 2.18 – Tribunal de Contas da União – Salvador-BA	36
Figura 2.19 – Projeto para a expansão do Centro de Pesquisas da Petrobrás.....	37
Figura 2.20 - Edifício do Fórum do Meio Ambiente e Fazenda Pública do DF – TJDFT.....	38
Figura 2.21 – Carta Solar para Brasília	50
Figura 3.1 – Telas do questionário sobre coletores solares	77
Figura 4.1 – Fluxograma – Etapas da metodologia	80
Figura 4.2 – Localização da amostra de estudo.....	82
Figura 4.3 – Distribuição dos edifícios públicos e privados segundo os setores de localização	82
Figura 4.4 – Tela do banco de dados	83
Figura 4.5 – Modelo do edifício.....	88
Figura 4.6 – Zoneamento do edifício.....	89
Figura 4.7 – Modelo do ambiente simulado – Zona 2.....	89

Figura 4.8 – Esquema das simulações realizadas no <i>Design Builder</i>	93
Figura 4.9 – Tela de abertura do questionário	94
Figura 4.10 – Tela com exemplo de questão da Parte I (questões 1 a 8)	95
Figura 4.11 – Tela com exemplo de questão da Parte I (questões 9 a 11)	95
Figura 4.12 – Tela com exemplo de questão da Parte II	97
Figura 4.13 – Tela com exemplo de questão da Parte II	98
Figura 4.14 – Tela com exemplo de questão da Parte III	98
Figura 4.15 – Tela com exemplo de questão da Parte IV	99
Figura 4.16 – Tela com exemplo de questão da Parte V	100
Figura 4.17 – Percentual de respostas por atividade dos respondentes	100
Figura 4.18 – Número de respondentes por local de origem.....	101
Figura 5.1 – Frequência de ocorrência das orientações na fachada principal	107
Figura 5.2 – Percentual de ocorrência das diversas formas das edificações	108
Figura 5.3 – Quantidade de pavimentos das edificações.....	108
Figura 5.4 – Exemplos de elementos de proteção solar existentes.....	109
Figura 5.5 – Frequência de ocorrência dos elementos de proteção solar na fachada principal	109
Figura 5.6 – Frequência de ocorrência dos elementos de proteção solar na fachada posterior	110
Figura 5.7 – Frequência de ocorrência do tipo de vidro utilizado nas fachadas principais....	110
Figura 5.8 – Requisitos para a definição dos grupos de tipologias	111
Figura 5.9 – Grupos de tipologias estabelecidos	112
Figura 5.10 – Edifício CNC/INSS	113
Figura 5.11 – Edifício Darcy Ribeiro	113
Figura 5.12 – Edifício Justiça Federal Sede I.....	114
Figura 5.13 – Edifício Márcia.....	114
Figura 5.14 – Edifício Ministério de Minas e Energia	115
Figura 5.15 – Anexo IV – Câmara dos Deputados.....	115
Figura 5.16 – Edifício Vale Rio Doce	116
Figura 5.17 - Edifício Áurea.....	116
Figura 6.1 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A1.....	119
Figura 6.2 – Frequência de ocorrência das respostas para as questões A2, A3 e A4.....	120
Figura 6.3 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A5.....	121

Figura 6.4 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A6.....	122
Figura 6.5 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A7.....	123
Figura 6.6 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A8.....	123
Figura 6.7 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A9.....	124
Figura 6.8 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A10.....	124
Figura 6.9 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A11.....	125
Figura 6.10 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A12.....	125
Figura 6.11 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A13.....	126
Figura 6.12 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A14.....	127
Figura 6.13 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A15.....	128
Figura 6.14 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B1.....	128
Figura 6.15 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B1, segundo a tipologia e a orientação.....	129
Figura 6.16 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B2.....	130
Figura 6.17 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B2, segundo a tipologia e a orientação.....	130
Figura 6.18 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B3.....	131
Figura 6.19 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B3, segundo a tipologia e a orientação.....	132
Figura 6.20 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B4.....	132
Figura 6.21 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B4, segundo a tipologia e a orientação.....	133
Figura 6.22 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B5.....	133
Figura 6.23 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B5, segundo a tipologia e a orientação.....	134
Figura 6.24 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B6.....	134
Figura 6.25 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B6, segundo a tipologia e a orientação.....	135
Figura 6.26 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B7.....	135
Figura 6.27 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B7, segundo a tipologia e a orientação.....	136
Figura 6.28 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B8.....	136

Figura 6.29 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B8, segundo a tipologia e a orientação.....	137
Figura 6.30 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B9.....	137
Figura 6.31 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B9, segundo a tipologia e a orientação.....	138
Figura 6.32 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B10.....	139
Figura 6.33 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B11.....	139
Figura 6.34 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B12.....	140
Figura 6.35 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B13.....	140
Figura 6.36 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B14.....	141
Figura 6.37 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B15.....	141
Figura 6.38 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B16.....	142
Figura 6.39 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B17.....	143
Figura 6.40 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B18.....	143
Figura 6.41 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B19.....	144
Figura 6.42 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B20.....	144
Figura 6.43 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B20, segundo a tipologia e a orientação.....	145
Figura 6.44 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B21.....	145
Figura 6.45 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B22.....	146
Figura 6.46 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B23.....	146
Figura 6.47 – Respostas sobre o aproveitamento da luz natural conforme a orientação e tipologia de fachada.....	149
Figura 6.48 – Respostas sobre o aproveitamento da ventilação natural conforme a orientação e tipologia de fachada.....	151
Figura 6.49 – Carta bioclimática para o modelo sem ventilação, orientação 198°, vidro refletivo e PAF de 50%	154
Figura 6.50 – Carta bioclimática para o modelo sem ventilação, orientação 18°, vidro refletivo e PAF de 50%	154
Figura 6.51 – Percentual de horas de conforto de acordo com o tipo de vidro, PAF e orientação da fachada para o ambiente sem ventilação.....	155
Figura 6.52 – Valores de temperaturas médias mensais para o vidro cinza e orientação 18°	156

Figura 6.53 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro incolor e orientação 288°	157
Figura 6.54 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro refletivo e orientação 288°	157
Figura 6.55 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro verde e orientação 18°	158
Figura 6.56 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro refletivo e orientação 18°	158
Figura 6.57 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro incolor e orientação 108°	159
Figura 6.58 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro refletivo e orientação 108°	159
Figura 6.59 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro azul e orientação 198°	160
Figura 6.60 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro refletivo e orientação 198°	160
Figura 6.61 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro incolor e orientação 288°	161
Figura 6.62 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro bronze e orientação 288°	161
Figura 6.63 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro refletivo e orientação 288°	162
Figura 6.64 – Percentual de horas de conforto de acordo com o tipo de vidro, PAF e orientação da fachada para o ambiente com ar condicionado	164
Figura 6.65 - Consumo energético dos aparelhos de ar condicionado para o PAF 10%.....	165
Figura 6.66 - Consumo energético dos aparelhos de ar condicionado para o PAF 30%.....	165
Figura 6.67 – Gráfico com as temperaturas médias mensais para o ambiente sem ventilação.	166
Figura 6.68 – Consumo energético dos aparelhos de ar condicionado para o PAF 50%.....	166
Figura 6.69 – Consumo energético dos aparelhos de ar condicionado para o PAF 70%.....	167
Figura 6.70 – Consumo energético dos aparelhos de ar condicionado para o PAF 90%.....	167
Figura 7.1 Percentual de respondentes de acordo com o tempo de experiência profissional ou de estudo.....	172
Figura 7.2 Número de respondentes de acordo com a ocupação e o tempo de experiência...	173

Figura 7.3 – Respostas para a questão 01	174
Figura 7.4 – Respostas para a questão 02	175
Figura 7.5 – Respostas para a questão 03	175
Figura 7.6 – Respostas para a questão 04	176
Figura 7.7 – Respostas para a questão 05	176
Figura 7.8 – Respostas para a questão 06	177
Figura 7.9 – Respostas para a questão 07	177
Figura 7.10 – Respostas para a questão 08	178
Figura 7.11 – Respostas para a questão 09	178
Figura 7.12 – Respostas para a questão 10	179
Figura 7.13 – Respostas para a questão 11	179
Figura 7.14 – Comparativo das respostas das questões 01 a 08 para a aceitabilidade da edificação, de acordo com a ocupação do respondente.	181
Figura 7.15 – Comparativo das respostas das questões 09 a 11 para a aceitabilidade da edificação, de acordo com a ocupação do respondente.	182
Figura 7.16 – Comparativo das respostas das questões 01 a 08 para o percentual de área de abertura na fachada, de acordo com a ocupação do respondente.	184
Figura 7.17 – Comparativo das respostas das questões 01 a 08 para o tipo de vidro, de acordo com a ocupação do respondente.	185
Figura 7.18 – Comparativo das respostas das questões 09 a 11 para o elemento de proteção solar, de acordo com a ocupação do respondente.	186
Figura 7.19 – Percentual de respostas para a questão 12	187
Figura 7.20 – Resultado da questão 12 conforme a ocupação do respondente	187
Figura 7.21 – Percentual de respostas para a questão 12	188
Figura 7.22 – Resultado da questão 13 conforme a ocupação do respondente	189
Figura 7.23 – Gráfico com a frequência de respostas para a questão 14	190
Figura 7.24 – Gráfico com a frequência de respostas para a questão 15	190
Figura 7.25 – Gráfico comparativo com o numero de respostas para as questões 14 e 15	191
Figura 7.26 – Respostas para a questão 16 de acordo com a ocupação do respondente	192
Figura 7.27 – Frequência das respostas para o percentual de área de abertura na fachada	193
Figura 7.28 – Frequência das respostas para o tipo de vidro	193
Figura 7.29 – Respostas para a questão 17 de acordo com a ocupação do respondente	194
Figura 7.30 – Frequência das respostas para o elemento de proteção solar	195

Figura 7.31 – Respostas para a questão 18 de acordo com a ocupação do respondente	195
Figura 7.32 – Edifício melhor classificado na apreciação da fachada.....	197
Figura 7.33 – Edifício pior classificado na apreciação da fachada	197
Figura 7.34 – Edifício melhor classificado na apreciação do PAF	197
Figura 7.35 – Edifício pior classificado na apreciação do tipo de vidro	198
Figura 7.36 – Edifício melhor classificado na apreciação da fachada e elemento de proteção	199
Figura 7.37 – Edifício pior classificado na apreciação da fachada	199
Figura 7.38 – Edifício pior classificado na apreciação do elemento de proteção solar.....	200
Figura 7.39 – Edifícios indicados nas questões 14 e 15 - Menara Mesiniaga e Rochaverá, respectivamente	201

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Requisitos de uma edificação com qualidade ambiental	41
Tabela 2.2 – Estratégias bioclimáticas para Brasília	47
Tabela 2.3 – Comportamento diário por estação, para a madrugada	48
Tabela 2.4 – Comportamento diário por estação, para a manhã.....	48
Tabela 2.5 – Comportamento diário por estação, para a tarde	49
Tabela 2.6 – Comportamento diário por estação, para a noite	49
Tabela 2.7 – Influência das estratégias de projeto nas condições dos ambientes.....	52
Tabela 4.1 – Amostragem dos questionários.....	86
Tabela 4.2 – Características dos materiais utilizados na simulação.....	90
Tabela 4.3 - Dimensões das aberturas simuladas.....	91
Tabela 4.4 – Características dos vidros utilizados na simulação.....	92
Tabela 4.5 – Características dos edifícios das questões 01 a 08.....	96
Tabela 4.6 – Características dos edifícios das questões 09 a 11.....	97
Tabela 6.1 – Características dos edifícios onde foram aplicados os questionários	118
Tabela 6.2 – Análise de variância para a questão A1	119
Tabela 6.3 – Comparativo dos resultados das simulações por ordem de desempenho	168
Tabela 6.4 – Melhores resultados das simulações por ordem de desempenho.....	169
Tabela 6.5 – Piores resultados das simulações por ordem de desempenho.....	170
Tabela 7.1 – Resumo das médias das respostas para as questões 1 a 8.....	196
Tabela 7.2 – Indicação dos melhores e piores classificados (questões 1 a 8)	198
Tabela 7.3 – Resumo das respostas para as questões 9 a 11	199
Tabela 7.4 – Indicação dos melhores e piores classificados (questões 9 a 11)	200
Tabela 7.5 – Indicação das opções escolhidas segundo a apreciação da fachada (questões 12 e 13).....	201

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANOVA – *Analysis of Variance*

ASHRAE – *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*

BESTEST – *Building Energy Simulation TEST*

BS - *British Standard*

CB ECS - *Commercial Buildings Energy Consumption Survey*

CAM – Câmara dos Deputados – Anexo 4

CFD – *Computational fluid dynamics*

CGU – Controladoria Geral da União

CNC – Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico

DOE – *United States Department of Energy*

EIA – *Energy Information Administration*

EMI – Eixo Monumental

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

HQE - *Haute Qualité Environnementale*

HVAC - *Heating, Ventilating, and Air-Conditioning*

IAQ – *Indoor Air Quality*

IEA - *International Energy Agency*

INSS – Instituto Nacional do Seguro Social

ISO - *International Organization for Standardization*

JUF – Justiça Federal

LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações

LBL – *Lawrence Berkeley National Laboratory*

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

MAR – Edifício Márcia

MEC – Ministério da Educação

MME – Ministério de Minas e Energia

NBR – Norma Brasileira

PAF – Percentual de área de abertura na fachada

PMBOK - *Project Management Body of Knowledge*

PMI - *Project Management Institute*

POC – Percentual de horas ocupadas em conforto

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

SADF – Setor de Administração do Distrito Federal

SAFS – Setor de Administração Federal Sul

SAN – Setor de Autarquias Norte

SAS – Setor de Autarquias Sul

SBN – Setor Bancário Norte

SBS – Setor Bancário Sul

SCN – Setor Comercial Norte

SCS – Setor Comercial Sul

SHS – Setor de Hotéis Sul

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*

SRTVN – Setor de Rádio e Televisão Norte

SRTVS – Setor de Rádio e Televisão Sul

TBS – Temperatura de bulbo seco.

TBU – Temperatura de bulbo úmido

TRNSYS - *The Transient Energy System Simulation Tool*

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UR – Umidade relativa

USGBC – *U.S. Green Building Council*

VRD – Edifício Vale do Rio Doce

WWR – *Window wall ratio*



PARTE I: INTRODUÇÃO, REFERENCIAL TEÓRICO, REFERENCIAL METODOLÓGICO E MÉTODO EMPREGADO

“Sob a forma de um edifício ou sob a forma de um espaço urbano, o espaço arquitetônico tem como traço mais importante o fato de constituir um ambiente especialmente condicionado às atividades que abriga”. (GRAEFF, 1979)

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho visa analisar a qualidade ambiental e arquitetônica de edifícios de escritórios, de modo a propor diretrizes para o desenvolvimento de projetos dessa tipologia para a cidade de Brasília, considerando o desempenho termo-energético e os aspectos formais diretamente ligados à envoltória¹.

O conceito de qualidade ambiental neste trabalho é restrito aos condicionantes do conforto ambiental (térmico) e a eficiência energética, sendo parte integrante do conceito de sustentabilidade da edificação.

O conforto ambiental é definido como o estudo das questões relativas à térmica, à acústica e à iluminação de forma a proporcionar aos assentamentos humanos condições propícias a habitabilidade através do uso racional dos recursos disponíveis (LABCON, 2006).

Para a análise que esta pesquisa se propõe, serão consideradas somente as questões relativas ao conforto térmico, por se acreditar que são responsáveis por grande parte dos problemas referentes ao desempenho ambiental das edificações, quando relacionados com a proposta projetual das fachadas dos edifícios de escritórios.

A eficiência energética em edificações pode ser definida como o uso racional da energia, de modo a proporcionar condições de conforto ambiental adequadas, reduzindo custos e produzindo ganhos de produtividade (LAMBERTS et al, 2004).

Os conceitos de conforto ambiental e eficiência energética estão diretamente ligados à qualidade ambiental (AMORIM, 2003), visto que conservar energia implica a diminuição do uso dos recursos energéticos e do seu desperdício, bem como a melhoria das condições de conforto térmico e luminoso.

¹ Segundo o Procel (2008), envoltória são os planos externos da edificação, compostos por fachadas, empenas, cobertura, brises, marquises, aberturas, assim como quaisquer elementos que os compõem. Para o consumo energético são consideradas as seguintes características: área de janela, existência e dimensões de protetores solares, tipo do vidro, dimensões da edificação e o zoneamento bioclimático brasileiro.

Capítulo 1 - Introdução

A eficiência energética e o conforto ambiental são fatores importantes a serem considerados no processo de projeto em Arquitetura para se atingir a qualidade arquitetônica, definida aqui como um conjunto de características da envoltória da edificação em relação ao aspecto formal, que irão influenciar diretamente no comportamento dos ambientes em relação às condicionantes ambientais.

A otimização do consumo de energia em edificações tem se caracterizado pelo desenvolvimento de projetos e componentes arquitetônicos que utilizem, por exemplo, a luz natural (AMORIM, 2004). Sua aplicação melhora a qualidade da iluminação, o conforto dos ocupantes e reduz a demanda de energia com iluminação e resfriamento artificial. Isto acontece principalmente em edifícios de escritórios, onde existem necessidades específicas relacionadas à produtividade e ao conforto visual para a realização das tarefas.

Grande parte da energia consumida em edifícios de escritórios advém da utilização de sistemas artificiais de iluminação e resfriamento. Na Europa, segundo Baker et al. (1993), metade da energia utilizada em edifícios não residenciais é aplicada na iluminação artificial.

Nos Estados Unidos, da energia consumida em edifícios de escritórios, 30% é utilizada para iluminação, 25% para aquecimento do espaço, 16% em equipamentos, 9% em aquecimento de água e 9% em resfriamento do espaço (DOE, 2006b).

De toda energia elétrica consumida no Brasil, 42% é utilizada nas edificações residenciais, comerciais e públicas, sendo que 11% é utilizada no setor comercial e 8% no setor público, setores estes que do seu consumo total, 24% são utilizados para iluminação artificial e 48% para ar condicionado (LAMBERTS et al., 2004). Dessa forma, essas edificações concentram parte significativa da atuação do projetista para aumentar a eficiência energética, já que são edificações onde, a partir de técnicas de retrofit, pode-se diminuir o consumo energético e aplicar técnicas mais adequadas para o uso racional da energia.

Segundo DOE (2006b), o uso de sistemas mais eficientes de iluminação artificial e natural, sistemas avançados de janelas, telhados, isolamento e ventilação podem reduzir em cerca de 50% os custos com energia em projetos de novos edifícios de escritórios. Em edifícios

Capítulo 1 - Introdução

existentes, técnicas de retrofit² utilizando tecnologia mais eficiente podem reduzir os custos em 30%.

Burton (2001), por meio da análise de estudos de caso de edifícios de escritórios em alguns países europeus, demonstrou que não existe relação entre o alto consumo de energia e boas condições de conforto ambiental, pois pode-se atingir bons níveis de conforto sem necessariamente aumentar o gasto energético.

Neste trabalho, o conforto luminoso será abordado no levantamento da opinião dos usuários, do ponto de vista da sua influência no desempenho termo-energético dos edifícios de escritórios, destacando o aproveitamento da iluminação natural para atingir o conforto ambiental e auxiliar no alcance da eficiência energética.

Do ponto de vista do conforto térmico, será dado o enfoque à análise do percentual de horas de conforto do ambiente de escritório, das temperaturas resultantes da incidência de radiação solar e conseqüente absorção da carga térmica por parte da envoltória e seus efeitos no consumo energético das edificações.

As estratégias de redução do consumo de energia estão relacionadas com o uso de sistemas artificiais mais eficientes e a especificação das características da envoltória, tais como o uso de materiais mais adequados, definição correta do percentual de área de abertura na fachada, a aplicação de elementos de controle solar, além do uso de sistemas passivos de ventilação e iluminação.

Dentre as premissas para desenvolvimento de projetos de Arquitetura, além da infinidade de variáveis a serem consideradas e a questão ambiental relacionada ao conforto, podemos destacar também a complexidade que envolve o desenvolvimento do projeto arquitetônico, que engloba não só fatores quantitativos, mas também e, principalmente, fatores qualitativos relacionados com a percepção do usuário acerca do espaço e o padrão de qualidade formal da edificação.

² Alterações feitas em sistemas consumidores de energia visando reduzir o consumo energético.

Capítulo 1 - Introdução

A integração entre as estratégias de projeto para a qualidade ambiental (conforto térmico e eficiência energética) e o uso apropriado das tecnologias, aplicados na concepção da proposta projetual é um tópico importante deste trabalho e será considerado na análise da qualidade arquitetônica.

Essa integração parte do pressuposto que diretrizes de projeto eficientes energeticamente podem ser definidas a partir de estudos de caso de edifícios de escritórios representativos, que poderão ser analisados por meio da opinião dos usuários e da aplicação de simulações computacionais em ferramenta específica para análise do desempenho termo-energético do edifício.

Com relação à qualidade arquitetônica dos edifícios de escritórios em Brasília, nota-se a predominância de critérios formais sobre os aspectos funcionais e de conforto ambiental. Um dos indicadores da inadequação desses edifícios é o uso cada vez mais constante das fachadas totalmente envidraçadas, que vêm se tornando parte integrante da paisagem urbana da cidade (MACIEL, 2002).

Essa tipologia tem se tornado o atual padrão arquitetônico utilizado pelos arquitetos, que se recusam a diminuir a quantidade de vidro nas fachadas e/ou utilizar elementos de controle solar para manter o aspecto formal do estilo internacional.

Partindo do pressuposto de que a forma, a orientação, as características da envoltória e as condicionantes climáticas, além das decisões projetuais relacionadas à estética da edificação, interferem diretamente no desempenho ambiental dos edifícios, propõe-se um estudo dessas variáveis, de modo a avaliar seus efeitos na concepção da proposta projetual, do ponto de vista quantitativo e qualitativo, inserindo nesse contexto, a necessidade de integrar os requisitos de desempenho termo-energético com a qualidade arquitetônica do edifício almejada pelos projetistas.

Assim, a questão específica a que se pretende problematizar é: quais as diretrizes projetuais que poderão ser especificadas para edifícios de escritórios em Brasília que considerem os aspectos relacionados às condicionantes climáticas locais, ao conforto térmico, à eficiência energética e ao aspecto formal da fachada.

A partir de tal questionamento, podemos admitir as seguintes premissas:

- A definição da orientação do edifício, do percentual de área de abertura na fachada (PAF) e do tipo de vidro mais adequados está diretamente ligada à quantidade de luz e calor recebida pelo ambiente e conseqüentemente o consumo de energia com os sistemas de resfriamento e iluminação artificial;
- A especificação correta dos elementos de controle solar e de seu posicionamento permite melhorar as condições de conforto nos ambientes de trabalho, devendo ser projetado para garantir proteção, visibilidade e aceitabilidade por parte dos usuários;
- Através da opinião dos usuários dos edifícios de escritórios pode-se avaliar a sua percepção do ambiente e a influência das características da fachada no conforto ambiental do edifício, bem como entender como os usuários lidam com os dispositivos utilizados para melhorar o conforto;
- A análise da opinião dos projetistas de edificações pode permitir a avaliação da aceitabilidade da fachada para os edifícios de escritórios; e
- É possível encontrar soluções projetuais que compatibilizem os requisitos para um bom desempenho térmico e energético (qualidade ambiental) e a questão formal (qualidade arquitetônica) em edifícios de escritórios.

Cabe ressaltar que normalmente os estudos desenvolvidos sobre a qualidade arquitetônica utilizam enfoques parciais, estudando aspectos ambientais ou formais, de forma separada, deixando de lado a integração entre ambos no desenvolvimento do projeto.

Estudos desenvolvidos por Ghisi e Tinker (2001); Maciel (2002); Amorim (2003); Amorim (2004); Carlo et al. (2004); Carlo et al. (2005); Lamberts et al. (2006); e Santana (2006), dão um enfoque na qualidade ambiental, destacando os requisitos necessários para atingir o conforto ambiental e a eficiência em projetos de edificações.

No enfoque da qualidade formal, os autores Oliveira (2003); Di Trapano & Bastos (2005a); e Malard (2006) destacaram características relevantes em relação aos aspectos formais das edificações.

Esses estudos produzem resultados que funcionam isoladamente, limitadas às suas áreas de especialidade, onde as contribuições alcançadas nem sempre são aplicadas na prática

Capítulo 1 - Introdução

profissional, ficando confinadas no âmbito das instituições de ensino e pesquisa (ALMEIDA, 2001).

Maciel (2006) destaca que os conceitos bioclimáticos não são integrados na prática de projeto como partido arquitetônico e sua integração tem se dado devido a pressões de ordem econômica, utilizando apenas sistemas para a conservação de energia definidos durante o detalhamento do projeto.

Esse tipo de atitude implica no uso de paliativos, já que a concepção da arquitetura já foi desenvolvida, aplicando somente sistemas ditos mais eficientes, relacionados aos meios mecânicos de refrigeração e iluminação.

Além disso, segundo Maciel (2006), não há informações consolidadas sobre quais são as barreiras reais à integração bioclimática, de acordo com o ponto de vista dos arquitetos. Muitas vezes, os projetistas adotam estratégias bioclimáticas similares às usadas em projetos anteriores que consideraram eficientes e esteticamente adequadas.

Esse fato deve mudar devido à publicação da NBR 15575 (ABNT, 2008a) que estabelece os requisitos necessários para se atingir um melhor desempenho nas edificações.

O problema a ser resolvido, portanto, é atingir a qualidade ambiental considerando também a aceitabilidade formal das fachadas pelos projetistas. Para isso, é necessário identificar quais as características projetuais são mais coerentes com esse ponto de vista dentre as existentes e que podem ser implantadas para atingir o conforto.

Para isso, é preciso fazer um levantamento das soluções mais apropriadas para cada caso, relacionando todas as características que influenciariam na qualidade arquitetônica da edificação, para serem avaliadas de acordo com as expectativas projetuais dos arquitetos.

Nesta linha, mas considerando somente o uso dos sistemas de coletores solares, Probst & Roecker (2005) desenvolveu um estudo sobre a integração desses coletores nas fachadas e coberturas de edifícios utilizando um questionário que visa avaliar o modo como arquitetos, engenheiros e fabricantes percebem o impacto da aplicação dos sistemas existentes do ponto de vista qualitativo e quais seriam seus anseios para o desenvolvimento de novos coletores,

Capítulo 1 - Introdução

destacando-se critérios de posicionamento, modulação, forma, cor, tipo de integração e características dos materiais aplicados.

A partir do resultado dos questionários, os autores concluíram que, para uma melhor integração do sistema projetado e a edificação, o sistema de coletores solares deve ser parte integrante do edifício como um todo, sendo um elemento de composição arquitetônica.

Probst et al. (2005) ainda destaca uma diferenciação importante com relação à aplicação da integração no projeto de edifícios: de acordo com a pesquisa, engenheiros e arquitetos diferiram na maneira de avaliar as diferentes situações de projeto. Enquanto os engenheiros tendem a dimensionar e posicionar os sistemas somente de acordo com as necessidades térmicas, os arquitetos estão preparados para sacrificar uma parte dos ganhos de calor ou adicionar elementos a mais para satisfazer as necessidades formais do projeto.

Dessa forma, as diretrizes projetuais para sistemas mais eficientes devem ser avaliadas em termos das necessidades do edifício, da aceitabilidade formal da fachada e da liberdade de escolha requerida pelo projetista, a possibilidade de produção e padronização e o desempenho energético (PROBST & ROECKER, 2005).

Com relação à integração dos requisitos de qualidade ambiental à concepção formal das edificações, podemos destacar o trabalho de Bittencourt (2005), que discute a necessidade de se considerar adequadamente o contexto do lugar onde os edifícios se inserem, de forma a adotar configurações arquitetônicas sintonizadas com as características climáticas locais.

No âmbito da presente pesquisa, com a análise dos edifícios existentes e das soluções para uma qualidade ambiental adequada, estudos sobre a integração dessas soluções no projeto arquitetônico serão desenvolvidos a partir da avaliação de como os arquitetos, de acordo com a linguagem arquitetônica por eles utilizada, reagem a essa interferência no aspecto formal das fachadas do edifício.

Serão estabelecidos subsídios para o desenvolvimento de diretrizes de composição da fachada a serem aplicados na edificação para integrar as necessidades de qualidade ambiental com a qualidade arquitetônica requerida, estabelecendo alternativas de projeto definidas como parte integrante da edificação e não como elemento concorrente ao edifício como um todo.

1.1 Justificativa

As restrições energéticas, ocorridas a partir da década de 1970 devido à crise do petróleo, geraram uma preocupação mundial cada vez maior com a necessidade do uso racional das fontes de energia, que tem se agravado com o crescimento populacional e o adensamento das cidades sem a preocupação com os aspectos de conforto ambiental.

Em decorrência dessa crise, evidenciada com o “apagão” ocorrido em 2001, devido à possibilidade de esgotamento dos recursos naturais mais utilizados para a produção de energia, é fundamental pensar o uso racional dos meios passivos de iluminação e refrigeração, melhorando as condições de conforto dos ambientes e diminuindo o consumo energético.

Por conta disso e da necessidade de preservação ambiental, tem surgido uma nova forma de pensar a arquitetura baseada na adequação das necessidades dos edifícios aos requisitos ambientais (DI TRAPANO, 2008).

Segundo Di Trapano (2005a), as novas formas da arquitetura no final do século XX e início do século XXI começam a incorporar altas tecnologias voltadas para preservação do equilíbrio ambiental: a captação da energia solar, o uso de células fotovoltaicas, o reaproveitamento das águas servidas, etc., definindo projetos conhecidos como *eco-building*, *eco-tech*, *green building*, arquitetura sustentável e edifícios bioclimáticos.

Esses edifícios tendem a se adequar às condições locais baseados no estudo do clima local, tipo de implantação, orientação, tipos de aberturas, percentual de abertura na fachada (PAF), tipo de vidros, entre outros, estabelecendo uma relação direta entre o edifício e o ambiente.

Dentro desse contexto, alguns arquitetos têm se destacado tanto no cenário internacional quanto nacional, desenvolvendo projetos com qualidade ambiental, produzindo edifícios com uma concepção formal diferenciada.

Por outro lado, verifica-se a leitura equivocada, desenvolvida por muitos arquitetos, de que o termo *arquitetura bioclimática* refere-se a uma “corrente” (ou “estilo arquitetônico”) com uma linguagem peculiar ligada à

arquitetura vernacular. Ou, que se trata de uma arquitetura que apresenta uma configuração de “máquina”, desprovida de intencionalidade plástica e formal (BITTENCOURT, 2005).

É necessário analisar de que forma as diretrizes para se atingir a qualidade ambiental têm sido incorporadas na concepção do projeto e quais as conseqüências disso na aparência da arquitetura atual.

Segundo Montaner (2001b),

o desafio atual consiste em demonstrar que esta nova arquitetura, além de ser necessária globalmente e correta socialmente pode ser muito atraente desde o ponto de vista estético, conceitual e cultural. Tudo isso implica a superação do clichê de que tal arquitetura sempre vai ligada a formas ecléticas, pitorescas, marginais e testemunhais.

Nem todas as soluções apresentadas nos projetos dos edifícios ditos sustentáveis têm o desempenho esperado. Muitas das soluções, por exemplo, para a redução do consumo de energia se limitam ao uso de tecnologias mais eficientes e sistemas automatizados. Estas soluções ainda refletem a falta de comprometimento dos projetistas em relação à integração da proposta de projeto às condicionantes ambientais.

Muitas das deficiências que ocorrem com relação ao desempenho ambiental das edificações, tais como a ocorrência de ofuscamento, a elevada carga térmica imposta aos ambientes pelo uso de grandes painéis envidraçados nas fachadas; o alto consumo de energia elétrica com iluminação artificial e condicionamento de ar; e a escassez de áreas verdes, são ocasionadas, em muitos casos, pela legislação de uso e ocupação do solo que não considera muito dos aspectos do conforto ambiental e da conservação de energia.

Algumas cidades já iniciam processo de combate ao consumo desenfreado de energia, a exemplo de Salvador, onde a prefeitura está desenvolvendo estudos para a modificação do seu Código de Obras visando incluir aspectos do uso eficiente da energia para a execução de novos projetos, incluindo parâmetros de conforto térmico, através da análise das tipologias existentes, percentual de abertura na fachada e elementos de controle solar (CARLO et al., 2003).

Geralmente, a aplicação de parâmetros para o uso racional da energia não é muito utilizada em projetos de edificações devido principalmente à falta de normas brasileiras que definam os limites de consumo e as estratégias de projeto.

Até o ano de 2005, somente existiam as normas NBR 6401 (ABNT, 1980) sobre condicionamento de ar e a NBR 5413 (ABNT, 1982) sobre iluminação artificial, que não se referem à eficiência energética.

Atualmente, o Brasil já possui normas que tratam sobre o desempenho dos edifícios e trazem requisitos para o projeto eficiente. A NBR 15220 (ABNT, 2005a), sobre desempenho térmico de edificações, apresenta definições, procedimentos de cálculo e método de medição do desempenho térmico, além do zoneamento bioclimático brasileiro para edificações residenciais; a NBR 15215 (ABNT, 2005b) traz termos, procedimentos de cálculo e método para verificação experimental de iluminação natural; e a NBR 15575 (ABNT, 2008a), sobre desempenho de edifícios habitacionais de cinco pavimentos, estabelece requisitos e critérios de desempenho para estas edificações.

Tem se observado, por meio de estudos de avaliação pós-ocupação, que muitos projetos são desenvolvidos sem a devida preocupação com essas questões, considerando apenas as necessidades de uso dos espaços e a qualidade formal dos edifícios, aplicando avançadas tecnologias de iluminação artificial e refrigeração mecânica sem considerar os efeitos no consumo energético e esquecendo a possibilidade do aproveitamento da luz natural, o uso de proteção solar e da ventilação natural para o tratamento térmico e luminoso dos ambientes.

Uma das metas para a conservação de energia é a proposição do uso racional das fontes de energia e a aplicação de novos parâmetros de projeto tanto para as novas construções, quanto para a melhoria das existentes através de propostas de retrofit dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar.

Cabe aos projetistas de edificações a consideração da influência das diversas variáveis projetuais na qualidade ambiental de seus projetos e a definição das soluções que contemplem seu bom desempenho face às condições climáticas do local, evitando os desperdícios e possibilitando a conservação de energia.

Romero & Torres (1995) destaca o setor de comércio e serviços como aquele que apresenta maiores condições para aplicação de técnicas de retrofit por parte do projetista devido ao seu alto consumo de energia, dos quais cerca de 70% é usado para iluminação artificial e condicionamento de ar.

As edificações de escritórios estão inseridas nesse setor e tem como característica a grande produção de calor gerada não só pelo uso de equipamentos, mas principalmente pela tipologia construtiva, atualmente adotada, de fachadas totalmente envidraçadas, que acarretam um alto ganho térmico devido à incidência direta dos raios solares e conseqüente utilização do sistema de ar condicionado, além do uso constante da iluminação artificial devido à redução dos níveis luminosos com a aplicação de películas e o uso de persianas ou cortinas nas janelas.

Grande parte do problema do precário desempenho energético dessas edificações está relacionado com o projeto arquitetônico, que não considera o melhor aproveitamento das condições climáticas locais.

O arquiteto, enquanto modificador do espaço, tem condições de intervir nesses ambientes de maneira a minimizar os custos com energia e melhorar as condições de conforto a partir das variáveis relacionadas com a forma e orientação do edifício, os materiais e componentes aplicados, o gerenciamento dos espaços e o tamanho, posicionamento e orientação das aberturas, bem como a área de abertura na fachada, que atualmente têm sido definidas considerando muito mais o fator formal do que ambiental.

O estudo dessas variáveis, ainda na fase de concepção da proposta projetual, pode ser realizado com o uso da simulação computacional, recurso que vem sendo bastante estudado no meio acadêmico, mas ainda não aplicado efetivamente no meio profissional para análise do desempenho energético de edificações.

Por meio das ferramentas de simulação computacional, é possível testar uma série de parâmetros ainda na fase de concepção da proposta projetual de forma a melhor analisar a influência das variáveis no desempenho ambiental da edificação e assim adotar a solução mais adequada do ponto de vista quantitativo e qualitativo (LIMA, 2003).

A aplicação da simulação computacional tem auxiliado na elaboração de diretrizes projetuais e na criação de metodologias que vêm sendo aplicadas nas avaliações de projetos existentes para *retrofit* dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar e pode ser utilizada para o desenvolvimento de uma arquitetura mais eficiente e eficaz relacionando os aspectos formais, econômicos e de conforto ambiental.

Assim, o estudo das características projetuais das edificações de escritórios se faz necessário de modo a verificar as melhores condições a serem aplicadas no desenvolvimento de projetos para reduzir o consumo de energia e propiciar qualidade ambiental.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é estabelecer subsídios para diretrizes de projeto de edifícios de escritórios, considerando a qualidade ambiental (conforto térmico e eficiência energética) e sua integração com a qualidade arquitetônica, do ponto de vista da aceitabilidade da envoltória.

1.2.2 Objetivos específicos

- identificar a percepção dos usuários com relação à qualidade ambiental de edifícios de escritórios em Brasília;
- analisar e propor parâmetros de projeto a partir da aplicação da simulação computacional térmica e energética;
- identificar as características da envoltória mais eficazes do ponto de vista ambiental para a cidade de Brasília, considerando as diversas orientações; e
- colaborar para a integração entre a necessidade de projetos mais eficientes energeticamente e a qualidade do projeto arquitetônico requerida pelos projetistas.

1.3 Estrutura do Trabalho

Este trabalho foi organizado em nove capítulos divididos em três partes. A primeira parte é composta pelos capítulos de 1 a 4. O capítulo 1 é a introdução aqui apresentada, destacando principalmente a justificativa do trabalho, seus objetivos e a originalidade.

O capítulo 2 apresenta o referencial teórico, abordando a arquitetura de edifícios de escritórios: histórico, tipologias representativas no mundo, no Brasil e em Brasília; os edifícios bioclimáticos; conceituação da qualidade ambiental; os requisitos e critérios de conforto e eficiência energética para o clima local; e a conceituação de qualidade arquitetônica.

O capítulo 3 apresenta o referencial metodológico, que contempla os métodos utilizados para o levantamento das tipologias de edificações; os métodos para avaliação da qualidade ambiental: levantamento da opinião dos usuários e simulação computacional; e os métodos para análise da qualidade arquitetônica.

O capítulo 4 descreve o método empregado no desenvolvimento da pesquisa, desde o levantamento das tipologias, pesquisa com os usuários, processo de simulação computacional, até a análise da qualidade arquitetônica.

Na segunda parte do trabalho são apresentados os resultados da pesquisa, divididos em três capítulos.

O capítulo 5 apresenta os resultados do levantamento das características tipológicas dos edifícios de escritórios existentes em Brasília, bem como é apresentado o banco de dados desenvolvido e a definição dos edifícios representativos.

O capítulo 6 descreve os resultados dos questionários aplicados aos usuários dos edifícios representativos e das simulações computacionais executadas visando obter as características necessárias para a obtenção da qualidade ambiental em edifícios de escritórios em Brasília.

O capítulo 7 apresenta os resultados dos questionários respondidos pelos projetistas envolvidos no projeto e execução de edificações.

A terceira e última parte do trabalho é composta pelo capítulo 8, considerações finais, estabelecendo subsídios para a elaboração de diretrizes projetuais, as conclusões da pesquisa e recomendações para a continuidade do trabalho; pelas referências bibliográficas; e pelo apêndice.

1.4 Originalidade

A originalidade desta tese está vinculada aos seguintes aspectos:

- sistematização das características tipológicas dos edifícios de escritórios existentes em Brasília visando a determinação das tipologias representativas, o que possibilita uma análise das soluções mais utilizadas na concepção desses edifícios;
- avaliação estatística da opinião dos usuários de edifícios de escritórios em Brasília com relação à percepção de conforto térmico e luminoso no interior dos ambientes e a forma como se relacionam com as características projetuais da fachada;
- definição das características projetuais da fachada, relacionadas com a orientação, tipo de vidro e percentual de área de abertura na fachada, mais adequadas para o desempenho termo-energético de edifícios de escritórios em Brasília;
- avaliação da apreciação formal das características projetuais das fachadas de edifícios de escritórios por parte dos projetistas; e
- elaboração de subsídios para diretrizes projetuais que conciliem as necessidades para se atingir a qualidade ambiental com a aceitabilidade da proposta projetual da fachada pelos projetistas envolvidos no projeto de.

“A arquitetura é o jogo sábio, correto e magnífico dos volumes reunidos sob a luz, o arquiteto tem por tarefa fazer viver as superfícies que envolvem esses volumes, sem que essas, tornadas parasitas, devorem o volume e o absorvam em seu proveito: triste história dos tempos presentes.” (LE CORBUSIER, 1994)

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A arquitetura dos edifícios de escritórios

A arquitetura de edifícios de escritórios segue algumas fases de desenvolvimento de acordo com os períodos históricos, até culminar no estilo atual caracterizado pela automação e utilização de tecnologias cada vez mais avançadas, permitindo gabaritos cada vez maiores e formas mais ousadas.

Segundo Pevsner (1979), o surgimento dos edifícios de escritórios tem suas bases nos armazéns, destinados à estocagem de produtos de empresas que possuíam, geralmente, escritórios nos pavimentos superiores, sendo o edifício *Uffizi* de Florença (Figura 2.1), um dos mais famosos edifícios italianos do século XVI, de 1560-1571, projetado por Giorgio Vasari, considerado o primeiro edifício de escritórios.



Figura 2.1 – Edifício Uffizi³

Nesta época, não eram construídos edifícios voltados somente para esse uso. A partir do início do século XIX, edifícios começaram a ser construídos para serem alugados como escritórios e eram caracterizados pela monumentalidade e o rebuscamento dos ornamentos.

Outra fase de desenvolvimento dos edifícios de escritórios se caracterizou pelo desejo de dispor de envidraçados em grande quantidade, o que poderia ser satisfeito mediante o uso do ferro. As fachadas de ferro e vidro, nos EUA e na Grã Bretanha, foram introduzidas na mesma época e, por volta dos anos de 1840, há o uso de elementos de fachada fabricados em ferro fundido.

³ Fonte: PEVSNER, 1979.

A construção do edifício *Home Insurance Building* (Figura 2.2), em Chicago, projetado por William Le Baron Jenney (1883-1885) inicia o uso de estruturas de ferro, deixando os edifícios estruturalmente mais leves e mais limpos, o que marcou uma mudança construtiva dos chamados arranha-céus, surgidos em Nova York, que até então eram construídos da forma tradicional, onde as paredes externas tinham a função estrutural, tendendo estas a serem cada vez mais grossas para que os edifícios ficassem mais altos.



Figura 2.2 – Edifício *Home Insurance Building*⁴

Com relação aos estilos do século XX, o internacional moderno teve seu precursor em Frank Lloyd Wright com seu edifício *Larkin* (Figura 2.3), de Buffalo, em 1904: um pesado bloco com ambientes sem janelas nas quatro esquinas e no interior uma grande zona central com clarabóias rodeada de galerias. Diz-se que este edifício foi o primeiro a ter ar condicionado (PEVSNER, 1979).



Figura 2.3 – Edifício *Larkin*⁵

⁴ Fonte: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic-art/270090/112822/Home-Insurance-Company-Building-Chicago-designed-by-William-Le-Baron>

Segundo Strickland (2003), o estilo internacional nasceu como estilo estético nos Estados Unidos, a partir da filosofia original da Bauhaus, sendo caracterizado pelo uso de caixas retangulares simples, ausência do uso de ornamentos aplicados ou referências históricas, coberturas planas, paredes brancas, janelas amplas e uso do concreto, vidro e aço.

Um dos primeiros exemplos desse estilo foi o edifício *Philadelphia Savings Fund Society* (PSFS), de Howe & Lescaze, de 1932, na Filadélfia, mas um dos seus maiores destaques foi o *Lever House*, em Nova York, projetado por Gordon Bunshaft da Skidmore, Owings & Merrill, de 1950-1952, caracterizado pelo uso do aço e vidro (Figura 2.4).



Figura 2.4 – Edifícios *Philadelphia Savings Fund Society*⁶ e *Lever House*⁷, respectivamente

Strickland (2003) destaca que o *Seagram Building* (Figura 2.5), em Nova York, projetado por Mies Van der Rohe e Johnson, em 1954-1958, com sua estrutura em aço, envolto por uma cortina de vidro matizado, tornou-se modelo para diversos edifícios construídos nas duas décadas seguintes.

No Brasil, várias edificações de escritórios foram desenvolvidas utilizando algumas características similares. O edifício Avenida Central, situado no centro do Rio de Janeiro, projetado por Henrique Mindlin (1959-1961) tem como característica o uso da estrutura

⁵ Fonte: <http://migbag.blogspot.com/2009/05/arquitectura-organica-arquitectura.html>

⁶ Fonte: www.american-architecture.info/.../NT-028.htm

⁷ Fonte: <http://www.weatherpattern.com/2008/05/lever-house-and-sanrio/>

Capítulo 2 – Referencial Teórico

metálica externa e uso de dois tipos de vidro refratário, de capacidade absorvente e tons diferentes (BRUAND, 1981).



Figura 2.5 - Seagram Building⁸

Rino Levi adotou o uso da cortina de vidro e brise de alumínio para proteção das fachadas do Banco Sul-Americano (Figura 2.6) na Avenida Paulista (1961-1965), atual Banco Itaú (BRUAND, 1981).



Figura 2.6 – Banco Sul-Americano do Brasil⁹

Nos edifícios *First National City Bank*, no Recife e *Bank of London & South America Limited*, em São Paulo, construídos entre 1960 e 1963, Mindlin usou estrutura de concreto e o princípio de fachada livre com cortina de vidro e alumínio (BRUAND, 1981).

⁸ Fonte: www.bc.edu/bc_org/avp/cas/fnart/fa267/mies.html

⁹ Fonte: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=2109133>

Capítulo 2 – Referencial Teórico

Apesar dos edifícios mais altos serem construídos com estrutura em aço, o concreto armado se converteu em um rival importante de sua aplicação. O pesado estilo do concreto, criado por Le Corbusier entre 1947 e 1957, é a característica dos edifícios do estilo modernista e que teve exemplares em todos os lugares do mundo e também no Brasil.

Tal estilo, no Brasil, tem seu principal exemplar no prédio do Ministério da Educação e Saúde no Rio de Janeiro (Figura 2.7), projeto de Lucio Costa e equipe (Carlos Leão, Affonso Reidy, Jorge Moreira, Ernani Vasconcellos e Oscar Niemeyer) que teve a assessoria de Le Corbusier a convite do então Ministro Gustavo Capanema (BRUAND, 1981).



Figura 2.7 – Edifício do Ministério da Educação e Saúde - MEC¹⁰

Em sua passagem pelo Brasil, Le Corbusier deixou sua contribuição e influência para o estilo dos novos edifícios projetados e, principalmente, nas edificações que vieram a caracterizar a tipologia inicial dos edifícios implantados na nova Capital Federal, Brasília.

Segundo Bruand (1981), essa contribuição se deu na aplicação dos cinco pontos da nova arquitetura: janelas na horizontal, planta livre, fachada livre, pilotis e terraço-jardim; na preocupação com os problemas formais; e na valorização dos elementos locais.

Posteriormente, como negação ao Movimento Moderno, surge o estilo Pós-Moderno baseado nas novas possibilidades tecnológicas que já são realidade nos anos sessenta, gerando todo tipo de proposta na arquitetura (MONTANER, 2001a).

¹⁰ Fonte: <http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/arquitetura237.asp>

Nos países desenvolvidos, em especial nos EUA e Grã-Bretanha, desenvolveu-se uma corrente de arquitetura chamada *high-tech* com a utilização do máximo de possibilidades permitidas pela alta tecnologia, considerada por Montaner (2001a) como extremamente impositiva e intolerante com relação ao meio, propondo criar seu próprio clima no interior do edifício.

Definitivamente, o paradigma da artificialidade encontrou a sua continuidade na arquitetura *high tech*, uma arquitetura que, além de seus valores formais e culturais, se baseia na materialidade e na construtividade do projeto, na ênfase nas articulações e nos nós, no recurso à repetição modular e no equívoco mecanicista de que uma boa construção equivale a uma boa arquitetura (MONTANER, 2002).

Montaner (2002) destaca os Estados Unidos como o país que aproveitou ao máximo as possibilidades plásticas e materiais da tecnologia, com uma arquitetura cada vez mais transparente, hermética, climatizada, interativa, resistente, leve, ágil, versátil e tecnologicamente atraente.

Para Montaner (2001a), uma das obras mais representativas desse estilo é o edifício da *Ford Foundation* em Nova Iorque (1963-1968) projetado por Kevin Roche e John Dinkeloo (Figura 2.8).



Figura 2.8 – Edifício da Ford Foundation¹¹

¹¹ Fonte: <http://www.flickr.com/photos/32224170@N03/3218615582/>

Capítulo 2 – Referencial Teórico

A característica definitiva da arquitetura pós-moderna, segundo Montaner (2001a), é sua capacidade comunicativa, ou seja, sua fachada, a imagem que o edifício oferece. E isso pode levar a arquitetura a cair na mera mercadoria, trivialidade e superficialidade, já que perde seus atributos básicos e se converte em pura mensagem de imagens, por cima dos espaços, processos, funções, tipologias, estruturas, técnicas ou formas.

Atualmente, seguindo a tendência mundial, os edifícios de escritórios têm sido projetados para se tornarem expressões de uma arquitetura voltada para o destaque do edifício no entorno, com formas suntuosas, uso de elementos de revestimento de alta tecnologia, uso de sistemas computacionais avançados, que irão caracterizar os “edifícios inteligentes”, e a utilização de recursos tecnológicos para melhorar a qualidade ambiental dos edifícios.

O edifício Boulevard Sul (Figura 2.9), projetado pelo escritório Aflalo & Gasperini Arquitetos em São Paulo, tem a fachada composta por esquadrias com faixas horizontais revestidas por agregado mineral jateado e cortina de vidro no trecho inclinado, onde a escolha dos vidros se deu em função do conforto térmico, para garantir a refletividade interna, coeficiente de sombreamento e índices de luminosidade (GELINSKI, 2006).



Figura 2.9 – Edifício Boulevard Sul¹²

O Centro Empresarial e Cultural João Domingues de Araújo (Figura 2.10), projetado por Carlos Bratke e equipe, em São Paulo, possui volumetria que combina cilindro e prisma retangular. Enquanto o cilindro recebeu apenas vidros laminados refletivos em tom azulado, a parte prismática alterna esse tipo e outro, opaco, de cor branca (SERAPIÃO, 2006).

¹² Fonte: <http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/arquitetura644.asp>



Figura 2.10 – Edifício Centro Empresarial e Cultural João Domingues de Araújo¹³

O edifício de escritórios projetado pela Reata Arquitetura e Engenharia em Fortaleza-CE, a Torre Santos Dumont, tem uma imagem contemporânea resultado da extensa fachada envidraçada, com vidros do tipo laminado prata com características reflexivas, montados sobre esquadrias de alumínio anodizado preto. Dentre suas características está o fato de dispor de controle de acesso eletrônico, circuito fechado de TV, sensores magnéticos, cinco elevadores e sistema centralizado de monitoramento das instalações prediais, que o faz ser considerado por seus autores o primeiro edifício inteligente na capital cearense (MELENDEZ, 2006)

Assim, podemos perceber a evolução de tais edifícios no contexto mundial e principalmente no Brasil, onde cada vez mais características de projeto importadas tem sido aplicadas. Muitas vezes, porém, as soluções adotadas são inadequadas para o clima local.

Podemos destacar algumas posturas diferenciadas, com uma sensibilidade ecológica, destacada por Montaner (2001a) como uma arquitetura onde as formas e tipos são mais facilmente adaptáveis ao meio através do uso de fechamentos permeáveis e versáteis, tais como membranas, galerias exteriores, pátios interiores, edifícios em forma de estufas, geometrias de vidro e formas escalonadas para aproveitar ao máximo a energia solar, edifícios semi-enterrados e dispersos e estruturas leves.

¹³ Fonte: <http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/arquitetura635.asp>

Capítulo 2 – Referencial Teórico

Essa arquitetura voltada à adaptação ao clima local é denominada de arquitetura bioclimática e tem como princípios a análise das condicionantes ambientais para a definição das características projetuais dos edifícios, principalmente da envoltória.

O edifício *Dentsu Tower* em Tóquio (1998 – 2002) é definido por Jean Nouvel, autor do projeto, como uma arquitetura viva, oposta às anteriores torres mudas encerradas por vidros e espelhos (Figura 2.11), onde o edifício se adapta ao entorno, possuindo fachadas “aerodinâmicas” com diversos graus de reflexão segundo a orientação e átrios em elevação, que ajudam nas trocas de ar (BENÉVOLO, 2007).



Figura 2.11 – Dentsu Tower ¹⁴

Por meio da análise desse edifício, pode-se perceber que mesmo com características voltadas para a chamada arquitetura bioclimática, possui elementos de inspiração *high tech* com fachada totalmente envidraçada e sofisticado sistema tecnológico.

Isso comprova as observações descritas por Braga & Amorim (2009) que, ao comparar tendências estilísticas da arquitetura contemporânea brasileira com as tendências estilísticas de projetos arquitetônicos tidos como exemplares em termos de bioclimatismo, verificou que “a arquitetura bioclimática não se diferencia significativamente em estilo arquitetônico da arquitetura convencional. Ou seja, o estilo arquitetônico não é indicador e nem condição para que a arquitetura seja bioclimática.”

¹⁴ Fonte: <http://www.flickr.com/photos/manuperez/3889382919>

A autora conclui que devido ao grande repertório de formas, materiais, sistemas construtivos e linguagens existentes no estilo contemporâneo, este não dificulta a produção de projetos arquitetônicos bioclimáticos, ao contrário, os favorecem permitindo grande liberdade formal, estética e construtiva. (BRAGA & AMORIM, 2009)

2.2 Edifícios de escritórios em Brasília

Brasília, por ser uma cidade nova, tendo apenas 50 anos de fundação, e totalmente planejada, tem características muito peculiares tanto em relação aos aspectos urbanísticos, quanto aos relacionados à arquitetura local.

O plano de Lúcio Costa para Brasília tinha concepção racionalista e derivava diretamente dos princípios da Carta de Atenas (divisão entre as quatro funções principais: habitar, trabalhar, cultivar o corpo e o espírito e circular) (BRUAND, 1981).

Baseada nesses princípios, a cidade foi zoneada em quatro escalas, quais sejam: a Escala Monumental, onde se concentram os poderes legislativo, judiciário e executivo; a Escala Bucólica, relacionada aos espaços abertos de contemplação; a Escala Residencial, onde estão localizadas as moradias do plano piloto; e a Escala Gregária, que está relacionada às atividades de comércio e serviços (BRUAND, 1981).

Os edifícios de escritórios mais importantes se concentram na Escala Monumental, que é caracterizada pela disposição dos principais edifícios institucionais sendo formada pelo eixo monumental, do Congresso Nacional à Praça Municipal; e na Escala Gregária, área localizada na interseção do eixo monumental e o eixo rodoviário, definida assim por Costa (1991): “lateralmente à interseção dos dois eixos, mas participando em termos de composição urbanística do eixo monumental, localizaram-se o setor bancário e comercial, o setor de escritórios de empresas e profissões liberais, e ainda os amplos setores do varejo comercial”.

Segundo Ficher & Acayaba (1982), a hierarquização das funções urbanas possibilitou a Oscar Niemeyer liberdade total na concepção dos principais edifícios institucionais, dos quais podemos destacar a Esplanada dos Ministérios, o Palácio Itamaraty, o Congresso Nacional e os anexos, destinados em grande parte para ambientes de escritórios.

Capítulo 2 – Referencial Teórico

Após a inauguração de Brasília, e a mudança das instalações administrativas para a nova capital, houve uma crescente demanda por projetos feita aos profissionais que ocasionou o desenvolvimento de uma linguagem arquitetônica monumental cujo principal modelo foi a obra de Oscar Niemeyer para a cidade (FICHER & ACAYABA, 1982).

Os principais projetos desse período foram realizados na NOVACAP¹⁵ por Niemeyer e sua equipe, integrada entre outros por Sabino Barroso, Milton Ramos, Nauro Jorge Esteves, Glauco Campello e João Filgueiras Lima – Lelé, onde podemos destacar o prédio do ICC, projeto de Niemeyer, em 1961; a reitoria da Universidade de Brasília, de Paulo Zimbres; e a Biblioteca Central, de José Galbinski e Miguel Pereira (FICHER & ACAYABA, 1982).

Na mesma época, foram também projetados os edifícios do Banco de Brasília por Maurício Roberto; o Banco Nacional de Desenvolvimento, por Alcides da Rocha Miranda; a Confederação Nacional da Indústria, de Pedro Paulo de Mello Saraiva e Paulo Mendes da Rocha; e o Edifício Camargo Correia, de Lelé.

Em fins da década de 1970 e início de 1980 foram construídos os edifícios do Banco Central e da Caixa Econômica Federal e um edifício no Setor Bancário Sul para expansão da sede do Banco do Brasil, “todos configurando inadequação à paisagem urbana”, pois o setor era definido para gabarito de 6 e 12 pavimentos e o Banco Central possui 20 pavimentos, o que veio a acentuar a verticalidade em desacordo com as dominantes horizontais da cidade (CARPINTERO, 1998).

O mesmo autor descreve que o Edifício Sede III do Banco do Brasil, no setor bancário sul, o centro de compras Pátio Brasil (1997), no setor comercial sul, o Brasília Shopping (1997), no setor comercial norte, o edifício sede da Confederação Nacional do Comércio (1998), no setor Bancário Norte, além de diversos edifícios do setor comercial norte, foram construídos nas décadas de 1980 e 1990 e configuram uma imposição da arquitetura monumental, ostensiva, buscando visibilidade na paisagem urbana.

¹⁵ Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil, criada com o objetivo de construir Brasília, a nova capital do Brasil.

Capítulo 2 – Referencial Teórico

Atualmente, os edifícios de escritórios de Brasília seguem a linguagem do padrão internacional, com fachadas totalmente envidraçadas. Como exemplo desses edifícios, podemos citar aqueles localizados no Setor Comercial Norte e os novos prédios públicos do eixo monumental (Figura 2.12).



Figura 2.12 – Edifício Corporate Financial Center e Ministério Público do Distrito Federal e Territórios, respectivamente¹⁶

Dessa forma, os edifícios de escritórios a serem estudados em Brasília se concentram nas Escalas Monumental e Gregária. Apesar de existirem edifícios de escritórios nas áreas comerciais da escala residencial, em particular os situados nas avenidas W3 norte e sul, tais edifícios não serão avaliados por possuírem características diferenciadas daquelas a serem analisadas: edificações em grande altura e de grande porte, com uso de elevador.

Outra característica fundamental para o estudo desses edifícios reside no fato de que, segundo descrito por diversos autores (FICHER & ACAYABA, 1982; CARPINTERO, 1998; MACIEL, 2002), os projetos de edifícios de escritórios em Brasília, desde sua concepção, evidenciaram uma preocupação maior com os aspectos estéticos formais sobre os aspectos funcionais e de adequação climática.

2.3 Arquitetura bioclimática, qualidade ambiental e sustentabilidade

O princípio que norteia a concepção da arquitetura bioclimática é a necessidade de que esses edifícios sigam determinadas diretrizes projetuais relacionadas com o clima do local, nas fases

¹⁶ Fonte: Autora

Capítulo 2 – Referencial Teórico

de projeto, construção e uso efetivo, de modo a prover os ambientes construídos com conforto ambiental, minimizando o consumo energético. Dentre essas diretrizes, podemos citar:

- controlar os ganhos de calor;
- dissipar a energia térmica em excesso do interior do edifício;
- remover a umidade excessiva;
- aplicar estratégias passivas de iluminação e ventilação;
- selecionar criteriosamente os materiais aplicados na envoltória; e
- reduzir o impacto da implantação do edifício no entorno;

Várias estratégias já vêm sendo desenvolvidas para melhorar a eficiência das edificações, tais como o uso de novas tecnologias para aproveitamento da iluminação e ventilação natural, estudos de melhor orientação dos edifícios, tipos de fachadas e materiais utilizados, além de sistemas mais eficientes para iluminação artificial, aquecimento e resfriamento dos ambientes. Os edifícios que utilizam essas estratégias se configuram em uma arquitetura bioclimática e, portanto, sustentável (MACIEL, 2006).

Cabe destacar que, na arquitetura, a introdução da integração do edifício ao meio nunca pode ser feita no final do processo de projeto. Estas questões devem ser inseridas ainda na fase de concepção da proposta projetual e deve implicar uma profunda transformação dos mecanismos de projeto, sendo consideradas também no meio acadêmico (ROAF et al, 2009).

Wines (2008) destaca que mesmo os defensores mais avançados do projeto bioclimático ainda estão lutando com as formas de integrar a tecnologia ambiental, a conservação dos recursos, a estética e o conteúdo. Sem estes componentes, há pouca chance de criar uma arquitetura verdadeiramente duradoura.

Cabe ressaltar que existem diversas nomenclaturas para a arquitetura que considera os aspectos ambientais, dentre elas: arquitetura verde, arquitetura ecológica e arquitetura bioclimática. Por isso, neste trabalho será utilizada a denominação de arquitetura bioclimática baseada em Yeang (2001), que define o projeto bioclimático como aquele que utiliza as condicionantes ambientais do clima local para criar condições de bem estar para os usuários do edifício.

Segundo Lauber (2005), a maioria dos edifícios mostra uma resposta mínima em termos de arquitetura e construção para as condições especiais do clima tropical e revelam pequeno esforço dos projetistas para desenvolver soluções bioclimáticas, cujo principal fundamento é criar um edifício de uma maneira confortável ou mais tolerante ao clima para o usuário, usando menos energia e equipamentos quanto possível.

Neste sentido, se a beleza, a utilidade e a solidez foram historicamente as pulsões básicas da arquitetura – às quais foram integrado critérios contemporâneos como a disciplina da cultura urbanística, o caráter especial ou a busca do mínimo irreduzível -, atualmente, os condicionantes meios ambientais se transformaram em outra demanda básica que a arquitetura deve integrar e resolver (MONTANER, 2001b).

Montaner (2001b) destaca alguns pontos importantes que devem ser considerados no projeto do edifício adaptado ao lugar. São eles:

- as características da envoltória devem ser definidas para priorizar a luz natural, a vista para o exterior e a ventilação natural, e evitar que muitos edifícios altos sejam tratados como se fossem subterrâneos, com climatização e iluminação artificial;
- o uso de pátios e praças cobertas são soluções que favorecem a criação de um microclima interno;
- as formas escalonadas favorecem a capacidade bioclimática do edifício, pois a cobertura é a parte da edificação que favorece o aproveitamento da energia solar e da água, além de ser um elemento básico de expressão e também aquele que outorga ordem e harmonia ao entorno; e
- as formas semi-enterradas aproveitam a inércia térmica do terreno e das paredes, sendo uma das estratégias da arquitetura bioclimática.

Ainda segundo Montaner (2001b), o objetivo desse projeto é o clima interno e a relação do edifício com as seguintes variáveis:

- temperatura do ar interno;
- temperatura das superfícies;

Capítulo 2 – Referencial Teórico

- umidade absoluta;
- umidade relativa do ar; e
- velocidade do ar nas proximidades do usuário.

Os requerimentos produzidos para cada uma dessas variáveis são os que ultimamente decidem os níveis de conforto a serem estabelecidos durante os dias e as diversas épocas do ano. (LAUBER, 2005).

Wines (2008) destaca que somente um pequeno número de projetistas têm feito um esforço para satisfazer os principais desafios da arquitetura bioclimática, os quais são a integração dos edifícios com o entorno, a transformação de tecnologias ambientais em termos estéticos, bem como o desenvolvimento de um contexto teórico de suas idéias.

Nos países europeus e asiáticos, as soluções ambientais têm sido implantadas em diversos tipos de edificações por renomados arquitetos, todos aplicando diretrizes de qualidade ambiental nas propostas projetuais (ARCOWEB, 2006a).

O arquiteto Thomas Herzog tem desenvolvido projetos integrando aspectos de conforto ambiental e eficiência energética na arquitetura, sendo reconhecido como um pioneiro na construção da arquitetura voltada para a ecologia e consciência energética e na inovação dos projetos de edifícios (VITRUVIUS, 2007) (Figura 2.13).



Figura 2.13 - Edifício administrativo para o Supplementary Pension Fund da indústria SOKA-BAU Wiesbaden¹⁷

¹⁷ Fonte: http://www.herzog-und-partner.de/english/html/projects_-_administration_cent1.html

Arquitetos como Emilio Ambasz e Renzo Piano, utilizando conceitos da arquitetura bioclimática, criaram projetos com uso de diversos materiais e técnicas construtivas, inovando tanto na forma quanto na estética dos seus projetos.

O edifício *ACROS Building* (1989 – 1995), em Fukuoka no Japão (Figura 2.14) foi projetado pelo arquiteto Emilio Ambasz e tem seu projeto caracterizado por lados distintos, onde um deles se assemelha a um edifício de escritórios convencional, com fachada em cortina de vidro, enquanto o outro lado é composto por um enorme terraço-jardim que se funde com a paisagem e gera um microclima diferenciado no interior do edifício (WINES, 2008)



Figura 2.14 – Edifício ACROS Fukuoka¹⁸

O Centro Cultural *Jean-Marie Tjibaou* (1992 – 1998) projetado por Renzo Piano em Nouméa na Nova Caledônia (Figura 2.15), teve como premissa retratar a cultura local na imagem do edifício, o que ele faz aliando a filosofia dessa cultura com a tecnologia, expressando uma realidade regional através de uma linguagem contemporânea (DI TRAPANO, 2008).

Com relação aos edifícios de escritórios, vários projetos podem ser citados como exemplos da aplicação de diretrizes bioclimáticas tais como os projetos dos arquitetos Norman Foster, Ken Yeang, entre outros.

¹⁸ Fonte: www.metaefficient.com/architecture-and-building/amazing-green-building-the-acros-fukuoka.html



Figura 2.15 – Centro Cultural Jean-Marie Tjibaou¹⁹

O arquiteto Norman Foster aplica tecnologias sofisticadas e adequação às condicionantes climáticas para obter uma forma que aproveite ao máximo a luz natural e proporcione eficiência energética (DI TRAPANO, 2005b). Seu projeto para o edifício sede do *Commerzbank*, em Frankfurt (Figura 2.16), concluído em 1997, é considerado um ícone da arquitetura sustentável (GONÇALVES & DUARTE, 2006).



Figura 2.16 – Banco do Comércio de Frankfurt²⁰

O edifício é caracterizado pelo uso de um átrio em toda a altura do edifício possibilitando a entrada de luz e ar naturais nesse ambiente e jardins suspensos com altura de quatro andares, que unem o exterior ao átrio. A fachada é formada por uma pele dupla, distanciadas entre si o suficiente para filtrar o ar de ventilação que atinge os ambientes de trabalho através de janelas com abertura motorizada (ARCOWEB, 2006b).

¹⁹ Fonte: http://en.wikiarquitectura.com/index.php?title=Cultural_Center_Jean_Marie_Tjibaou

²⁰ Fonte: Arcoweb (2006b)

Em relação à incorporação de diretrizes bioclimáticas merecem destaque os edifícios em grande altura projetados pelo arquiteto malaio Ken Yeang (Figura 2.17), gerando uma “nova” estética para a arquitetura atual, contemplando características tais como jardins verticais, torre de serviços orientada para o lado mais quente e uso da ventilação natural.

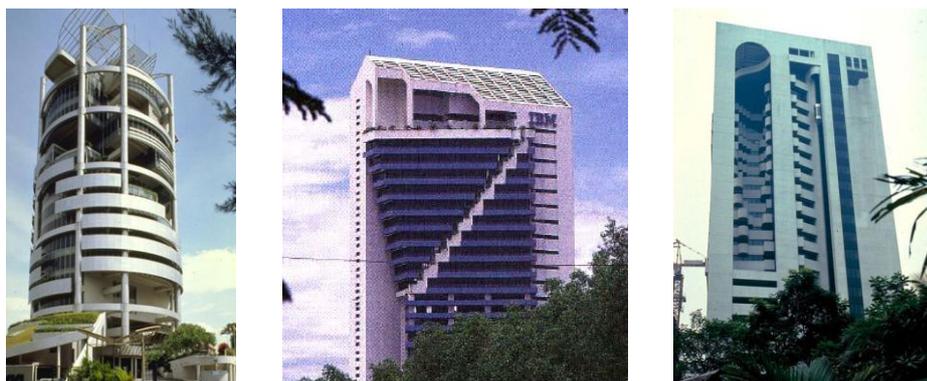


Figura 2.17 – Edifícios Menara Mesiniaga²¹, IBM Plaza²² e Plaza Atrium²³ respectivamente

Na prática brasileira, tais considerações ainda são muito incipientes. A maioria dos arquitetos ainda desenvolve projetos, principalmente de edifícios de escritórios, priorizando o uso dos meios artificiais de resfriamento e iluminação.

Corbella & Yannas (2003) destacam que o desenvolvimento de uma arquitetura que considere os aspectos ambientais e liberte-se da dependência dos meios artificiais é um dos desafios enfrentados pela atual geração de arquitetos brasileiros.

O arquiteto João Filgueiras Lima, o Lelé, há muito tempo vem incorporando o conceito de conforto e eficiência energética em seus projetos (Figura 2.18), aliando as questões econômicas e de industrialização de componentes nas soluções empregadas. Em seus projetos o arquiteto aplica diretrizes voltadas para adequação do edifício ao clima local, utilizando a ventilação e iluminação natural, proteções solares e jardins internos em conjunto com componentes industrializados, projetados e fabricados sob medida.

²¹ Fonte: http://archnet.org/library/parties/one-party.tcl?party_id=484

²² Fonte: http://sundial.arch.hawaii.edu/sundial/Studentwork/arch402/402_class/paper3.html

²³ Fonte: http://archnet.org/library/parties/one-party.tcl?party_id=484



Figura 2.18 – Tribunal de Contas da União – Salvador-BA²⁴

Gonçalves & Duarte (2006) destacam alguns arquitetos que se aproximam da temática da sustentabilidade na arquitetura brasileira: Severiano Porto e João Castro Filho, usando materiais e técnicas vernaculares; Acácio Gil Borsóí, com projetos modernistas com princípios de conforto ambiental; e Siegbert Zanettini, adotando soluções mais adequadas ao clima.

Os projetos do arquiteto Severiano Porto são citados como exemplos não só da aplicação de soluções eficientes adaptadas ao clima quente e úmido, mas também adaptadas aos materiais, processos e condições locais, descrevendo uma arquitetura contextualizada à região, que tem como característica mais marcante o uso da ventilação natural (NEVES, 2006).

O arquiteto Siegbert Zanettini desenvolveu o projeto vencedor do concurso para o Centro de Pesquisas da Petrobrás – CENPES (Figura 2.19), onde, pela primeira vez no Brasil, foram incluídas exigências bioclimáticas (chamadas de eco-eficiência) no edital de um concurso.

Neste concurso, dos 10 tópicos exigidos para eco-eficiência, de caráter eliminatório, oito deles estavam relacionados diretamente com as questões de conforto ambiental e eficiência energética. São eles:

- orientação solar adequada;

²⁴ Fonte: http://150.162.76.35/encac-cotedi/arquivos/ENCAC03_0003_4.pdf

Capítulo 2 – Referencial Teórico

- forma arquitetônica: adequada aos condicionantes climáticos locais e padrão de uso para a minimização da carga térmica interna;
- materiais e componentes construtivos das superfícies opacas e transparentes: termicamente eficiente;
- superfícies envidraçadas: taxa de WWR²⁵ (*window wall ratio*) adequada às condições internas de conforto térmico e luminoso;
- proteções solares externas: adequadas às fachadas;
- ventilação natural: aproveitamento adequado dos ventos para resfriamento e renovação do ar interno;
- aproveitamento da luz natural;
- uso da vegetação;
- sistemas para uso racional de água e reuso; e
- materiais e componentes de baixo impacto ambiental: dentro do conceito de desenvolvimento sustentável.



Figura 2.19 – Projeto para a expansão do Centro de Pesquisas da Petrobrás²⁶

O edifício do Fórum do Meio Ambiente e Fazenda Pública do DF – TJDFT (em execução) (Figura 2.20), também do arquiteto Siegbert Zanettini, teve seu projeto desenvolvido obedecendo aos critérios da certificação LEED²⁷, com o desafio de minimizar o impacto ambiental da construção e garantir o conforto ambiental do usuário, adotando soluções tais como os terraços verdes e vazios em todos os pavimentos, sistemas de reutilização de águas

²⁵ Traduzido para o português como percentual de área de abertura na fachada - PAF

²⁶ Fonte: http://www.metallica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=1384

²⁷ *Leadership in Energy & Environmental Design*

Capítulo 2 – Referencial Teórico

cinzas e pluviais para fins não potáveis, a utilização de metais eficientes na construção, o aproveitamento da ventilação cruzada e da iluminação natural e a integração com a paisagem do entorno (ZANETTINI, 2010).



Figura 2.20 - Edifício do Fórum do Meio Ambiente e Fazenda Pública do DF – TJDFT²⁸

O LEED é uma certificação para edifícios sustentáveis, idealizada e gerenciada pelo USGBC²⁹, instituição criada por representantes da indústria da construção nos Estados Unidos, com o objetivo de certificar edificações de “alto desempenho ambiental”.

Sobreira (2009) cita que muitas críticas têm sido feitas a essa certificação por se fundamentar prioritariamente na utilização de novas tecnologias e produtos, pela orientação ao consumo e ao mercado, pela pouca ênfase no projeto e pela ausência de uma contextualização local.

Na prática, a obtenção das certificações tem se tornado uma meta projetual, segundo Sobreira (2009), o que tem levado ao desenvolvimento de projetos conduzidos a partir de roteiros pré-estabelecidos e globais, independente de sua pertinência e contextualização local. Isso tem implicado na importação de modelos projetuais, tecnologias e materiais pouco adaptados à realidade do local e na falta de reconhecimento a soluções arquitetônicas que são sustentáveis por natureza, mas que não se encaixam nos procedimentos definidos pelas cartilhas internacionais.

²⁸ Fonte: http://www.zanettini.com.br/outros_forum.html

²⁹ U.S. Green Building Council

Restam dúvidas se os edifícios divulgados como de ‘alto desempenho ambiental’ são de fato ‘sustentáveis’. A essência da sustentabilidade está nas soluções passivas (ao invés da dependência de novas tecnologias e acessórios); na flexibilidade do projeto; na utilização de técnicas construtivas adaptadas à cultura local; na adequação ao entorno urbano; na utilização de materiais locais [...]; entre outras lições que há décadas já fazem parte da cartilha que ensina a ‘qualidade na arquitetura’, antes mesmo da difusão das ‘cartilhas verdes’. Uma arquitetura de qualidade, afinal, é sustentável por natureza (SOBREIRA, 2009).

Através dos exemplos citados, pode-se perceber que os princípios da arquitetura bioclimática têm sido considerados pelos projetistas, tanto no Brasil como no exterior, porém muitas das características que têm sido implantadas nos projetos para melhorar as condições de conforto e aproveitar os sistemas passivos de iluminação e resfriamento em prol da conservação de energia não são novas, são implantadas desde os tempos mais remotos, mas estavam sendo subjugadas pela aplicação das novas tecnologias de climatização e iluminação artificiais.

Neste trabalho, o que denominamos de uma “nova” estética para os projetos de edifícios de escritórios é a aplicação efetiva desses princípios na concepção arquitetônica atual aliando alta tecnologia e conceitos bioclimáticos à qualidade dos edifícios.

2.4 Qualidade Ambiental em Edifícios de Escritórios

A qualidade ambiental pode ser definida de diversas formas, incluindo pontos quantitativos e qualitativos que irão caracterizar os espaços e sua relação com os aspectos ambientais.

Segundo Gallopin (VEROCAI, 2007), a qualidade ambiental é definida como

os juízos de valor adjudicados ao estado ou condição do meio ambiente, no qual o estado se refere aos valores (não necessariamente numéricos) adotados em uma situação e um momento dados, pelas variáveis ou componentes do ambiente que exercem uma influência maior sobre a qualidade de vida presente e futura dos membros de um sistema humano.

Capítulo 2 – Referencial Teórico

Munn (VEROCAI, 2007) define como sendo "o estado do meio ambiente como objetivamente percebido, em termos de medição de seus componentes, ou subjetivamente, em termos de atributos tais como beleza e valor".

Para Feema (QUALIDADE, 2007) é o

resultado dos processos dinâmicos e interativos dos elementos do sistema ambiental, definindo como o estado do meio ambiente, numa determinada área ou região, conforme é percebido objetivamente, em função da medição da qualidade de alguns de seus componentes, ou mesmo subjetivamente, em relação a determinados atributos, como a beleza, o conforto, o bem-estar.

A *Association pour la Haute Qualité Environnementale* (HQE, 2007) cita 14 objetivos para a qualidade ambiental em edificações: integração do edifício ao entorno; integração dos produtos, sistemas e processos construtivos; obra de baixo impacto ambiental; gestão da energia; gestão da água, gestão de resíduos; gestão da manutenção; conforto higrotérmico; conforto acústico; conforto visual; conforto olfativo; qualidade sanitária dos espaços; qualidade sanitária do ar; qualidade sanitária da água.

Esses objetivos devem ser integrados com as necessidades da construção de forma a criar ambientes mais adequados do ponto de vista do conforto dos ocupantes sem perder a qualidade arquitetônica e não são conceitos novos, eles já vêm sendo aplicados como requisitos de segurança, habitabilidade e sustentabilidade.

Neste trabalho a melhor qualidade ambiental é entendida como a otimização do conforto térmico e o uso eficiente da energia no espaço construído visando otimizar as condições de conforto através de estratégias projetuais e tecnológicas aplicadas ao projeto do edifício. Estas, por sua vez, estão diretamente ligadas à integração do projeto às condições climáticas locais.

A qualidade ambiental a que este trabalho se refere pode ser atingida a partir da aplicação dos requisitos e critérios de habitabilidade estabelecidos na norma de desempenho, NBR 15575 (ABNT, 2008a), que tem como enfoque principal as exigências dos usuários para o edifício e

Capítulo 2 – Referencial Teórico

seus sistemas, relacionados ao seu comportamento em uso e não na prescrição de como os sistemas são construídos.

Nesta norma, a determinação do desempenho de um edifício é baseada na definição de requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos ou premissas) e métodos de avaliação, os quais são estabelecidos segundo as exigências dos usuários.

Di Trapano (2008) analisou as recomendações para projetos com qualidade ambiental de alguns autores e listou os requisitos para uma edificação com qualidade ambiental enfocando nos aspectos relacionados com a forma da edificação. Na Tabela 2.1 estão descritos os requisitos de conforto ambiental estipulados pela autora.

Tabela 2.1 – Requisitos de uma edificação com qualidade ambiental³⁰

Requisitos	Qualidade Ambiental	Considerações de Projeto
Conforto Ambiental	Conforto Térmico Conforto Acústico Conforto Visual e Lumínico Conforto Olfativo Qualidade do Ar	1. Implantação observando as condições do sítio urbano, orientação, topografia e carta climática;
		2. Relação eficiente e estética entre funcionalidade, forma, sistemas mecânicos, sistemas construtivos e tecnologia;
		3. A pele do edifício deverá funcionar como moderadora (luz, calor, ar, umidade), permitindo eficiente controle e interação entre as necessidades do espaço interno e condições exteriores, incorporando também dispositivos bioclimáticos;

Para o enfoque desse trabalho, iremos tratar dos requisitos relacionados com o conforto térmico e a eficiência energética.

O conforto térmico é definido como o estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda (LAMBERTS et al, 2005). A norma ISO 7730 (ISO, 1994) considera que um espaço apresenta adequadas condições de conforto térmico quando não mais do que 10% dos seus ocupantes se sintam desconfortáveis.

Segundo Roaf et al (2009), o conforto térmico é importante para o projeto de edificações por ser essencial para a satisfação do usuário; porque determina a quantidade de energia que será

³⁰ Fonte: Adaptado de Di Trapano (2008).

Capítulo 2 – Referencial Teórico

necessária para atingir a temperatura satisfatória; e, não havendo um grau de conforto térmico satisfatório, os usuários procurarão estratégias ativas, aumentando o consumo energético.

A avaliação da qualidade ambiental de edificações requer o estudo de diversas variáveis que vão determinar o comportamento do edifício frente às questões de conforto, das quais podemos destacar as condicionantes climáticas locais, a forma da edificação e as características da envoltória.

As condicionantes climáticas que mais interferem no desempenho térmico das edificações são: a oscilação diária e anual da temperatura e umidade relativa do ar, a quantidade de radiação solar incidente, o grau de nebulosidade do céu, a predominância e sentido dos ventos e os índices pluviométricos (FROTA & SHIFFER, 2001).

A forma da edificação influi diretamente no quanto as cargas internas e climáticas se traduzem em requisitos de aquecimento e resfriamento da edificação, pois determina a quantidade de área exposta à radiação solar. Quanto maior essa área, maior será os ganhos e perdas de calor do interior para o exterior, o que depende também do material especificado para a envoltória (BROWN & DEKAY, 2004).

Considerando que é através da envoltória que acontecem as principais trocas térmicas entre o edifício e o meio, os elementos que compõem as fachadas são responsáveis por transmitir uma maior ou menor quantidade de radiação solar e, conseqüentemente, contribuir para o aumento da carga térmica no interior das edificações. A quantidade de radiação solar incidente na fachada é dependente da orientação e a capacidade de transmissão dessa radiação dependerá do tipo de fechamento existente.

A partir da determinação da orientação é possível calcular a quantidade de horas de insolação que a fachada receberá e quais estratégias deverão ser usadas para minimizar essa radiação e evitar o acúmulo de carga térmica no interior dos ambientes.

O tamanho, a forma e a localização das aberturas determinam a quantidade de radiação solar que penetra no interior do ambiente e, conseqüentemente, o percentual de calor proveniente da incidência da radiação solar. Além disso, as características das aberturas, segundo Bittencourt & Cândido (2005), são os principais fatores determinantes da configuração dos

Capítulo 2 – Referencial Teórico

fluxos de ar no interior das edificações, os quais têm grande influência na carga de aquecimento e resfriamento.

Os fechamentos transparentes são os principais responsáveis pela penetração da radiação para o ambiente e, a depender do tipo de vidro utilizado e do percentual de área de abertura na fachada - PAF estabelecido, haverá um aumento da carga térmica produzida no ambiente, aumentando sua temperatura, que poderá ser dissipada por meio da ventilação. Para os ambientes sem qualquer sistema de resfriamento, a tendência é que ao longo do dia as temperaturas aumentem gerando desconforto para os usuários.

As áreas envidraçadas têm um grande impacto no ganho de calor e no consumo de energia, pois a transmissão de calor é muito maior nos vidros do que nos elementos opacos, por isso o PAF deve ser otimizado considerando a iluminação natural, as perdas de calor no inverno e o ganho de calor no verão (BURTON, 2001).

Segundo Fossati & Lamberts (2010), o percentual de área de abertura na fachada é a variável de maior impacto no indicador de consumo da envoltória, pois PAFs altos permitem ganhos ou perdas excessivas de calor, gerando um aumento no consumo anual de energia.

Os tipos de vidros utilizados nas aberturas também têm grande influência energética, pois interferem nos ganhos térmicos que são dependentes da transmitância do material. Em seu trabalho, Santana (2006) demonstrou que o aumento do fator solar do vidro gera um acréscimo no consumo de energia, embora esse acréscimo seja pouco significativo.

Zemmouri (2005) destaca que o tipo de vidro especificado tem com conseqüência mais significativa o aproveitamento da luz natural e conseqüente redução do uso de iluminação artificial, porém exige o uso de elementos de proteção e controle para evitar a incidência direta dos raios solares e aumento dos ganhos de calor.

Os elementos de proteção são dispositivos aplicados à envoltória com o intuito de sombrear as áreas, evitando com isso o aquecimento solar e o ofuscamento pela luz solar direta (IEA, 2000).

Capítulo 2 – Referencial Teórico

Existe uma variedade de dispositivos que podem ser usados para o controle solar nas edificações, desde os elementos mais simples, como os brises, horizontais, verticais, fixos ou móveis, as persianas e as prateleiras de luz, até elementos mais avançados, como os painéis prismáticos e o *laser cut panel*³¹. Esses dispositivos podem ser estudados de forma a serem aplicados integrando as soluções mais adequadas às premissas de qualidade arquitetônica impostas.

Dentre os elementos de proteção solar, os mais utilizados são os brises verticais, horizontais e os mistos. Os protetores verticais são placas situadas perpendicularmente em relação ao plano horizontal. Os fixos são mais eficientes onde a maior incidência de afasta da perpendicular à fachada (fachadas norte, sul, sudeste, nordeste e sudoeste) e têm pouca eficiência para as fachadas leste e oeste devido à incidência solar muito próxima à normal à fachada (BITTENCOURT, 1988).

Os protetores horizontais fixos são mais eficientes para a radiação com maior altura solar, nos horários próximos ao meio-dia. Os protetores mistos combinam as características dos protetores horizontais e verticais e, para as fachadas norte/sul, se apresentam como os mais indicados, pois se complementam com muita eficiência (BITTENCOURT, 1988).

Estes elementos quando móveis são mais eficientes, pois podem ser ajustados de acordo com a inclinação dos raios incidentes, mas são mais caros devido à engrenagem necessária, além da manutenção constante. Além disso, devem ainda ser especificados de acordo com as necessidades do clima local e, em muitos casos como em Brasília, devem ser aplicados de forma a não restringir totalmente a incidência solar, visto que o aquecimento solar passivo é uma das diretrizes indicadas para algumas épocas do ano quando as temperaturas se tornam mais baixas.

As persianas e cortinas são posicionadas no interior do ambiente com o intuito de proteger os usuários da ação direta dos raios solares e dos efeitos do ofuscamento, mas não são muito eficientes do ponto de vista térmico, pois não impedem que os raios solares alcancem os vidros das esquadrias, que se aquecerão e reirradiarão o calor para o interior do ambiente.

³¹ Painel de acrílico cortado a laser destinado a direcionar a luz.

Além das variáveis projetuais citadas, deve-se considerar também a percepção do usuário com relação a essas variáveis enquanto utilizadores do espaço edificado. Muitas vezes, o uso de métodos passivos ou ativos para se chegar ao desempenho mais adequado é definido em função da cultura do lugar e da apropriação por parte dos usuários de atitudes nas quais eles estão mais familiarizados.

Uma pesquisa desenvolvida na *Building Research Station* sobre a experiência das edificações climatizadas em Londres, concluiu que os ambientes climatizados são considerados mais limpos e silenciosos e, nos períodos quentes, são preferidos em relação aos edifícios ventilados naturalmente, mas em outros períodos são menos desejáveis do que aqueles que usam climatização passiva (ROAF et al, 2009)

Ainda Roaf et al (2009), outro ponto a ser destacado em relação ao uso da climatização artificial é o fato de que a qualidade do ar interno nas edificações com esse sistema pode ser pior do que aquelas ventiladas naturalmente, principalmente pela falta de manutenção dos dutos e filtros dos ar condicionados, que podem introduzir uma ar mais poluído do que o ar que penetra na edificação naturalmente

Outro estudo pontuado pela autora, que visou avaliar as novas tipologias com fachadas envidraçadas que substituíram as edificações tradicionais, mais pesadas no pós-guerra, demonstrou que, antes do excesso de vidros, as janelas correspondiam em média 20% da área do piso e 85% dos usuários queriam mais luz natural nos ambientes de trabalho, onde somente 9% estavam preocupados com o calor excessivo. Após a implantação da tipologia do estilo internacional, 40% dos usuários se disseram insatisfeitos devido ao calor ocorrido pelo aumento de mais de 50% da área de janela na fachada.

Galasiu & Veitch (2006) revelou as limitações do conhecimento sobre como os usuários respondem à iluminação natural e particularmente como eles respondem a controles de iluminação e sombreamento. O autor destaca que o conhecimento atual sobre o assunto pode ser expresso da seguinte maneira:

- existe uma forte preferência pela luz natural em espaços de trabalho associada à crença de que a luz natural proporciona saúde;

- o tamanho das janelas provavelmente varia por diferentes motivos;
- quando dispositivos de sombreamento são operados manualmente, as pessoas tendem a determinar uma posição e não mais modificar;
- os níveis de iluminância em escritórios variam de pessoa para pessoa. O nível da iluminação complementar da luz artificial varia com o tipo de tarefa e a distância da janela;
- o ofuscamento causado pela janela é menos problemático para o usuário devido à influência da vista externa, distância para a janela e a tarefa executada;
- sistemas de fotocontrole para iluminação e sombreamento têm melhor aceitação quando existe um controle individual fornecido ao usuário; e
- sistemas de controle para iluminação são mais aceitos por ocupantes e administradores quando eles são simples e fáceis de usar.

Os controles automatizados são dispositivos utilizados para fornecer a quantidade adequada de luz nos horários e locais em que são necessários. Existem diversos tipos de controle, tais como o interruptor on/off temporizado com opção manual; interruptor on/off com controle fotoelétrico; sistemas de *dimming* com controle fotoelétrico; e sensores de ocupação (IEA, 2000; BAKER & STEEMERS, 2002).

2.5 Requisitos projetuais e critérios de conforto ambiental para Brasília

Com relação às condicionantes climáticas, Brasília está localizada na latitude 15° 52' Sul e possui clima denominado Tropical de Altitude, que é caracterizado por duas estações distintas, quente úmida durante o verão e seca no inverno.

A cidade é considerada um dos climas com mais horas de conforto no ano (44%), sendo que nas horas com problemas de desconforto (56%), o frio é mais problemático (LAMBERTS et al, 2004). No entanto, estas horas de frio ocorrem quase sempre durante a noite/madrugada, o que não é importante no caso de edifícios de escritórios, que geralmente funcionam em horário comercial, período onde a maior preocupação se refere aos ganhos de calor.

Como principais estratégias bioclimáticas para atingir o condicionamento térmico passivo (Tabela 2.2), destacam-se: o uso de resfriamento evaporativo, massa térmica para resfriamento e ventilação seletiva no verão; e aquecimento solar e vedações internas pesadas

Capítulo 2 – Referencial Teórico

no inverno. Tais parâmetros foram desenvolvidos para habitações unifamiliares situadas na zona bioclimática 4 (caso de Brasília), definida pela norma NBR 15220-3 (ABNT, 2005a), mas podem ser consideradas para outras tipologias de edifícios.

Tabela 2.2 – Estratégias bioclimáticas para Brasília³²

ESTRATÉGIAS	DIA %	NOITE %	ANUAL %
Ventilação	15	14	15
Massa p/ Resfriamento	4	0	2
Ar Condicionado	0	0	0
Massa / Aquecimento Solar	19	50	34
Aquecimento Solar Passivo	4	9	6
Aquecimento Artificial	1	1	1
Umidificação	0	0	0
Sombreamento	74	34	55

Nas Tabelas 2.3, 2.4, 2.5 e 2.6³³ estão destacados os comportamentos diários por estação do ano para a cidade de Brasília, definidas as características climáticas e as estratégias para se chegar ao conforto ambiental. Os dados refletem as variações de temperatura e umidade existentes nas diversas épocas do ano, com períodos de baixa umidade, de abril a setembro, aonde os níveis de umidade relativa chegam a valores inferiores a 30%, considerados muito desconfortáveis.

A ventilação tem direções distintas entre os períodos de verão e inverno, necessitando de estratégias de aproveitamento da ventilação natural diferenciadas para a mesma orientação, a depender da época do ano.

³² Fonte: http://150.162.76.50:18095/proj_carta.asp?CD_CIDADE=239

³³ Fonte: http://150.162.76.50:18095/proj_dados_climaticos.asp?CD_CIDADE=239

Capítulo 2 – Referencial Teórico

Tabela 2.3 – Comportamento diário por estação, para a madrugada

MADRUGADA (1-6H)				
	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA
TBS máxima absoluta (°C)	23	22	24	23
TBS média máxima (°C)	20	17	17	19
TBS média (°C)	19	16	15	19
TBS média mínima (°C)	18	15	14	18
TBS mínima absoluta (°C)	16	8	8	14
TBS maior frequência (°C)	20	19	15	19
%TBS > lim max conforto	0	0	0	0
%TBS < lim min conforto	10	70	77	29
UR máxima (%)	100	100	99	100
UR média (%)	93	90	79	90
UR mínima (%)	70	69	47	54
Direção predominante ventos	Oeste: 5.8%	Norte: 85.3%	Leste: 9.5%	Sul: 5.9%
Velocidade predominante ventos (m/s)	0 a 0: 74.5%	0 a 0: 85.1%	0 a 0: 80.8%	0 a 0: 76.1%
Estratégia de resfriamento	Ventilação: 11%	Ventilação: 1.97%	Ventilação: 0.54%	Ventilação: 2.22%
Estratégia de aquecimento	Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar: 86%	Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar: 65.2%	Aquecimento Solar Passivo: 38.7%	Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar: 88.5%

Tabela 2.4 – Comportamento diário por estação, para a manhã

MANHÃ (7-12H)				
	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA
TBS máxima absoluta (°C)	28	28	30	30
TBS média máxima (°C)	24	23	24	24
TBS média (°C)	21	18	18	21
TBS média mínima (°C)	18	14	13	18
TBS mínima absoluta (°C)	16	8	6	15
TBS maior frequência (°C)	20	18	18	19
%TBS > lim max conforto	0	0	1	0
%TBS < lim min conforto	7	49	53	13
UR máxima (%)	100	100	99	100
UR média (%)	86	80	70	79
UR mínima (%)	52	49	28	33
Direção predominante ventos	Norte: 64.6%	Norte: 61.3%	Leste: 31.5%	Leste: 15.6%
Velocidade predominante ventos (m/s)	0 a 0: 54.9%	0 a 0: 31.1%	0 a 0: 52.3%	0 a 0: 53%
Estratégia de resfriamento	Ventilação: 32.5%	Ventilação: 4.3%	Ventilação: 2.69%	Ventilação: 15.2%
Estratégia de aquecimento	Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar: 24%	Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar: 30.6%	Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar: 23.1%	Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar: 26.1%

Capítulo 2 – Referencial Teórico

Tabela 2.5 – Comportamento diário por estação, para a tarde

TARDE (13-18H)				
	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA
TBS máxima absoluta (°C)	31	30	33	31
TBS média máxima (°C)	26	26	27	26
TBS média (°C)	25	25	26	25
TBS média mínima (°C)	23	24	25	23
TBS mínima absoluta (°C)	19	19	19	18
TBS maior frequência (°C)	27	26	26	28
%TBS > lim max conforto	3	3	18	9
%TBS < lim min conforto	0	0	0	0
UR máxima (%)	100	100	90	100
UR média (%)	71	58	45	63
UR mínima (%)	47	35	15	28
Direção predominante ventos	Norte: 36%	Leste: 43.5%	Leste: 41.9%	Leste: 15.6%
Velocidade predominante ventos (m/s)	4 a 6: 33.1%	2 a 4: 36.4%	2 a 4: 39.1%	2 a 4: 43.3%
Estratégia de resfriamento	Ventilação: 26.9%	Ventilação: 6.63%	Resfriamento Evaporativo: 17.2%	Ventilação: 24.4%
Estratégia de aquecimento	Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar: 2.5%	Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar: 0.9%	Nenhuma: 0%	Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar: 4.44%

Tabela 2.6 – Comportamento diário por estação, para a noite

NOITE (19-24H)				
	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA
TBS máxima absoluta (°C)	28	27	31	29
TBS média máxima (°C)	23	23	25	23
TBS média (°C)	21	20	21	21
TBS média mínima (°C)	20	17	18	19
TBS mínima absoluta (°C)	18	13	12	16
TBS maior frequência (°C)	21	20	21	21
%TBS > lim max conforto	0	0	1	0
%TBS < lim min conforto	0	24	23	6
UR máxima (%)	99	100	94	100
UR média (%)	86	77	62	81
UR mínima (%)	58	46	20	34
Direção predominante ventos	Norte: 62.7%	Norte: 58.6%	Leste: 31.4%	Leste: 10.7%
Velocidade predominante ventos (m/s)	0 a 0: 55.2%	0 a 0: 58.1%	0 a 0: 48.6%	0 a 0: 56.9%
Estratégia de resfriamento	Ventilação: 55.1%	Ventilação: 14.9%	Ventilação: 1.27%	Ventilação: 24.6%
Estratégia de aquecimento	Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar: 27.4%	Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar: 45.8%	Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar: 35.1%	Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar: 39.6%

Capítulo 2 – Referencial Teórico

Na Figura 2.21 é apresentada a Carta Solar para Brasília com período de sombreamento necessário para garantir conforto térmico, em destaque na cor vermelha, e período de aquecimento solar passivo, na cor azul.

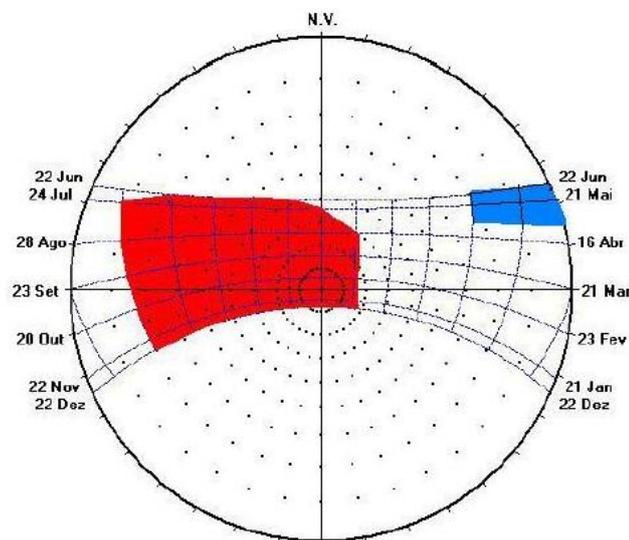


Figura 2.21 – Carta Solar para Brasília³⁴

Deve-se enfatizar que para se atingir uma qualidade ambiental satisfatória é preciso primeiramente atingir as condições de conforto ambiental do ser humano, considerando não só a questão quantitativa, relacionada aos intervalos de temperatura e umidade estabelecidos para a zona de conforto, mas também a percepção subjetiva do usuário em relação ao espaço utilizado.

As questões relacionadas ao conforto ambiental e a eficiência energética do ambiente devem ser consideradas ainda na fase de concepção da proposta projetual, porém, segundo Neves & Caram (2003), isso não vem ocorrendo, principalmente em edifícios comerciais, pois tem-se aplicado tipologias arquitetônicas originadas em outros países que estão em desacordo com o clima brasileiro.

É o caso das tipologias construtivas atualmente utilizadas pelos projetistas em Brasília, onde as fachadas são totalmente envidraçadas protegidas da alta incidência de radiação solar direta apenas pelo uso de películas protetoras, que satisfazem às necessidades estéticas do mercado,

³⁴ Fonte: adaptado de SILVA, 2007

Capítulo 2 – Referencial Teórico

mas estão afastadas da melhor solução com relação ao conforto ambiental, tanto térmico quanto luminoso. Esta tipologia possui grande área de janela em relação à fachada, sem utilização de dispositivos de proteção e controle solar e, em muitos casos, não possibilitando a abertura das esquadrias.

Essas características dificultam o uso de meios passivos de ventilação, permitem altos ganhos de calor e alta incidência de radiação solar direta, aumentando os custos com condicionamento de ar, além da utilização de sistemas de iluminação artificial durante todo o dia, pois os níveis luminosos são reduzidos com o uso das películas protetoras e de persianas internas instaladas pelos usuários.

Amorim (2004) destaca que alguns edifícios do Setor Comercial Norte em Brasília são um exemplo desta importação de arquitetura sem qualquer preocupação com o contexto climático local, onde as torres de vidro transformam os ambientes internos em estufas, gerando a necessidade de sistemas de condicionamento artificial do ar, além de problemas de desconforto visual interno e externo.

Araújo (1999) realizou uma avaliação pós-ocupação em um edifício de escritórios de Brasília considerando as relações entre a Arquitetura, os usuários e os sistemas de automação instalados e constatou problemas de conforto ambiental devido à tipologia empregada.

Ainda em relação a edifícios de escritórios em Brasília, Maciel (2002) realizou uma intervenção em um edifício existente e constatou a possibilidade de utilização de recursos passivos, como sombreamento, resfriamento evaporativo, isolamento térmico da cobertura e uso da ventilação natural, para se atingir as condições de conforto ideais para o clima local e reduzir o consumo energético.

Dessa forma, para a avaliação da qualidade ambiental em edifícios de escritórios é necessário definir quais requisitos projetuais são mais adequados para se atingir as condições de conforto térmico e eficiência energética na cidade de Brasília.

Esses requisitos são baseados na análise da influência das seguintes variáveis:

- forma da edificação;

Capítulo 2 – Referencial Teórico

- orientação da fachada;
- percentual de área de abertura na fachada (PAF);
- tipo de vidro; e
- elementos de controle solar.

A Tabela 2.7 retrata a relação existente entre alguns requisitos de projeto e sua aplicação considerando os requisitos de conforto ambiental necessários aos ambientes de escritórios aliado às necessidades dos usuários.

Tabela 2.7 – Influência das estratégias de projeto nas condições dos ambientes³⁵

Requisitos de projeto	Orientação da fachada	Distribuição dos ambientes internos	Janelas com vista para o exterior	PAF	Tipo de esquadria	Tipo do vidro	Elementos de controle solar
Vista para o exterior	+	+	+	±	-	-	+
Insolação direta	+	+	+	+	-	-	+
Carga térmica	+	-	+	+	-	+	+
Distribuição luminosa uniforme	±	-	-	+	-	+	+
Ofuscamento	±	-	+	+	-	+	+
Redução nos custos de energia	+	+	+	+	-	+	+
Manutenção	-	-	-	-	+	-	+
Controle pelo usuário	-	-	-	-	+	-	+

Nota: + influência direta; ± influência indireta; - sem influência.

Burton (2001) descreve 6 passos para integrar estratégias arquitetônicas e o uso apropriado de tecnologias:

1. considerar as necessidades dos usuários, do clima e do edifício;
2. analisar todas as necessidades e suas conseqüências;
3. realizar análise técnica, considerando primeiro as soluções passivas;

³⁵ Fonte: Adaptado de ELEY ASSOCIATES, 2007

Capítulo 2 – Referencial Teórico

4. considerar as interações entre todos os componentes;
5. escolher a melhor solução; e
6. fazer análise multi-critério.

Ainda segundo Burton (2001), o principal objetivo do projeto é prover conforto aos ocupantes. Para isso, alguns requisitos devem ser considerados:

- conforto térmico: dependente da atividade do ocupante e sua vestimenta, variando entre as pessoas e com as condições externas;
- qualidade interna do ar (IAQ): dada pelo equilíbrio entre as fontes contaminantes internas (equipamentos, ocupantes) e o fluxo de ar;
- qualidade acústica: níveis de ruído de fundo aceitáveis e tempo ótimo de reverberação;
- iluminação: preocupação com o nível luminoso, a distribuição da luz, seu espectro e o ofuscamento;
- arranjo espacial: necessidade de controle local e oportunidades adaptativas;
- microclima externo: poluição do ar, níveis de ruído, acesso solar, ventos locais e variação de temperatura.

Yeang (1992) determina alguns requisitos de projeto a serem considerados para adequar a edificação ao clima:

- posição da torre de serviço: é a consideração chave no planejamento e configuração dos pavimentos já que seu posicionamento determina quais partes das fachadas terão aberturas e quais afetariam o desempenho térmico e as vistas externas;
- ventilação natural e luz solar nas torres de serviço;
- orientação do edifício;
- nichos e espaços abertos para reduzir o ganho de calor;
- átrios para sombreamento, ventilação natural e ligação entre o ambiente interno e externo;
- aberturas ajustáveis para controle da entrada da ventilação natural;
- piso térreo aberto, totalmente ventilado atuando como um espaço de transição entre o exterior quente e o interior frio;
- jardins verticais, que trazem benefícios estéticos e sombreamento;

- configuração do layout para permitir o movimento do ar e a iluminação natural;
- relação com o contexto urbano; e
- uso de materiais externos com baixa capacidade térmica.

O mesmo autor destaca que os edifícios concebidos com os princípios bioclimáticos são viáveis e não reduzem os níveis de conforto e justifica a adoção desses princípios na economia contínua conseguida nos custos e consumo de energia (YEANG, 1992).

2.6 Qualidade Arquitetônica em Edifícios de Escritórios

A expressão “qualidade arquitetônica” é bastante citada em textos que tratam sobre a arquitetura, mas ainda não possui uma definição específica, variando de acordo com o enfoque da abordagem. Por isso, cabe destacar algumas definições de qualidade no sentido mais amplo e só então vinculá-las às questões relacionadas ao ambiente arquitetônico.

Poubel (2008) cita algumas definições de qualidade, na qual podemos destacar a definição da ISO 9000:2000, como sendo o grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos.

A norma ISO 8402:1994 define qualidade como sendo todas as características de uma entidade que permitem satisfazer suas necessidades explícitas e implícitas; o guia PMBOK³⁶ define qualidade como o resultado de um conjunto de características que geram satisfação das necessidades; e o PMI³⁷ define que um projeto com qualidade é aquele concluído em conformidade com os requisitos, especificações e adequação ao uso (POUBEL, 2008).

Para Arantes & Andery (2008), qualidade é atender as expectativas dos consumidores. Em seu estudo sobre qualidade do projeto, os autores destacam que nem sempre os agentes envolvidos no processo a que se quer qualificar têm as mesmas visões e interesses. No caso da qualidade na construção civil há o enfoque do empreendedor no negócio e no retorno financeiro; do projetista focalizado no produto; e do construtor, preocupado com o conjunto de processos.

³⁶ *Project Management Body of Knowledge* – guia que descreve práticas relacionadas à Gerência de Projetos.

³⁷ *Project Management Institute* – entidade voltada ao aprendizado e desenvolvimento de Gerência de Projetos.

Segundo Ferreira (1999), o termo qualidade apresenta diversas interpretações, é dinâmico, sendo modificado ao longo do tempo, com definições relacionadas à satisfação do usuário e à adequação ao uso.

Melhado (1999) destaca que a garantia do atendimento aos aspectos da qualidade do projeto passa pelo processo de análise crítica de seus participantes, que são validadas pelos empreendedores, projetistas e construtores.

Arantes & Andery (2008) destacam que, com relação à qualidade do projeto, há três aspectos importantes a serem evidenciados: o desempenho quanto à competitividade do produto (diferenciais competitivos, comercialização, inovação, preço, imagem, entre outros), quanto à técnica (racionalização, tecnologia, integração/compatibilidade, construtibilidade, linguagem/desenhos e custo benefício das soluções); e quanto à satisfação (usuário, retorno sobre investimento, assistência técnica, iluminação/ventilação/acústica, custo e manutenção, dentre outros).

Garvin (1992) identificou oito categorias para dimensionar a qualidade: desempenho, características, confiabilidade, conformidade, durabilidade, atendimento, estética e qualidade percebida, onde cada categoria é estanque e distinta, podendo estar, em muitos casos, inter-relacionadas.

Nesse sentido, o conceito de qualidade arquitetônica pode ser enquadrado em todas as abordagens acima citadas, pois o objeto arquitetônico abrange desde enfoques relacionados ao usuário, ao produto, à produção e ao valor, até a experiência envolvida. A qualidade é, portanto, avaliada segundo seu desempenho ambiental, estrutural, funcional, formal e estético.

“Podemos dizer que o objeto arquitetônico é fruído na sua dimensão artística, usufruído na sua dimensão utilitária e construído na sua dimensão tecnológica, reinterpretando a tríade vitruviana de *venustas, utilitas e firmitas*.” (MALARD, 2006).

Scruton (1979) afirma que a arquitetura é distinguida das outras artes por certos traços que apresenta que não podem deixar de determinar a nossa atitude para com ela. O primeiro

Capítulo 2 – Referencial Teórico

desses traços distintivos é a utilidade ou função, que enquanto diretriz de projeto, pode estabelecer uma forma sem, no entanto, criar um objeto estético.

O segundo traço é a qualidade de ser muito localizada, o que faz o edifício ser dependente das condições impostas pelo meio ambiente, por isso não devem ser reproduzidos em qualquer lugar, sem conseqüências absurdas e desastrosas.

A técnica é um traço que permite diversas alternativas de projeto que podem ter uma finalidade estética ou não. Outro traço marcante da arquitetura é o seu caráter de objeto público. “Uma obra de arquitetura impõe-se, aconteça o que acontecer, e suprime de cada membro do público a livre escolha de saber se deve observá-la ou ignorá-la.” (SCRUTON, 1979).

Mas o traço que recebe maior destaque na arquitetura é sua estética, exatamente por retratar sua imagem perante o observador, dando significados peculiares a uma região, ao próprio edifício e aos seus usuários.

Sobre esse enfoque, Malard (2006) destaca que “as aparências da Arquitetura – seus aspectos visuais, usualmente chamados de estéticos – não representam a sua complexa totalidade. Entretanto, são as aparências que marcam e o tornam conhecido, apreciado, discutido, polêmico.”

O conceito de estética segundo o criador do termo, o filósofo alemão Alexander Baumgarten, é a “ciência das faculdades sensitivas humanas, investigadas em sua função cognitiva particular, cuja perfeição consiste na captação da beleza e das formas artísticas” (HOUAISS, 2008), ou seja, “relativo àquilo que é apreensível pelos sentidos” e pode ser referida à análise da beleza (HOLANDA, 1990).

O termo Beleza, por sua vez, pode ser descrito como a característica daquilo que possui harmonia, proporção, simetria, imponência, etc.; qualidade, propriedade, caráter ou virtude do que é belo; manifestação característica do belo. O termo belo é definido como o que tem formas e proporções esteticamente harmônicas, tendendo a um ideal de perfeição; cujas qualidades, presentes em alto grau, o tornam destacado entre os seus congêneres; feito com apuro e proficiência; bem projetado e/ou bem construído (HOUAISS, 2008).

O sentido de beleza de um objeto depende da concepção desse objeto, assim como o sentido da beleza nas formas arquitetônicas não pode estar divorciado da concepção dos edifícios e das funções que eles desempenham (SCRUTON, 1979).

Focando especificamente a questão da qualidade estética, segundo Voord & Maarlevel (2006), do ponto de vista arquitetônico, o critério de avaliação inicial do projeto é a qualidade visual, ou em termos mais gerais, a qualidade arquitetônica, como uma síntese da forma, função e tecnologia. A qualidade arquitetônica é descrita, portanto, como resultado da concepção formal e funcional do edifício, a tipologia aplicada e os avanços tecnológicos utilizados, resultando num padrão estético, que por sua vez gera sensações associadas ao conceito de beleza.

A análise estética seria, portanto, uma das categorias definidoras para se atingir a qualidade arquitetônica de um edifício.

Isso porque, como afirma Maciel (2006), após entrevistas com alguns arquitetos que fazem a integração entre qualidade ambiental e arquitetônica, cada aspecto aplicado no projeto leva em consideração sua conseqüência para a plástica do projeto, sendo esta a diretriz dominante no processo de projeção.

Gorovitz & Castor (2004) descrevem três passos para uma análise estética da arquitetura, onde primeiramente as obras arquitetônicas são descritas objetivamente em relação às suas qualidades formais (objeto-em-si); num segundo momento a análise é feita a partir das qualidades que a distinguem como objeto de percepção, subjetivamente (objeto-para-si); e finalmente, o terceiro momento, quando há uma inter-relação entre as propriedades do objeto e da imagem percebida (objeto-em-si-e-para-si).

Para nosso enfoque, poderíamos definir a qualidade arquitetônica como uma composição estética onde o edifício é caracterizado pelo uso de parâmetros aplicados à concepção da envoltória, que atuam diretamente sobre a qualidade ambiental (objeto-em-si); vinculado à aceitação por parte dos projetistas e usuários da interferência desses parâmetros na qualidade do projeto enquanto padrão arquitetônico utilizado (objeto-para-si); de modo a garantir a integração do enfoque ambiental com a estética resultante (objeto-em-si-e-para-si).

O projetista deve almejar o equilíbrio entre as técnicas ambientais e sua tradução em uma nova linguagem visual, fazendo um balanço entre a ciência e a arte. A época em que vivemos, com enfoque na informação e na ecologia, sugere uma arquitetura de menos substância e mais informação, menos intrusão e mais inclusão, menos objetivação e mais fragmentação, menos centralidade de estilo e mais diversidade cultural (WINES, 2008).

Já Montaner (2002) afirma que o que se tem observado na arquitetura contemporânea é um destaque ao detalhe técnico que é repetido até alcançar a totalidade da obra, incentivando a estética da repetição. Isso se reflete na quantidade de edifícios que seguem a mesma tipologia, do uso da cortina de vidro refletivo, e são implantados em diversas regiões do país, independente das condições climáticas locais.

“Espera-se de um arquiteto que construa de acordo com o sentido do lugar e não que projete um edifício – como muitos edifícios modernos são projetados – de forma a poder ser colocado em qualquer parte.” (SCRUTON, 1979).

Em muitos casos, a beleza é considerada como consequência da resolução correta dos problemas e não deve ser a única preocupação do ato de projetar. A estética nada mais é do que a percepção subjetiva do edifício e deve ser resultado da sua função, da sua adaptação ao lugar e da eficiência em atingir os objetivos para qual foi projetado.

Segundo Puls (2006), a beleza varia de acordo com a perspectiva de cada um. Essa perspectiva pode ser a do produtor, do consumidor, do mercador ou do proprietário que priorizam quatro diferentes propriedades construtivas: a configuração, a acessibilidade, a extensão e a resistência. Essas propriedades na percepção cotidiana, ou seja, com um valor material, se apresentam como ordem, utilidade, dimensão e solidez, respectivamente. Na percepção estética, ou seja, com um valor de uso ideal, essas propriedades são realçadas pelo arquiteto e expostas à contemplação da coletividade e se apresentam enquanto propriedades aparentes.

Ainda segundo Puls (2006), cada indivíduo se relaciona com o objeto de um modo específico, o que determina seu julgamento estético. Para o produtor e o consumidor a beleza reside na relação do objeto com o sujeito e se fundamenta nas propriedades formais do objeto: na forma

Capítulo 2 – Referencial Teórico

visual (produtor) e na forma tátil (consumidor). Para o proprietário e para o mercador a beleza reside na própria obra, seja nos aspectos qualitativos (solidez), seja nos quantitativos (dimensão) e se fundamenta nas propriedades materiais do objeto: na matéria tátil (proprietário) ou na matéria visual (mercador).

Além da distinção estética, outra forma de caracterizar a imagem do edifício é através do uso de palavras que descrevam qualidades do projeto, com a intenção de interferir no modo como os indivíduos percebem a obra arquitetônica.

Claro & Damante (2010) analisam a influência do marketing imobiliário sobre a arquitetura Contemporânea, que ao invés de atender às necessidades do consumidor, tendem a enfatizar atributos que visam tão somente adjetivar o projeto para aumentar a comercialização e a aceitabilidade dos empreendimentos.

Dentre os adjetivos mais destacados, são citados: poder, status, contemporaneidade, modernidade, beleza, exclusividade, legitimidade, autenticidade, conforto, eficiência, e sustentabilidade. As consequências desta abordagem refletem-se no aspecto visual das edificações, considerada como uma linguagem atual, de formas limpas, com a tendência a se mesclar a paisagem da cidade.

É por meio dessa distinção entre os modos como os indivíduos percebem a obra arquitetônica que esta pesquisa visa analisar a qualidade ambiental e arquitetônica em edifícios de escritórios. Entender como o usuário percebe o ambiente interno do ponto de vista do desempenho ambiental e o arquiteto percebe o ambiente externo do ponto de vista da estética e da imagem. A integração entre esses dois fatores deverá atender às aspirações do proprietário e do empreendedor, que absorvem o objeto arquitetônico como mercadoria.

“A nova arquitetura não se inspira nos elementos dominantes do passado, mas nos elementos dominados, pois representa uma superação dos antigos particularismos. Os materiais e as formas dessa arquitetura já estão disponíveis, mas os homens que vão criá-la ainda não estão presentes – e são eles que vão decidir que materiais e que formas serão usadas.” (PULS, 2006).

CAPÍTULO 3

REFERENCIAL METODOLÓGICO

3. REFERENCIAL METODOLÓGICO

3.1 Definição das tipologias construtivas de edificações

A idéia de tipologia vem sendo bastante utilizada em arquitetura e sua descrição pressupõe uma definição mais ampla, partindo da utilização geral do conceito de tipo, que segundo Gregotti (1975), pode ser definido como:

- modelo de onde extrair cópias e esquemas de comportamento; e
- conjunto de traços característicos, cuja descoberta, num fenômeno determinado, nos permite sua classificação.

O autor enfatiza que o conceito de tipo tende a organizar a experiência segundo esquemas que permitam sua operabilidade (cognoscitiva e construtiva), reduzindo a infinidade de fenômenos possíveis a um número finito de casos, de acordo com o esquema tipológico a que foi submetido, baseado na análise que é feita e o uso a que se quer fazer do fenômeno.

Em arquitetura, esse conceito está intimamente ligado com a forma e recorre à noção de tipo como modelo e classificação. A arquitetura, enquanto realidade física do ambiente, pode ser analisada, através da redução tipológica (GREGOTTI, 1975).

Argan (2001) enfoca que o tipo não é formulado a priori, é sempre deduzido de uma série de exemplares. Assim, o surgimento de um tipo é condicionado ao fato de já existir uma série de edifícios que têm entre si uma evidente analogia formal e funcional.

“O tipo é, pois, constante e se apresenta com características de necessidade; mas, mesmo determinadas, elas reagem com a técnica, com as funções, com o estilo, com o caráter coletivo e o momento individual do fato arquitetônico.” (ROSSI, 2001).

A determinação do tipo é feita a partir da comparação e superposição de formas individuais, onde são eliminados os caracteres específicos dos edifícios isolados e são conservados os elementos que estão presentes na maioria das unidades da série.

Capítulo 3 – Referencial Metodológico

Gregotti (1975) define Tipologia como a disciplina que se ocupa da discussão, classificação e fundamentação dos tipos.

Segundo Argan (2001), o processo de formação de uma tipologia é um processo conduzido com vistas a uma finalidade específica, o que é demonstrado por dois fatos fundamentais:

- as tipologias não se formam só devido às funções práticas dos edifícios, mas principalmente em relação à configuração deles; e
- geralmente as tipologias arquitetônicas são diferenciadas segundo três grandes categorias:
 - compreende configurações inteiras de edifícios (ex. edifício de planta central ou longitudinal);
 - compreende os grandes elementos construtivos (ex. coberturas planas ou em cúpula, sistemas arquivados ou em arcos);
 - compreende os elementos decorativos (ex. ordens das colunas, detalhes ornamentais).

Existem muitas formas para a obtenção dos dados referentes às edificações para determinar as tipologias existentes, desde consultas bibliográficas até levantamentos detalhados promovidos por órgãos governamentais (CARLO et al., 2005).

Dentre as metodologias utilizadas para obtenção de características físicas de edificações, destaca-se a utilizada pelo governo americano para a obtenção de características físicas de edificações e padrões de consumo dos usuários, o CBECS - *Commercial Buildings Energy Consumption Survey*, que é uma base de dados utilizada para definir protótipos de edificações representativas para diversos fins relacionados ao desempenho térmico ou à eficiência energética das edificações, de seus equipamentos e sistemas (CARLO et al., 2005).

A primeira pesquisa utilizando o CBECS foi conduzida em 1979 e tem base quadrianual, sendo que o levantamento mais recente data do ano de 2003. A base de dados é composta com informações de localização, dimensões, ano de construção, atividade, ocupação, fontes de energia e uso final, áreas iluminadas e áreas submetidas a aquecimento e resfriamento mecânicos (EIA, 2006).

Capítulo 3 – Referencial Metodológico

No CBECS, os edifícios são classificados de acordo com sua principal atividade e caracterizados por subcategorias. Os edifícios de escritórios são definidos como edificações usadas como espaços de escritórios genéricos, escritórios profissionais ou administrativos. As subcategorias são definidas como escritórios administrativos ou profissionais; escritórios governamentais; escritórios de uso misto; bancos ou outras instituições financeiras; escritórios médicos, desde que não incluam qualquer tipo de equipamento de diagnóstico; escritórios de venda; escritórios de empreitada (construção, sondagem, HVAC); serviços sociais ou não lucrativos; pesquisa e desenvolvimento; governo municipal (*city hall*) ou *city center*; escritório religioso; e *call center*.

O *Lawrence Berkeley National Laboratory – LBL* realizou estudos relacionados ao setor de energia e construção, analisando tipologias construtivas de edificações comerciais e multifamiliares, gerando 481 modelos relacionados ao uso da energia (CARLO et al., 2005).

Este estudo agrupou os edifícios comerciais em 12 tipos de edificações: grandes escritórios, pequenos escritórios, grandes hotéis, pequenos hotéis, grandes lojas varejistas, pequenas lojas varejistas, *fast-foods*, restaurantes, escolas, supermercados, hospitais e armazéns, com informações sobre área de piso, uso final, horas de operação, características da envolvente, tipos de sistemas, cargas internas e equipamentos (HUANG et al, 1991).

No Brasil, levantamentos sobre tipologias de edificações já foram desenvolvidas em algumas cidades. Em Salvador, Carlo et al. (2003), identificou as tipologias de 64 edifícios comerciais e 64 edifícios residenciais através de um levantamento fotográfico com o intuito de verificar a forma das edificações, o número de pavimentos, o PAF e os elementos de sombreamento. Com a aplicação da mesma metodologia, foram analisados 100 edifícios comerciais e 160 edifícios residenciais em Recife (CARLO et al., 2004), 126 edificações comerciais e institucionais em São Paulo e 326 edificações em Florianópolis (CARLO et al., 2005).

A pesquisa “Impactos da adequação climática sobre a eficiência energética e o conforto térmico de edifícios de escritórios no Brasil” (LAMBERTS et al, 2006), financiada pelo CNPq, avaliou as características de edificações de escritórios em 8 cidades brasileiras: Curitiba (PR), Santa Maria (RS), Florianópolis (SC), São Carlos (SP), Niterói (RJ), Campo Grande (MS), Mossoró (RN) e Maceió (AL), localizadas em cada uma das oito zonas bioclimáticas brasileiras estabelecidas pela NBR 15220-3 (ABNT, 2005a), que “visa

Capítulo 3 – Referencial Metodológico

estabelecer parâmetros de projeto diferenciados para as edificações desta tipologia em função do zoneamento bioclimático e, conseqüentemente, do uso final da energia e conforto térmico” (CARLO et al., 2005).

O convênio Eletrobrás/Procel e UFSC para implementação do decreto n. 4.059 (BRASIL, 2001a), que regulamenta a Lei nº 10.295 (BRASIL, 2001b), que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, desenvolveu os seguintes trabalhos (PROCEL, 2008):

- “Desenvolvimento de uma metodologia para criação de um banco nacional de dados sobre o consumo específico de energia” com informações sobre a tipologia arquitetônica, os componentes construtivos, os tipos de sistema de condicionamento de ar e iluminação; além disto, este banco também inclui consumo de energia mensal de edificações residenciais, comerciais e públicas, seus padrões de uso e usos finais de energia, nos setores residencial, comercial e público e segmentado por região bioclimática e ano de construção.
- “Elaboração de Regulamentação e Classificação de Edificações Eficientes”, com o objetivo de “Desenvolver indicadores referenciais mínimos de eficiência energética em edificações e criar um texto em formato de norma ou regulamentação de eficiência energética para novas edificações”, além de uma metodologia de classificação de edificações mais eficientes.

No âmbito dessa pesquisa, foram caracterizados modelos de edificações que possuíam características relevantes para o consumo de energia, representando um grupo de edificações para as seguintes atividades comerciais: pequenos e grandes escritórios, pequenas e grandes lojas e hotéis.

O modelo para grandes escritórios, objeto desse estudo, foi caracterizado como edificações de uso empresarial, verticalizadas, compostas de diversas unidades consumidoras contendo pequenos escritórios ou uma grande empresa, inclusive as edificações públicas. Possuem planta retangular, com largura bastante diferenciada do comprimento, grande percentual de vidro na fachada, geralmente na cor cinza ou prata (LABEEE/PROCEL/ ELETROBRÁS, 2006).

Nenhum desses estudos, até o momento, visou avaliar os edifícios de escritórios em Brasília, no entanto alguns trabalhos já apresentam estudos de caso mais específicos sobre essas

edificações, tais como o de Amorim (2004), que analisa edifícios situados no Setor Comercial Norte e Maciel (2003) que analisa o edifício da Emater.

Silva (2006) faz um levantamento quantitativo e fotográfico de 135 edifícios públicos de escritórios, analisando a orientação das fachadas, os tipos de fechamentos opacos e transparentes e o tipo de proteção solar utilizado. Essas edificações foram incluídas nesta pesquisa, mas o levantamento foi refeito visto que algumas características tipológicas necessárias não faziam parte desse levantamento.

3.2 Métodos para avaliação da qualidade ambiental

A qualidade ambiental, como já descrita no capítulo anterior, envolve requisitos que o edifício, ao ser projetado e construído, deve desempenhar de forma satisfatória para o conforto dos seus ocupantes.

A depender do enfoque que se queira dar à análise, vários métodos podem ser utilizados para verificar o desempenho do ambiente com relação aos aspectos ambientais.

De acordo com Ornstein (1992), o CSTB – *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (Paris, França) foi um dos pioneiros na iniciativa de avaliar o desempenho do ambiente construído e desenvolveu critérios que devem ser cumpridos por componentes ou pelo edifício como um todo para se atingir o desempenho mais adequado, que estão descritos a seguir:

- segurança estrutural;
- segurança contra o fogo;
- segurança de uso;
- estanqueidade;
- conforto higrotérmico – controle da temperatura do ar, radiação térmica, velocidade e umidade relativa do ar, controle de condensação;
- pureza do ar – ventilação, controle de odores;
- conforto acústico;

Capítulo 3 – Referencial Metodológico

- conforto visual – controle e previsão da luz natural; insolação, nível de iluminação, controle do ofuscamento contraste, possibilidade de escurecimento;...; contraste visual, interno e externo, em relação à vizinhança;
- conforto tátil;
- conforto antropodinâmico;
- higiene;
- adaptação ao uso;
- durabilidade; e
- economia.

Manning (1965) fez uma avaliação do desempenho ambiental de edifícios de escritórios com base no pensamento do usuário e constatou que as pessoas tendem a dar preferência para as condições com as quais estão mais familiarizadas.

Roaf et al (2009) descreve uma pesquisa feita na *Building Research Station* sobre a experiência das edificações climatizadas em Londres, onde foram coletadas as opiniões dos usuários sobre o tema como base para a otimização das condições de trabalho em escritórios futuros.

A avaliação comportamental lida com o ponto de vista ou o julgamento de valor, por parte dos usuários. Apesar dos usuários observarem o mesmo objeto de estudo, seu ponto de vista é diferenciado do pesquisador/arquiteto. Ele é experimentador do espaço e testa todos os aspectos da construção no dia-a-dia (ORNSTEIN, 1992).

Outro enfoque que pode ser dado na avaliação da qualidade ambiental a partir da opinião do usuário é questioná-lo não somente a cerca da percepção de conforto que ele tem do ambiente, mas de que forma ele se comporta e se relaciona com os dispositivos que controlam esse desempenho.

Em ambos os casos há diversas técnicas dentro das Ciências Sociais para fazer essa avaliação, que são divididas em função dos ambientes do levantamento e das respostas recebidas.

Capítulo 3 – Referencial Metodológico

Segundo Viegas (2007), os ambientes se dividem em ambiente informal, aquele em que não existe um padrão de relacionamento entre as partes que constituem o estímulo (o pesquisador) e a resposta (o pesquisado); ambiente formal não estruturado, que se dá quando o pesquisador organiza os elementos do estímulo de acordo com a finalidade da pesquisa, mas a resposta deve ser aleatória e sem sua interferência; e o ambiente formal estruturado, aquele onde o pesquisador, em função dos seus objetivos, estrutura o estímulo e a resposta segundo seus interesses.

As respostas, por sua vez, podem se refletir num comportamento tomado em virtude do estímulo aplicado; podem ser vinculadas através de material escrito; ou apresentadas verbalmente.

Dentre as diversas técnicas de coleta de dados, uma das mais utilizadas para o levantamento da opinião do usuário é o questionário estruturado que, segundo Gil (1994) é composto por diversas questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas, etc.

Esse tipo de técnica tem a vantagem de atingir grande número de pessoas, mesmo distantes, pois podem ser enviadas por *e-mail*; implica gastos menores com pessoal, pois não precisa de treinamento; garante o anonimato das pessoas; permite que sejam respondidos no momento que as pessoas acharem conveniente; e não expõe os pesquisados à influência das opiniões e do aspecto pessoal do entrevistador.

No entanto, exclui os analfabetos; impede o auxílio para o entendimento das perguntas; impede o conhecimento das circunstâncias em que foi respondido; não oferece garantia de devolução do questionário preenchido, diminuindo a representatividade da amostra; envolve, geralmente, número pequeno de questões, pois aqueles muito extensos podem não ser respondidos; e proporciona resultados bastante críticos em relação à subjetividade (GIL, 1994).

O autor destaca que, existem alguns aspectos importantes que devem ser observados na construção do questionário:

- a forma das perguntas:

- aberta – resposta dada com as próprias palavras, sendo pouco recomendada em estudos descritivos ou explicativos, pois dificulta a tabulação e análise;
- fechada - resposta fixada de antemão, podendo ser dicotômica (sim ou não) ou de múltipla escolha (várias respostas); e
- dupla - reúne uma pergunta fechada e outra aberta.
- o conteúdo das perguntas – definidas em categorias:
 - perguntas sobre fatos: referem-se a dados concretos e fáceis de precisar (idade, sexo, etc.);
 - perguntas sobre crenças: referem-se a experiências subjetivas das pessoas (dados preconceitos, ideologias, etc.);
 - perguntas sobre sentimentos: referem-se a reações emocionais perante fatos, acontecimentos, etc.;
 - perguntas sobre padrões de ação: referem-se aos padrões éticos relativos ao que deve ser feito ou a ações praticadas;
 - perguntas dirigidas a comportamento presente ou passado: referem-se a comportamentos tomados que poderão influenciar nas situações futuras; e
 - perguntas referentes a razões conscientes de crenças, sentimentos, orientações ou comportamentos: têm o objetivo de descobrir os “porquês”.
- a escolha das perguntas:
 - devem ser incluídas apenas perguntas relacionadas ao problema pesquisado;
 - não devem ser incluídas perguntas cujas respostas podem ser obtidas de forma mais precisa por outros procedimentos;
 - devem-se levar em conta as implicações da pergunta com os procedimentos de tabulação e análise dos dados;
 - devem ser incluídas apenas as perguntas que possam ser respondidas sem maiores dificuldades; e
 - devem ser evitadas perguntas que penetrem na intimidade das pessoas.
- a formulação das perguntas:
 - devem ser feitas de maneira clara, concreta e precisa;
 - considerar o sistema de referência do interrogado e seu nível de informação;

Capítulo 3 – Referencial Metodológico

- possibilitar única interpretação;
- não deve sugerir respostas; e
- devem se referir a uma única idéia de cada vez.
- o número de perguntas: deve considerar o interesse dos respondentes pelo tema pesquisado, não devendo ultrapassar a trinta questões;
- a ordem das perguntas: é de suma importância que se evite o contágio das respostas umas pelas outras e mudanças bruscas de tema;
- a prevenção de deformações, causadas pelo mecanismo de defesa social; e
- a apresentação do questionário, que através da apresentação gráfica deve facilitar o preenchimento e as operações de codificação e tabulação, possuindo instruções de preenchimento; uma introdução com informações sobre a entidade patrocinadora do estudo e das razões que determinaram sua realização; além de explicar por que as respostas são importantes e informar sobre o anonimato da pesquisa.

Depois de elaborado o questionário, deve ser feito um pré-teste com a finalidade de evidenciar possíveis falhas na sua redação e assegurar validade e precisão. O pré-teste deve ser aplicado para 10 a 20 elementos representativos que pertençam à população pesquisada, disponham de maior tempo, pois além do preenchimento, deverão ser entrevistados a cerca das dificuldades encontradas (GIL, 1994).

Após a coleta, os dados devem ser selecionados para detectar falhas ou erros, evitando informações distorcidas, incompletas ou confusas; codificados, visando categorizar os dados que se relacionam, através do agrupamento dos dados em categorias e da atribuição de um código para facilitar a tabulação; e tabulados de forma a verificar as inter-relações existentes (MARCONI & LAKATOS, 1996).

Para se chegar aos resultados da pesquisa, é preciso então fazer a análise e interpretação dos dados. Marconi & Lakatos (1996) distinguem a análise como a tentativa de evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores; e a interpretação como a atividade intelectual que procura dar significado às respostas.

Capítulo 3 – Referencial Metodológico

A análise ou estatística, segundo Viegas (2007), pode ser: descritiva, que visa deduzir informações a partir de dados únicos, dispostos em escalas; comparativa, com o intuito de interpretar o significado da diferença entre dois ou mais róis da mesma variável; ou de associação, que busca medir o grau de relacionamento entre variáveis distintas.

A interpretação é a leitura da análise estatística, representada através de tabelas, quadros e gráficos, de modo a vincular as respostas encontradas à hipótese da investigação, chegando às conclusões do trabalho de pesquisa (MARCONI & LAKATOS, 1996).

Dessa forma, com os resultados encontrados através desse instrumento, é possível analisar de que forma o usuário percebe o ambiente construído e identificar quais as características ambientais devem ser consideradas para se desenvolver projetos com qualidade ambiental, partindo do ponto de vista do usuário e suas necessidades.

Além desse enfoque, a qualidade ambiental pode ser também avaliada por meio da análise das variáveis ambientais que interferem no desempenho dos ambientes, utilizando para isso a simulação computacional.

Com o advento das tecnologias computacionais, tem sido possível o desenvolvimento de modelos que representem o comportamento térmico e energético de edificações, permitindo a simulação de diferentes alternativas de projeto e conjugando um número maior de variáveis, o que não seria possível com os meios tradicionais de avaliação.

Atualmente, existe uma gama enorme de programas para a simulação do desempenho de edifícios que permitem estimar as condições de conforto, seu consumo energético, custo e o impacto das soluções adotadas no conforto ambiental.

Dentre os programas existentes em nível mundial, cerca de 300 estão listados no *Building Energy Tools Directory*, do Departamento de Energia Americano (DOE, 2006a). Podem-se citar ainda vários programas desenvolvidos no Brasil, que não fazem parte desta lista, sendo

Capítulo 3 – Referencial Metodológico

que alguns deles encontram-se no *site*³⁸ do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina.

No Brasil, as ferramentas de simulação ainda não fazem parte do cotidiano dos escritórios de arquitetura, mas têm sido largamente aplicadas no meio acadêmico em atividades de pesquisa, ensino e extensão.

Mendes et al (2005) relatam um histórico do uso da simulação térmica e energética no Brasil e descrevem as atividades desenvolvidas pelos laboratórios de pesquisa de algumas universidades brasileiras que atuam na área de simulação do desempenho de edificações.

Alguns softwares de previsão térmica permitem determinar a influência de sistemas de luz natural no comportamento térmico do edifício, especialmente na carga para resfriamento e conforto térmico. Existem vários programas de simulação térmica de edifícios que estão sendo utilizados como auxiliares para análise e estudos envolvendo o conforto ambiental e a eficiência energética, dos quais podemos destacar:

- *TRNSYS*³⁹ (*The Transient Energy System Simulation Tool*) – programa desenvolvido em conjunto pela *University of Wisconsin – Madison Solar Energy Lab* e a *University of Colorado Solar Energy Applications Lab* para simular o desempenho dinâmico de sistemas térmicos;
- *ESP-r*⁴⁰ – ferramenta para a simulação do desempenho térmico, visual e acústico dos edifícios e a avaliação do uso da energia e das emissões gasosas associadas com os sistemas de controle ambiental e os materiais construtivos;
- *VisualDOE*⁴¹: programa que permite avaliar os impactos de energia e demandas para várias alternativas de projeto. O programa cobre a maior parte dos sistemas de edifícios, incluindo o envelope do edifício, iluminação natural e artificial, aquecimento de água e sistemas HVAC⁴²; e

³⁸ www.labeee.ufsc.br

³⁹ Fonte: <http://www.trnsys.com/>

⁴⁰ Fonte: <http://www.esru.strath.ac.uk/Programs/ESP-r.htm>

⁴¹ Fonte: <http://www.archenergy.com/products/visualdoe/>

⁴² Heating, Ventilating, and Air-Conditioning

- *ENERGY PLUS*⁴³: programa para simulação do consumo de energia do edifício a partir de informações climáticas horárias da região, descrição arquitetônica e construtiva do prédio, padrões de uso e ocupação, potência instalada em iluminação, equipamentos, características do sistema de condicionamento de ar e estrutura tarifária.

O programa *Energy Plus* foi desenvolvido pela *Lawrence Berkeley National Laboratory* juntamente com outros laboratórios para o Departamento de Energia Americano (DOE), para o cálculo de consumo de energia de edificações. “Permite a análise das cargas térmicas advindas dos componentes construtivos, possibilitando a verificação do desempenho térmico de diferentes tipologias de edificações, inclusive aquelas não condicionadas (ventilação natural), considerando as condições ambientais dos locais onde as mesmas encontram-se inseridas” (BATISTA et al., 2005).

É um dos programas mais utilizados para a simulação energética, já validado pelo método BESTEST⁴⁴, que, por ser orientado a objeto, permite o desenvolvimento de interfaces voltadas aos usuários menos experientes sem abrir mão de um código de simulação robusto (WESTPHAL, 2007).

Dentre as interfaces desenvolvidas, podemos destacar o programa *E2-ArCondicionado*⁴⁵, primeira interface brasileira para o programa *Energy Plus* que permitia simular modelos simplificados, com apenas uma zona térmica, sendo possível obter relatórios de carga térmica, temperatura interna e consumo de energia da edificação para um ano inteiro. Infelizmente, este programa teve o seu desenvolvimento interrompido em 2007 (E2-AC, 2009).

Outra interface a ser destacada é o programa *Design Builder*, que permite calcular o consumo de energia com climatização, iluminação e equipamentos, além de outros tipos de combustíveis; o desempenho térmico de edificações, fornecendo informações sobre as trocas térmicas por paredes externas, internas e pisos, infiltração e os ganhos térmicos internos

⁴³ Fonte: <http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>

⁴⁴ O método BESTEST foi adotado pela ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) como norma para validação de programas de simulação do desempenho térmico de edificações, a ASHRAE standard 140 (ASHRAE, 2001).

⁴⁵ Desenvolvido pelo LABEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina.

Capítulo 3 – Referencial Metodológico

provenientes da ocupação e da incidência de radiação por aberturas; calcula as perdas térmicas por ventilação e a taxa de renovação de ar por hora de um ambiente; e calcula a temperatura do ar e a temperatura radiante média (VENÂNCIO & PEDRINI, 2008).

A ventilação e a radiação solar devem receber maior atenção na avaliação da qualidade ambiental, segundo Akutsu & Vittorino (1997), pois exercem grande influência no desempenho térmico das edificações. Os autores destacam que o conforto térmico e suas variáveis (temperatura, velocidade do ar, umidade relativa e temperatura radiante média do ambiente) deveriam ser os parâmetros utilizados nessa avaliação ao invés do consumo energético.

Uma forma de avaliar a influência da temperatura e da umidade do ar nos ambientes é através da determinação das horas de conforto e desconforto do ambiente. O Regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos – RTQ-C (INMETRO, 2009) definiu, para a análise do desempenho térmico, que os ambientes não condicionados devem proporcionar temperaturas dentro da zona de conforto durante um percentual acima de 80% das horas ocupadas.

3.3 Método para avaliação da qualidade arquitetônica

A avaliação da qualidade arquitetônica está baseada na determinação da aceitabilidade da proposta formal da fachada pelos projetistas. A tentativa é verificar se as soluções projetuais que considerem a qualidade ambiental poderão ser conciliadas com a apreciação formal da fachada do edifício e, portanto, poderão gerar uma nova linguagem arquitetônica.

Segundo Ornstein (1992), os agentes que determinam o controle de qualidade do processo de produção e uso do edifício são:

- planejadores/promotores;
- projetistas;
- fabricantes de materiais e componentes;
- construtores ou empreiteiros;
- clientes públicos ou privados; e
- usuários (funcionários, visitantes, etc.)

Oliveira (2003) investigou o motivo pelo qual as pessoas, entre elas os arquitetos, fazem a escolha por uma ou outra linguagem arquitetônica, destacando que a tomada de decisão pode ser baseada em aspectos objetivos, especialmente aqueles de natureza econômica, como custo, relação custo/benefício, disponibilidade, transporte, entre outros; ou em aspectos de caráter subjetivo, dependente do contexto, sendo influenciados por interações complexas de percepções, motivos, atitudes e sentimentos.

Como sua pesquisa trata do gosto aplicado à Arquitetura, o autor optou por formular questões exclusivamente visuais, baseadas em imagens ou reproduções fotográficas. O uso da imagem como instrumento de diagnóstico do gosto se dá através da seleção de representações didaticamente densas do ponto de vista conceitual, ou seja, de imagens ícones.

Essas imagens são indicadas para os estudos arquitetônicos, pela capacidade de síntese, permitindo análises complexas da linguagem (composição, proporção, arranjos, estrutura, uso dos materiais, etc.).

O juízo do gosto pressupõe um julgamento, uma avaliação. O ato de avaliar implica numa tomada de posição, favorável ou não, acerca de alguma coisa. Esse ato pode ser traduzido por um parecer, por uma atribuição de valor ou por uma escolha. Os dois primeiros efetuam avaliação de algo isolado, enquanto o último se vale da comparação entre duas ou mais coisas (OLIVEIRA, 2003).

A coleta de dados para a análise pode ser feita de diversas maneiras, dentre elas através de um questionário com o objetivo de fazer uma avaliação técnico-estética que, segundo Ornstein (1992), tem a pretensão de aferir a questão do estilo estético e da percepção ambiental, do ponto de vista do avaliador-arquiteto. Normalmente não é considerada a opinião do usuário do edifício neste tipo de análise, pois avaliações de arquitetos diferem do ponto de vista do leigo, pelo fato do profissional ter um repertório cultural distinto.

Verifica-se, por exemplo, que no caso da aplicação de qualquer técnica comportamental junto a usuários leigos e não-leigos, tais como engenheiros e arquitetos, estes últimos atribuem juízos de valores ou notas mais rigorosas

e inferiores a aspectos estéticos, enquanto os leigos, ao contrário, ministram notas mais baixas a aspectos funcionais e de conforto do que aos aspectos estéticos do ambiente construído, se comparados os valores atribuídos a cada categoria mencionada (ORNSTEIN, 1992).

Ornstein (1992) define um roteiro para a construção de um questionário composto pelos seguintes passos:

- decidir quais informações são necessárias;
- decidir qual o tipo de questionário a ser adotado;
- elaborar questionário pré-teste;
- rever e aferir questões, se necessário;
- editar questionário definitivo;
- especificar procedimentos para a aplicação do questionário definitivo;
- treinar as pessoas responsáveis pela aplicação; e
- aplicar o questionário definitivo.

Os questionários podem ser aplicados diretamente, junto ao respondente, com o entrevistador participando do levantamento; pode ser enviado aos interessados para que respondam e enviem de volta; e podem estar disponíveis na internet para preenchimento.

O questionário aplicado diretamente tem a desvantagem de requerer mais tempo, pois necessita que o entrevistador participe do levantamento, permanecendo junto ao respondente até a finalização do processo, no entanto permite que as dúvidas sejam tiradas durante seu preenchimento, evitando possíveis falhas nos resultados.

O envio dos questionários aos interessados, seja por correio convencional ou por *e-mail*, tem a vantagem de atingir um número maior de pessoas, mas, por não se estabelecer um contato direto, pode não ter um número suficiente de respostas.

Günther (2003) destaca que os questionários auto-aplicáveis via *e-mail* e internet permitem uma maior potencial para a transcrição das respostas, além de serem mais rápidos e baratos, eliminado custos de impressão e envio, porém a população alvo atingível é mais restrita.

Capítulo 3 – Referencial Metodológico

A pesquisa na internet (*online*, via *web*) pode ser indicada se a necessidade for integrar ao estudo, participantes que não sejam facilmente acessíveis, estejam em outras localidades, onde os custos seriam mais altos para se conseguir respostas pessoalmente. Além disso, é possível atingir grupos específicos, pois pode-se limitar o acesso ao instrumento somente para o público alvo, escolhido a priori.

Este instrumento garante uma porção muito maior de anonimato para os participantes, segundo Flick (2009), o que pode ser vantajoso, pois protege a identidade do participante e o resultado de suas respostas, mas tem a desvantagem, para o pesquisador, na contextualização das pessoas no estudo e o número de resposta pode não atingir a amostra desejada.

Neste tipo de aplicação de questionário, via *web*, existe o problema da falta de segurança de que os participantes realmente preencham os critérios estabelecidos para responder o instrumento, ou que as respostas informadas, principalmente aquelas que descrevem sua formação, experiência e atividade, estejam corretas.

Schonlau et al. (2001) cita alguns aspectos que devem ser considerados no desenvolvimento de um questionário via *web*:

- inserir poucas questões por tela para evitar que o respondente leia todas as questões antes de responder à primeira ou abandone a pesquisa por considerá-la muito longa;
- eliminar questões desnecessárias, como aquelas em que o próprio sistema pode responder (ex. data da resposta);
- usar imagens com moderação, evitando aumentar o tempo de *download* da página;
- evitar imagens que permitam interpretação diferente em relação ao que está sendo questionado;
- usar perguntas do tipo matriz com moderação, pois neste tipo de estrutura coloca-se muitas questões numa única tela;
- reduzir erros de resposta, limitando as escolhas;
- não forçar a resposta a uma questão para passar a outra tela;
- indicar mensagens de erro/aviso no local que há o problema;
- proteger o questionário com senha sempre que possível;
- fornecer alguma indicação do progresso da pesquisa;

Capítulo 3 – Referencial Metodológico

- permitir que os entrevistados possam interromper o procedimento e, posteriormente, continuar a responder a partir do ponto de interrupção;
- fazer uma triagem para eliminar os respondentes que não estão de acordo com o público alvo da pesquisa; e
- aproveitar as capacidades de apresentação do questionários, como usar cores, hipertexto, interatividade, etc.

Em sua pesquisa de doutorado, Probst (2008) utilizou um questionário via *web* para avaliar a integração dos coletores solares nas fachadas e coberturas de edifícios. O questionário era formado por 33 telas (Figura 3.1) onde os respondentes deveriam opinar sobre a aplicação dos coletores nos edifícios, através da análise de imagens, além de opinar sobre os critérios de posicionamento, modulação, forma e cor para o desenvolvimento de novos coletores.

O acesso ao questionário era feito através de um link enviado ao *e-mail* do interessado após este responder um formulário com seus dados e enviá-lo à pesquisadora solicitando participar da pesquisa.



Figura 3.1 – Telas do questionário sobre coletores solares

Na avaliação qualitativa, segundo Gil (1994), pode-se utilizar também as chamadas Escalas Sociais, instrumentos que têm como objetivo medir a intensidade das opiniões e atitudes da maneira mais objetiva possível.

Na escala social o indivíduo pesquisado deve assinalar, dentro de uma série graduada de itens, aqueles que melhor correspondem à sua percepção acerca do fato pesquisado. Gil (1994) define esse instrumento como complexo, de natureza qualitativa, onde os mais utilizados são:

Capítulo 3 – Referencial Metodológico

- escala de ordenação: série de palavras ou enunciados que devem ser ordenados de acordo com sua aceitação ou rejeição;
- escala de graduação: apresentam um contínuo de atitudes possíveis em relação a uma determinada questão. Geralmente possuem cinco graus, sendo o central uma posição indefinida;
- escalas de distância social: usadas para estabelecer relações de distância entre as atitudes em relação a determinados grupos sociais;
- escala de Thurstone: mensuração de atitudes com base numa escala de intervalos (mede o quanto ela é mais ou menos favorável);
- escala de Likert: mais simples e de caráter ordinal que a anterior embora tenha sido baseada nela. Mede a concordância e a discordância em 5 graus; e
- diferencial semântico: tem o objetivo de medir o sentido que determinado objeto tem para as pessoas. Pode ser considerado como uma escala de atitudes. Marcam numa escala de conceitos opostos (bom/mau, valioso/sem valor, justo/injusto, etc.).

Para todos os casos, após a coleta dos dados, é preciso fazer a tabulação das respostas, através de planilhas, bancos de dados ou programas de análise estatística, de forma a melhor analisar os resultados encontrados.

Esses programas permitem criar tabelas e gráficos dos mais variados tipos, análises de frequência, correlação, variância, entre outros, que auxiliam no momento da interpretação dos resultados e conclusão da pesquisa.

“Os lugares que chamamos de belos são, ao contrário, obra daqueles raros arquitetos com a humildade para se indagar corretamente sobre os seus desejos e com a tenacidade para traduzir suas fugazes percepções do que é felicidade em projetos lógicos – uma combinação que lhes permite criar ambientes que satisfaçam as necessidades que temos, mas nunca conhecemos conscientemente.” (DE BOTTON, 2007).

CAPÍTULO 4

MÉTODO EMPREGADO

4. MÉTODO EMPREGADO

O método utilizado no trabalho foi dividido em 6 etapas principais (Figura 4.1) descritas a seguir:

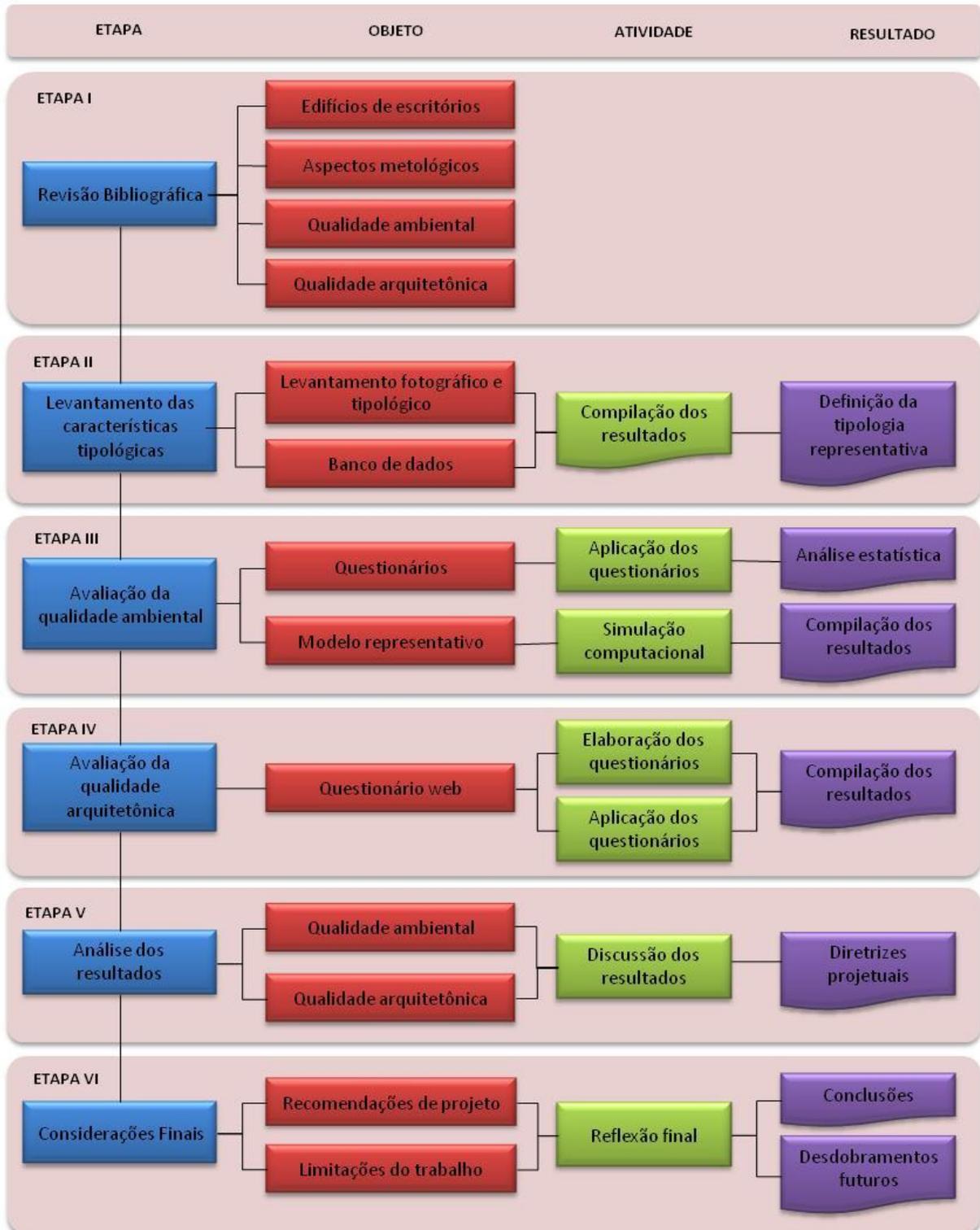


Figura 4.1 – Fluxograma – Etapas da metodologia

4.1 ETAPA I – Revisão Bibliográfica

A primeira etapa do trabalho consistiu na pesquisa bibliográfica sobre a arquitetura de edifícios de escritórios: histórico, tipologias representativas no mundo, no Brasil e em Brasília; os requisitos e critérios de conforto e eficiência energética para o clima local com o objetivo de fornecer exemplos e um quadro teórico de referência; métodos para o levantamento das tipologias, aplicação dos questionários e simulação computacional; e requisitos para a análise da qualidade ambiental e arquitetônica.

4.2 ETAPA II – Levantamento das características tipológicas e determinação da tipologia representativa

A segunda etapa desenvolvida englobou o levantamento das características tipológicas dos edifícios de escritórios públicos e privados em Brasília e a determinação das tipologias representativas, que serviu de base para a escolha dos edifícios avaliados na Etapa III.

O principal objetivo foi levantar as características dos edifícios de escritórios, públicos e privados, situados nas escalas Monumental e Gregária, definidas por Lúcio Costa para o plano piloto de Brasília (COSTA, 1991).

A escala Monumental concentra os edifícios públicos governamentais mais importantes da cidade e a escala Gregária corresponde ao centro social e de diversões, onde estão localizadas as zonas comerciais e de serviços.

A área para o levantamento da amostra (Figura 4.2) foi escolhida por concentrar o maior número de edifícios de escritórios na cidade, tanto públicos como privados, perfazendo um total de 248 edificações (Apêndice A), das quais 133 são públicas (54%) e 115 privadas (46%), distribuídas em doze setores distintos (Figura 4.3).

Os setores analisados foram: Setor Comercial Norte - SCN, Setor Comercial Sul – SCS, Setor Bancário Norte - SBN, Setor Bancário Sul - SBS, Setor de Rádio e Televisão Sul - SRTVS, Setor de Rádio e Televisão Norte - SRTVN, Setor de Autarquias Norte - SAN, Setor de Autarquias Sul - SAS, Setor de Hotéis Sul - SHS, Eixo Monumental - EMI, Setor de Administração do Distrito Federal - SADF e Setor de Administração Federal Sul - SAFS.



Figura 4.2 – Localização da amostra de estudo⁴⁶

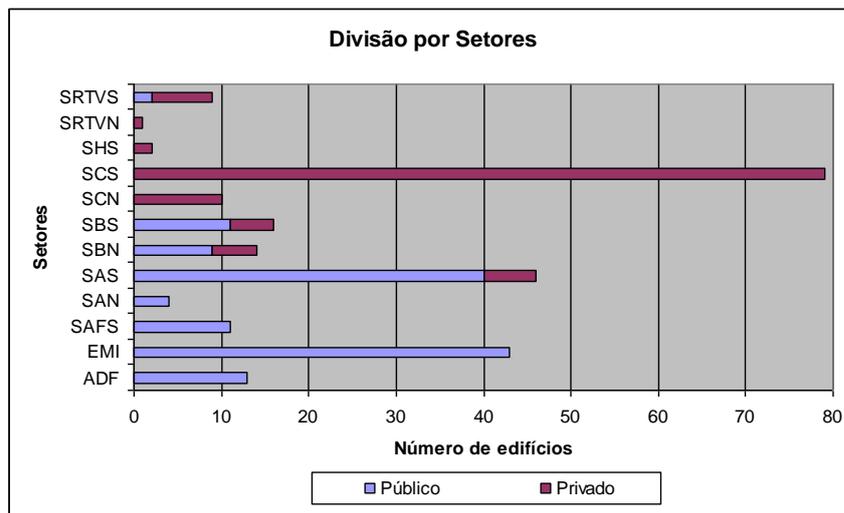


Figura 4.3 – Distribuição dos edifícios públicos e privados segundo os setores de localização

Este levantamento foi desenvolvido em duas fases principais, onde foi possível determinar as características das edificações em estudo:

- Fase 1: visitas ao local e tomada de fotografias das fachadas, onde foram registrados os nomes e endereços das edificações, observados a forma, número de pavimentos, tipo de vidro e existência ou não de elementos de proteção solar;

⁴⁶ Fonte: Adaptado do Google Earth

Capítulo 4 – Método Empregado

- Fase 2: consistiu no desenvolvimento de um banco de dados (Figura 4.4) com a compilação de todas as informações levantadas, que possibilitou por sua vez, uma melhor organização dos dados e geração dos gráficos de avaliação das tipologias.

EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS EM BRASÍLIA

EDIFÍCIO: Ed. Morro Vermelho
 SETOR: SCS
 ENDEREÇO: SCS, Quadra 01, bloco H
 ARQUITETO: João Filgueiras Lima
 CONSTRUTORA: Não determinado
 ANO DE CONSTRUÇÃO: 1974
 TIPO: Privado
 FORMA: Retangular
 NÚMERO DE PAVIMENTOS: 16
 OBSERVAÇÃO:

FACHADA PRINCIPAL
 Orientação: 198
 Percentual de Área de Vidro na Fachada: 70%
 Componente: Brise Vertical Móvel
 Cor do Vidro: Cinza

FACHADA LATERAL DIREITA
 Orientação: 108
 Percentual de Área de Vidro na Fachada: 0%
 Componente: Não
 Cor do Vidro: ---

FACHADA LATERAL ESQUERDA
 Orientação: 288
 Percentual de Área de Vidro na Fachada: 0%
 Componente: Não
 Cor do Vidro: ---

FACHADA POSTERIOR
 Orientação: 18
 Percentual de Área de Vidro na Fachada: 70%
 Componente: Brise Horizontal Móvel
 Cor do Vidro: Cinza

Processo
 Número Processo:
 Alvará:
 Habite-se:
 CódigoEdifício: 182 CódigoProcesso:

Registro: 177 de 248

Figura 4.4 – Tela do banco de dados

Com base nesse levantamento, foram determinados grupos de tipologias de acordo com as características tipológicas predominantes em relação à orientação, forma, número de pavimentos e existência ou não de elementos de sombreamento. Com esses dados, foram estabelecidos quatro grupos principais, segundo as características da fachada. Cada um desses grupos foi então subdividido em dois subgrupos conforme a orientação das fachadas principais (norte/sul e leste/oeste), de forma a possibilitar a análise dos edifícios nas quatro orientações predominantes em Brasília.

Com a definição dos grupos de tipologias representativas, todos os edifícios levantados foram avaliados segundo os grupos que pertenciam, sendo escolhidos 3 representantes para cada grupo, de forma a definir o mais representativo para a avaliação da qualidade ambiental.

Os três representantes de cada grupo foram classificados por três especialistas da área de conforto ambiental, por ordem de representatividade, sendo escolhido um edifício para cada tipologia e orientação predominante.

Assim, foram escolhidos 8 edifícios, considerados representativos de cada grupo, para a aplicação do questionário sobre qualidade ambiental (Etapa III).

4.3 ETAPA III – Avaliação da qualidade ambiental em edifícios de escritórios

Essa avaliação consistiu na análise das condições de conforto térmico e luminoso de algumas edificações de escritório situadas em Brasília, a partir do levantamento da opinião dos usuários desses edifícios e simulações computacionais de situações que descrevessem as tipologias representativas encontradas.

4.3.1 Levantamento da opinião dos usuários por meio de questionários

A primeira fase da avaliação da qualidade ambiental dos escritórios foi desenvolvida a partir da aplicação de um questionário visando obter a avaliação das condições de conforto térmico e luminoso existente nos ambientes de trabalho dos edifícios considerados representativos segundo a opinião dos usuários.

Os parâmetros considerados foram o aproveitamento da luz natural; o desconforto por ofuscamento; o PAF; as temperaturas nos dias quentes e frios; o aproveitamento da ventilação natural; o uso do ar condicionado e da iluminação artificial; as janelas; e os dispositivos de proteção solar, externos (brises) e internos (cortinas e persianas).

O questionário foi desenvolvido a partir de métodos utilizados na Pesquisa Social (GUNTHER, 2003; GIL, 1994; MARCONI & LAKATOS, 1996) e na Avaliação Pós-Ocupação (ORNSTEIN, 1992), para atender às necessidades da pesquisa, que tinha como principal objetivo realizar uma avaliação comportamental, definida por Ornstein (1992) como uma análise que lida com o ponto de vista ou o julgamento de valor, por parte dos usuários.

O questionário (Apêndice B) possui 46 questões, formatadas segundo a indicação de Günther (2007), sendo dividido em quatro partes: a primeira contendo questões relacionadas ao conforto ambiental dos escritórios (aproveitamento da iluminação e ventilação natural, desconforto por ofuscamento, pelo uso da iluminação artificial e ar condicionado e temperatura do ambiente); a segunda, composta por questões relativas

aos equipamentos existentes nos ambientes (abertura das janelas, uso do brise e das proteções internas, uso de iluminação artificial e ar condicionado); a terceira contendo os dados do respondente (sexo, idade, atividade, horário de trabalho); e por fim, informações descritivas do ambiente analisado (orientação, tipo de abertura, tipo de brise e proteções internas, etc.).

Inicialmente, o questionário foi aplicado numa amostra composta por 10 pessoas, numa fase de pré-teste, de forma a adequar as questões para um melhor entendimento por parte dos usuários das edificações e possibilitar a correção de possíveis falhas na formulação.

Para cada edificação, foram distribuídos 50 questionários aos usuários que efetivamente permaneciam em atividades de trabalho nos escritórios. Esta quantidade foi definida pelo tipo de análise a ser realizada, com questões qualitativas, considerando os edifícios representativos, segundo indicação de Günther (2007). Na maioria dos casos, os aplicadores ficaram nos locais para dirimir possíveis dúvidas e garantir o total preenchimento.

Os questionários foram aplicados nos oito edifícios definidos como representativos, gerando um total de 348 questionários respondidos segundo as especificações contidas na tabela 4.1.

As respostas dos questionários foram inseridas em um banco de dados (Apêndice C) e tabuladas para posterior análise.

Através do banco de dados, foram gerados relatórios com a compilação das respostas, separadas por edifícios representativos, os quais foram inseridos no programa *SPSS Statistics 14 (Statistical Package for the Social Sciences⁴⁷)*.

⁴⁷ Pacote estatístico para as Ciências Sociais.

Tabela 4.1 – Amostragem dos questionários

TIPOLOGIA			EDIFÍCIO	ORIENTAÇÃO	Nº QUEST.
A	Fachada principal e posterior com cortina de vidro	A1	CNC-INSS	leste/oeste (108°/ 288°)	46
		A2	Darcy Ribeiro – CGU	norte/sul (18°/ 198°)	23
B	Fachada principal e posterior com janelas isoladas	B1	Justiça Federal	leste/oeste (108°/ 288°)	47
		B2	Márcia	norte/sul (18°/ 198°)	45
C	Uma fachada envidraçada e outra com brise vertical	C1	Ministério de Minas e Energia	leste/oeste (108°/ 288°)	50
		C2	Anexo IV – Câmara dos Deputados	norte/sul (18°/ 198°)	50
D	Fachada principal e posterior protegidas por brises verticais	D1	Vale do Rio Doce	leste/oeste (108°/ 288°)	47
		D2	Áurea – MEC/FNDE	norte/sul (18°/ 198°)	40

O SPSS é um aplicativo para análise estatística que permite análises básicas, incluindo contagens, tabelas cruzadas, análise de cluster, análise descritiva e fatorial, regressão linear, regressão ordinal e análise de variância, disponibilizando relatórios de saída no formato de tabelas e gráficos (BISQUERRA et al., 2004).

Inicialmente, as respostas de todas as questões foram analisadas em relação à frequência de ocorrência e, posteriormente, cada questão foi analisada através dos procedimentos estatísticos ANOVA (análise de variância) e CROSSTABS, disponíveis no SPSS.

O CROSSTABS permite uma comparação entre grupos através de cruzamentos que permitem ver o relacionamento entre variáveis nominais ou comparar grupos em uma mesma medida. Este procedimento informa a frequência de cada resposta para cada fator considerado.

A ANOVA é utilizada para testar a hipótese nula de igualdade de médias entre mais de dois grupos. Segundo Bisquerra et al. (2004), na hipótese nula, não existem diferenças significativas entre as médias observadas, ou seja, as diferenças encontradas são fruto

do acaso, portanto, pode-se considerar que as diferentes amostras procedem da mesma população.

As médias encontradas foram configuradas para que os valores mais altos indicassem sempre resultados mais positivos.

Os resultados foram colocados em tabelas e gráficos para facilitar a análise das respostas individualmente e por grupos que possuíssem o mesmo tema, pois são dependentes.

As questões foram então classificadas de acordo com os seguintes grupos:

- luz natural – questões A1, A8 e A9;
- desconforto por ofuscamento – questões A2, A3 e A4;
- percentual de área de janela na fachada (PAF) – questão A10;
- ventilação Natural – questões A5, A11, A12 e A13;
- temperatura interna – questões A14 e A15;
- iluminação artificial – questões A6, B5, B17 e B19;
- ar condicionado – questões A7, B6, B16 e B20;
- janelas – questões B1, B4, B7, B10 e B11;
- brises – questões B2, B8, B12, B18 e B23;
- persianas/cortinas – questões B3, B9 e B13;
- ruído – questões B14, B15 e B22; e
- vista para o exterior – questão B21.

Para as questões do Tipo A, que tratam da análise das condições de conforto ambiental, e algumas questões do Tipo B, que possuíssem respostas qualitativas, foi feita a análise de variância, em cujos modelos, foram determinadas como variáveis dependentes, as respostas às questões, e como variáveis independentes, a orientação de fachada e a tipologia de fachada (Apêndice D).

Para analisar os resultados das questões do tipo B, avaliação do uso dos dispositivos relacionados ao conforto ambiental, foi utilizada a técnica Crosstab, relacionando a frequência das respostas com a orientação e as tipologias de fachada (Apêndice E).

4.3.2 Simulação Computacional

A segunda fase consistiu na análise do desempenho termo-energético de ambientes de escritórios com o uso de modelos simulados em computador. O objetivo foi a definição da orientação de fachada, do percentual de área de abertura na fachada (PAF) e do tipo de vidro mais adequados para assegurar melhores condições de conforto térmico e eficiência energética, estudo já iniciado por Ghisi e Tinker (2001) para algumas orientações.

O programa escolhido foi o *Design Builder*, por ser uma ferramenta criada para simulação do desempenho térmico e energético de edificações, que usa os algoritmos de cálculo do programa *Energy Plus*, apresentando uma interface mais amigável.

Para as simulações, foi modelado um edifício hipotético, cujas características foram definidas a partir das características relevantes encontradas no levantamento das tipologias de edifícios de escritórios em Brasília, descrito na Etapa II.

Dessa forma, foi modelado um edifício de escritórios de 10 pavimentos, situado na cidade de Brasília – DF, de planta retangular, com 36m de largura por 13m de profundidade, circulação central e salas posicionadas nas duas maiores fachadas. O ambiente escolhido para a análise está situado no quinto pavimento, posicionado no meio da fachada principal (Figura 4.5).

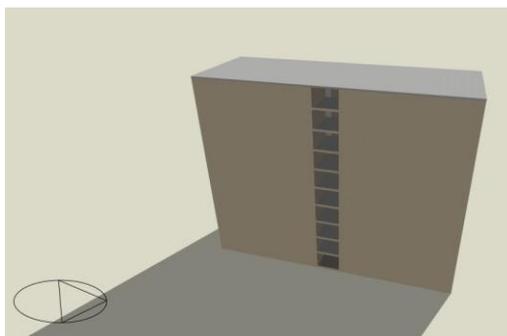


Figura 4.5 – Modelo do edifício.

O pavimento tipo foi subdividido em três zonas, na qual a zona 2 foi o objeto de estudo. A figura 4.6 destaca o modelo do pavimento com a indicação das zonas de simulação.

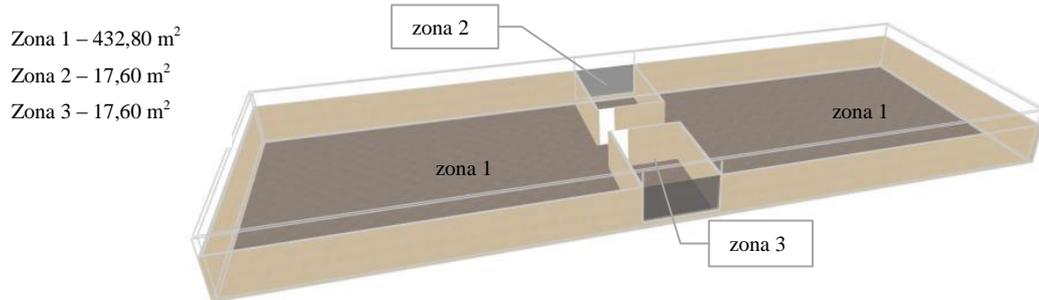


Figura 4.6 – Zoneamento do edifício

O ambiente analisado possui largura de 3,42 m, profundidade de 5,13 m e pé-direito de 2,80 m, com uma única fachada voltada para o exterior. (Figura 4.7).

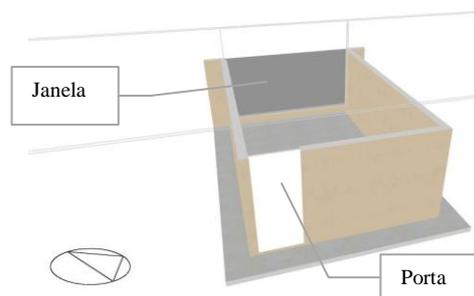


Figura 4.7 – Modelo do ambiente simulado – Zona 2

As paredes são de tijolos cerâmicos furados rebocados com 15 cm de espessura, piso e laje em concreto com 10 cm de espessura, a porta é em madeira com uma bandeira com venezianas e a janela com fechamento em vidro simples de 6 mm.

As propriedades dos materiais utilizados foram definidas de acordo com a norma NBR 15220 (ABNT, 2005a) e são descritas na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Características dos materiais utilizados na simulação.

Material	Condutividade térmica [W/m.K]	Densidade [kg/m ³]	Calor específico [J/kg.K]	Absortância
Tijolo cerâmico furado, com argamassa de assentamento	0,62	1700	800	0,90
Argamassa reboco	0,88	2800	896	0,90
Concreto maciço	1,40	2100	840	0,90
Madeira para porta	0,19	700	2390	0,90

Na definição das propriedades de simulação, houve uma preocupação com a definição dos padrões de uso e das trocas de ar da edificação, pois, segundo Pereira & Ghisi (2008), esta definição é uma das principais dificuldades na modelagem, o que tem provocado a sua desconsideração em muitas simulações, apesar de exercerem grande influência sobre as trocas de calor do edifício.

Os padrões de uso foram definidos com os seguintes valores: ocupação das 8h às 12h e 14 às 18h; iluminação de 8h às 22h; e equipamentos de 8h às 18h. Os ganhos internos foram baseados nas definições para protótipos de simulação para grandes escritórios (CARLO & LAMBERTS, 2006), onde a densidade de potência de iluminação foi estipulada como sendo de 10 W/m² e a densidade de potência dos equipamentos de 9,6 W/m².

Dentre as características da envoltória, foram escolhidos o PAF, o tipo de vidro e a orientação de fachada para serem investigados, por se entender que tais variáveis influenciam diretamente no desempenho térmico e energético do edifício.

Os elementos de proteção solar não foram incluídos na etapa de simulação devido à dificuldade de modelar esses elementos no programa, sem fazer uma série de simplificações que poderiam influenciar nos resultados (SANTANA, 2006).

Orientação da fachada

Uma peculiaridade importante a ser destacada é que, devido ao projeto do Plano Piloto e à divisão em setores, a maioria dos grandes edifícios de escritórios, em Brasília, fica situada na zona central da cidade e no Eixo Monumental, possuindo orientações específicas que devem ser destacadas por serem representativas para qualquer análise de desempenho dos edifícios situados nessa área da cidade.

Dessa forma, as orientações simuladas foram 18°, 108°, 198° e 288°, que correspondem às orientações da maioria das edificações de escritórios, conforme constatado no levantamento das tipologias realizado.

Percentual de área de abertura na fachada - PAF

Para o percentual de área de abertura na fachada foram escolhidas as variações de 10%, 30%, 50%, 70% e 90%, que seriam representativas para a maioria das situações encontradas nos edifícios de escritórios. A tabela 4.3 mostra as dimensões das aberturas em cada percentual de área de janela especificado para a simulação.

Tabela 4.3 - Dimensões das aberturas simuladas.

PAF (%)	Largura (m)	Altura (m)
10	3,42	0,28
30	3,42	0,84
50	3,42	1,40
70	3,42	1,96
90	3,42	2,52

Tipo de vidro

Com relação aos vidros, foram escolhidos os tipos incolor, azul, cinza, verde, bronze e refletivo, já existentes no banco de dados do programa *Design Builder*, por caracterizarem as cores predominantes nas edificações existentes em Brasília (LIMA & AMORIM, 2007).

Para todos os vidros foram utilizados modelos genéricos, com espessura de 6mm, dimensões variando de acordo com o PAF especificado para cada modelo analisado e características fotométricas, próprias de cada tipo de vidro, especificadas conforme a tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Características dos vidros utilizados na simulação⁴⁸.

Características do Vidro	Vidro Refletivo	Vidro Azul	Vidro Incolor	Vidro Bronze	Vidro Verde	Vidro Cinza
Fator Solar (%)	29,5	60,2	81,5	60,2	60,6	58,3
Transmissão Solar Direta (%)	16,0	48,0	77,5	48,2	48,7	45,5
Transmissão Luminosa (%)	20,1	57,0	88,1	53,4	74,9	43,1
Transmitância Térmica (W/m ² K)	5,379	6,144	6,144	6,144	6,144	6,144

Casos simulados

As simulações foram divididas em dois tipos segundo as características relacionadas às estratégias de condicionamento da edificação que foram: o ambiente sem ventilação e o ambiente condicionado artificialmente.

Para o ambiente sem ventilação, foi desconsiderado o uso de qualquer tipo de resfriamento (passivo ou ativo) na melhoria do desempenho térmico do ambiente, sendo considerada apenas a taxa de infiltração de ar constante de 0,1 renovações de ar/hora.

Para a simulação com uso do ar condicionado, foi especificado um aparelho do tipo *split*, que permaneceria ligado segundo a rotina estabelecida para os equipamentos, no período de segunda a sexta-feira, das 8 horas às 18 horas. Foi estabelecida a temperatura de *set-point* do ar condicionado para 24° C, o valor de 1,83 para o *Chiller CoP* e 5% para a distribuição de perdas de refrigeração⁴⁹.

Para cada uma dessas situações, foram configuradas as variações dos parâmetros de orientação, tipo de vidro e PAF (Figura 4.8), resultando em um total de 360 simulações, calculadas para todo o ano, com dados horários. Foi utilizado para isso o arquivo climático da cidade de Brasília, disponível no próprio site do *Energy Plus*.

⁴⁸ Fonte: Banco de dados do *software Design Builder*

⁴⁹ Os dados técnicos para especificação do sistema de condicionamento foram retirados de modelos padrões de utilização de ar condicionado para a cidade de Brasília.

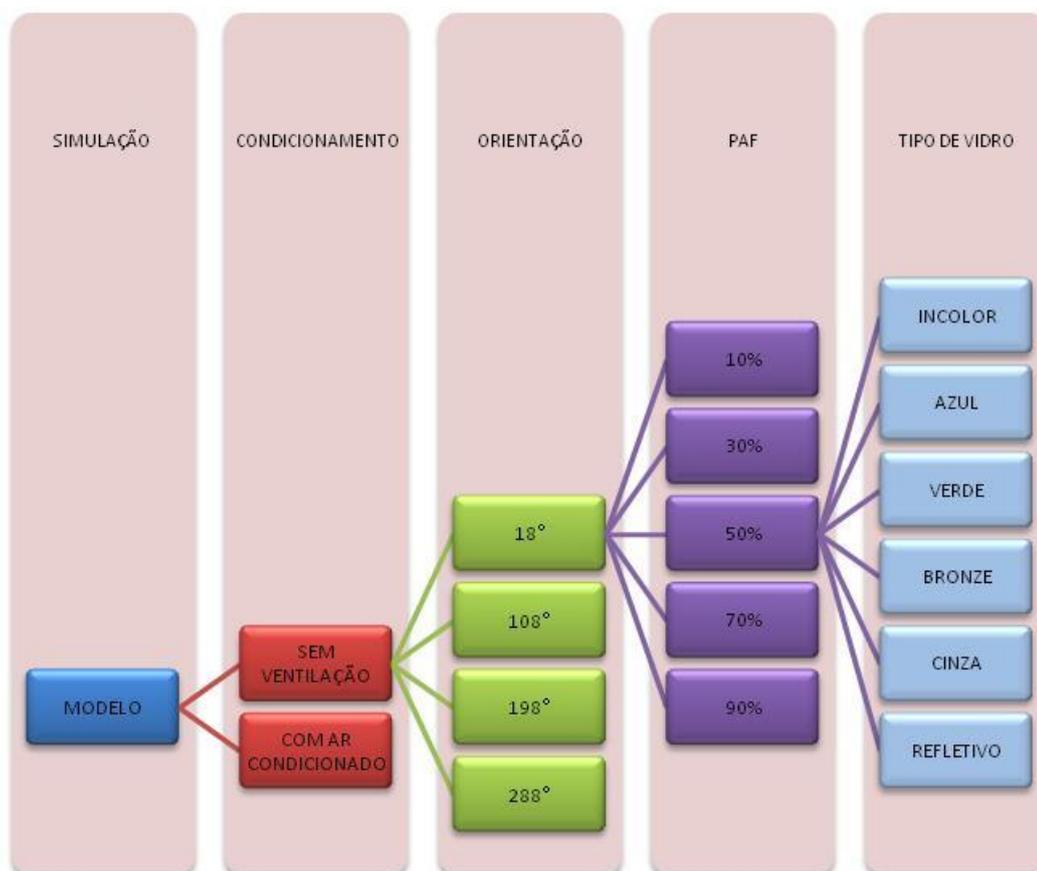


Figura 4.8 – Esquema das simulações realizadas no *Design Builder*

Os resultados no programa *Design Builder* são disponibilizados em gráficos, tabelas ou grids com informações tais como: temperatura do ar, temperatura de bulbo seco externa, temperatura radiante, umidade relativa, taxa de renovação de ar, ganhos internos e dados do local.

Para a análise foram considerados os valores horários de temperatura do ar e umidade relativa, para um ano (8760 horas), tabulados em planilhas, que foram convertidas em arquivos TRY, para serem inseridos no programa *Analysis Bio*, conforme metodologia utilizada por Pereira (2010).

O *Analysis Bio* é um programa que foi desenvolvido no LABEEE e permite obter as estratégias de projeto adequadas para melhor adaptar a edificação ao clima local, através da avaliação de dados climáticos plotados sobre a Carta Bioclimática de Givoni (1992), além de calcular a porcentagem de horas do ano em que cada estratégia bioclimática é mais apropriada (LABEEE, 2009).

No programa, os dados de temperatura e umidade foram plotados na carta psicrométrica, indicando as estratégias bioclimáticas e as porcentagens de horas de conforto e desconforto para cada caso simulado.

Essas porcentagens de horas de conforto são baseadas na incidência dos dados de temperatura e umidade do ar na zona de conforto, definida por Givoni como a zona, no diagrama psicrométrico, delimitada pelas temperaturas entre 18°C e 29°C e umidades relativas entre 20% e 80% (LAMBERTS et al., 2004)

Foram feitas também análises das temperaturas médias mensais para cada situação de modo a verificar se estavam dentro da faixa de conforto, definida por Givoni.

4.4 ETAPA IV – Avaliação da qualidade arquitetônica.

A avaliação consistiu na determinação do grau de aceitabilidade, do ponto de vista formal, das características projetuais de algumas tipologias de fachadas de edifícios de escritórios, a partir do ponto de vista dos agentes envolvidos (arquitetos, engenheiros, pesquisadores/professores e estudantes).

Para essa avaliação, foi escolhido o uso de levantamento qualitativo *online* (Figura 4.9), através da aplicação de um questionário com base na *web*, cujo *link* foi enviado por e-mail aos participantes, baseado na apreciação da fachada de edifícios existentes. Estudo semelhante foi desenvolvido por Probst et al. (2005) com relação aos coletores solares em edificações.



Figura 4.9 – Tela de abertura do questionário

Capítulo 4 – Método Empregado

O questionário foi composto de 25 telas, com 23 questões divididas em 5 partes, conforme descrição a seguir:

- Parte I (questões 1 a 11) – Apreciação formal de edifícios existentes. Nesta parte do instrumento, o respondente deveria avaliar cada uma das imagens destacadas, segundo uma escala de Likert, que permite avaliar um fenômeno de, geralmente, cinco alternativas (GÜNTHER, 2003), variando da opção “Agrada muito” a “Desagrada muito”. Para as questões de 1 a 8 (Figura 4.10), foram avaliados os aspectos formais das fachadas, do percentual de área de abertura nas fachadas e do tipo de vidro; para as questões de 9 a 11 (Figura 4.11), foram avaliados os aspectos formais das fachadas e do elemento de proteção solar.

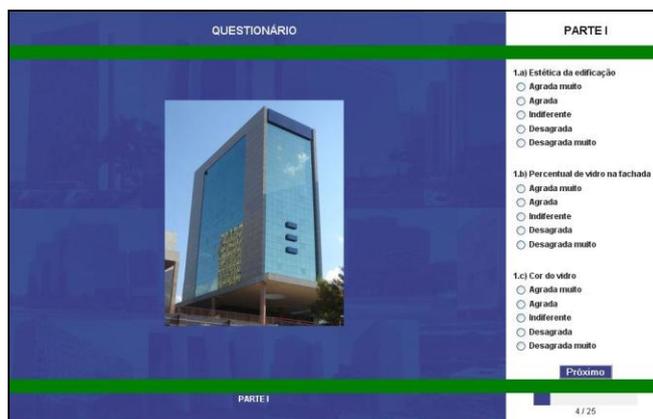


Figura 4.10 – Tela com exemplo de questão da Parte I (questões 1 a 8)



Figura 4.11 – Tela com exemplo de questão da Parte I (questões 9 a 11)

Capítulo 4 – Método Empregado

Os edifícios foram escolhidos de acordo com suas características projetuais, que foram relacionadas com as características predominantes encontradas no levantamento das tipologias (capítulo 4).

Para as questões de 01 a 08, os edifícios escolhidos estão destacados na tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Características dos edifícios das questões 01 a 08

QUESTÃO	EDIFÍCIO	IMAGEM	PAF	TIPO DE VIDRO
01	Via Capital		81%	Refletivo verde
02	Cuiabá		96%	Cinza
03	Curitiba		50%	Bronze
04	BusinessPoint		44%	Refletivo azul
05	Márcia		40%	Refletivo prata
06	Sec. Seg. Publica		33%	Refletivo Prata
07	Varig		17%	Refletivo azul
08	Juizado Central Criminal		28%	Incolor

Para as questões de 09 a 11, os edifícios escolhidos estão destacados na tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Características dos edifícios das questões 09 a 11

QUESTÃO	EDIFÍCIO	IMAGEM	BRISE
09	STJ – Ministros I		Misto
10	Anexo IV - Câmera		Vertical
11	Denasa		Horizontal

- Parte II (questões 12 e 13) – Apreciação formal comparativa entre dois edifícios destacados. Na questão 12 foram escolhidos os edifícios Menara Mesiniaga⁵⁰, do arquiteto Ken Yeang, e o Centro Empresarial Cultural João Domingues de Araújo⁵¹, do arquiteto Carlos Bratke, por se tratarem de edificações com tratamentos bem distintos em relação às características projetuais das fachadas (Figura 4.12).

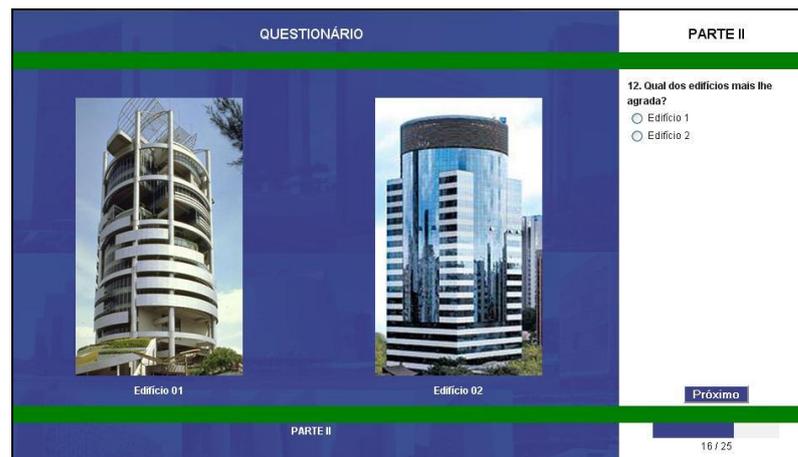


Figura 4.12 – Tela com exemplo de questão da Parte II

⁵⁰ Malásia, 1992.

⁵¹ São Paulo, 2005

Na questão 13 (Figura 4.13), as imagens retratam o edifício Palácio da Agricultura, em Brasília, em duas épocas distintas. A primeira imagem foi tomada no ano de 2006, com a configuração original e a segunda no ano de 2010 após a reforma executada para a inserção da circulação vertical e modificação do revestimento de fachada.



Figura 4.13 – Tela com exemplo de questão da Parte II

- Parte III (questões 14 e 15) – Imagem. Esta etapa teve o intuito de avaliar a percepção do entrevistado em relação ao edifício, através da associação da imagem com as seguintes palavras: poder, status, eficiência, contemporaneidade, originalidade, criatividade e beleza (Figura 4.14). Tais palavras foram escolhidas por serem adjetivos usados para caracterizar a arquitetura nas estratégias de marketing e venda em materiais publicitários ou por definirem um estilo utilizado.



Figura 4.14 – Tela com exemplo de questão da Parte III

O edifício escolhido para a questão 14 foi o Menara Mesiniaga, do arquiteto Ken Yeang, por este ser considerado um ícone da arquitetura “verde” e trazer as características da qualidade ambiental para um edifício atual, sem abrir mão dos recursos tecnológicos mais avançados.

Para a questão 15 foi escolhida uma das torres do Complexo Empresarial Rochaverá, projetado pelo escritório Aflalo e Gasperini em 2008, que recebeu a certificação LEED Gold, pelo *U.S. Green Building Council*, apesar de possuir a tipologia de cortina de vidro, inadequada para o clima local. O que nos leva a concluir que essa certificação segue requisitos que não estão adequados ao contexto climático brasileiro.

- Parte IV (questões 16 a 18) – Elementos de composição da fachada. Nesta etapa o respondente deveria escolher a solução projetual que mais lhe agradava em relação ao percentual de área de abertura na fachada, ao tipo de vidro e ao tipo de elemento de proteção solar (Figura 4.15).

The image shows a screenshot of a questionnaire interface. The top bar is blue with the text "QUESTIONÁRIO" in white. Below this, there are five images of different building facade types, each with a label underneath: "Película ou vidro para controle solar", "Peitoril saliente", "Brise vertical", "Brise horizontal", and "Brise misto". To the right of these images is a white box containing the question "18. Qual o tipo de proteção solar mais lhe agrada?" followed by five radio button options: "Película ou vidro para controle solar", "Peitoril saliente", "Brise vertical", "Brise horizontal", and "Brise misto". Below the options is a blue button labeled "Próximo". At the bottom of the interface, there is a blue bar with "PARTE IV" in white and a small progress indicator showing "24 / 25".

Figura 4.15 – Tela com exemplo de questão da Parte IV

- Parte V (questões 19 a 23) – Informações do respondente. Nesta tela, o respondente deveria informar sua ocupação principal, anos de experiência, Estado e, opcionalmente, nome e e-mail (Figura 4.16).

Capítulo 4 – Método Empregado

QUESTIONÁRIO

PARTE V

Agora, por favor, informe:

19. Qual sua atividade principal?
Arquiteto

20. Anos de experiência?
Menos de 5 anos

21. Estado:
[dropdown]

22. Nome: [input] (opcional)

23. E-mail: [input] (opcional)

ENVIAR

PARTE V

25 / 25

Figura 4.16 – Tela com exemplo de questão da Parte V

O instrumento foi respondido inicialmente, na forma de pré-teste, por 15 arquitetos, os quais avaliaram o tempo de resposta, destacaram as dificuldades e contribuíram com sugestões sobre as imagens escolhidas e a forma de questionamento e apresentação do questionário.

Após as adequações sugeridas no pré-teste, o link para acesso ao questionário foi enviado por e-mail para arquitetos, engenheiros, construtores e empreendedores de todo o Brasil. Foram respondidos um total de 443 questionários, dos quais 295 (67%) foram respondidos por arquitetos, 28 (6%) por engenheiros, 47 (11%) por professores/pesquisadores, 55 (12%) por estudantes, 01 (0,23%) por construtores, 02 (0,46%) por empreendedores e 15 (3%) por outras atividades ligadas à arquitetura (Figura 4.17).



Figura 4.17 – Percentual de respostas por atividade dos respondentes

Capítulo 4 – Método Empregado

O questionário permitiu também classificar as respostas de acordo com o Estado de origem do respondente (Figura 4.18). A grande maioria dos respondentes foi do Distrito Federal, com 154 respostas (35%), seguidos por avaliadores de São Paulo (70 respostas – 16%), Bahia (59 respostas – 13%) e Minas Gerais (35 respostas – 8%).

Como as questões não se referiam a um tipo de clima específico e houve respostas de várias regiões, pode-se estender os resultados dessa avaliação para todo o Brasil.

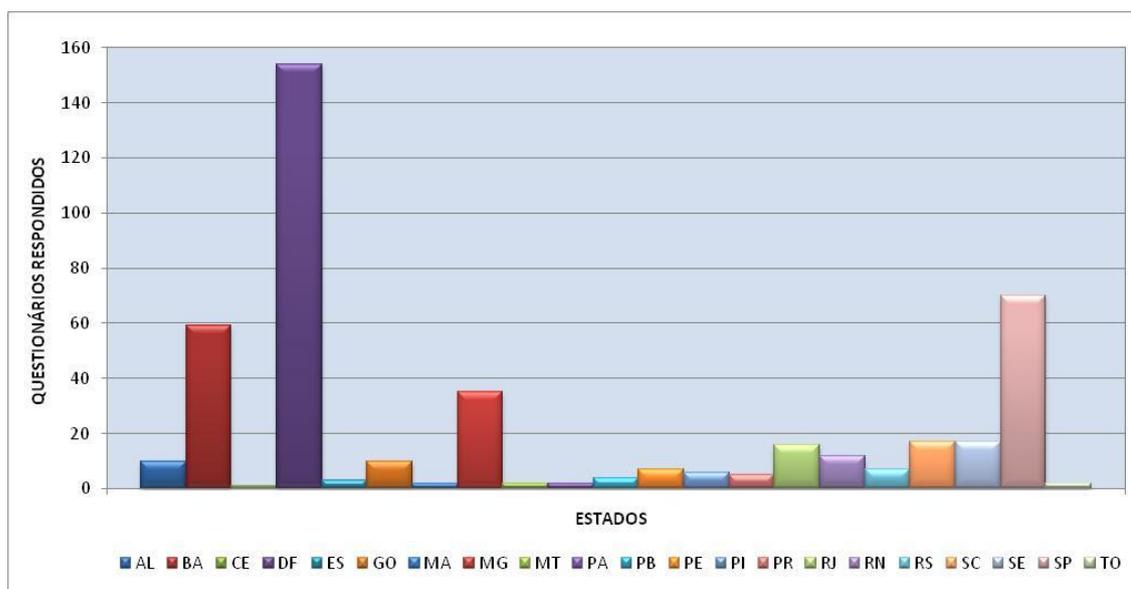


Figura 4.18 – Número de respondentes por local de origem

Foram consideradas as diferentes opiniões, de acordo com a atividade do respondente, gerando 4 grupos principais:

- Grupo 1 - Arquitetos;
- Grupo 2 – Engenheiros;
- Grupo 3 – Professores e pesquisadores; e
- Grupo 4 – Estudantes.

As respostas dos empreendedores, construtores e outros agentes foram computadas na análise geral, mas não foram consideradas como parte dos grupos por representarem um percentual muito pequeno e não estabelecer uma amostra adequada para a realização da pesquisa.

Capítulo 4 – Método Empregado

O objetivo principal dessa divisão foi entender a forma de percepção de cada grupo, estabelecer os critérios necessários para a qualidade arquitetônica dos edifícios e estabelecer diretrizes que conciliem as necessidades advindas da qualidade ambiental com a qualidade formal mais aceita pelos grupos.

Cada grupo tem características particulares, destacando as diferentes visões em relação ao projeto do edifício entre arquitetos e engenheiros, devido principalmente às diferenças na formação acadêmica. O grupo dos professores/pesquisadores reuniu as duas formações, mas foi considerado como outro grupo por estarem diretamente ligados ao meio acadêmico e mais envolvidos com questões relacionadas à sustentabilidade, possuindo, portanto, uma visão diferenciada influenciando na apreciação formal. A opinião dos estudantes foi considerada na pesquisa de forma a avaliar a apreciação dos futuros profissionais e tentar determinar qual tipologia e características projetuais são mais aceitas por estes agentes em formação.

A análise inicial considerou de forma geral a frequência de ocorrência das respostas para cada questão e a frequência relacionada com a atividade do respondente.

Para as questões de 1 a 11, foi aplicada uma escala às respostas, seguindo a metodologia desenvolvida por Probst (2008), convertendo-as da escala apreciativa (desagrada muito, desagrada, indiferente, agrada e agrada muito) para uma escala numérica (-100, -50, 0, 50, 100). Através da média das respostas foi possível avaliar a opinião dos grupos de forma comparativa para cada questão.

4.5 ETAPA V – Análise dos resultados

Nesta etapa, os resultados encontrados nos questionários e simulações da qualidade ambiental foram confrontados com os resultados dos questionários sobre qualidade arquitetônica para subsidiar a elaboração de diretrizes de projeto que considerassem ambos enfoques.

4.6 ETAPA VI – Considerações finais e recomendações.

Nesta etapa foi descrita uma reflexão final acerca da possibilidade de integração de requisitos ambientais e formais no projeto de edifícios de escritórios.

Capítulo 4 – Método Empregado

Por fim, foram propostas recomendações para projetos de escritórios em Brasília, que integrassem os aspectos do conforto ambiental, eficiência energética e qualidade arquitetônica, que poderão ser utilizadas como subsídios para elaboração de diretrizes projetuais apropriadas para o uso dos arquitetos, gerando uma arquitetura mais adequada ao contexto climático.



PARTE II: RESULTADOS E DISCUSSÃO

“Em todo projeto arquitetônico há, portanto um aspecto tipológico: seja no sentido de que o arquiteto busca conscientemente aproximar-se de um tipo ou afastar-se dele, seja no sentido de que toda obra arquitetônica visa, definitivamente, a colocar-se como um tipo.”
(ARGAN, 2001)

CAPÍTULO 5

AS TIPOLOGIAS DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS EM BRASÍLIA

5. AS TIPOLOGIAS DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS EM BRASÍLIA

No desenvolvimento do trabalho, uma etapa importante foi o levantamento das características tipológicas dos edifícios de escritórios existentes em Brasília, que visou determinar quais as características mais relevantes nos edifícios existentes e sua influência na qualidade ambiental dos ambientes de trabalho.

Foram escolhidas algumas características a serem levantadas que interferem no conforto térmico e luminoso dos ambientes de trabalho:

- orientação;
- forma;
- número de pavimentos;
- elementos de proteção solar da fachada; e
- tipo de vidro

Com a avaliação das tipologias dos edifícios existentes foi possível criar uma base de dados das características mais comumente aplicadas em edificações de escritórios em Brasília, para posterior avaliação de suas conseqüências para a qualidade ambiental e a elaboração de diretrizes mais adequadas para o desenvolvimento de novos projetos para essa tipologia.

5.1 Levantamento das tipologias de edifícios de escritórios em Brasília

Como já descrito anteriormente, os dados levantados visam determinar as tipologias representativas para edifícios de escritórios em Brasília, para posterior avaliação da qualidade ambiental das edificações de forma a criar subsídios para elaboração de diretrizes projetuais mais adequadas à situação e ao clima local.

Dessa forma, os dados foram analisados tendo em vista sua importância perante a avaliação das condições de conforto térmico e luminoso e eficiência energética, utilizando programas de simulação computacional.

a) Orientação

A orientação das edificações foi determinada a partir do levantamento aerofotogramétrico de Brasília, onde a fachada principal foi considerada como sendo a fachada de acesso ao público (em alguns casos, devido à impossibilidade de determinar a fachada principal, foi considerado como referência o posicionamento em relação à via principal).

Na figura 5.1 podem ser verificadas as orientações predominantes para as fachadas principais dos edifícios. A maior parte tem orientação leste/oeste, quando a orientação mais indicada para Brasília seria a norte/sul com os cuidados de proteção solar.

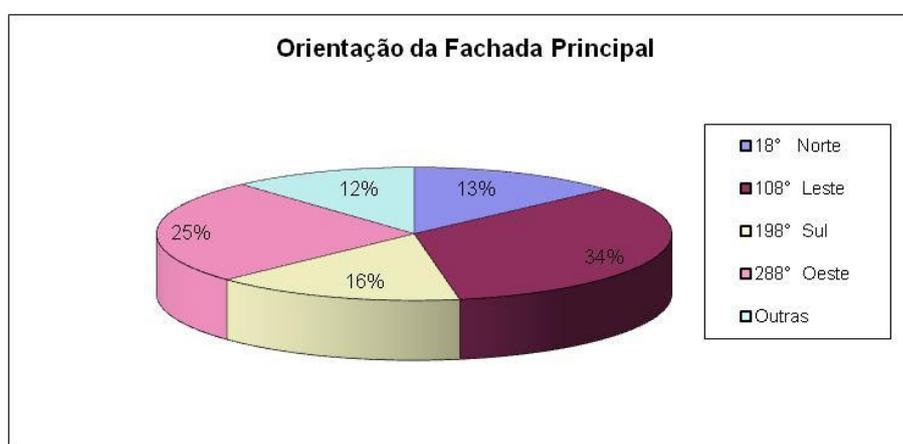


Figura 5.1 – Frequência de ocorrência das orientações na fachada principal

b) Forma

As formas das plantas foram classificadas em retangulares, quadradas, circulares, curvas e em “H”. As edificações que não se enquadraram nessas definições, foram determinadas como irregulares.

Das 248 edificações, 204 são retangulares, 12 são quadradas, 13 são irregulares, 12 possuem forma em “H”, 4 são curvas e 3 são circulares (Figura 5.2).

Os edifícios com forma retangular são a grande maioria, com 82%, por isso foram considerados como base para a definição das tipologias representativas.

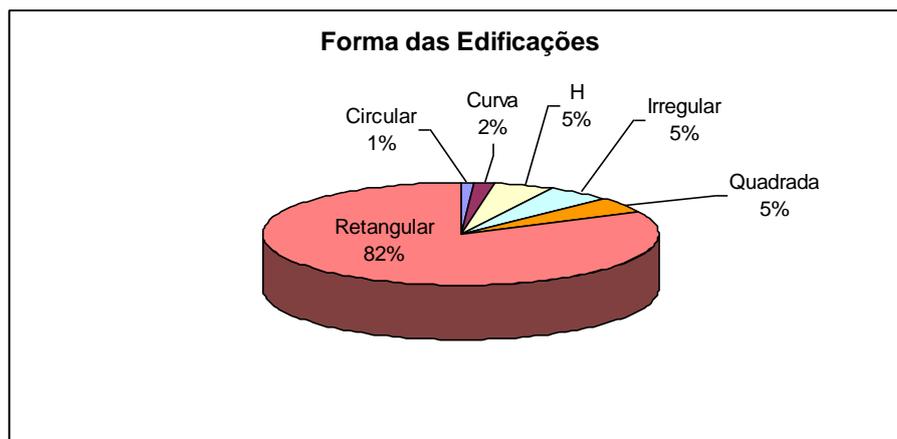


Figura 5.2 – Percentual de ocorrência das diversas formas das edificações

c) Número de pavimentos

O número de pavimentos foi determinado desconsiderando os pavimentos de subsolo existentes. Podemos destacar a predominância de edificações com 5 a 10 pavimentos (Figura 5.3), situadas principalmente no setor comercial sul, uma das primeiras áreas ocupadas por escritórios em Brasília.

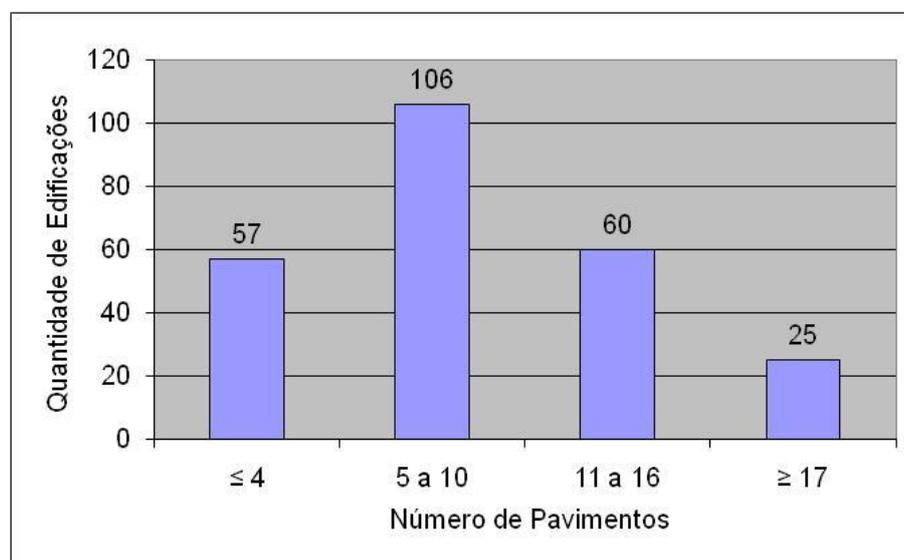


Figura 5.3 – Quantidade de pavimentos das edificações

d) Elementos de proteção solar

Os elementos de proteção solar foram definidos a partir do levantamento fotográfico e visitas ao local, sendo encontradas 9 opções de configuração definidas, conforme Baker et al. (1993),

Capítulo 5 – As tipologias de edifícios de escritórios em Brasília

como componentes de condução de luz (pórtico/varanda) e elementos de controle (brises verticais, horizontais e mistos, e peitoril saliente). Os brises foram classificados também, quanto à sua mobilidade, em móveis e fixos (Figura 5.4).

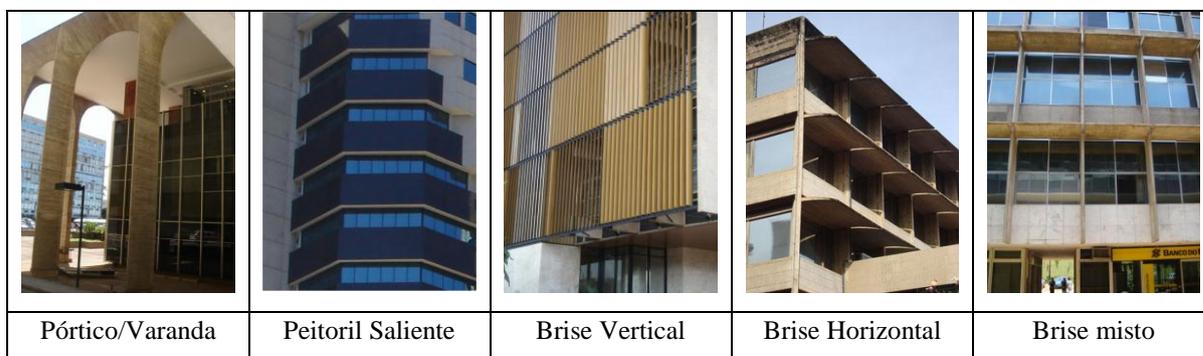


Figura 5.4 – Exemplos de elementos de proteção solar existentes

Conforme pode ser visto nas Figuras 5.5 e 5.6, a maioria das edificações não possui esses elementos, havendo uma maior utilização nas fachadas principais e posteriores, independente da orientação, de brises verticais e mistos.

Segundo Silva & Amorim (2006), em estudo sobre elementos de proteção solar nos edifícios públicos de escritórios em Brasília, há um predomínio na utilização destes elementos com soluções inadequadas para a orientação.

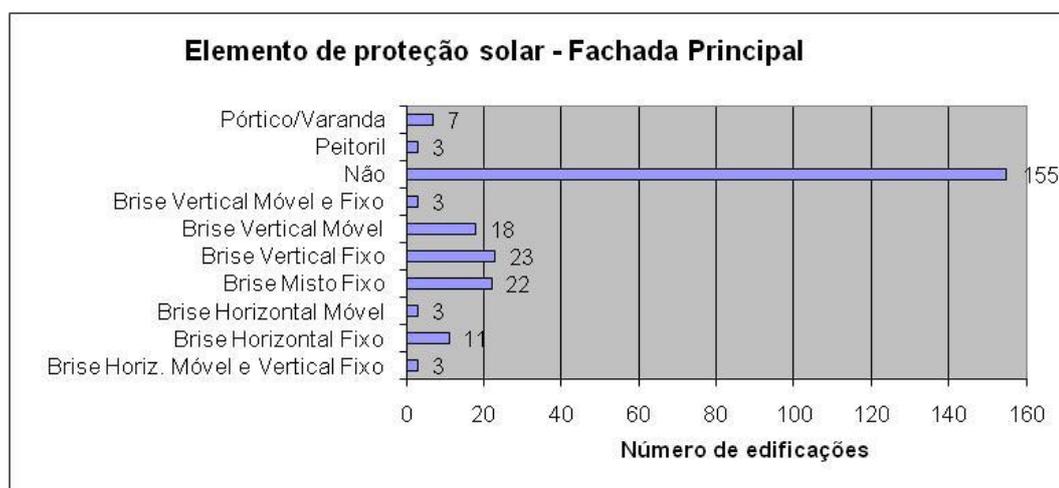


Figura 5.5 – Frequência de ocorrência dos elementos de proteção solar na fachada principal

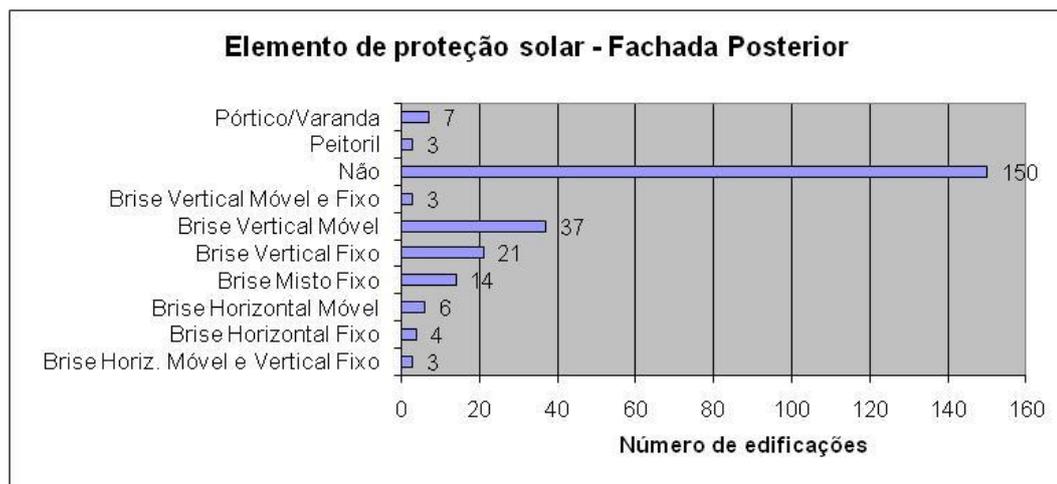


Figura 5.6 – Frequência de ocorrência dos elementos de proteção solar na fachada posterior

e) Tipo de vidro

Para os tipos de vidros utilizados na fachada principal, há uma grande hegemonia da cor cinza, seguida das cores incolor, refletivo prata e bronze (Figura 5.7). O uso dos vidros refletivos tem aumentado, principalmente nas edificações mais atuais.

Cabe destacar ainda, o número de edificações com uso de películas de diferentes cores sobre vidro incolor, colocadas em separado neste levantamento devido ao seu caráter peculiar, já que geram padrões diferentes com relação à carga térmica, além de problemas de desconfiguração da fachada do edifício pela multiplicidade de cores existentes.

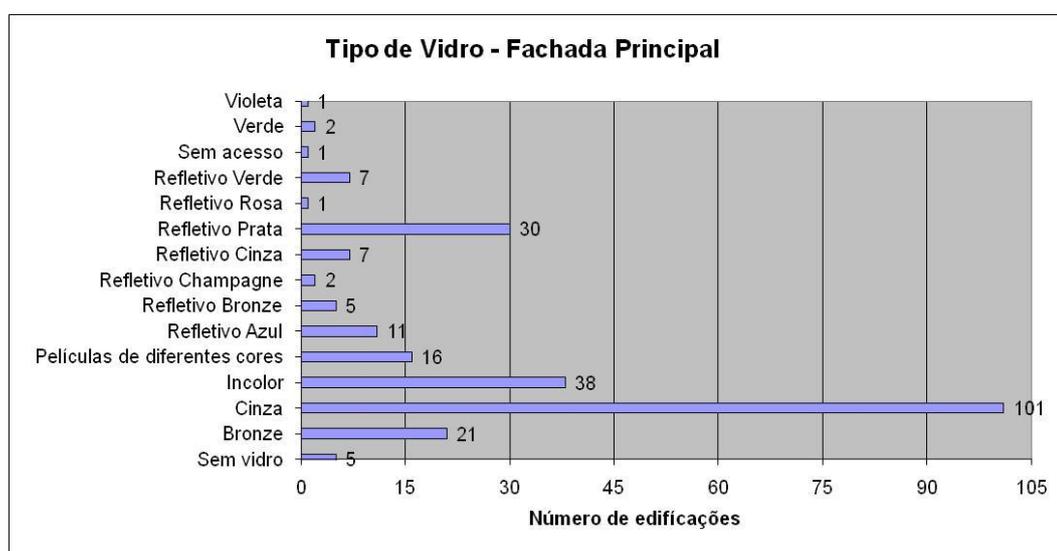


Figura 5.7 – Frequência de ocorrência do tipo de vidro utilizado nas fachadas principais

Capítulo 5 – As tipologias de edifícios de escritórios em Brasília

Os resultados obtidos a partir do levantamento possibilitaram diferenciar as principais tipologias de edifícios de escritórios em Brasília. A tipologia cujas características mais se destacaram se enquadra no modelo definido pelo Projeto de Pesquisa “Elaboração de Regulamentação e Classificação de Edificações Eficientes” (LABEEE/PROCEL/ELETROBRÁS, 2006), que caracteriza modelos de edificações com características relevantes para o consumo de energia, dentre os quais está o modelo “grandes escritórios”, objeto desse estudo.

Esse modelo, já descrito anteriormente, é caracterizado como edificações de uso empresarial, verticalizadas, com planta retangular, largura bastante diferenciada do comprimento e grande percentual de vidro na fachada, geralmente na cor cinza ou prata.

A maioria das edificações de escritórios levantadas em Brasília se enquadra neste modelo, o que comprova que tais características são representativas e os resultados encontrados na análise dessa tipologia podem ser estendidos para outras edificações com as mesmas características.

Os grupos de tipologias foram definidos considerando os seguintes requisitos (Figura 5.8):

- orientação: 147 edificações com orientação leste/oeste e 72 norte/sul – as duas orientações foram escolhidas pelo número de representações e por terem necessidades distintas de diretrizes de qualidade ambiental;
- forma: retangular (frequência de ocorrência = 204 edificações);
- número de pavimentos: 5 a 16 (frequência de ocorrência = 166 edificações) por significar mais de 50% das ocorrências;
- elementos de controle solar: não existente (1^o) e brise vertical (2^o) (frequência de ocorrência) condições mais comumente utilizadas nas edificações existentes.



Figura 5.8 – Requisitos para a definição dos grupos de tipologias

Baseado nestes requisitos, quatro grupos de tipologias foram estabelecidos, segundo o tratamento das fachadas principais e posteriores e subdivididos segundo a orientação da fachada (Figura 5.9).

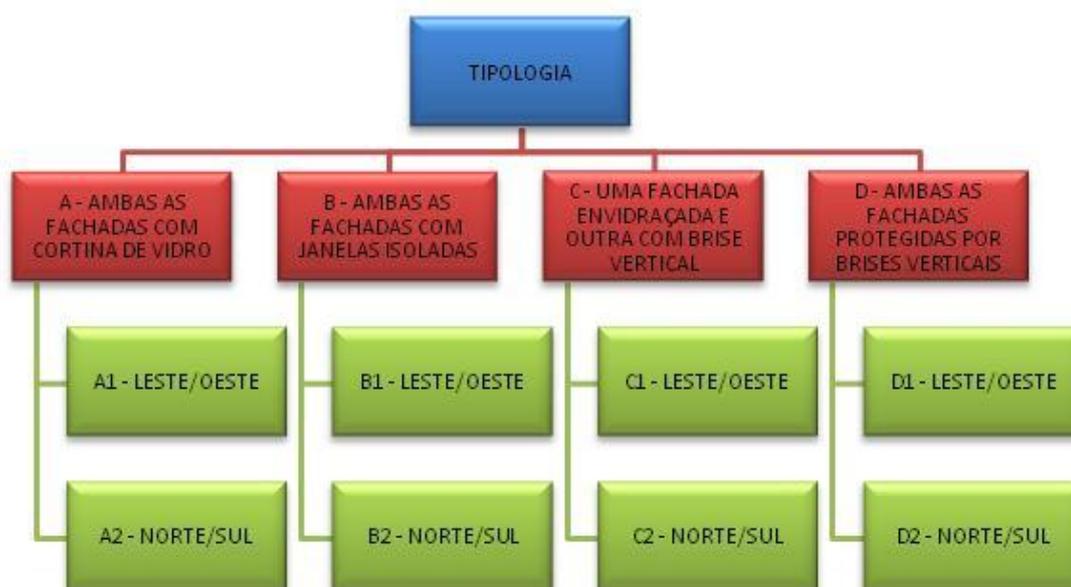


Figura 5.9 – Grupos de tipologias estabelecidos

5.2 Determinação das tipologias representativas

Em virtude do grande número de edifícios levantados e a necessidade de avaliar a qualidade ambiental dos edifícios de escritórios em Brasília, foi preciso definir, para cada grupo de tipologia, um edifício que fosse considerado representativo, para a aplicação dos questionários com os usuários.

Foram escolhidos oito edifícios cujas características atendiam os requisitos definidos para os grupos de tipologias, descritos a seguir:

- Tipologia A1 – ambas as fachadas com cortina de vidro e orientação leste/oeste (108°/288°) - Edifício CNC-INSS (Figura 5.10): forma retangular com fachada de vidro refletivo bronze, PAF de 62% e 15 pavimentos. As fachadas possuem somente poucas janelas do tipo basculante, que são proibidas de serem abertas devido ao uso do ar condicionado;



Figura 5.10 – Edifício CNC/INSS

- Tipologia A2 – ambas as fachadas com cortina de vidro e orientação norte/sul ($18^\circ/198^\circ$) - Edifício Darcy Ribeiro – CGU (Figura 5.11): forma retangular com 11 pavimentos, PAF de 91%, esquadria de correr com vidro incolor e película azul;



Figura 5.11 – Edifício Darcy Ribeiro

- Tipologia B1 - ambas as fachadas com janelas isoladas e orientação leste/oeste ($108^\circ/288^\circ$) – Edifício da Justiça Federal, Sede I (Figura 5.12): forma retangular, 12 pavimentos, PAF de 42%, esquadria maxim-ar em vidro duplo incolor com persiana entre vidros;



Figura 5.12 – Edifício Justiça Federal Sede I

- Tipologia B2 – ambas as fachadas com janelas isoladas e orientação norte/sul ($18^\circ/198^\circ$) - Edifício Márcia (Figura 5.13): forma retangular com esquadrias de correr, PAF de 50%, vidros refletivos prata e 15 pavimentos. Possui ambientes de trabalho em ambas as fachadas;



Figura 5.13 – Edifício Márcia

- Tipologia C1 - uma fachada com cortina de vidro e outra com brise vertical e orientação leste/oeste ($108^\circ/288^\circ$) – Edifício do Ministério de Minas e Energia (Figura 5.14): forma retangular, 10 pavimentos, PAF de 80%, vidro refletivo prata e brise vertical móvel na fachada posterior (288°);



Figura 5.14 – Edifício Ministério de Minas e Energia

- Tipologia C2 – uma fachada com cortina de vidro e outra com brise vertical e orientação norte/sul ($18^\circ/198^\circ$) - Anexo IV da Câmara dos Deputados (Figura 5.15): forma retangular, com 10 pavimentos, PAF de 86%, esquadria do tipo guilhotina, vidro bronze e brise vertical móvel na fachada posterior (198°);



Figura 5.15 – Anexo IV – Câmara dos Deputados

- Tipologia D1 - ambas as fachadas protegidas por brises verticais e orientação leste/oeste ($108^\circ/288^\circ$) - Edifício Vale Rio Doce – Secretaria do Estado da Fazenda (Figura 5.16): forma retangular, 14 pavimentos, PAF de 82%, esquadria basculante, vidro incolor e brise vertical móvel.



Figura 5.16 – Edifício Vale Rio Doce

- Tipologia D2 – ambas as fachadas protegidas por brises verticais e orientação norte/sul ($18^\circ/198^\circ$) - Edifício Áurea – MEC/FNDE (Figura 5.17): forma retangular com 16 pavimentos, PAF de 75%, esquadria basculante com vidro cinza e brises verticais móveis;

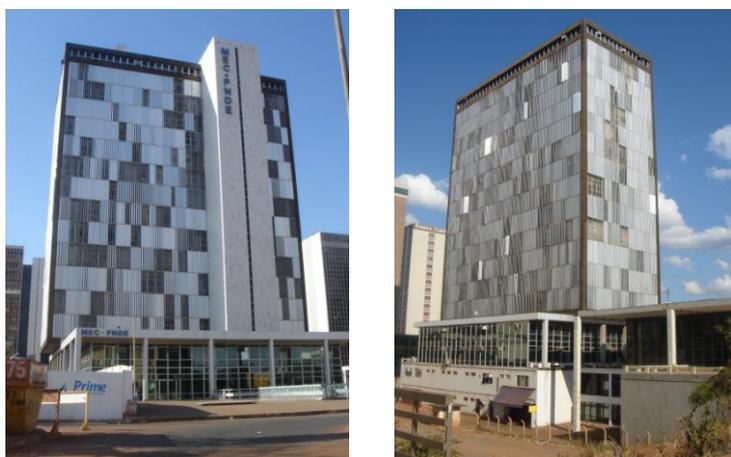


Figura 5.17 - Edifício Áurea

Os edifícios escolhidos como representativos foram avaliados em relação às condições de conforto térmico e luminoso nos ambientes de trabalho e o uso de equipamentos visando o conforto ambiental, a partir do levantamento da opinião dos usuários dessas edificações.

“E importa também ao arquiteto, naqueles sucessivos processos de escolha a que afinal se reduz a elaboração do projeto, ter sempre presente, como ‘lembrete’, o seguinte: arquitetura é coisa pra ser exposta à *intempérie e a um determinado ambiente*; arquitetura é coisa pra ser encarada na medida das *idéias e do corpo do homem*; arquitetura é coisa pra ser concebida como um todo *orgânico e funcional*; arquitetura é coisa pra ser pensada *estruturalmente*; arquitetura é coisa pra ser sentida em termos de *espaço e volume*; arquitetura é coisa pra ser *vivida*.” (COSTA, 1995)

CAPÍTULO 6

RESULTADOS DA QUALIDADE AMBIENTAL

6. RESULTADOS DA QUALIDADE AMBIENTAL

6.1 Levantamento da opinião dos usuários por meio de questionários

O levantamento das condições de conforto ambiental existentes foi realizado a partir da aplicação de um questionário (Apêndice B), onde foram avaliadas as condições de conforto térmico e luminoso dos 8 edifícios representativos, caracterizados na tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Características dos edifícios onde foram aplicados os questionários

EDIFÍCIOS		ORIENTAÇÃO	PAF	TIPO DE VIDRO	ESQUADRIA	ELEMENTO DE PROTEÇÃO SOLAR
TIPOLOGIA A		L/O	62%	Refletivo bronze	Basculante	----
		N/S	90%	Película azul	Correr	----
TIPOLOGIA B		L/O	42%	Incolor	Maxim-ar	----
		N/S	50%	Refletivo prata	Correr	----
TIPOLOGIA C		L/O	80%	Refletivo prata	Basculante	Brise vertical móvel
		N/S	86%	Bronze	Guilhotina	Brise vertical móvel
TIPOLOGIA D		L/O	82%	Incolor	Basculante	Brise vertical móvel
		N/S	75%	Cinza	Basculante	Brise vertical móvel

Os resultados a seguir são apresentados de acordo com a ordem das questões estabelecidas no questionário:

6.1.1 Questões sobre a avaliação do conforto ambiental

A **questão A1** visava definir se os usuários dos edifícios de escritórios costumam aproveitar a luz natural nos ambientes de trabalho. O maior número de usuários respondeu que usava pouco a luz natural (25%), mas houve um equilíbrio entre as respostas (Figura 6.1), nos fazendo acreditar que o maior ou menor aproveitamento da luz natural dependeria de uma análise considerando as diferenças encontradas na tipologia de fachada e na orientação.

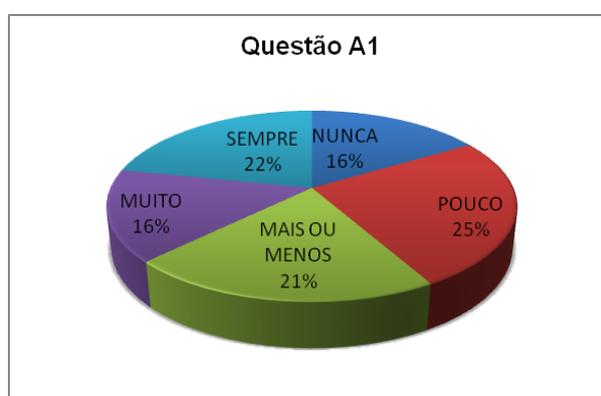


Figura 6.1 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A1

A análise desta questão trata do impacto da tipologia de fachada e da orientação sobre o aproveitamento da luz natural através da análise de variância descrita na tabela 6.2.

Tabela 6.2 – Análise de variância para a questão A1

Você costuma aproveitar a luz natural para iluminação do ambiente de trabalho?				
Médias Fachada	Médias Orientação	Comparação Fachadas	Comparação Orientação	Interação Fachada x Orientação
A – 1,40 B – 2,27 C – 2,12 D – 2,07 T – 2,01	N/S – 2,25 L/O – 1,79 T – 2,1	$F_{3,327} = 5,81$ $p = 0,001$	$F_{1,327} = 5,04$ $p = 0,025$	$F_{3,327} = 2,40$ $p = 0,068$

Através da comparação entre as médias de respostas encontradas, podemos verificar que houve diferença significativa na tipologia de fachada no sentido que a Fachada B (ambas as fachadas com janelas isoladas) é a mais positivamente avaliada. As médias encontradas também destacaram uma diferença significativa nas respostas de acordo com a orientação, sendo a orientação Norte/Sul a melhor avaliada.

As questões A2, A3 e A4 se referiam ao desconforto gerado pelo brilho do céu visto da janela, pelo reflexo da luz solar na mesa de trabalho e na tela do computador, respectivamente. A partir das respostas, pode-se inferir que a maior preocupação deve ser com o ofuscamento gerado pelo reflexo da luz natural na tela do computador, cujas frequências de respostas obtiveram valores muito próximos (Figura 6.2).

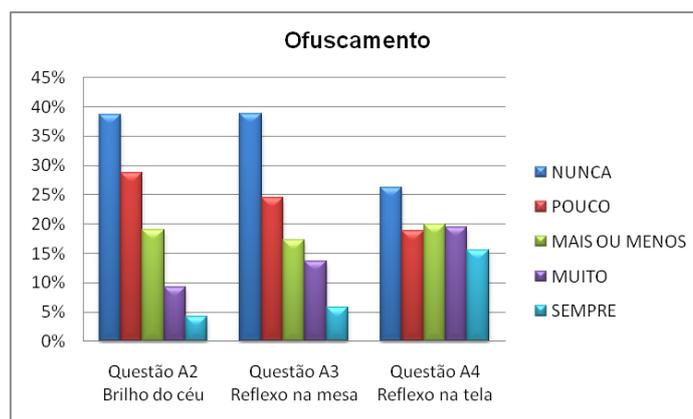


Figura 6.2 – Frequência de ocorrência das respostas para as questões A2, A3 e A4

Para a **questão A2**, que trata do desconforto devido ao brilho do céu, não existe diferenças entre as orientações, mas sim entre as tipologias de fachada, onde a tipologia A (ambas as fachadas com cortina de vidro) foi a que obteve o maior índice de desconforto, seguida das tipologias B, C e D, nesta ordem. Esse desconforto é causado pelo percentual de vidro da fachada, onde a tipologia A possui um PAF alto (entre 60% e 90%), permitindo uma maior luminosidade se comparado às tipologias B (ambas as fachadas com janelas isoladas), que possui um PAF menor (de 40% a 50%), e as tipologias C (uma fachada com cortina de vidro e outra com brise vertical) e D (ambas as fachadas protegidas por brises verticais), que por possuírem elementos de proteção, têm um maior controle do nível de iluminação que atinge o ambiente.

A análise do desconforto gerado pelo reflexo da luz natural na mesa de trabalho (**questão A3**) demonstrou a mesma situação da questão anterior, não havendo diferença entre as respostas para a orientação e sim no sentido de haver maior desconforto devido à tipologia de fachada, sendo a fachada do tipo A (ambas as fachadas com cortina de vidro) considerada a mais desconfortável.

Para a **questão A4**, desconforto gerado pelo reflexo na tela do computador, conclui-se que não existe diferença entre as médias para a orientação, ou seja, este fator não tem influência nas respostas. No entanto, a tipologia de fachada interfere no desconforto, sendo a fachada do tipo B (ambas as fachadas com janelas isoladas) considerada a mais desconfortável. Cabe destacar que isso pode ser resultante da abertura das janelas e das proteções internas durante o horário de trabalho, atitude tomada por muitos usuários dos edifícios analisados para esta tipologia.

Os usuários foram questionados também com relação ao aproveitamento da ventilação natural (**questão A5**). Do total de respondentes (Figura 6.3), 28% afirmaram que aproveitavam sempre, ao passo que 20% dos usuários afirmaram nunca utilizar a ventilação natural.

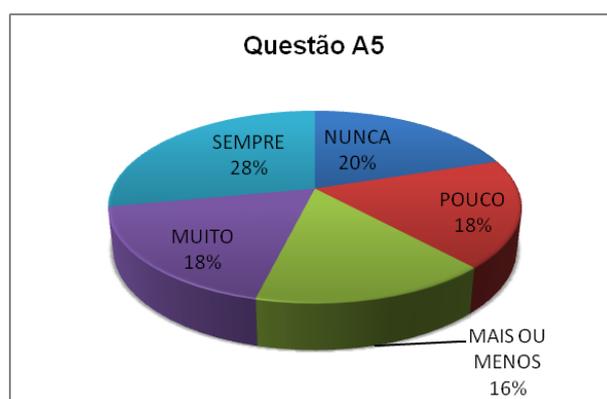


Figura 6.3 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A5

Não foi possível verificar interação entre tipologia de fachada e orientação, no entanto as médias das respostas encontradas diferiram significativamente em relação a esses fatores individualmente, onde o edifício do tipo D (ambas as fachadas protegidas por brises verticais) é o mais positivamente avaliado, bem como a orientação Norte/Sul.

A tipologia D foi definida como a melhor opção, o que pode ser explicado pela existência dos elementos de proteção solar que permitem a abertura das esquadrias e persianas sem aumentar a incidência de radiação, auxiliando no maior aproveitamento da ventilação natural e funcionando como captadores de vento, aumentando assim a circulação do ar em ambientes de ventilação cruzada.

O maior aproveitamento da ventilação natural na orientação Norte/Sul pode ter influência da época do ano em que o questionário foi aplicado, neste caso no verão, onde a ventilação para esse período em Brasília é predominante da direção norte e noroeste.

Questionados acerca do desconforto devido à iluminação artificial existente (**questão A6**), a maioria dos usuários nunca sente desconforto (33%) ou sente pouco desconforto (30%) com o uso desse sistema (Figura 6.4).

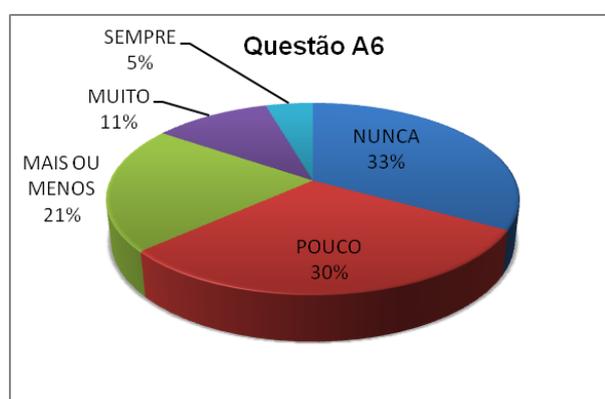


Figura 6.4 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A6

Através da análise de variância foi possível inferir que os resultados são influenciados pela tipologia de fachada, sendo a tipologia B (ambas as fachadas com janelas isoladas) considerada a mais desconfortável.

O desconforto devido ao uso do ar condicionado foi tratado na **questão A7**, cujo resultado da análise de variância apontou que não houve diferenças significativas entre as médias encontradas para orientação e tipologia de fachada, o que nos faz concluir que o desconforto independente desses fatores. Segundo a frequência de respostas, demonstrada na figura 6.5, há um equilíbrio entre as sensações de conforto e desconforto que pode ser gerado pelas diferentes temperaturas de conforto suportadas pelos usuários.



Figura 6.5 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A7

Os usuários foram questionados a cerca da quantidade de radiação solar direta que penetra no ambiente de trabalho (**questão A8**), sendo considerada, pela maioria dos entrevistados, como uma quantidade boa (40%), como pode ser visto na figura 6.6.

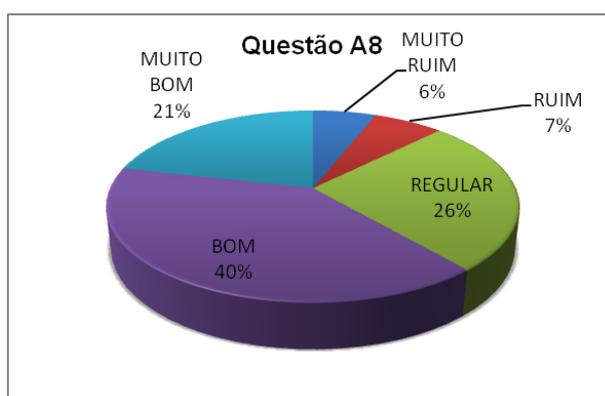


Figura 6.6 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A8

A análise de variância revelou uma interação entre a tipologia da fachada e a orientação, mas havendo somente diferenças significativas nas médias da orientação no sentido que a orientação Norte/Sul foi a mais positivamente avaliada, o que coincide com a literatura (FROTA & SHIFFER, 2001; MACIEL, 2006). Estas orientações, para a latitude de Brasília, recebem radiação solar durante o dia todo, sendo que a fachada sul recebe sol no verão e a fachada norte recebe sol durante o inverno e equinócios.

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

Já para a quantidade de iluminação difusa que entra pela janela (**questão A9**), não existe diferença significativa entre as orientações, enquanto a tipologia B (ambas as fachadas com janelas isoladas) foi a mais positivamente avaliada.

As frequências para essa questão estão demonstradas na figura 6.7, onde pode-se observar que a maioria dos usuários (39%) acham a quantidade de luz difusa boa.

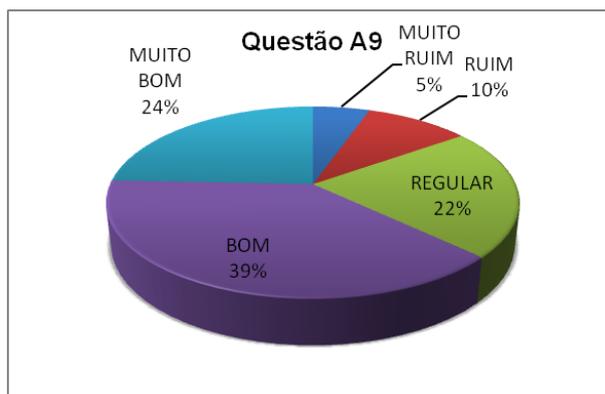


Figura 6.7 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A9

A **questão A10** visava avaliar o percentual de área de abertura na fachada que, para a maioria dos usuários, foi considerado bom (Figura 6.8), mas não houve diferenças significativas nas médias para a tipologia de fachada e para a orientação, embora haja uma forte interação entre esses fatores.

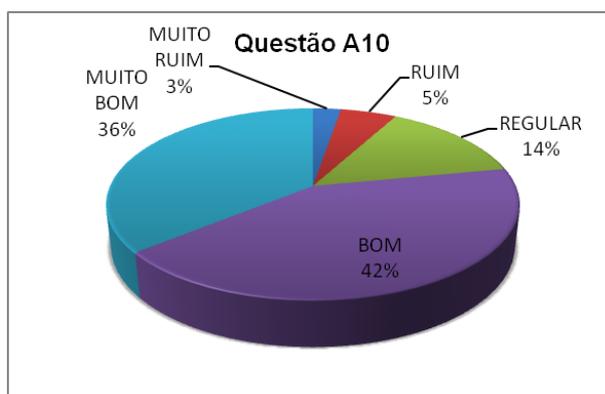


Figura 6.8 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A10

Para a **questão A11** que avaliou a quantidade de ventilação natural nos dias quentes, existe uma diferença entre as médias encontradas nas respostas por tipologia de

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

fachada e por orientação, onde a tipologia B (ambas as fachadas com janelas isoladas) e a orientação Norte/Sul foram as mais positivamente avaliadas, havendo interação entre esses dois fatores. Na figura 6.9, destacam-se as frequências de ocorrência das respostas para essa questão.

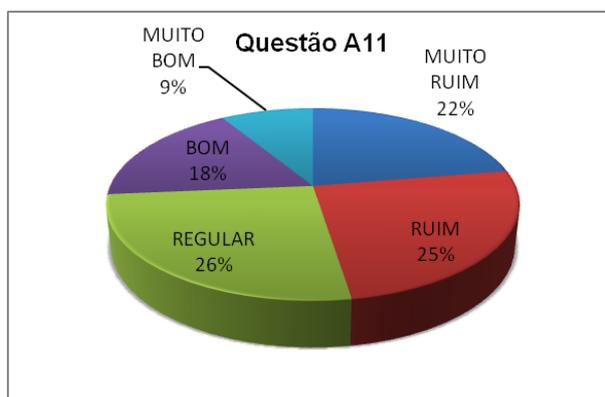


Figura 6.9 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A11

Para a quantidade de ventilação nos dias frios (**questão A12**), a frequência das respostas (Figura 6.10) destacou que a maioria (38%) dos usuários consideram a quantidade boa. A análise de variância revelou interação entre a tipologia da fachada e a orientação, no sentido que as diferenças entre esses fatores são significativas, sendo a tipologia D (ambas as fachadas protegidas por brises verticais) e a orientação Norte/Sul as mais positivamente avaliadas.

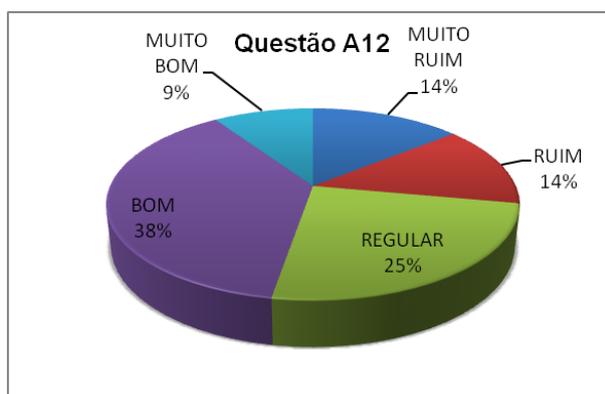


Figura 6.10 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A12

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

Cabe destacar que a quantidade de ventilação para os dias frios em Brasília deve ser reduzida, devido às baixas temperaturas, o que pode ter influenciado nas respostas, já que a orientação Norte/Sul não recebe muita ventilação nesse período.

A **questão A13** diz respeito à quantidade de ventilação para renovação do ar, que foi considerada regular (25%) e boa (25%) pela maioria dos respondentes (Figura 6.11).

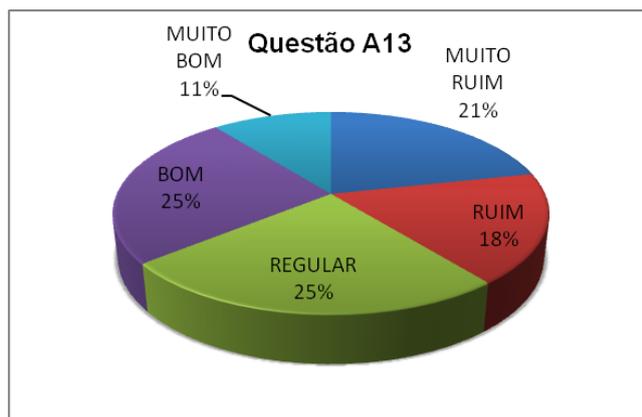


Figura 6.11 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A13

A análise de variância revelou interação entre a tipologia de fachada e a orientação, onde existe diferenças significativas entre esses fatores, sendo a melhor avaliação dada à tipologia D (ambas as fachadas protegidas por brises verticais) e à orientação Norte/Sul, o que coincide com a resposta da questão A5 para o aproveitamento da ventilação natural. Esse resultado pode ser explicado pela utilização dos brises para o sombreamento da fachada permitindo a abertura das janelas para a ventilação.

A temperatura do ambiente nos dias quentes (**questão A14**) foi considerada de regular (27%) a ruim (26%) pela maioria dos usuários (Figura 6.12).

Conforme a análise de variância para a questão A14, não existem diferenças significativas entre as orientações e sim na tipologia de fachada, onde a tipologia A (ambas as fachadas com cortina de vidro) foi a mais positivamente avaliada.

Se analisarmos somente a tipologia de fachada, a resposta seria uma contradição devido ao fato de que a tipologia A é a que possui maior área de incidência de

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

radiação. No entanto, devemos considerar que essa tipologia é a que mais utiliza o ar condicionado, situação comprovada no local, o que pode ter mascarado os resultados, já que a temperatura é controlada pelos usuários.

Se considerarmos a segunda melhor avaliada, a tipologia D (ambas as fachadas com brises), podemos concluir que o uso do elemento de proteção, que favorece o maior aproveitamento da iluminação e ventilação natural, tende a diminuir as temperaturas nos dias quentes, principalmente para a orientação Leste/Oeste.

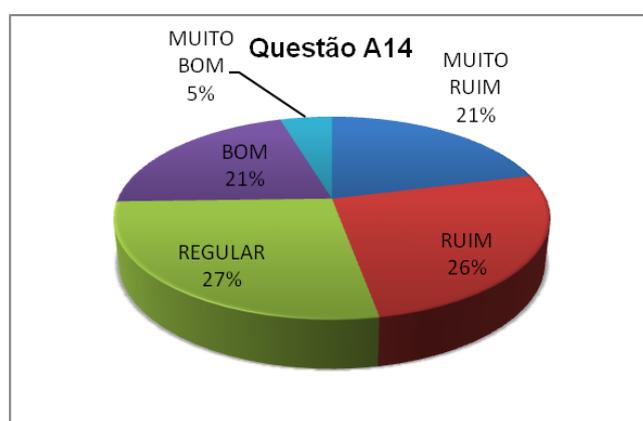


Figura 6.12 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A14

Já em relação à temperatura do ambiente nos dias frios (**questão A15**), não existe diferença entre as tipologias de fachada, mas existem diferenças nas médias das orientações, para qual a orientação Norte/Sul foi a melhor avaliada.

Isso se justifica, pois a fachada norte, nos dias frios, recebe incidência solar durante todo o dia, aquecendo os ambientes, e os ventos predominantes nesse período incidem predominantemente na fachada leste.

Com relação às frequências encontradas, os usuários consideraram a temperatura dos ambientes boa (40%) durante o período frio em Brasília (Figura 6.13).

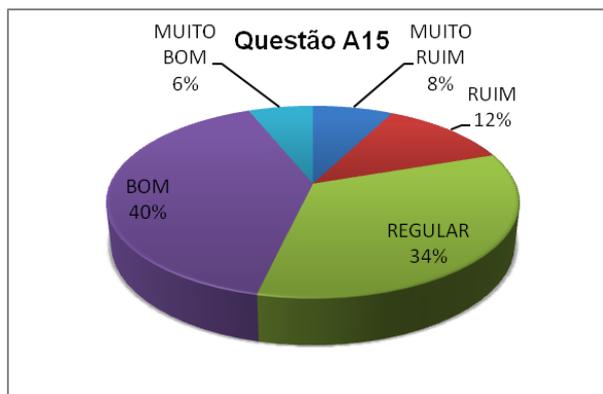


Figura 6.13 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão A15

6.1.2 Questões sobre a avaliação do uso dos dispositivos

Foi solicitado aos usuários que eles indicassem como as janelas permaneciam durante o uso do ambiente (**questão B1**) e a maioria (39%) indicou que estas ficavam sempre fechadas, conforme pode ser visto na figura 6.14.

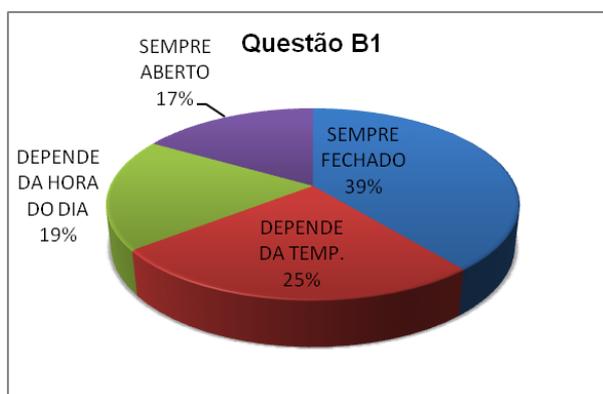


Figura 6.14 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B1

Na análise usando o Crosstab, obtiveram-se as frequências em relação à tipologia de fachada e orientação, descritas na figura 6.15. A variação nas respostas impede a conclusão de que há uma influência da tipologia de fachada e da orientação nas respostas.

Tomando como exemplo a Tipologia A (ambas as fachadas com cortina de vidro), os usuários do edifício orientado a Norte/Sul informaram em sua maioria que o fechamento das janelas dependia da temperatura, enquanto os usuários do edifício

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

orientado a Leste/Oeste, mantêm as janelas sempre fechadas, imposição da administração do condomínio para eficiência do ar condicionado, conforme informação dos próprios usuários.

Analisando os resultados individualmente, a tipologia que demonstrou maior interação no manuseio das esquadrias foi a tipologia D (ambas as fachadas com brise) e a orientação Norte/Sul, reiterando novamente o aproveitamento da ventilação natural, já demonstrado nas questões anteriores.

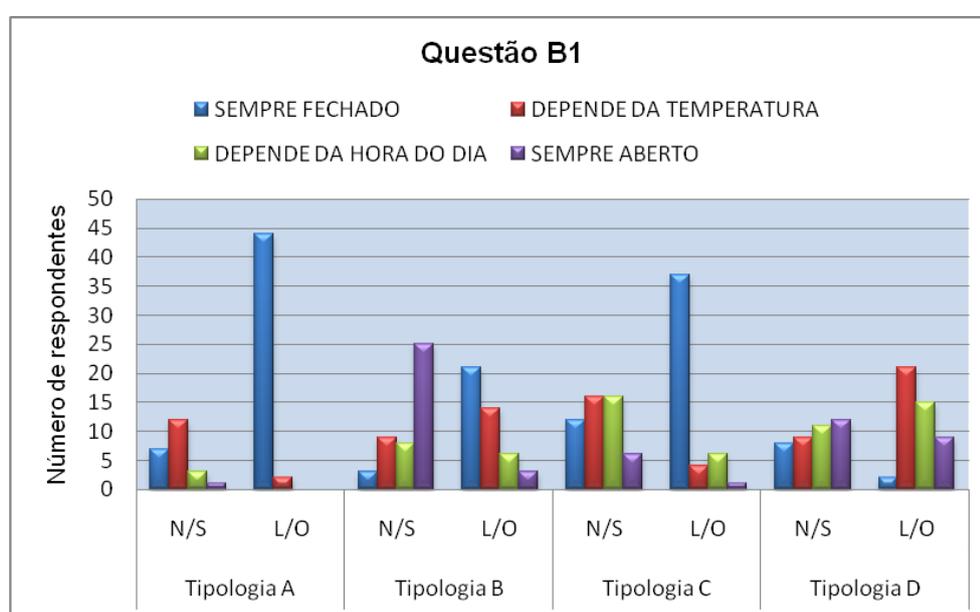


Figura 6.15 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B1, segundo a tipologia e a orientação

Em seguida, na **questão B2**, foi solicitado aos usuários que eles indicassem como os brises permaneciam durante o uso do ambiente e a maioria (52%) indicou que dependia da hora do dia, conforme pode ser visto na figura 6.16. Esta resposta reflete o uso relativamente adequado do dispositivo, visto que ele deve ser regulado de acordo com a hora do dia para permitir o sombreamento conforme a inclinação dos raios solares.

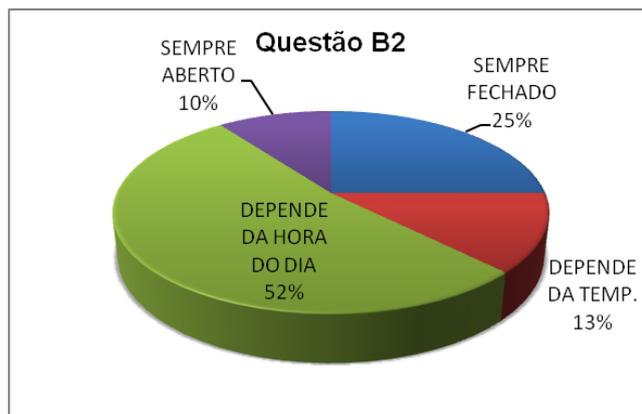


Figura 6.16 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B2

Cabe destacar que as respostas foram somente para as tipologias C (uma fachada com cortina de vidro e outra com brise vertical) e D (ambas as fachadas protegidas por brises verticais), pelos usuários situados nos ambientes cuja fachada possuía esse dispositivo.

Na figura 6.17, observa-se que os usuários costumam interagir com o dispositivo de proteção solar, sendo que a tipologia C, na orientação Norte/Sul foi a que indicou maior interação seguida da tipologia D, na orientação Leste/Oeste. Isso nos faz concluir que a orientação não é fator determinante para a maior ou menor interação do usuário com o elemento de proteção solar.

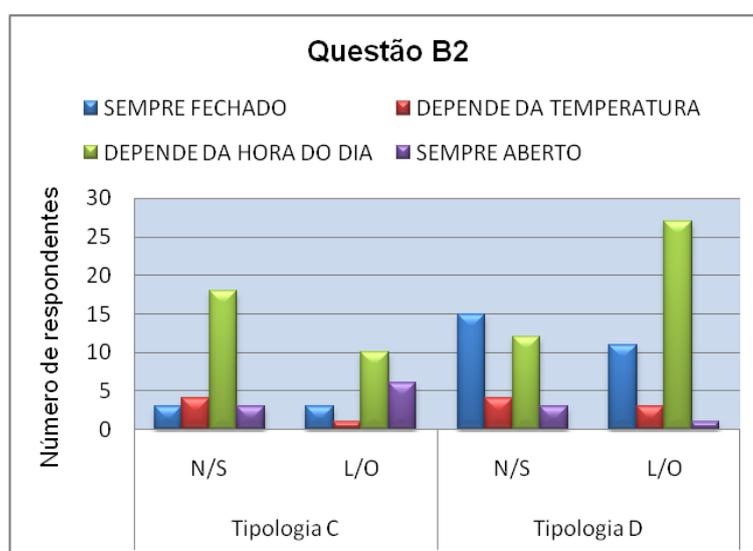


Figura 6.17 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B2, segundo a tipologia e a orientação

Na **questão B3**, foi solicitado aos usuários que indicassem como as persianas e cortinas permaneciam durante o uso do ambiente e a maioria (50%) indicou que dependia da hora do dia, conforme pode ser visto na figura 6.18. Ainda assim, o percentual de usuários que informaram que estes dispositivos permanecem sempre fechados foi de 26%, o que implica o uso inadequado, pois independente da quantidade de radiação, não há interação com o dispositivo.

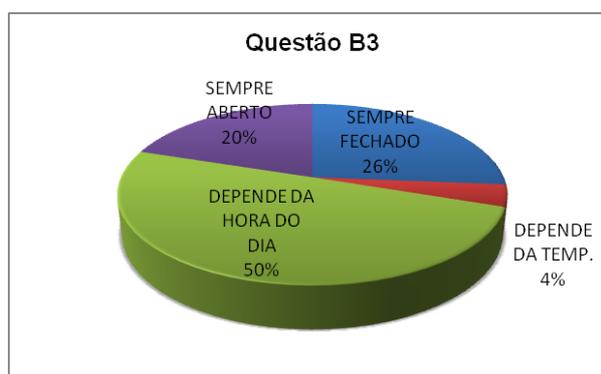


Figura 6.18 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B3

A figura 6.19 mostra a interação dos usuários com o dispositivo de proteção interna classificada segundo a tipologia de fachada e a orientação, onde, proporcionalmente ao número de respostas, a tipologia C (uma fachada com cortina de vidro e outra com brise vertical) na orientação Norte/Sul é a que possui maior interação do usuário com o dispositivo.

Os usuários dos edifícios orientados a Leste/Oeste costumam movimentar as persianas e cortinas conforme a hora do dia, exatamente devido à insolação incidente se dá em um único período, possibilitando a abertura desses dispositivos no período em que não há insolação direta.

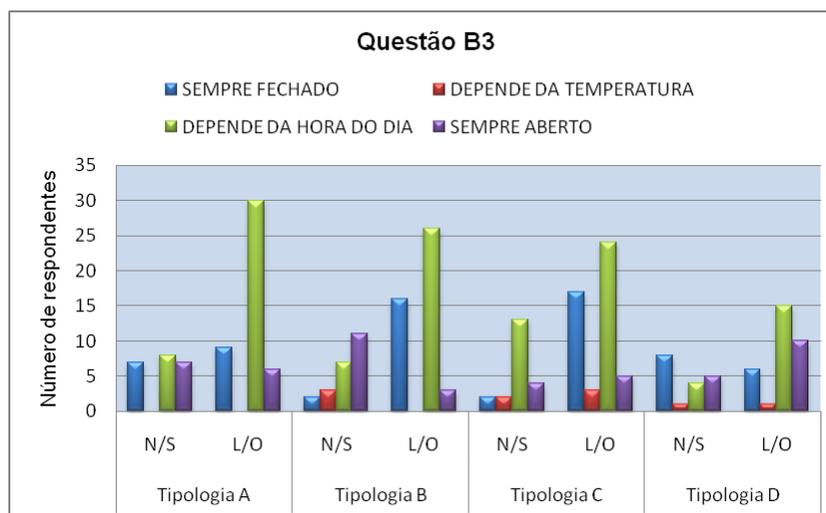


Figura 6.19 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B3, segundo a tipologia e a orientação

A **questão B4** tratava da definição do período que as janelas eram abertas. Como pode-se perceber na figura 6.20, as janelas são abertas durante todo o dia em 39% dos casos, pela manhã em 17% dos casos, pela tarde em 5% dos casos e a depender da época do ano, 39% dos casos.

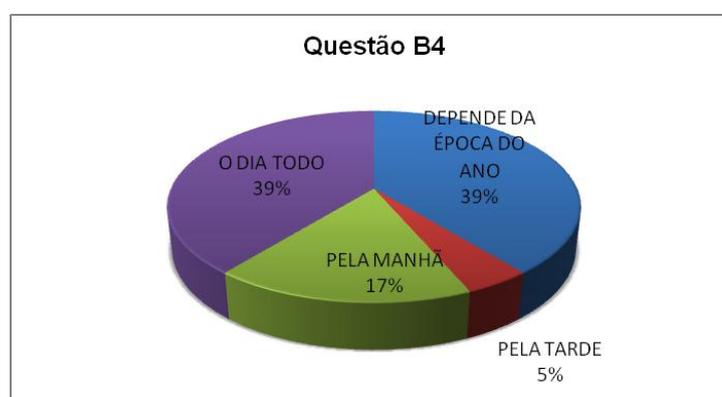


Figura 6.20 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B4

A figura 6.21 traz as frequências das respostas categorizadas conforme a tipologia de fachada e orientação, indicando que a depender da tipologia há diferenças no período de abertura das janelas. As janelas permanecem abertas por mais tempo na tipologia B (ambas as fachadas com janelas isoladas), na orientação Norte/Sul.

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

A tipologias B (janelas isoladas) na orientação Norte/Sul e a tipologia D (ambas as fachadas com brise), em qualquer orientação, são as que possuem o maior percentual de abertura durante todo o dia.

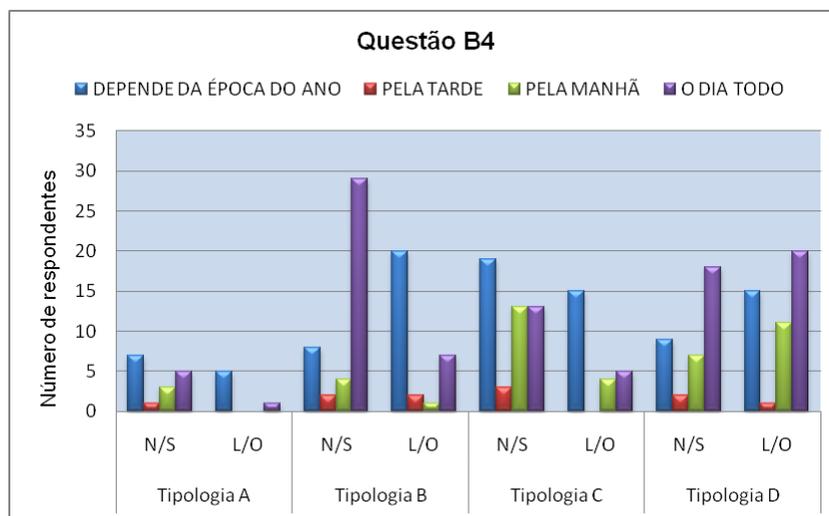


Figura 6.21 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B4, segundo a tipologia e a orientação

A **questão B5** traz o questionamento acerca do período de uso da iluminação artificial e, conforme esperado e comprovado no padrão de uso dos edifícios de escritórios (LAMBERTS et al., 2004), esse sistema permanece ligado o dia todo em 84% dos casos (Figura 6.22). Essa situação permanece independente da orientação ou tipologia de fachada (Figura 6.23).

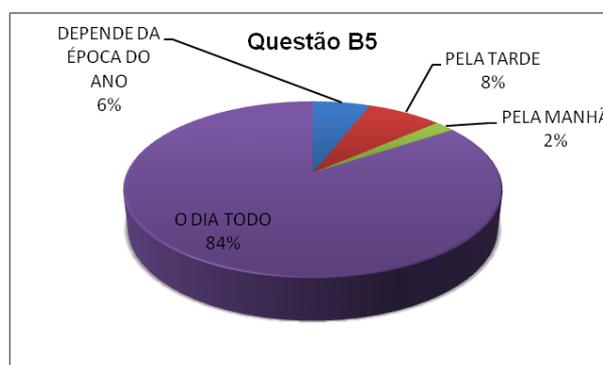


Figura 6.22 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B5

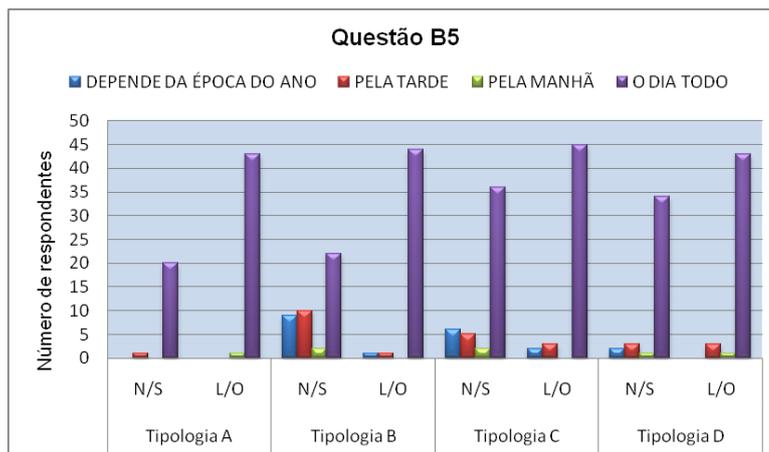


Figura 6.23 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B5, segundo a tipologia e a orientação

Da mesma forma, a **questão B6** traz o questionamento acerca do período de uso do ar condicionado e, conforme esperado e comprovado na prática dos edifícios de escritórios (LAMBERTS et al., 2004), esse sistema permanece ligado o dia todo em 55% dos casos, conforme figura 6.24.



Figura 6.24 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B6

Analisando o período de uso do ar condicionado segundo a tipologia de fachada e a orientação (Figura 6.25), somente a tipologia D (ambas as fachadas com brises) indicou uma predominância do uso do ar condicionado a depender da época do ano. Isso se justifica, pois essa foi a tipologia, conforme visto nas respostas anteriores, que mais aproveita a ventilação natural, manuseia as janelas e os brises e possui temperaturas mais adequadas para os dias frios ou quentes, o que nos faz concluir que, segundo os usuários, esta tipologia possui uma adequada condição de conforto ambiental.

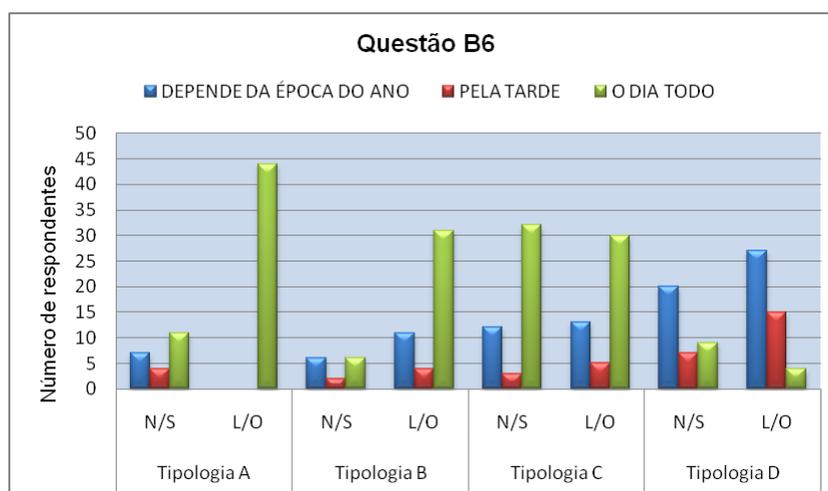


Figura 6.25 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B6, segundo a tipologia e a orientação

Os usuários foram questionados sobre os motivos pelos quais abriam as janelas do ambiente de escritório (**questão B7**) e a grande maioria indicou a ventilação (56%) e a renovação do ar (37%) como os motivos principais (Figura 6.26), independente da tipologia ou orientação da fachada (Figura 6.27).

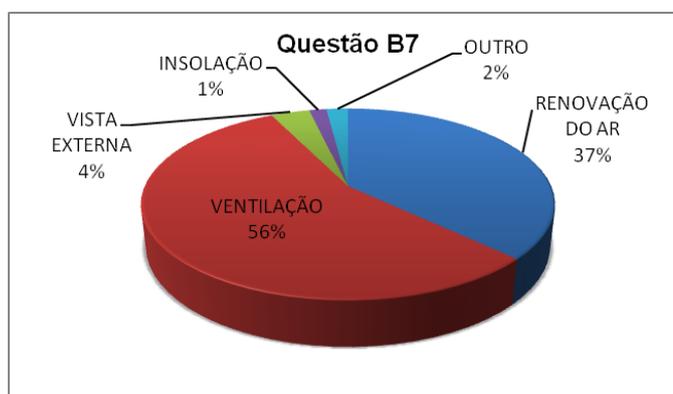


Figura 6.26 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B7

Baseada na escolha de tais motivos conclui-se que há uma valorização do uso da ventilação natural por parte dos usuários, o que contradiz a prática projetual que têm desenvolvido projetos que não permitem o aproveitamento da ventilação, sendo muitas vezes totalmente dependentes dos sistemas de resfriamento artificial.

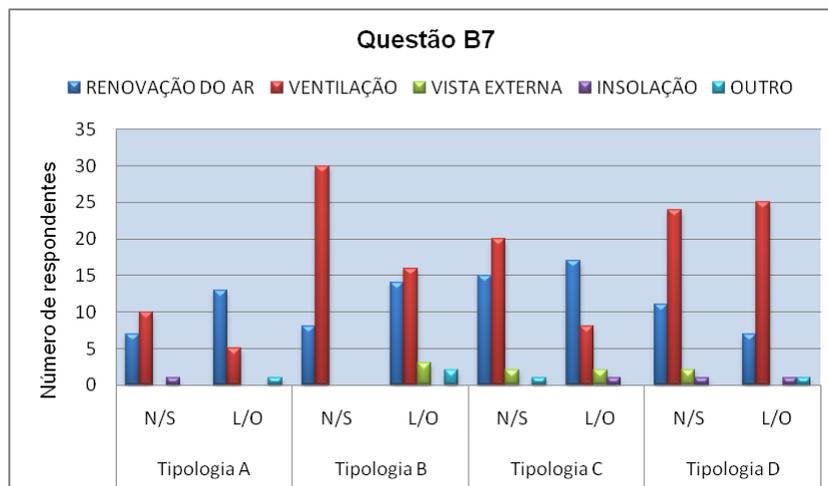


Figura 6.27 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B7, segundo a tipologia e a orientação

Na **questão B8**, o questionamento foi sobre os motivos pelos quais eles regulavam os brises, se existentes. Os motivos variaram, sendo os principais: a insolação (34%), a ventilação (30%) e a vista externa (18%) (Figura 6.28), destacando além do uso do brise para o controle da radiação solar incidente, uma valorização da necessidade de visualização do ambiente externo e o aproveitamento da ventilação natural.



Figura 6.28 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B8

A interação com o elemento de proteção solar é influenciada pela orientação da fachada (Figura 6.29), sendo que a preocupação com a insolação é maior na orientação Leste/Oeste. Isso porque, segundo Frota (2004), o projeto desses elementos, quando fixos, é mais complicado devido à inclinação dos raios solares, mais próximos à normal da fachada.

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

A ventilação, priorizada na orientação Norte/Sul, como motivo para a regulação dos brises também pode ser explicada pelo maior aproveitamento da ventilação natural dessas tipologias, fato já destacado na questão A5.

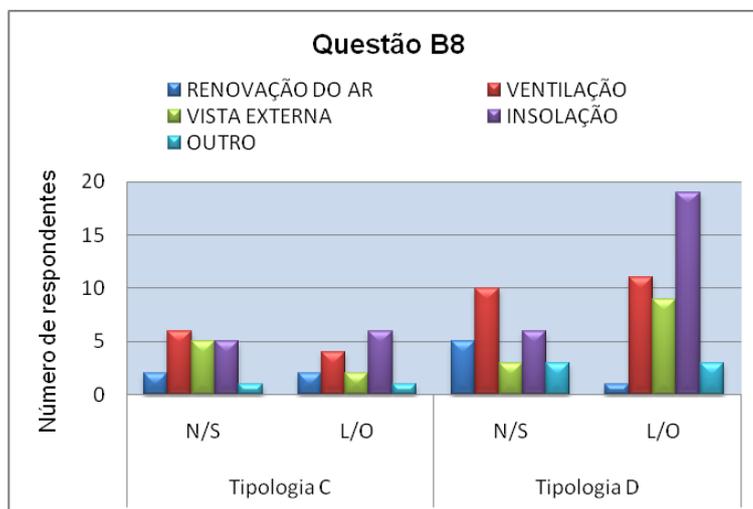


Figura 6.29 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B8, segundo a tipologia e a orientação

Na **questão B9**, os usuários descreveram os motivos pelos quais regulavam as proteções internas (persianas ou cortinas). Os motivos variaram, destacando os principais como sendo a insolação (42%) e a vista externa (26%) (Figura 6.30). Isso demonstra o uso desse elemento para controle solar, o que é inadequado do ponto de vista do conforto térmico, visto que não impede a penetração da carga térmica nos ambientes.

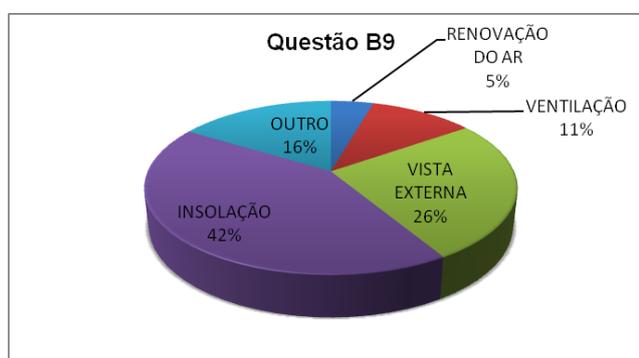


Figura 6.30 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B9

Importante destacar o fato de que os usuários das tipologias C e D afirmaram que o principal motivo para a regulação das proteções internas é a insolação (Figura 6.31), quando essas tipologias são caracterizadas pela existência de brises nas fachadas, elemento de controle solar.

A orientação Leste/Oeste tem a maior interação com o dispositivo devido à insolação exatamente porque possui a incidência da radiação solar um único período do dia, podendo aproveitar a iluminação difusa e a vista para o exterior no período oposto.

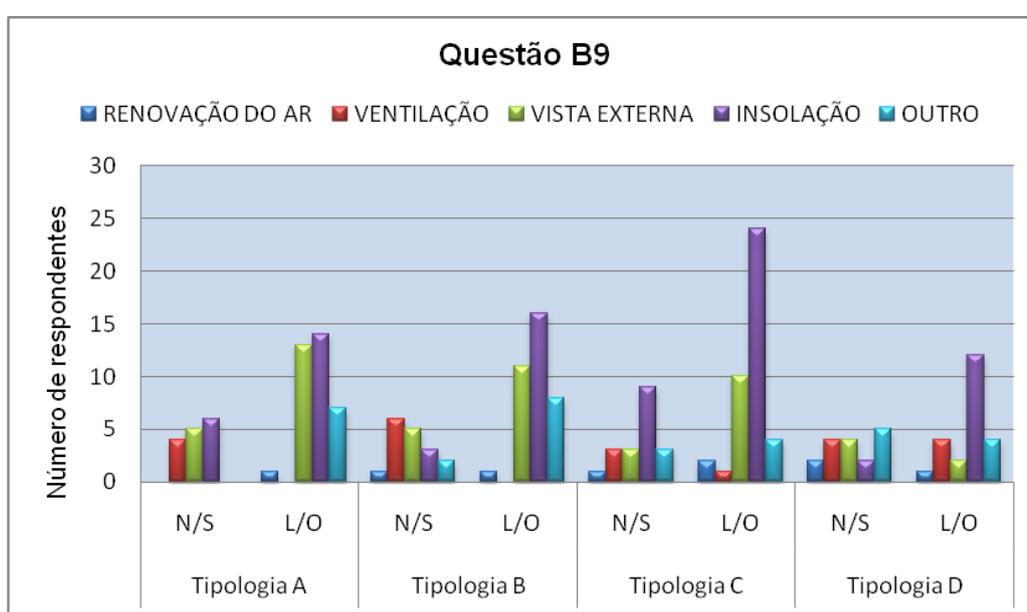


Figura 6.31 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B9, segundo a tipologia e a orientação

A **questão B10** solicitou aos usuários que informassem se eles abriam e fechavam as janelas durante o dia. A análise de frequência indicou que 43% dos usuários, costumam abrir e fechar as janelas durante o dia (Figura 6.32).

A análise de variância nos leva a concluir que a tipologia da fachada e a orientação interferem neste fato, no sentido que a tipologia D (ambas as fachadas protegidas por brises verticais) e a orientação Norte/Sul são as mais positivamente avaliadas.

Como demonstrado na questão A5, a tipologia D é a que mais aproveita a ventilação natural, por possuírem elementos de proteção solar, assim como a orientação Norte/Sul. O fato dessa orientação ter uma maior frequência na abertura das janelas,

pode ter influência na época do ano em que o questionário foi aplicado, neste caso no verão, cuja ventilação predominante é norte e noroeste.

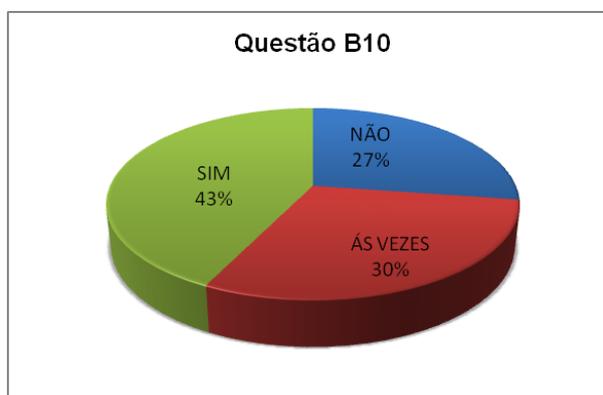


Figura 6.32 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B10

A **questão B11** trata da possibilidade de reclamação por parte dos usuários quando as janelas são abertas ou fechadas no ambiente, gerando uma frequência muito próxima entre as respostas, como pode ser visualizada na figura 6.33.

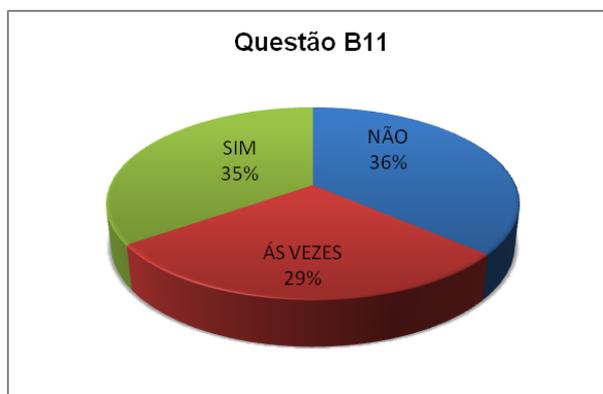


Figura 6.33 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B11

Para este questionamento, não existe diferença entre as tipologias de fachada, enquanto para a orientação a diferença entre as médias foram significativas no sentido que a orientação Norte/Sul é a melhor analisada, gerando menores reclamações.

Em relação à existência de reclamações quando os brises são movimentados (**questão B12**), conclui-se pelo levantamento das frequências (Figura 6.34), que a maioria dos usuários não costuma se importar com essa atitude, principalmente para orientação

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

Norte/Sul, que como pode ser visto na questão B2 e B8, foi a orientação com maior interação com esses dispositivos para o aproveitamento da ventilação natural.

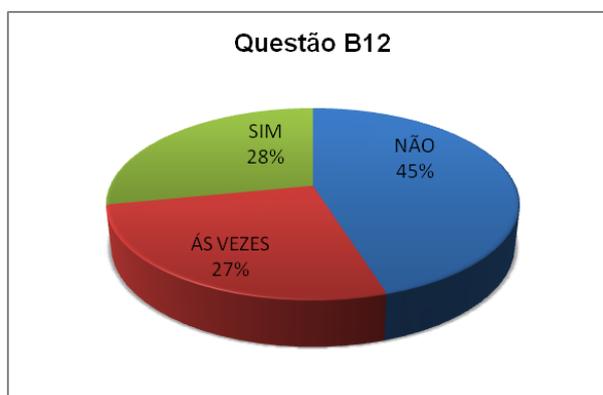


Figura 6.34 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B12

Com relação à regulagem das cortinas e persianas existentes no ambiente (**questão B13**), não existe diferença entre as orientações, mas sim entre as tipologias de fachada, onde os usuários da tipologia C (uma fachada com cortina de vidro e outra com brises verticais) são os que mais fazem uso desse controle. Isso pode ser explicado pelo fato dessa tipologia aproveitar a ventilação natural e, portanto, abrir as proteções internas por esse motivo. As frequências de ocorrência estão indicadas na figura 6.35.

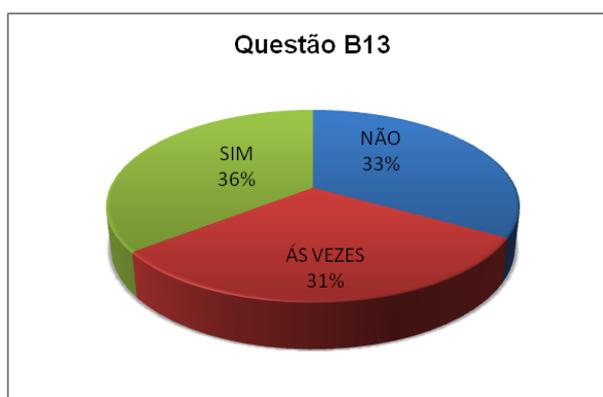


Figura 6.35 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B13

A **questão B14** diz respeito à atitude dos usuários em fechar as esquadrias devido à incidência de ruídos externos, onde se percebe que a orientação não interfere nesta atitude, ao passo que a tipologia de fachada revelou diferenças significativas no sentido que a tipologia A é a que menos sofre interferência dos ruídos externos, fato

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

que pode ser explicado pelo uso constante do ar condicionado e permanência das janelas fechadas.

Do total de respostas encontradas, 47% dos usuários não consideram a incidência de ruídos como motivo principal para fechar as esquadrias (Figura 6.36).

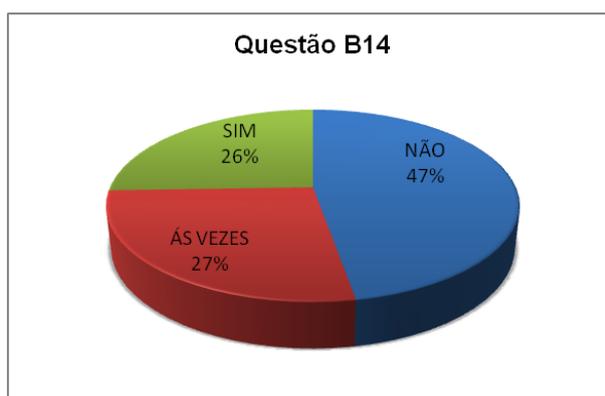


Figura 6.36 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B14

Ainda tratando dos ruídos externos, os usuários foram questionados se este fator interfere no aproveitamento da ventilação natural (**questão B15**), para qual a grande maioria (55%) disse não existir esse tipo de interferência, assim como, pela análise de variância se constatou não haver influência da orientação ou da tipologia de fachada nos resultados encontrados (Figura 6.37).

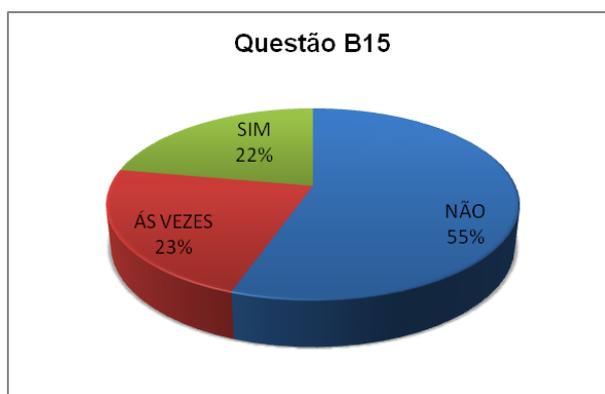


Figura 6.37 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B15

A **questão B16** tratou sobre a existência de reclamações quando o ar condicionado é ligado ou desligado, para a qual a grande maioria (55%) respondeu que sim (Figura

6.38), mas não citaram se era pelo fato de ser ligado ou de ser desligado, por isso somente com as frequências não podemos aferir com exatidão qual o real motivo das reclamações.



Figura 6.38 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B16

A análise de variância indicou haver influência da orientação e da tipologia de fachada nas respostas encontradas, para as quais a tipologia A (ambas as fachadas com cortina de vidro) e D (ambas as fachadas protegidas por brises verticais) são as que possuem maior número de reclamações, assim como a orientação Leste/Oeste.

Baseado nesta análise supõe-se que as reclamações na tipologia A são causadas pela dependência do uso do ar condicionado, que quando desligado provoca desconforto; e as reclamações oriundas da tipologia D seriam devido à utilização do ar condicionado, visto que é a tipologia que mais aproveita a ventilação natural.

A **questão B17** diz respeito à existência de reclamações quanto à iluminação artificial ser acesa ou apagada durante o período de uso do ambiente, onde a maioria (49%) indicou não haver reclamação nesse sentido (Figura 6.39). Para essa questão não existe a influência da tipologia de fachada ou da orientação no resultado.

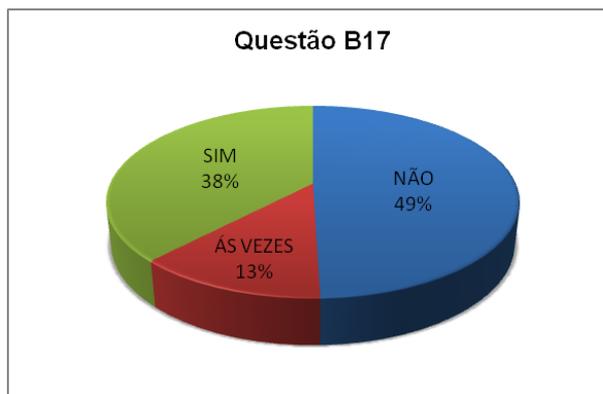


Figura 6.39 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B17

Na **questão B18** os usuários destacaram quais as dificuldades encontradas na movimentação do brise, sendo o principal deles a questão da falta de manutenção (40%), seguido da distância em relação ao peitoril (25%), do tipo de esquadria existente (22%) e o peso do elemento (13%) (Figura 6.40). Não houve influência da orientação ou da tipologia de fachada nas respostas encontradas.

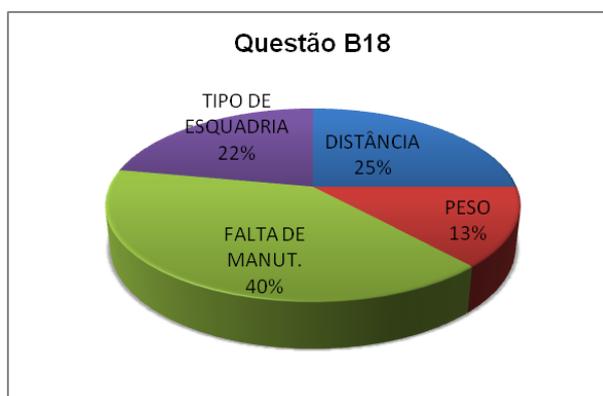


Figura 6.40 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B18

A existência de controles automatizados para a iluminação artificial foi tratada na **questão B19**, onde 98% dos usuários informaram não existir qualquer tipo de controle (Figura 6.41). Cabe destacar que os 2% de usuários que informaram a existência desses controles estavam se referindo aos interruptores ou *dimmers* existentes.

Conclui-se, portanto, que não existem sistemas de integração da iluminação artificial com a natural nesses edifícios e nenhuma preocupação com a diminuição dos custos

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

com energia elétrica provenientes do uso da iluminação artificial nos edifícios de escritórios.



Figura 6.41 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B19

A **questão 20** tratava da indicação do período do ano em o ar condicionado costumava ser ligado. Como esperado, a grande maioria (63%) informou que o sistema ficava ligado o ano todo (Figura 6.42).



Figura 6.42 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B20

Cabe destacar que para a tipologia D (ambas as fachadas protegidas por brises) o período de uso do ar condicionado é principalmente referente aos meses quentes (Figura 6.43).

Isso é um fator positivo que deve ser considerado. A existência de elementos de controle solar permite o efetivo sombreamento das fachadas, diminuindo a carga térmica no interior dos ambientes, além de possibilitar o uso da ventilação natural,

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

diminuindo os gastos energéticos com climatização artificial sem reduzir o conforto térmico dos usuários.

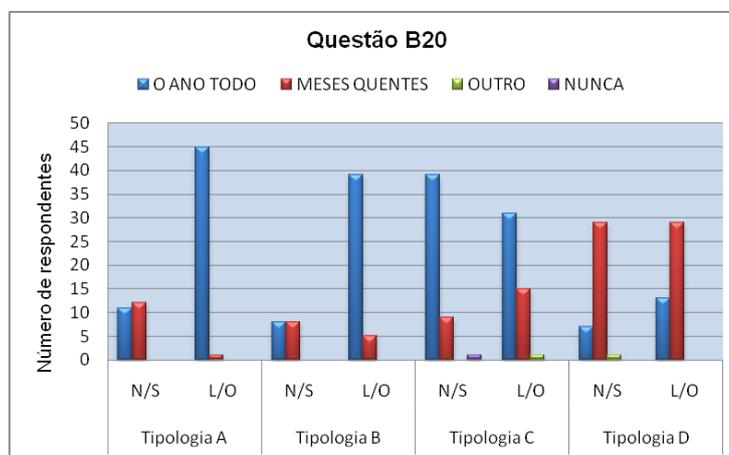


Figura 6.43 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B20, segundo a tipologia e a orientação

A vista para o exterior foi tratada na **questão 21**, onde os usuários determinaram sua importância como essencial em 68% dos casos, 23% se disseram indiferentes e 9% não achavam esse fator importante (Figura 6.44), independente da orientação ou tipologia de fachada.

Através dessas respostas, podemos concluir que a vista externa é um fator de grande importância para o usuário, fato que pode ser comprovado também nas respostas às questões B8 e B9, onde a vista externa foi citada como motivo para a regulação dos brises e das proteções internas.

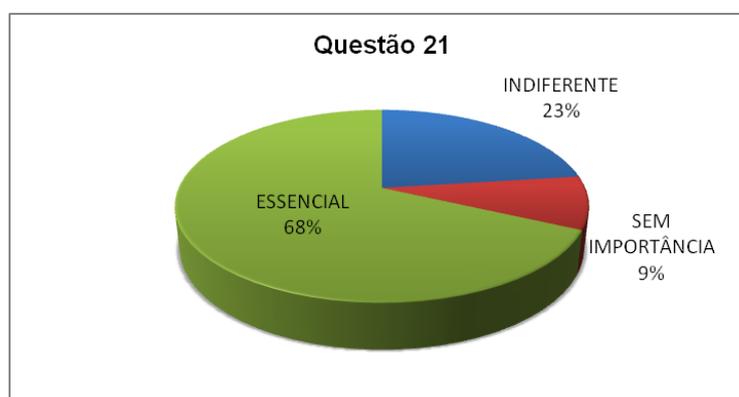


Figura 6.44 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B21

Também independente da orientação ou tipologia de fachada, os ruídos perturbadores foram destacados na **questão 22** como provenientes do exterior, em 52% dos casos, vindos de ambientes próximos, em 24% dos casos, e originados no próprio ambiente, em 24% dos casos (Figura 6.45).

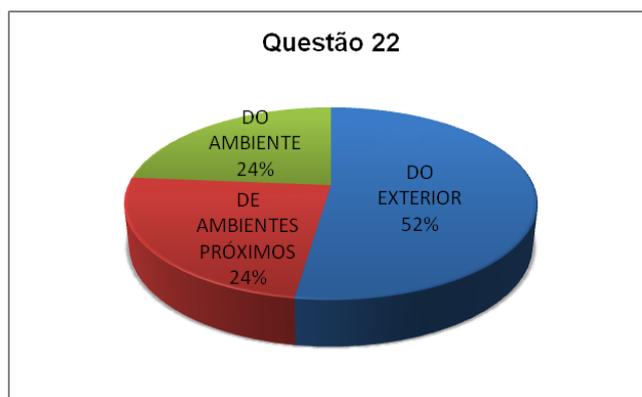


Figura 6.45 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B22

A **questão B23** foi relacionada à prática da movimentação dos brises e ficou constatado através das respostas que um grande percentual de usuários (39%) não costuma movimentar os brises durante o funcionamento do escritório (Figura 6.46).

Isso acontece devido às dificuldades encontradas para a movimentação dos brises, destacadas na questão B18. O percentual de usuários que sempre movimentam os brises (32%) ou aqueles que o fazem, mesmo esporadicamente (29%), tem como motivo a insolação, ventilação e vista para o exterior, conforme já explicitado na questão B8.

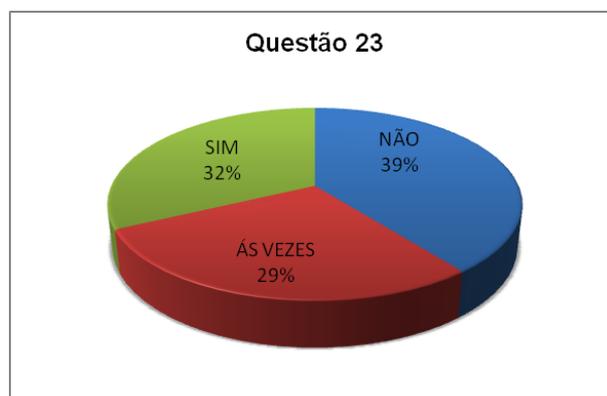


Figura 6.46 – Frequência de ocorrência das respostas para a questão B23

6.1.3 Análise e discussão dos resultados do levantamento com os usuários

Para um melhor entendimento dos resultados, as respostas obtidas para cada questão foram agrupadas de acordo com o tema abordado, perfazendo um total de 12 grupos de análise.

Inicialmente foram analisados os grupos cujas respostas não sofreram influência da orientação ou da tipologia da fachada ou que influenciariam na análise dos outros grupos.

- Percentual de área de janela na fachada (PAF):
Para os usuários não houve diferença nas percepções em relação ao percentual de área de janela na fachada (PAF) segundo a orientação ou tipologia, sendo considerada uma área boa pela maioria.
- Vista para o exterior:
Em relação à necessidade de vista para o exterior, 68% dos usuários determinaram-na como essencial o que comprova na prática de que as pessoas precisam ter contato com o ambiente externo.
- Iluminação artificial:
Questionados sobre o uso da iluminação artificial, os usuários informaram que esse sistema não possui controle automatizado, não gera desconforto, ficando ligado durante todo o dia para a maioria dos casos. Isso pode demonstrar que há uma dependência e até mesmo um hábito no uso desse sistema, pois, mesmo com o aproveitamento da iluminação natural, o sistema permanece ligado, conforme informado pelos usuários.
- Ruído:
O ruído, na maioria das vezes, é proveniente do exterior do edifício e não é considerado como um empecilho ao uso da ventilação natural, nem motiva o fechamento das esquadrias.

- **Desconforto por ofuscamento:**
Com relação ao desconforto por ofuscamento, a orientação de fachada não tem qualquer influência, no entanto as tipologias de fachada A e B (com cortina de vidro e janelas isoladas) são as que geram maior ofuscamento segundo a opinião dos usuários, pois não há nenhum elemento de proteção solar externo.
- **Persianas/cortinas:**
As persianas/cortinas são reguladas a depender da hora do dia, principalmente, na orientação Leste/Oeste, devido à insolação e a necessidade de visibilidade para o exterior. Em muito casos, há o aspecto negativo dessa proteções permanecerem fechadas durante todo o dia devido à alta incidência de radiação nas fachadas com cortina de vidro.
- **Brises:**
Os brises, quando existentes, muitas vezes não são movimentados devido à falta de manutenção e da distância para a janela. Os usuários que afirmaram regular o posicionamento dos brises, o fazem devido à necessidade de proteção da insolação, para aproveitamento da ventilação e para visualizar o exterior.
- **Luz natural:**
As questões do grupo referente à luz natural tratavam do seu aproveitamento por parte dos usuários e do grau de satisfação com relação à quantidade de luz solar direta e difusa que penetrava pelas janelas. Os resultados indicaram que os usuários usam pouco a luz natural (Figura 6.47) e, aqueles que a aproveitam, acham boa a quantidade de iluminação direta e difusa que penetra nos ambientes.
- **Ar condicionado:**
Nas tipologias A, B e C, o ar condicionado é utilizado, na maioria das vezes, o dia todo, durante todo o ano. Na tipologia D (ambas as fachadas com brise vertical), o ar condicionado é mais utilizado nos meses quentes, o que reitera a questão do melhor aproveitamento da ventilação natural.

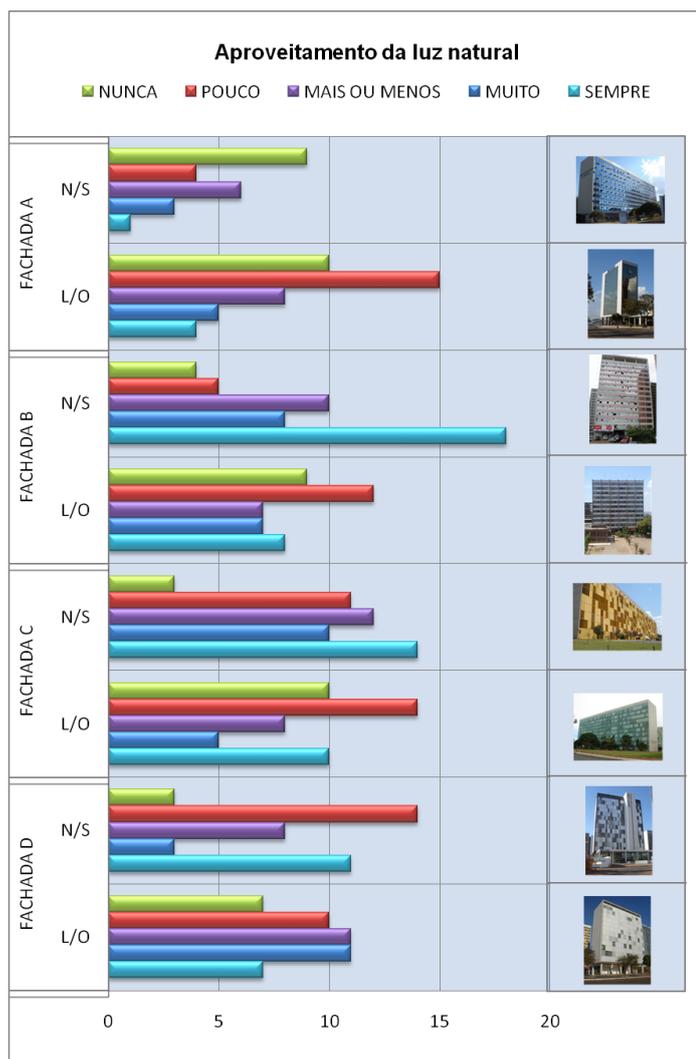


Figura 6.47 – Respostas sobre o aproveitamento da luz natural conforme a orientação e tipologia de fachada

- Temperatura interna:
A temperatura interna no interior dos ambientes foi considerada ruim nos dias quentes e boa nos dias frios. A tipologia A foi considerada com a melhor temperatura nos dias quentes, explicada pelo uso constante do ar condicionado, e a orientação Norte/Sul, independente da tipologia, para os dias frios.
- Janelas:
Para as tipologias A, B e C, as janelas permanecem fechadas na orientação Leste/Oeste e são abertas a depender da hora do dia ou da temperatura na orientação Norte/Sul. Para a tipologia D, com brises, há um costume de deixar as janelas abertas a maior parte do tempo nas fachadas Norte/Sul e esporadicamente,

dependendo da temperatura, na fachada Leste/Oeste. O principal motivo para abrir as esquadrias foi a ventilação e a renovação do ar.

- Ventilação natural:

A ventilação natural é mais bem aproveitada para as tipologias C e D, que possuem brises em pelo menos uma das fachadas, e nunca é utilizada para a tipologia A, caracterizada pelo uso da cortina de vidro (Figura 6.48). A tipologia D com orientação norte/sul foi a mais positivamente avaliada para o aproveitamento da ventilação natural, possuindo uma boa quantidade de ventilação para renovação do ar.

Com base nesta análise, podemos fazer algumas considerações acerca da percepção dos usuários e sua interação com o ambiente, destacando as diferentes tipologias de fachada e orientação:

A orientação Norte/Sul se apresentou mais adequada para o aproveitamento da iluminação e ventilação natural, enquanto a orientação Leste/Oeste teve o pior desempenho, do ponto de vista dos usuários, que costumam deixar as janelas e persianas fechadas, utilizando o ar condicionado por mais tempo.

O fato da orientação Norte/Sul ser considerada melhor do ponto de vista da ventilação natural contradiz as características do clima local, onde há uma predominância dos ventos na direção leste. Acredita-se que isso possa estar relacionado ao período em que os questionários foram aplicados (de dezembro a março), cuja predominância dos ventos para o período é da direção Noroeste, o que pode ter interferido nas respostas dos usuários.

No questionário não houve a indicação de qual era a orientação do ambiente que o respondente estava localizado, não sendo possível ordenar os resultados dessa forma, mas apenas pelos pares Norte/Sul e Leste/Oeste.

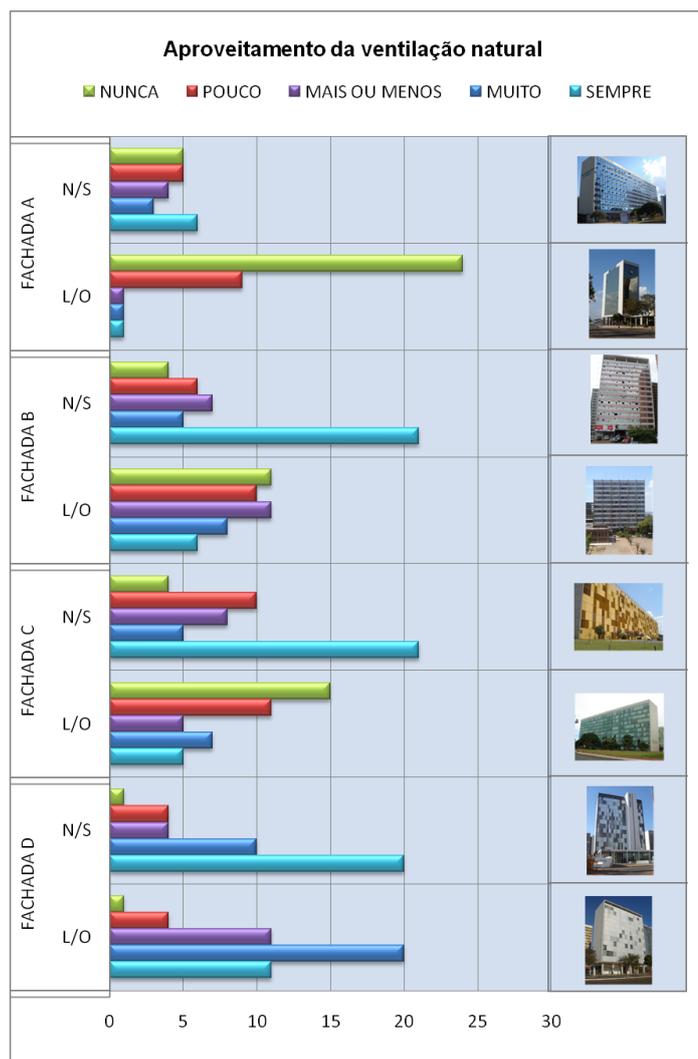


Figura 6.48 – Respostas sobre o aproveitamento da ventilação natural conforme a orientação e tipologia de fachada

A tipologia A (fachadas com cortina de vidro) apresenta alta incidência de radiação solar e problemas de ofuscamento, por isso utilizam persianas que normalmente não são reguladas. Essa solução implica no fechamento das janelas, o que impede o aproveitamento da ventilação natural e determina o uso do ar condicionado durante todo o dia.

A tipologia B (com janelas isoladas) gera uma situação de conforto para o usuário um pouco melhor em relação à tipologia anterior, devido ao percentual de área de abertura na fachada, mas ainda assim utiliza o ar condicionado boa parte do dia.

A tipologia C, por possuir uma das fachadas envidraçadas, tem problema com as temperaturas, que é resolvido com uso do ar condicionado, principalmente nos meses mais quentes. A fachada com brises foi indicada como uma boa solução do ponto de vista do conforto ambiental.

A tipologia D, com ambas as fachadas protegidas com brises, foi a mais bem avaliada, indicando aproveitamento da luz e da ventilação natural, mantendo janelas abertas e usando o ar condicionado somente nos meses mais quentes.

6.2 Avaliação através de simulação computacional

Para a avaliação das variáveis de projeto que influenciam na qualidade ambiental, foram feitas simulações computacionais que permitiram analisar de forma paramétrica as diversas situações ocorridas com a modificação dessas variáveis e determinar as soluções mais adequadas para o bom desempenho termo-energético em edifícios de escritórios em Brasília.

Como os resultados dos questionários para as tipologias A e B foram considerados os mais insatisfatórios, foram escolhidas as características projetuais que mais interferiram nessa situação como parâmetro de análise do desempenho termo-energético através da simulação computacional.

Dessa forma, para cada modelo foram modificadas as seguintes variáveis:

- o percentual de área de abertura na fachada – PAF;
- o tipo de vidro; e
- a orientação da fachada.

Conforme descrito no capítulo 3, os dados horários de temperatura do ar e umidade relativa encontrados nas simulações com o programa *Design Builder* foram tabulados numa planilha e inseridos no programa *Analysis Bio*, onde foi possível determinar o percentual de horas de conforto e desconforto para cada modelo simulado.

Com base nessas informações foi feita uma análise comparativa dos desempenhos dos diversos modelos em relação ao Percentual de Horas Ocupadas de Conforto, para avaliar as

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

situações mais adequadas do ponto de vista do desempenho ambiental, utilizando como limite mínimo o percentual de 80%, como definido pelo RTQ-C (INMETRO, 2009).

Cabe destacar que tal desempenho foi avaliado considerando os limites de temperatura do ar e de umidade relativa, estabelecidos na carta bioclimática de Givoni (1992) para a zona de conforto, definida com temperaturas variando entre 18°C e 29°C e umidades relativas entre 20% e 80%.

A análise das simulações com ar condicionado foi feita a partir do estudo comparativo entre os padrões de consumo energético anual para cada caso simulado. Os resultados foram compilados e apresentados no relatório de pesquisa de Giselle Chaim (CHAIM, 2009).

Os resultados apresentados a seguir foram divididos conforme os modelos de climatização simulados, considerando as orientações principais das fachadas, as opções de configuração de PAF e tipo de vidro.

6.2.1 Simulação computacional do ambiente sem ventilação

O primeiro caso simulado foi o ambiente de escritório sem uso de qualquer estratégia de resfriamento (passiva ou ativa), apenas sendo considerada uma taxa de infiltração constante de 0,1 renovações de ar por hora.

Essa opção foi selecionada no intuito de avaliar comparativamente o efeito da envoltória sobre o desempenho térmico do ambiente, baseado na modificação paramétrica do PAF e do tipo de vidro, além da orientação.

• Resultados para o percentual de horas de conforto

Os resultados horários de temperatura e umidade relativa das simulações foram inseridos no programa *Analysis Bio*, gerando as cartas bioclimáticas, onde foi possível perceber o maior percentual de horas de conforto para a orientação 198° (Figura 6.49) em relação à orientação 18° (Figura 6.50). As estratégias indicadas para ambas as orientações são as mesmas diferindo apenas no percentual estabelecido para cada uma delas, que são: uso da ventilação natural, alta inércia térmica para resfriamento, resfriamento evaporativo e uso do ar condicionado.

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

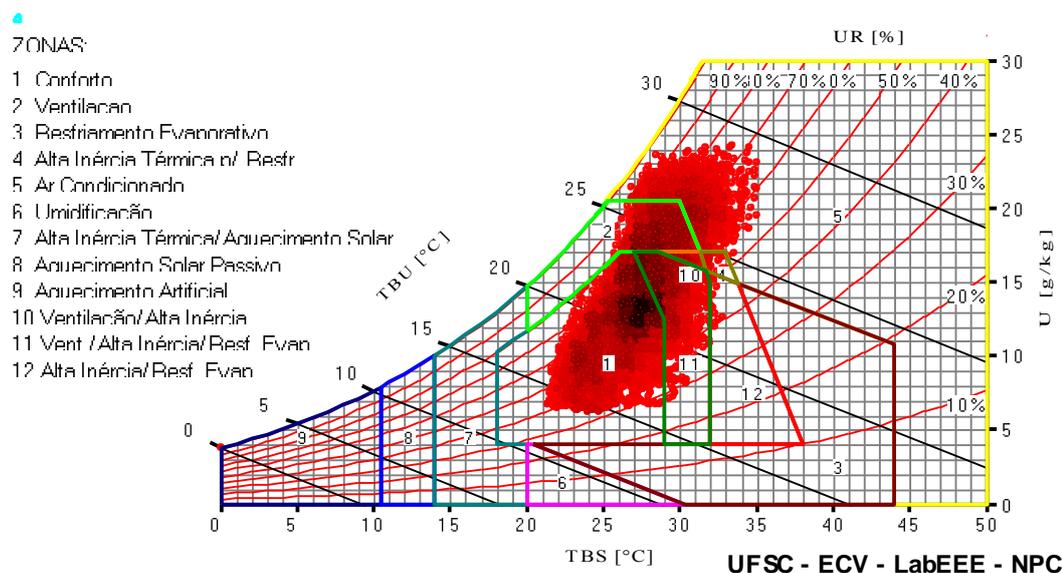


Figura 6.49 – Carta bioclimática para o modelo sem ventilação, orientação 198°, vidro refletivo e PAF de 50%

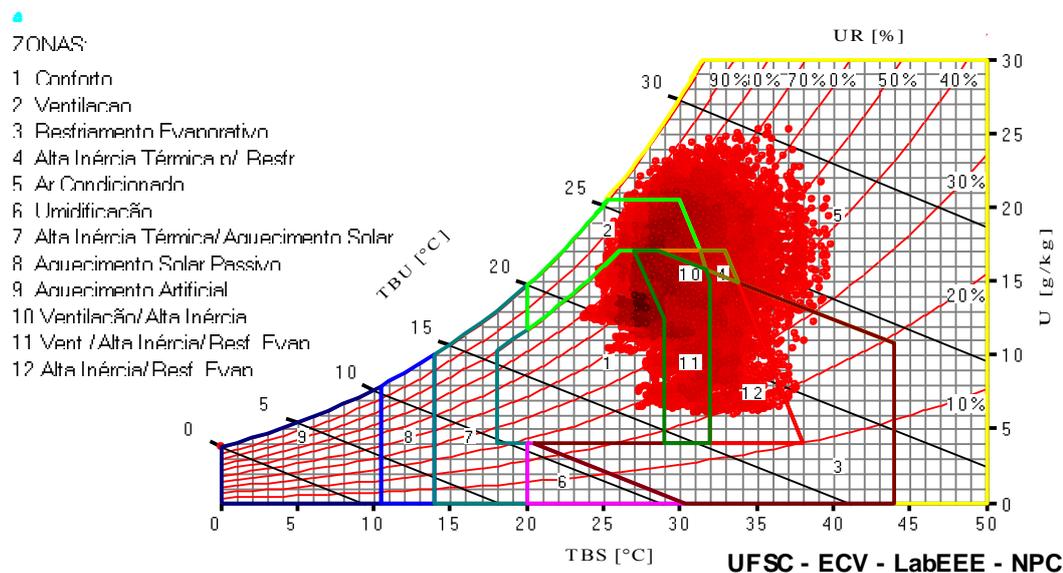


Figura 6.50 – Carta bioclimática para o modelo sem ventilação, orientação 18°, vidro refletivo e PAF de 50%

Com os valores dos percentuais de horas de conforto extraídos do programa *Analysis Bio* foi possível analisar comparativamente as quatro orientações, os tipos de vidro e PAF simulados, descritos na figura 6.51, onde podemos visualizar que o percentual de

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

horas de conforto se manteve sempre abaixo dos 80%, indicando desconforto para todas as alternativas simuladas.

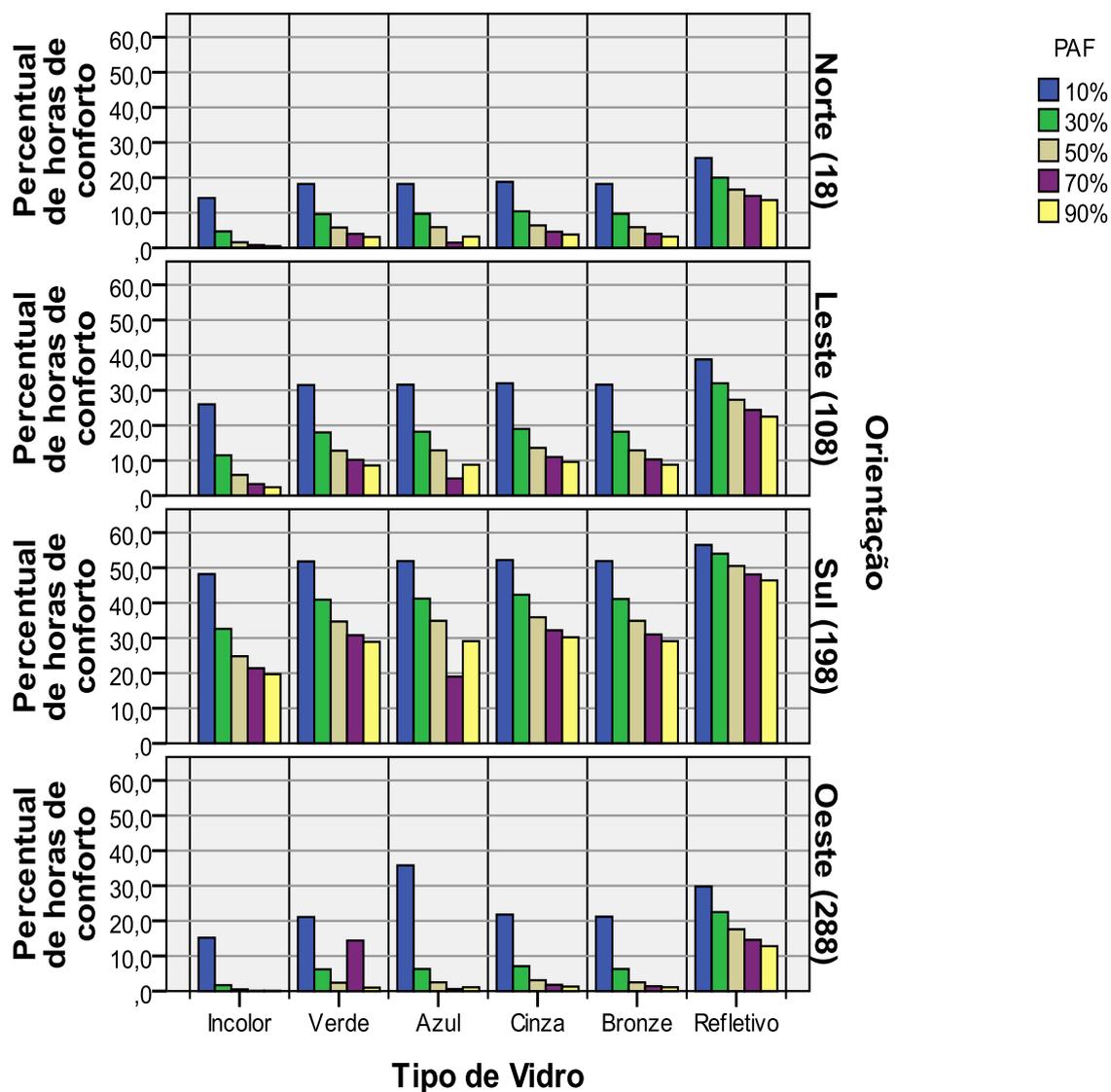


Figura 6.51 – Percentual de horas de conforto de acordo com o tipo de vidro, PAF e orientação da fachada para o ambiente sem ventilação

Para as quatro orientações simuladas, a orientação sul (198°) foi a que obteve o maior percentual de horas de conforto seguida pela orientação leste (108°). As orientações norte (18°) e oeste (288°) apresentaram o pior resultado, abaixo dos 30%.

Como esperado, em relação ao percentual de área de abertura na fachada, quanto maior o PAF menores são os percentuais de horas de conforto.

Os vidros pigmentados, bronze, cinza, verde e azul, tiveram um desempenho semelhante por conta das características de transmissão solar total (fator solar) similares. O vidro incolor teve o pior resultado, visto que é o tipo de vidro que possui o maior fator solar. O vidro refletivo possibilitou o melhor desempenho, já que permite que boa parte da incidência solar seja refletida e não penetre no ambiente.

- **Resultados para as temperaturas internas**

Considerando as temperaturas médias mensais, para as quatro orientações simuladas, quanto maior o percentual de área de janela na fachada (PAF), maior a temperatura interna do ar, visto que ocorre uma maior penetração de radiação solar para o interior do ambiente. Isso pode ser visualizado na figura 6.52, exemplo do desempenho do vidro cinza para a orientação 18°.

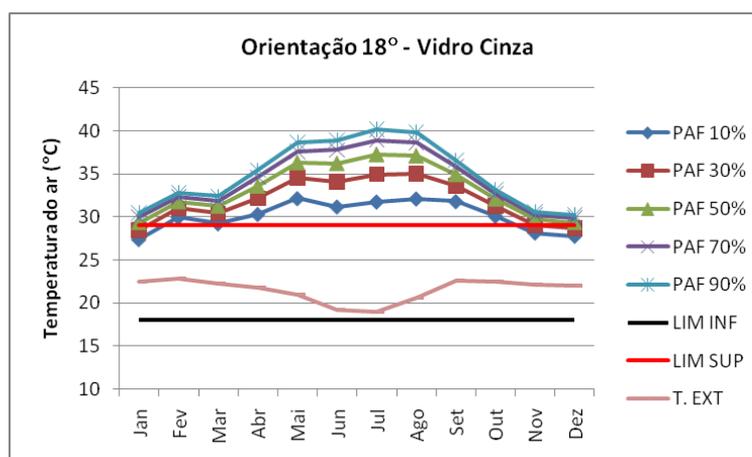


Figura 6.52 – Valores de temperaturas médias mensais para o vidro cinza e orientação 18°

Com relação ao tipo de vidro, o vidro incolor (Figura 6.53) permite maior transmissão de radiação para o interior do ambiente e com isso há um maior aumento da temperatura interna. O vidro refletivo (Figura 6.54) acarreta menores temperaturas internas e uma menor diferença de temperatura durante o ano, o que permite um maior controle, já que a solução a ser adotada para melhorar as condições térmicas poderá ser utilizada durante todo o ano nas mesmas condições.

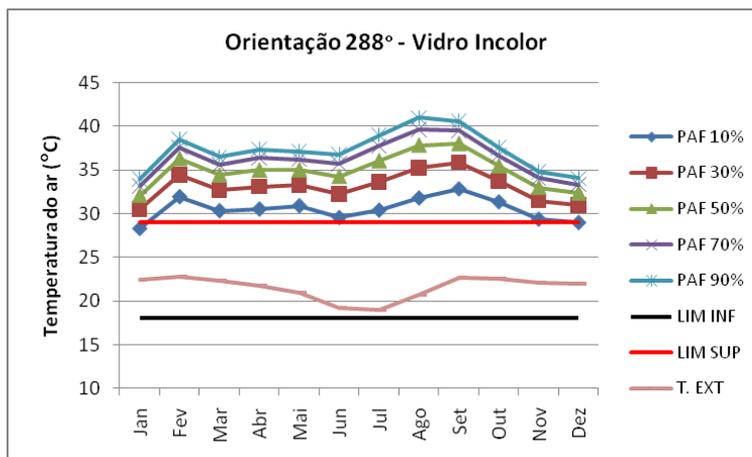


Figura 6.53 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro incolor e orientação 288°

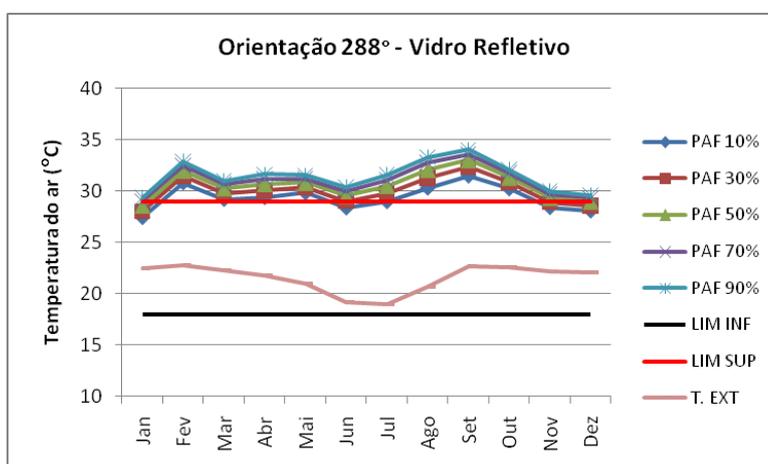


Figura 6.54 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro refletivo e orientação 288°

Orientação 18°

Para a orientação 18°, as maiores temperaturas encontradas foram entre o mês de maio e setembro, época seca em Brasília, quando a quantidade de radiação direta é maior.

O desempenho dos vidros incolores e pigmentados se mostrou ruim, gerando temperaturas em torno dos 40° C nessa época do ano, conforme pode ser visto na figura 6.55.

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

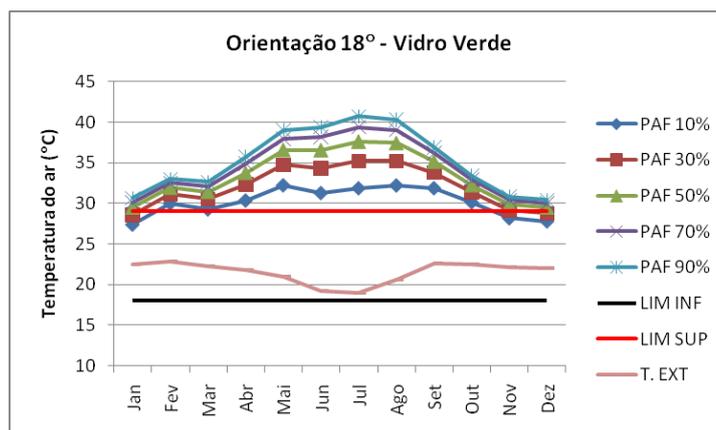


Figura 6.55 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro verde e orientação 18°

Para o caso do vidro refletivo, as temperaturas nos meses de outubro a março ficaram dentro da faixa de conforto para todos os PAFs simulados e as temperaturas ficaram abaixo dos 35°, menor se comparado aos outros tipos de vidros, demonstrando um melhor desempenho energético, o que indica que o vidro refletivo pode ser uma solução adotada para evitar um aumento de temperatura interna nos ambientes nessa orientação (Figura 6.56).

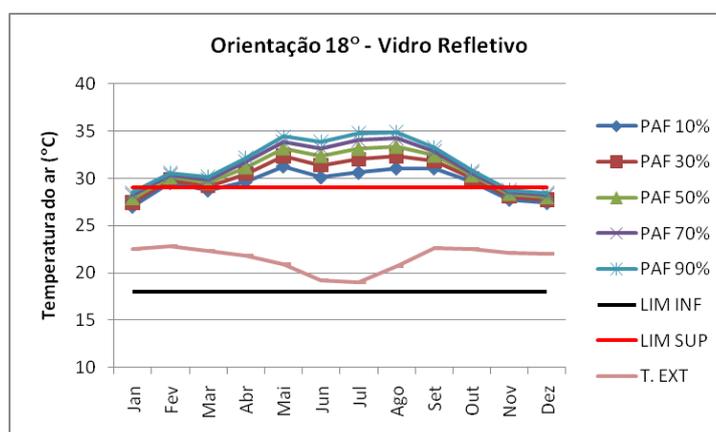


Figura 6.56 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro refletivo e orientação 18°

Para as diferentes áreas de abertura na fachada, o PAF de 10% atingiu temperaturas dentro da faixa de conforto nos meses de novembro a janeiro, assim como o PAF de 30% para os meses de dezembro e janeiro. Isso é consequência da nebulosidade, que aumenta a iluminação difusa, diminuindo a incidência de radiação direta no interior dos ambientes.

Orientação 108°

Para esta orientação há uma redução das temperaturas internas analisadas ao longo do ano em relação à orientação anterior. Além disso, as temperaturas internas acompanham a oscilação da temperatura externa.

Com o uso do vidro incolor (Figura 6.57) há um aumento da temperatura interna nos meses de verão, com destaque para o mês de setembro, considerado o mês mais quente na cidade. Para esta orientação há a necessidade de um cuidado maior na determinação do PAF, visto que o projeto de elementos de sombreamento é mais complicado devido à inclinação dos raios incidentes. Uma solução seria o uso do vidro refletivo, pois conforme pode ser visto na figura 6.58, esta solução permitiu uma redução significativa dos ganhos térmicos, principalmente para os casos com valor de PAF alto.

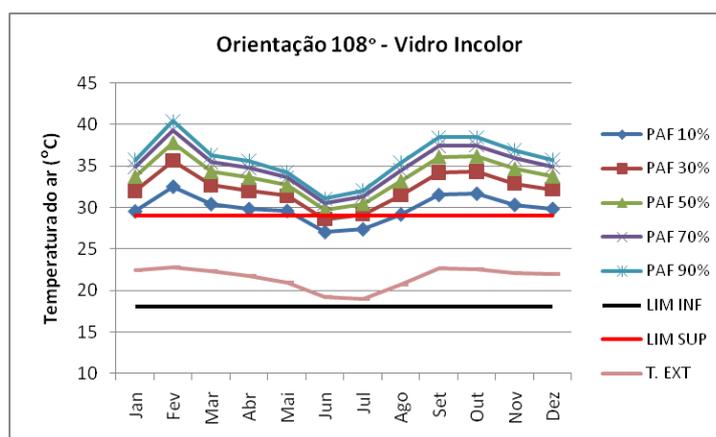


Figura 6.57 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro incolor e orientação 108°

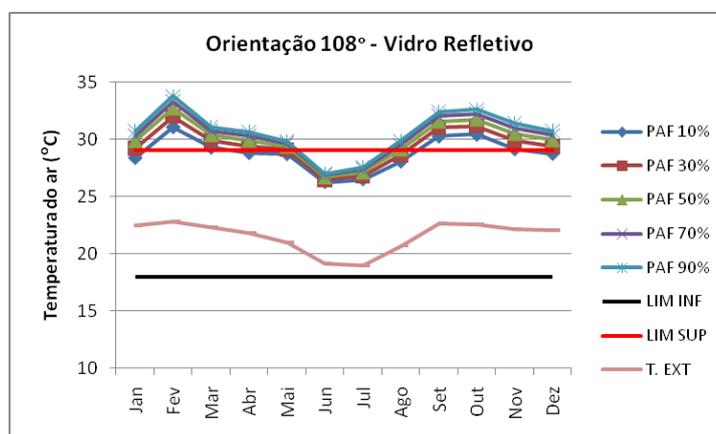


Figura 6.58 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro refletivo e orientação 108°

Orientação 198°

Para a fachada sul (198°), cuja maior incidência de radiação solar ocorre no verão, há um decréscimo significativo das temperaturas, em especial no período de inverno. Dentre todas as orientações simuladas, essa permitiu temperaturas mais baixas e um percentual maior dentro da faixa de conforto.

O vidro incolor e os vidros pigmentados tiveram seu melhor desempenho nessa orientação como pode ser comprovado através da figura 6.59.

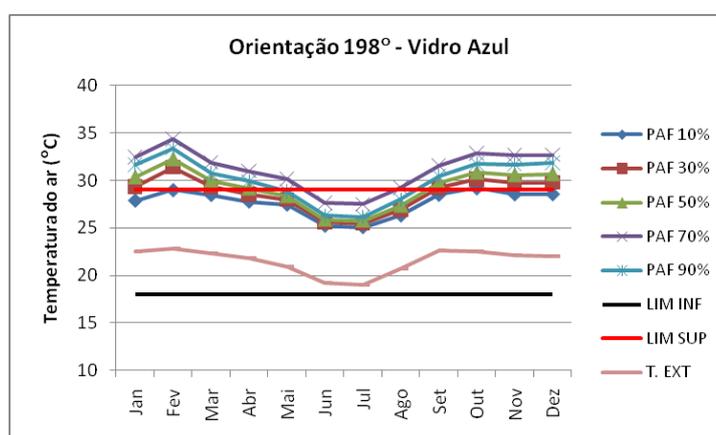


Figura 6.59 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro azul e orientação 198°

Nesta orientação, o uso do vidro refletivo auxiliou não só na redução das temperaturas internas, como também permitiu que as mesmas atingissem o intervalo de conforto grande parte do ano. Na figura 6.60 pode-se observar a diminuição da diferença entre as máximas e as mínimas, que ficaram entre 25°C e 30°C.

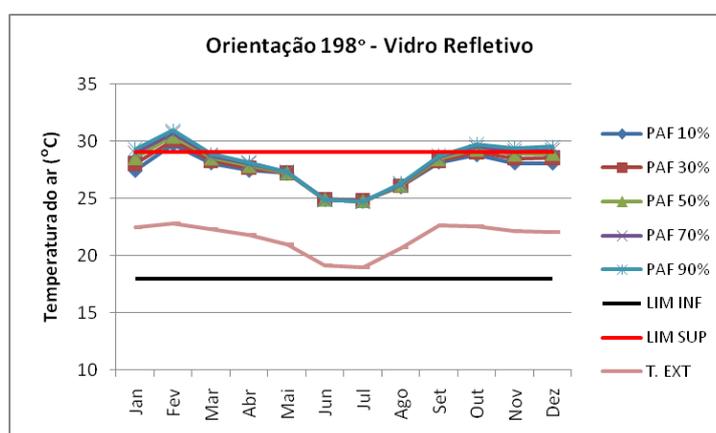


Figura 6.60 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro refletivo e orientação 198°

Orientação 288°

Para a orientação 288°, os valores de temperatura voltam a subir, atingindo o patamar dos 40° C, nos meses mais quentes em Brasília, agosto e setembro (Figura 6.61).

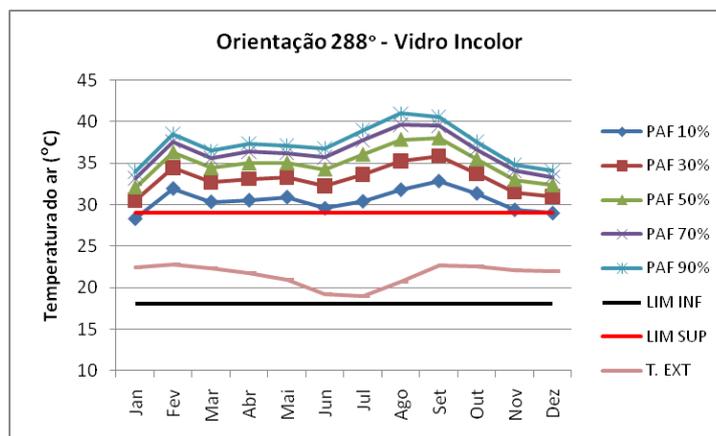


Figura 6.61 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro incolor e orientação 288°

Nessa orientação, para o vidro incolor e os pigmentados, somente o PAF de 10% permite temperaturas dentro do intervalo de conforto, nos meses de novembro a janeiro (Figura 6.62).

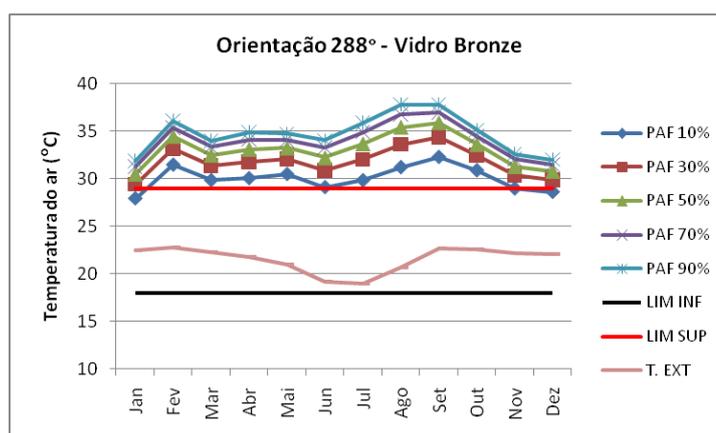


Figura 6.62 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro bronze e orientação 288°

Como nas outras situações, o vidro refletivo (Figura 6.63) melhora o desempenho energético do ambiente, diminuindo as diferenças entre as temperaturas máximas e

mínimas e aproximando os resultados para os diferentes percentuais de abertura na fachada.

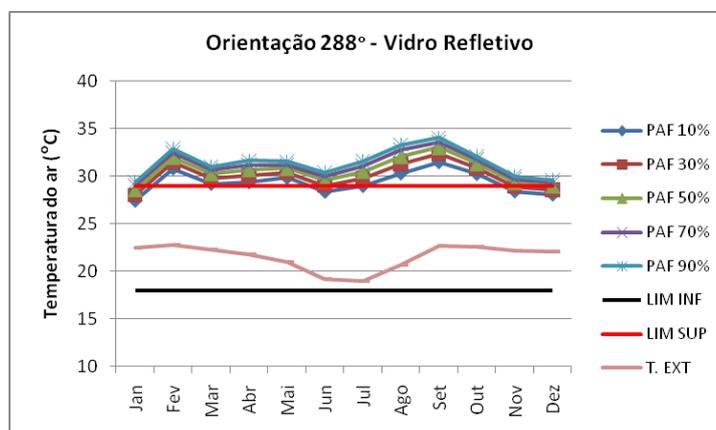


Figura 6.63 - Valores de temperaturas médias mensais para o vidro refletivo e orientação 288°

Importante destacar que essa situação, ambientes sem o aproveitamento da ventilação natural, ocorre na maioria dos edifícios de escritórios, que, seja por uma questão cultural ou imposta pelo projeto, são obrigados a abdicar do resfriamento passivo durante todo o período de funcionamento.

Fica evidente que as tipologias de fachadas com cortina de vidro, que, em muitos casos, não possuem esquadrias ou não são abertas por determinação da administração do condomínio, possuem um péssimo desempenho, mesmo com vidros refletivos, atingindo temperaturas fora da faixa de conforto, implicando como única solução o uso do ar condicionado.

6.2.2 Simulação computacional do ambiente condicionado artificialmente

O uso do ar condicionado é indicado para as situações onde as temperaturas se configurem muito elevadas e as estratégias passivas não consigam resolver o problema do desconforto nos ambientes.

Entretanto, sua utilização está cada vez mais difundida, principalmente devido à tipologia da cortina de vidro, bastante utilizada nos edifícios de escritórios, que,

conforme comprovado nas simulações sem ventilação natural, tem se tornado um único recurso para melhorar o desempenho térmico desses edifícios.

Partindo do pressuposto de que a maioria dos edifícios de escritórios não utiliza sistemas passivos de ventilação, optou-se por fazer o estudo do modelo utilizando o condicionamento de ar para avaliar a influência da orientação, do tipo de vidro e do percentual de área de abertura na fachada no consumo energético anual do ambiente e no percentual de horas de conforto.

- **Análise do percentual de horas de conforto**

Para a análise do percentual de horas de conforto, foi admitido também um valor mínimo de 80%, conforme definido na NBR 16401 (ABNT, 2008b).

Conforme pode ser visto na figura 6.64, para as orientações 108° e 198°, para qualquer tipo de vidro e PAF especificados, o percentual de horas de conforto ficou acima dos 80% recomendados. Para as orientações 18° e 288°, os PAFs de 70% e 90% ficaram na faixa de 60% a 80% de horas de conforto.

Embora seja definida uma temperatura de 24° C para o *set-point* do ar condicionado, houve diferenças nas temperaturas médias internas encontradas, nos levando a concluir que, apesar de durante todo o funcionamento do ambiente o ar condicionado permanecer ligado, as temperaturas que ocorreram no período da noite e nos finais de semana acabaram influenciando nas médias mensais de temperatura.

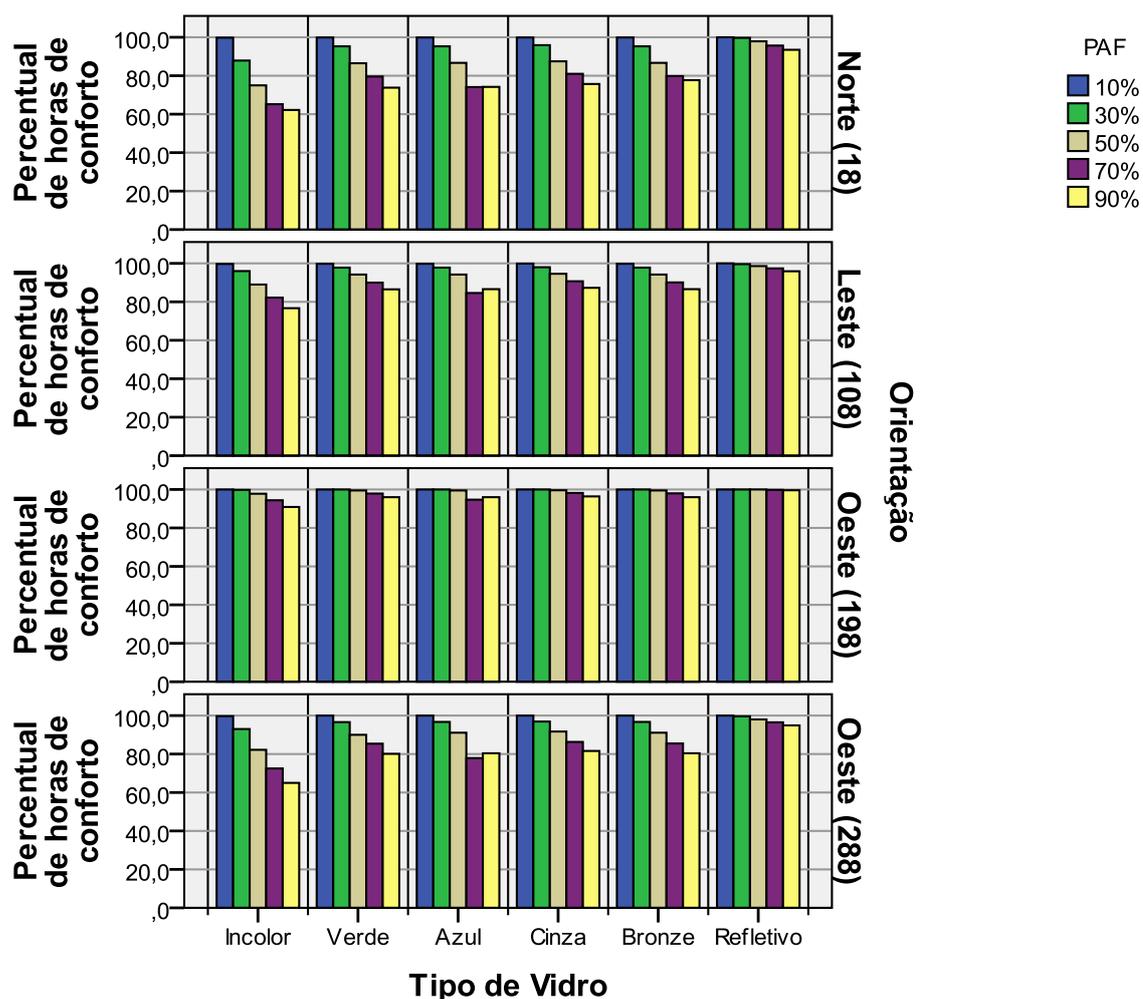


Figura 6.64 – Percentual de horas de conforto de acordo com o tipo de vidro, PAF e orientação da fachada para o ambiente com ar condicionado

- **Análise dos padrões de consumo energético**

Os resultados apresentados se referem à opção do modelo com uso de vidro incolor, visto que esse modelo apresentou desempenhos insatisfatórios em relação às temperaturas médias mensais dos ambientes, e foram relacionados com a variação do percentual de área de abertura na fachada (PAF).

Para os PAFs de 10% e 30%, o consumo de energia com ar condicionado permaneceu abaixo dos 12.000 KWh na maioria dos meses. Valores acima desse patamar ocorreram somente para os meses de fevereiro, setembro e outubro, nas orientações 108° e 288°.

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

Nos meses de junho e julho, o consumo fica em torno dos 8.000 KWh, pois é nesse período que acontecem as menores temperaturas em Brasília, implicando na redução do uso do ar condicionado e no menor consumo de energia para manter a mesma temperatura no interior dos ambientes.

Se observarmos os gráficos apresentados nas figuras 6.65 e 6.66, podemos identificar a mesma linha de tendência apresentada nos gráficos das temperaturas médias mensais dos ambientes sem ventilação natural (Figura 6.67). Isso comprova que quanto mais altas as temperaturas encontradas no interior dos ambientes, maior será o consumo de energia com condicionamento artificial, para manter o conforto dos usuários.

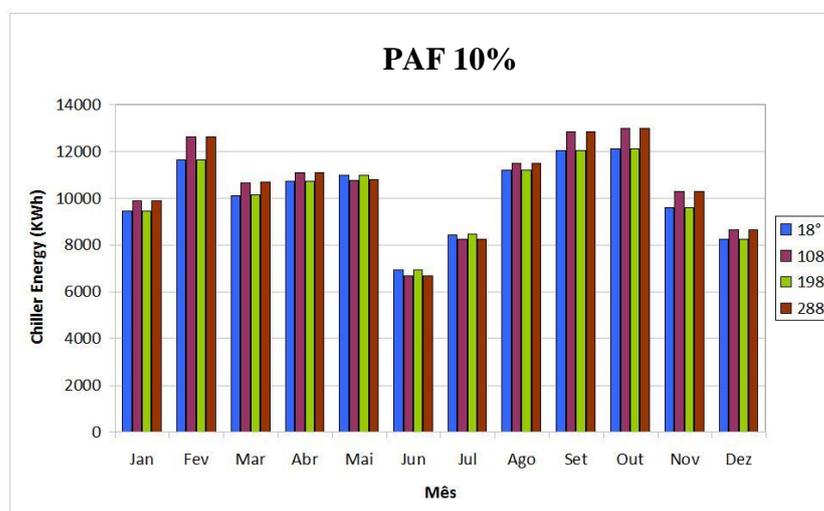


Figura 6.65 - Consumo energético dos aparelhos de ar condicionado para o PAF 10%.

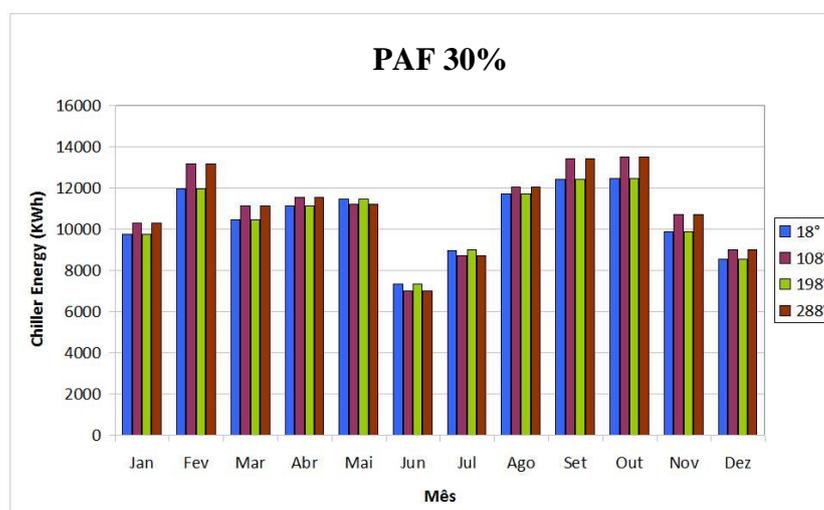


Figura 6.66 - Consumo energético dos aparelhos de ar condicionado para o PAF 30%.

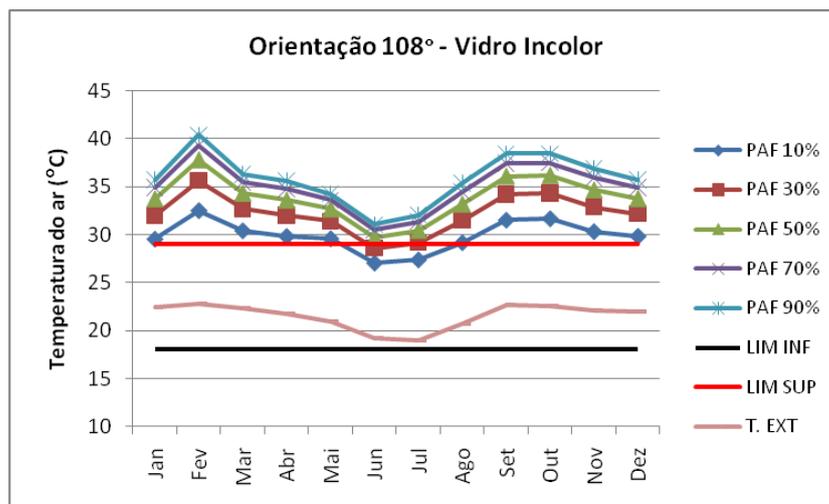


Figura 6.67 – Gráfico com as temperaturas médias mensais para o ambiente sem ventilação.

Para os PAFs de 50% e 70% (Figuras 6.68 e 6.69), o consumo aumenta gradativamente, como era de se esperar, devido ao aumento das temperaturas internas ocasionadas pela maior quantidade de radiação que penetra nos ambientes e, conseqüente aumento de carga térmica.

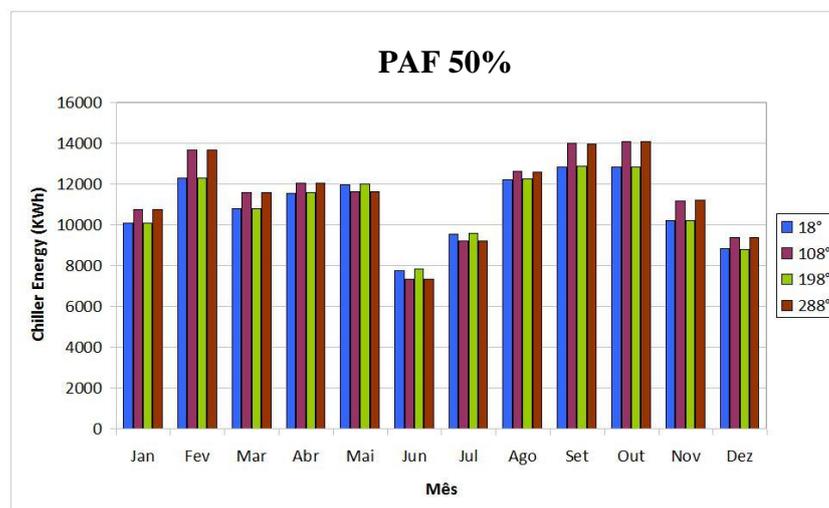


Figura 6.68 – Consumo energético dos aparelhos de ar condicionado para o PAF 50%.

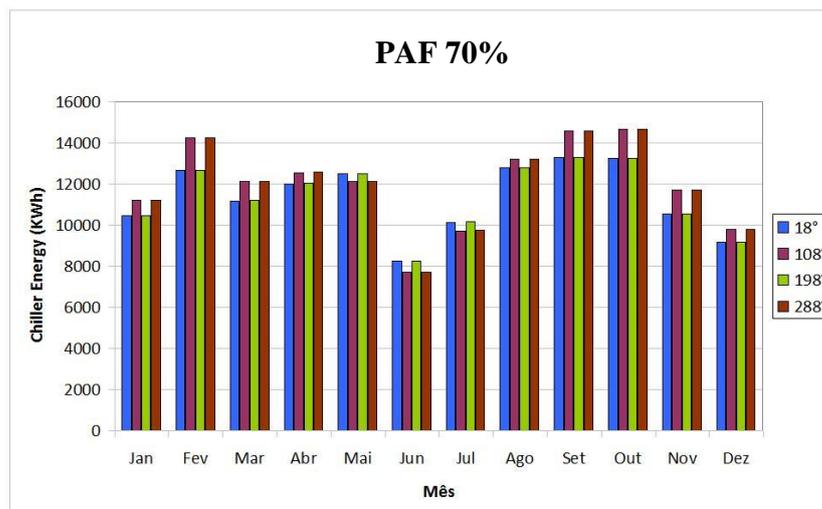


Figura 6.69 – Consumo energético dos aparelhos de ar condicionado para o PAF 70%.

Para o PAF de 90% (Figuras 6.70), os valores de consumo ultrapassam os 14.000 KWh em fevereiro, setembro e outubro, para as orientação 108° e 288°. Mesmo no inverno, há um aumento de consumo significativo, chegando a valores superiores a 10.000 KWh para as orientações 18° e 198°.

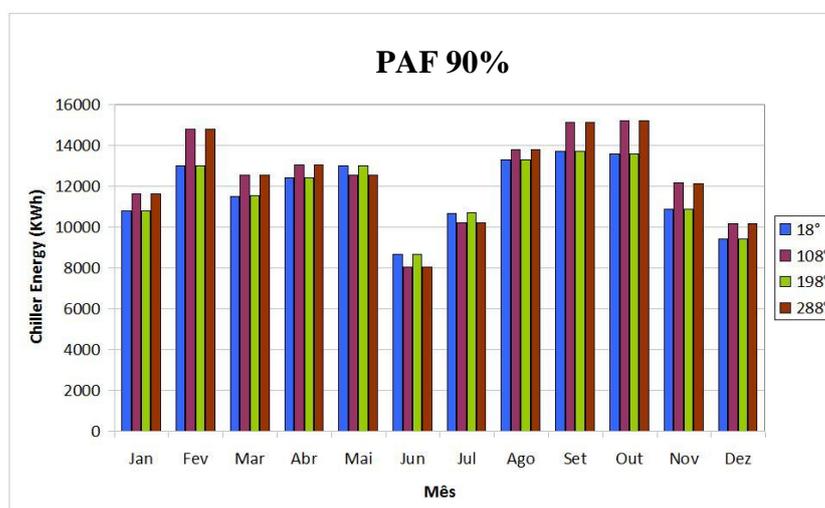


Figura 6.70 – Consumo energético dos aparelhos de ar condicionado para o PAF 90%.

6.2.3 Análise e discussão dos resultados das simulações

Apresentamos a seguir, na tabela 6.3, uma análise comparativa dos resultados apresentados para a simulação computacional, destacando quais alternativas, das

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

características projetuais simuladas, são mais adequadas para se atingir o desempenho termo-energético em edifícios de escritórios em Brasília.

Tabela 6.3 – Comparativo dos resultados das simulações por ordem de desempenho

CARACTERÍSTICAS PROJETUAIS		SEM VENTILAÇÃO	COM AR CONDICIONADO	
		POC	POC.	CONSUMO
ORIENTAÇÃO	NORTE (18°)	3	4	1
	LESTE (108°)	2	2	2
	SUL (198°)	1	1	1
	OESTE (288°)	4	3	2
TIPO DE VIDRO	INCOLOR	6	6	6
	VERDE	5	3	3
	AZUL	3	3	3
	CINZA	2	2	2
	BRONZE	3	3	3
	REFLETIVO	1	1	1
PAF	10%	1	1	1
	30%	2	2	2
	50%	3	3	3
	70%	4	4	4
	90%	5	5	5

Nota: os valores estão classificados segundo seu desempenho, sendo o valor 1 a melhor situação.

A fachada Sul atingiu um maior percentual de horas ocupadas de conforto, seguida pelas fachadas Leste, Norte e Oeste, esta com o pior resultado, para o modelo sem ventilação.

As simulações do modelo com ar condicionado garantiram o percentual ideal de horas efetivamente ocupadas de conforto, no entanto gerou um gasto crescente com energia elétrica, conforme o aumento do PAF, sendo mais eficiente para as orientações sul e

Capítulo 6 – Resultados da qualidade ambiental

leste, cujas temperaturas resultaram menores nas simulações sem ventilação, já demonstradas.

Baseado nos resultados dos dois modelos simulados, podemos inferir que a preferência dos usuários com relação à orientação Norte/Sul, foi reiterada pelas simulações, considerando esta orientação como a mais adequada para Brasília do ponto de vista do conforto térmico.

Em relação ao percentual de área de abertura na fachada – PAF ficou comprovado que quanto maior o PAF, menor é o percentual de horas de conforto, visto que a quantidade de radiação incidente no ambiente é maior conforme o PAF vai aumentando, permitindo um acréscimo na carga térmica acumulada no ambiente.

Dos tipos de vidro simulados, o pior desempenho foi constatado para o vidro incolor, que gerou altas temperaturas devido ao seu alto fator solar. O desempenho mais satisfatório foi a do vidro refletivo, exatamente pela sua propriedade refletora da luz solar, diminuindo o percentual de radiação solar atingindo o ambiente.

Nas Tabelas 6.4 e 6.5 são destacados os dez melhores e os dez piores resultados das simulações considerando todas as variáveis envolvidas.

Tabela 6.4 – Melhores resultados das simulações por ordem de desempenho

ORDEM	ORIENT	VIDRO	PAF
1	SUL	RE	10%
2	SUL	RE	30%
3	SUL	CI	10%
4	SUL	AZ	10%
5	SUL	BR	10%
6	SUL	VE	10%
7	SUL	RE	50%
8	SUL	IN	10%
9	SUL	RE	70%
10	SUL	RE	90%

Tabela 6.5 – Piores resultados das simulações por ordem de desempenho

ORDEM	ORIENT	VIDRO	PAF
111	OESTE	CI	90%
112	OESTE	AZ	90%
113	OESTE	BR	90%
114	OESTE	VE	90%
115	NORTE	IN	70%
116	OESTE	AZ	70%
117	NORTE	IN	90%
118	OESTE	IN	50%
119	OESTE	IN	70%
120	OESTE	IN	90%

Assim, podemos concluir que o percentual de área de abertura mais adequado é o **PAF entre 10% e 30%**; o tipo de vidro, dentre os simulados, com melhor desempenho é o **REFLETIVO**; e a orientação de fachada que permite melhores condições de conforto ambiental é a **SUL**.

“A modernidade da arquitetura hoje está no vínculo com o contexto. Quando se constroem edifícios genéricos, para serem colocados em qualquer lugar, não específicos para um âmbito urbano, são feitas coisas sem valor.”
(BENEVOLO, 2007)

CAPÍTULO 7

RESULTADOS DA QUALIDADE ARQUITETÔNICA

7. RESULTADOS DA QUALIDADE ARQUITETÔNICA

Para analisar a qualidade arquitetônica em edifícios de escritórios, foi desenvolvido um questionário, conforme descrito no capítulo 4, para avaliar o aspecto formal das fachadas.

Foram consideradas as diferentes respostas dadas pelos grupos com o objetivo de:

- entender a percepção do arquiteto e avaliar os critérios julgados necessários para a qualidade arquitetônica, considerando que os arquitetos são um grupo de referência para a análise;
- entender os critérios considerados por outros grupos⁵², as diferenças de opinião, de modo a determinar como o tema da qualidade ambiental pode ser inserida no trabalho desses agentes.

Dos 443 respondentes, a grande maioria tinha mais de 5 anos de experiência na ocupação descrita (Figura 7.1), sendo que a maior parte de respondentes com menos de 5 anos (Figura 7.2) faz parte do grupo de estudantes. É importante destacar a participação desse grupo na análise, pois são agentes que podem influenciar decisivamente no futuro, a depender do tipo de formação que esteja sendo dada no ambiente acadêmico sobre o tema em questão.



Figura 7.1 Percentual de respondentes de acordo com o tempo de experiência profissional ou de estudo

⁵² Engenheiros, construtores, empreendedores, professores/pesquisadores e estudantes.



Figura 7.2 Número de respondentes de acordo com a ocupação e o tempo de experiência

Como previsto, a maioria das respostas foi de arquitetos, com 295 respostas, representando um percentual importante no levantamento. Cabe salientar que este grupo será considerado como o grupo de referência para a análise, por se entender que os arquitetos são os principais responsáveis pelas características do projeto e definidores dos requisitos para se chegar à qualidade ambiental e arquitetônica dos edifícios.

Entendemos que apesar do percentual de engenheiros ser muito pequeno na análise, esse grupo está diretamente ligado à execução dos projetos e na definição dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar e por isso foi considerado como um grupo que influencia no processo.

Roaf et al (2009) destaca que os engenheiros têm dominado o processo de construção, já que “os arquitetos, que parecem felizes ao transmitir a maior responsabilidade possível do projeto para qualquer pessoa que a aceite, freqüentemente outorgam seus desafios de projeto para os engenheiros, contanto que eles o resolvam.”

7.1 Resultados do questionário aplicado aos projetistas

A análise dos resultados foi feita principalmente, considerando a atividade profissional do respondente e será descrita por partes, de acordo com a divisão existente no questionário.

7.1.1 Parte I – Apreciação da fachada

Esta parte é formada por 11 questões cujo intuito é avaliar o edifício, do ponto de vista formal, de acordo com as características projetuais da fachada. Inicialmente, foi feita uma análise geral, avaliando a frequência de respostas de todos os respondentes, independente de sua ocupação, que será descrita a seguir.

- Questão 01: O primeiro edifício avaliado possui cortina de vidro refletivo verde e PAF de 81%. Na análise geral (Figura 7.3), 39% dos respondentes acharam a aparência da fachada agradável, assim como o tipo de vidro (48%), mas a maioria (37%) acha desagradável o percentual de área de abertura na fachada.

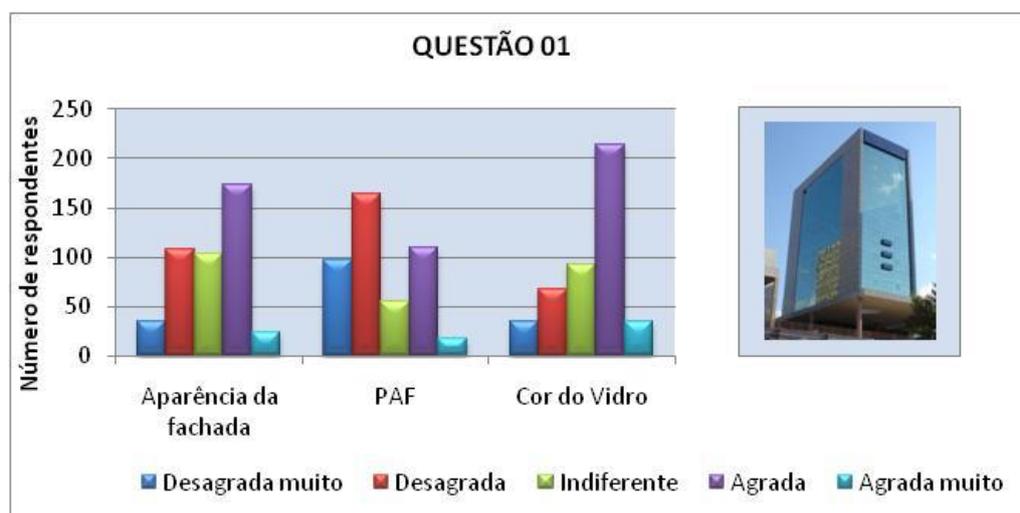


Figura 7.3 – Respostas para a questão 01

- Questão 02: O edifício analisado nesta questão possui também um PAF alto (96%) mas segue a tipologia do estilo internacional, com as esquadrias aparentes e vidro cinza, muito utilizada em Brasília nas décadas de 1970 e 1980. A aparência da edificação, no geral (Figura 7.4), foi considerada

desagradável, assim como o PAF, enquanto o tipo de vidro foi considerada indiferente pela maioria.

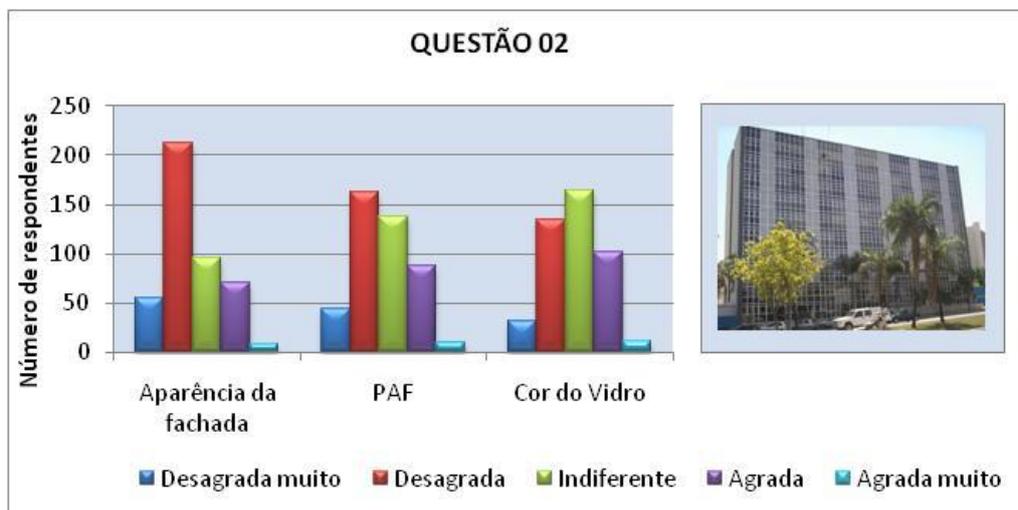


Figura 7.4 – Respostas para a questão 02

- Questão 03: Este edifício possui um PAF menor (50%) e vidro bronze. Apesar do PAF ser menor, a tipologia é caracterizada pelo uso da cortina de vidro. A aparência da edificação (Figura 7.5) foi considerada desagradável, o PAF variou de desagradável a agradável e o tipo de vidro foi considerado agradável.

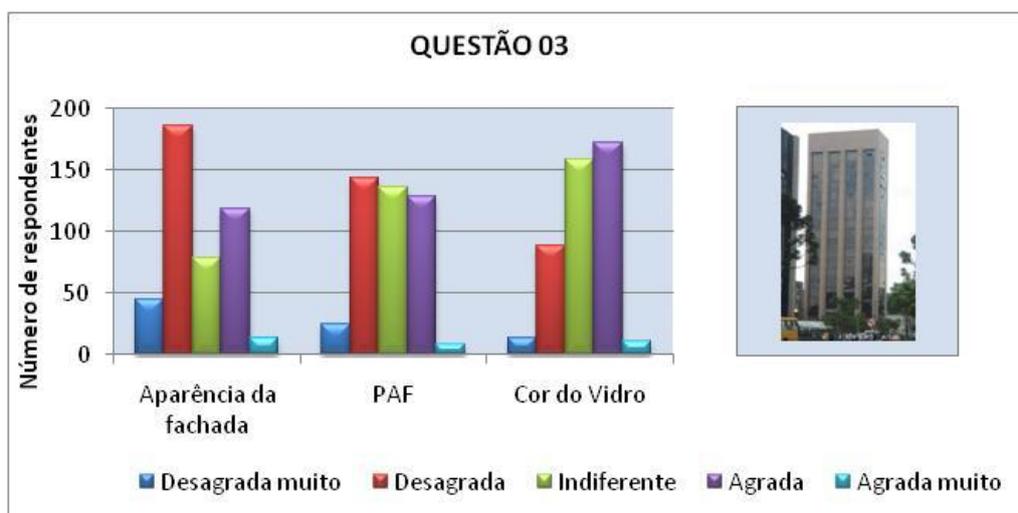


Figura 7.5 – Respostas para a questão 03

Capítulo 7 – Resultados da Qualidade Arquitetônica

- Questão 04: Este edifício segue uma tipologia mais contemporânea com uso de vidro refletivo azul e PAF de 44%. Foi considerado agradável em todos os quesitos analisados (Figura 7.6).

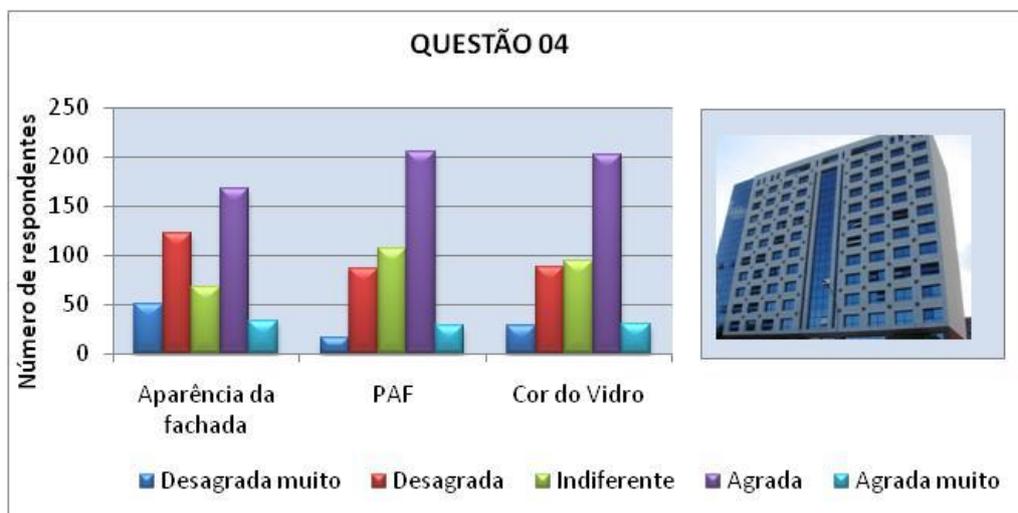


Figura 7.6 –Respostas para a questão 04

- Questão 05: Este edifício é mais antigo e foi considerado no levantamento das tipologias como sendo do grupo de edifícios com janelas isoladas. Possui PAF de 40% e vidro com película refletiva prata. Os respondentes consideraram a aparência da fachada desagradável, o PAF agradável e foram indiferentes ao tipo de vidro (Figura 7.7).

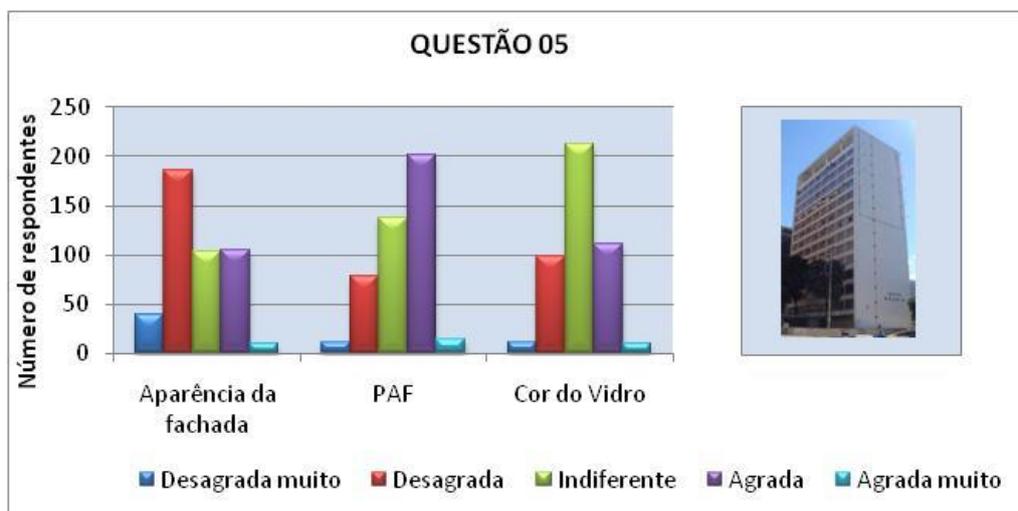


Figura 7.7 –Respostas para a questão 05

- Questão 06: Este edifício também possui janelas isoladas com um PAF de 33% e o vidro refletivo prata. Como o anterior, os respondentes consideraram a aparência da fachada desagradável, o PAF agradável e foram indiferentes ao tipo de vidro (Figura 7.8).

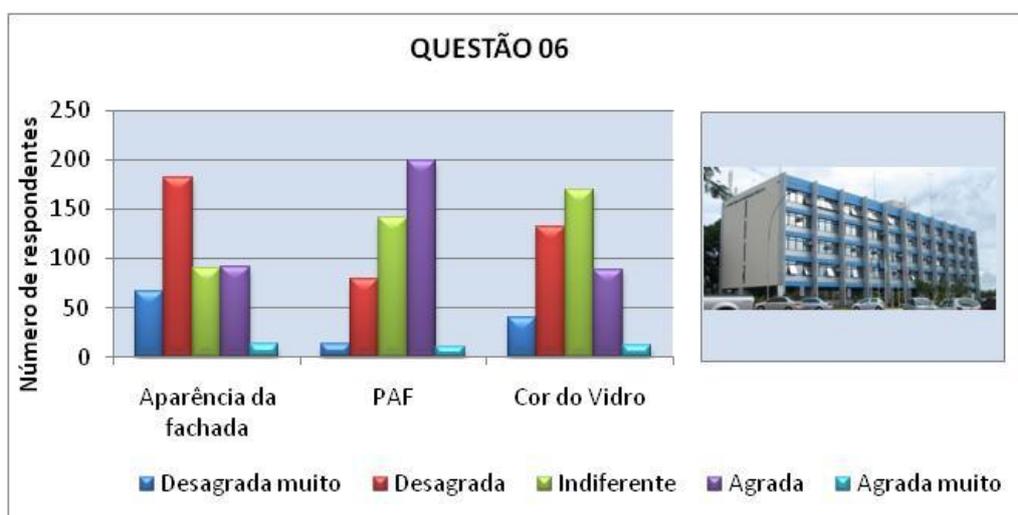


Figura 7.8 – Respostas para a questão 06

- Questão 07: Edifício de forma irregular, com um PAF de 17% e vidro refletivo azul. Na análise dos respondentes (Figura 7.9), a grande maioria considerou o PAF e o tipo de vidro agradável, mas houve uma variação muito grande nas opiniões com relação à aparência da fachada, com resultados desde o mais desagradável ao mais agradável.

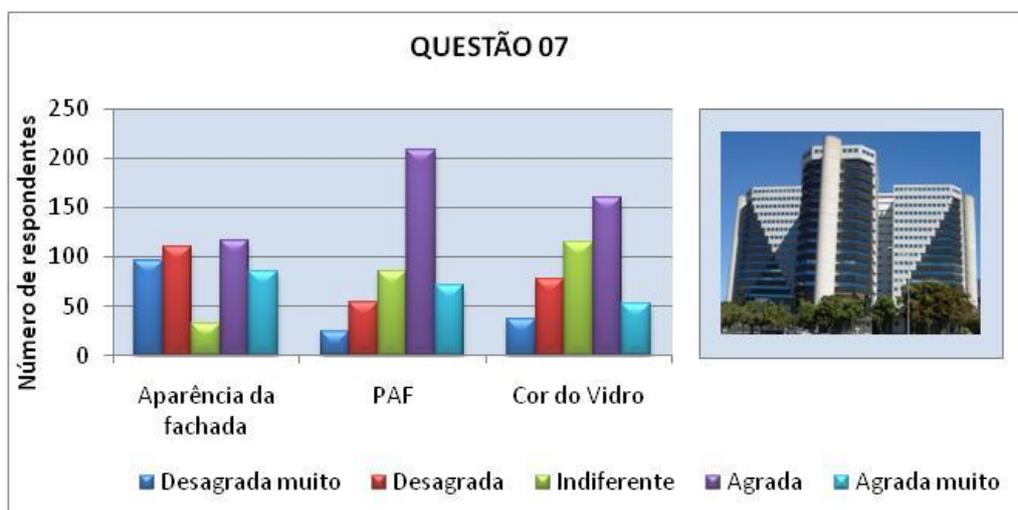


Figura 7.9 – Respostas para a questão 07

- Questão 08: O edifício em questão tem uma tipologia menos representativa em Brasília, com um PAF de 28% e vidro incolor. A aparência da fachada foi considerada desagradável. Em relação ao PAF, este foi considerado agradável e os respondente foram indiferentes à cor do vidro (Figura 7.10).

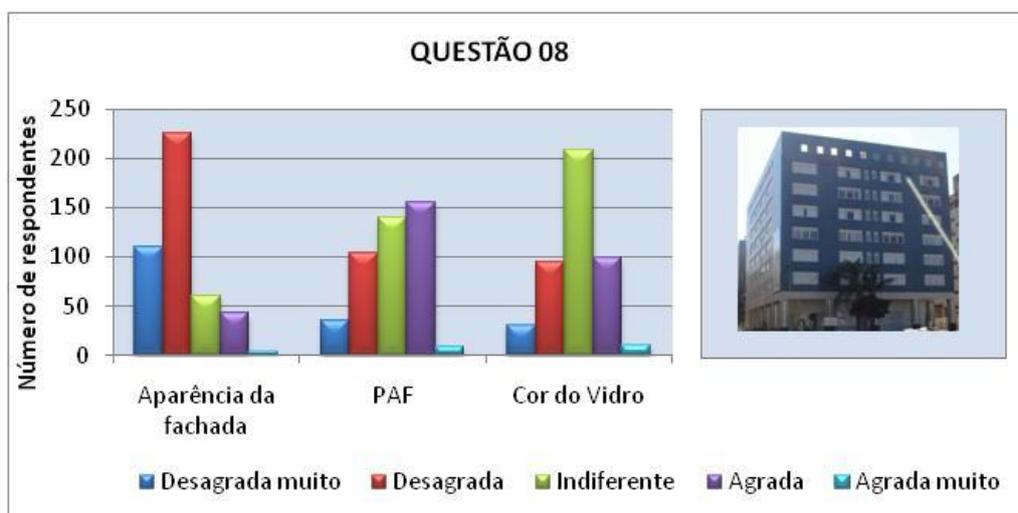


Figura 7.10 – Respostas para a questão 08

- Questão 09: Edifício com fachada toda envidraçada (PAF de 70%) protegida com brises mistos fixos de concreto. Para esse edifício (Figura 7.11), os respondentes consideraram o edifício com uma aparência agradável, assim como os elementos de proteção solar (brises).

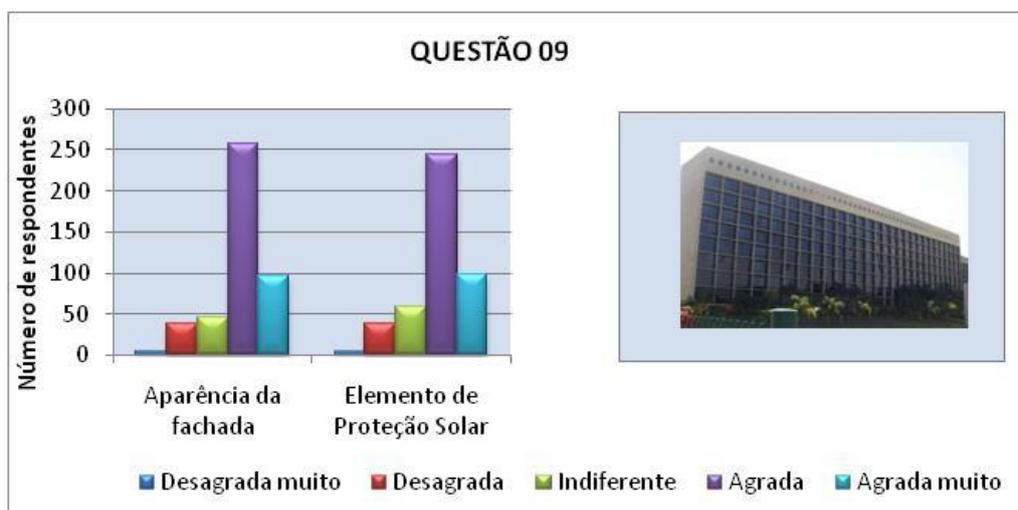


Figura 7.11 – Respostas para a questão 09

- Questão 10: Edifício com a fachada norte caracterizada por uso de brises verticais móveis e PAF de 86%. Para este edifício, a grande maioria considerou a aparência da fachada e o elemento de proteção solar agradáveis ou muito agradáveis (Figura 7.12).

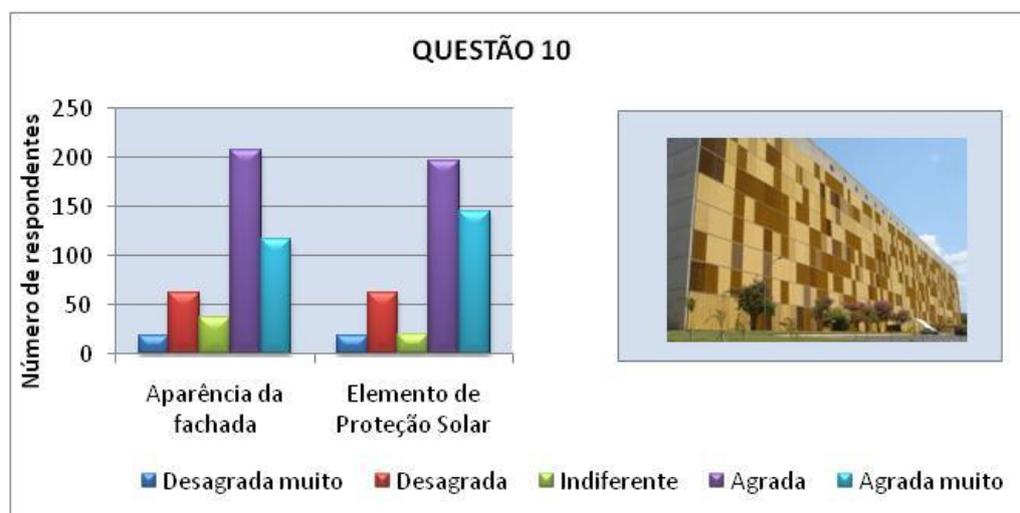


Figura 7.12 – Respostas para a questão 10

- Questão 11: O edifício em questão é mais antigo, com a fachada cujo PAF é de 80%, protegida por brises mistos, que foram considerados agradáveis pela maioria dos respondentes, assim como a aparência da fachada (Figura 7.13).

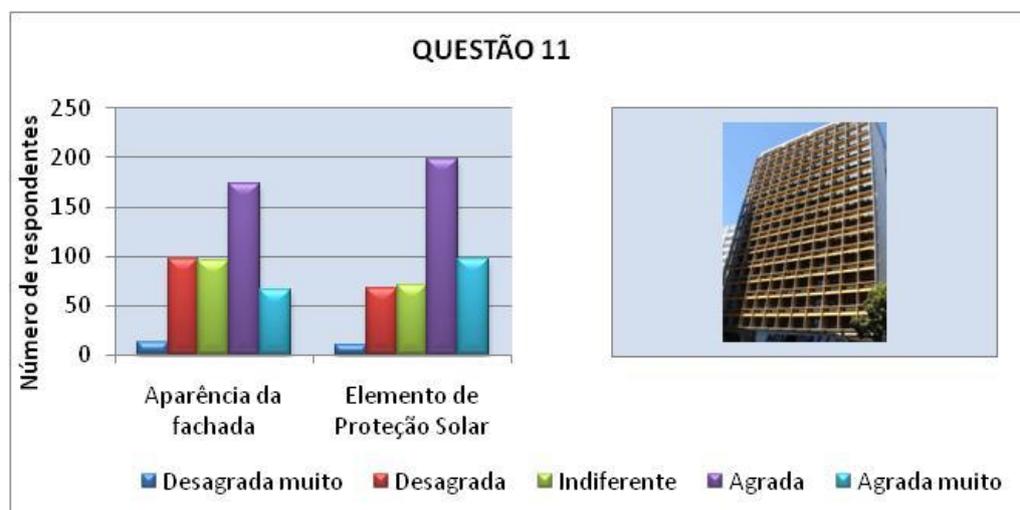


Figura 7.13 – Respostas para a questão 11

Para uma análise mais específica, as respostas foram tabuladas de acordo com a ocupação do respondente, sendo calculada a média dos valores obtidos para cada atividade, conforme metodologia descrita no capítulo 04, baseada em Probst (2008). A escala utilizada varia de -100 (muito desagradável) a +100 (muito agradável).

Em relação à aparência da fachada, nas questões de 01 a 08 (Figura 7.14), edifícios sem brises para proteção solar, houve uma discrepância entre a opinião dos engenheiros e arquitetos.

Para os arquitetos, os edifícios que tiveram maior aceitabilidade foram os das questões 01 e 04, rejeitando a aparência de todos os outros edifícios. Os engenheiros tiveram uma preferência pela aparência dos edifícios das questões 01, 03, 04 e 07.

Esse resultado demonstra, conforme Probst (2008), que os engenheiros geralmente são menos exigentes em relação à qualidade da integração dos elementos de fachada, indicando um baixo nível geral de críticas sobre questões formais, resultante das diferenças na formação dessas atividades.

O grupo de estudantes teve uma resposta muito parecida com a do grupo de engenheiros, priorizando as soluções com um percentual de área de abertura maior.

Para o grupo dos professores/pesquisadores, todas as opções foram consideradas desagradáveis, com um percentual maior para os edifícios das questões 02 e 08.

A maior rejeição foi para o edifício da questão 08, considerado o pior caso dentre os avaliados pelos respondentes, independente da ocupação do respondente.

A opção mais aceita foi a referente à questão 01, caracterizada pelo uso da cortina de vidro refletivo, tipologia bastante utilizada atualmente.

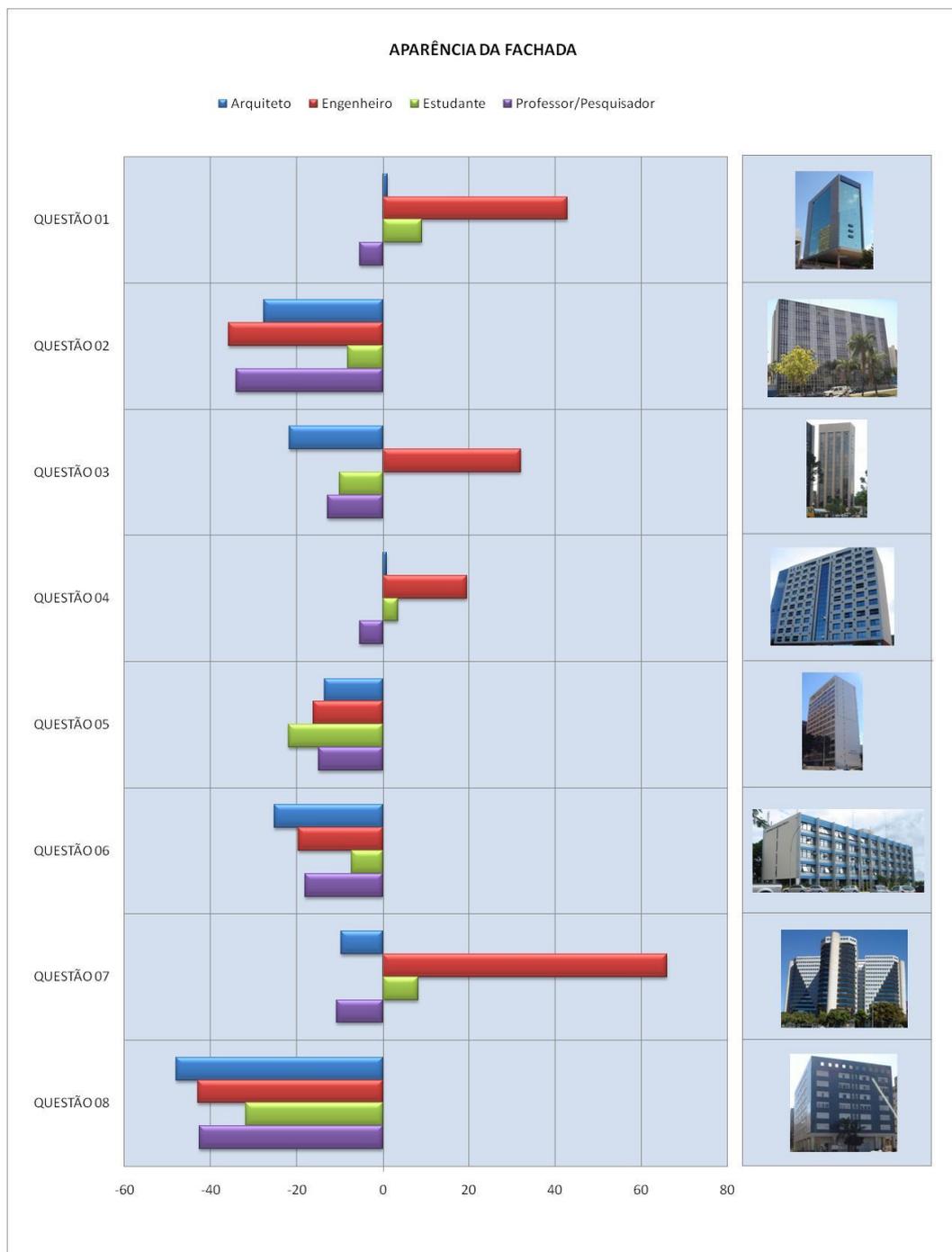


Figura 7.14 – Comparativo das respostas das questões 01 a 08 para a aceitabilidade da edificação, de acordo com a ocupação do respondente.

Com relação aos edifícios com brises, questões 09 a 11 (Figura 7.15), houve uma aceitabilidade maior para todos os edifícios por parte dos arquitetos, professores/pesquisadores e estudantes.

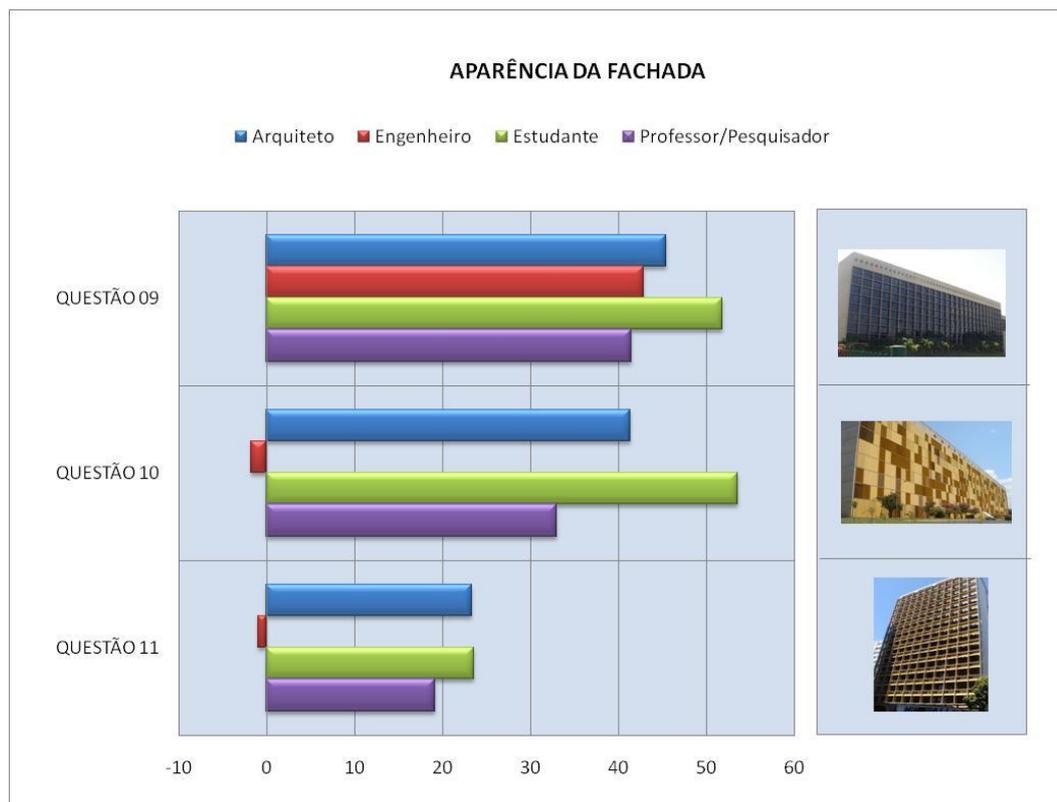


Figura 7.15 – Comparativo das respostas das questões 09 a 11 para a aceitabilidade da edificação, de acordo com a ocupação do respondente.

O grupo de engenheiros aceitou bem a aparência do edifício da questão 09, mas considerou pouco desagradável as outras soluções.

Podemos inferir a partir disso que o fato dos projetos atuais utilizarem tão pouco esse dispositivo não depende somente do aspecto formal, mas outras questões devem estar relacionadas, tais como aspectos financeiros, construtivos e de apelo comercial.

Considerando todos os edifícios avaliados nesta parte do questionário, podemos considerar que a maior aceitabilidade foi para a tipologia com brises mistos cobrindo toda a fachada (questão 09) e a maior rejeição foi para o edifício com janelas isoladas (questão 08).

Com relação ao edifício da questão 08 ter tido o pior resultado em relação à aparência da fachada, podemos concluir que a apreciação do edifício não depende do julgamento das partes isoladamente. Esse edifício tem a mesma tipologia do edifício da questão 04, com PAF muito similar, no entanto este último foi bem aceito. Se compararmos as

características de ambos, percebemos que outros fatores influem na apreciação do edifício, como a forma, as cores dos revestimentos opacos e a harmonia conseguida entre esses elementos.

Com relação à aceitabilidade do percentual de área de abertura na fachada (Figura 7.16), o grupo de engenheiros considerou agradável quase todos os edifícios, a exceção do edifício da questão 08.

Isso demonstra uma incoerência nas opiniões visto que percentuais de abertura muito próximos tiveram aceitabilidades diferentes, o que comprova que, para esse grupo, a disposição formal do PAF na fachada e o tipo de vidro influenciaram na apreciação do edifício.

Houve uma consistência entre a opinião dos arquitetos e professores/pesquisadores, que rejeitaram os edifícios com percentual de abertura maior, aceitando melhor as opções em que o PAF é menor e a tipologia não emprega a solução da cortina de vidro.

A maior aceitabilidade foi a do edifício da questão 07, onde todos os grupos consideraram agradável o percentual de área de abertura na fachada, que é de 17%.

O maior percentual de rejeição foi para o edifício da questão 01, com cortina de vidro, apesar de ser uma tipologia bem aceita pelos engenheiros, o que demonstra a diferença na aceitabilidade entre este grupo e os demais.

Isso pode demonstrar segundo Nakamura (2008), uma visão derivada da racionalização industrial proporcionada pelas tecnologias de execução das cortinas de vidro, que substituíram a etapa artesanal de execução da vedação, proporcionando uma obra mais limpa e rápida.

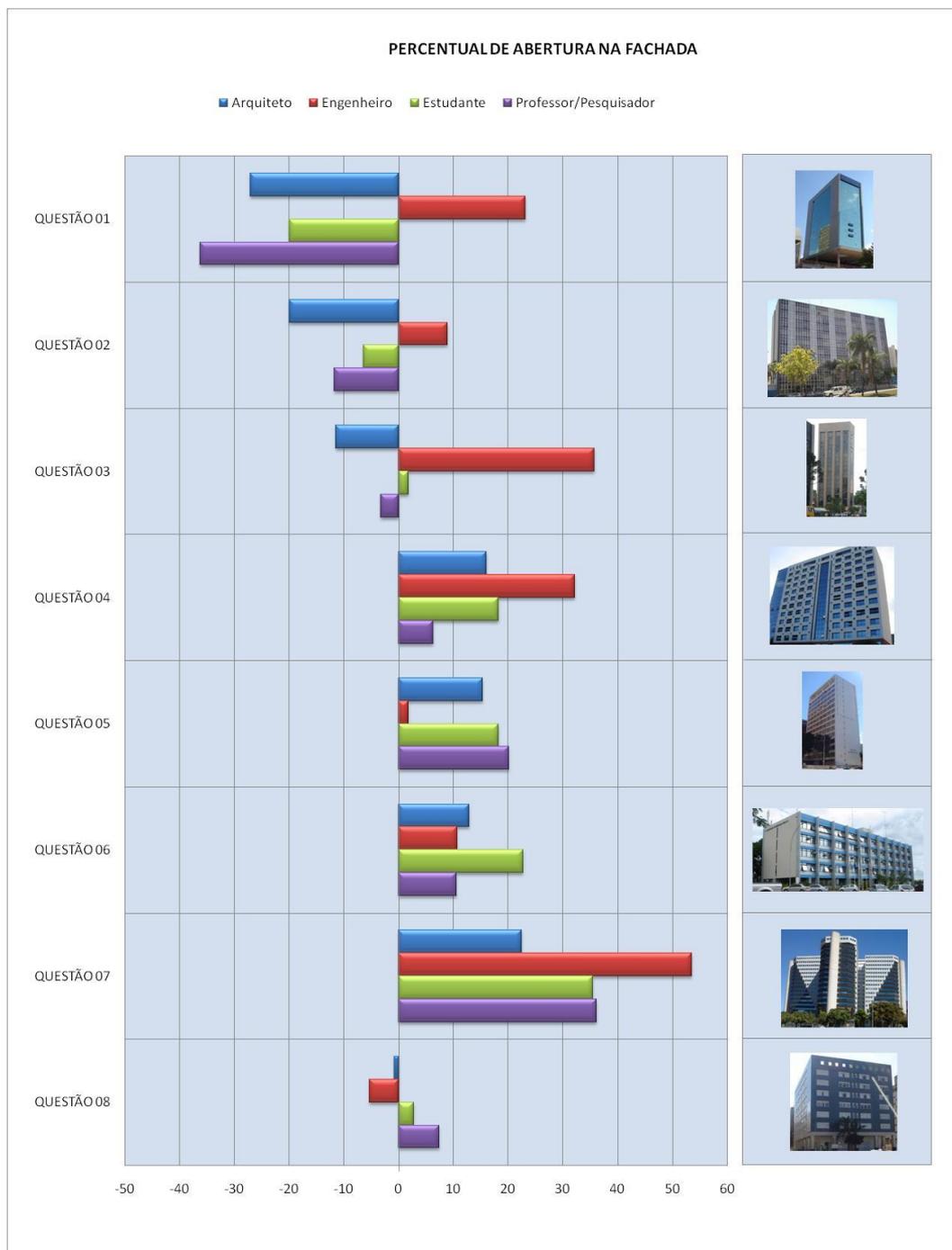


Figura 7.16 – Comparativo das respostas das questões 01 a 08 para o percentual de área de abertura na fachada, de acordo com a ocupação do respondente.

Com relação ao tipo de vidro (Figura 7.17), há uma aceitabilidade maior para os vidros refletivos e infere-se que as cores escolhidas são similares às cores dos revestimentos opacos.

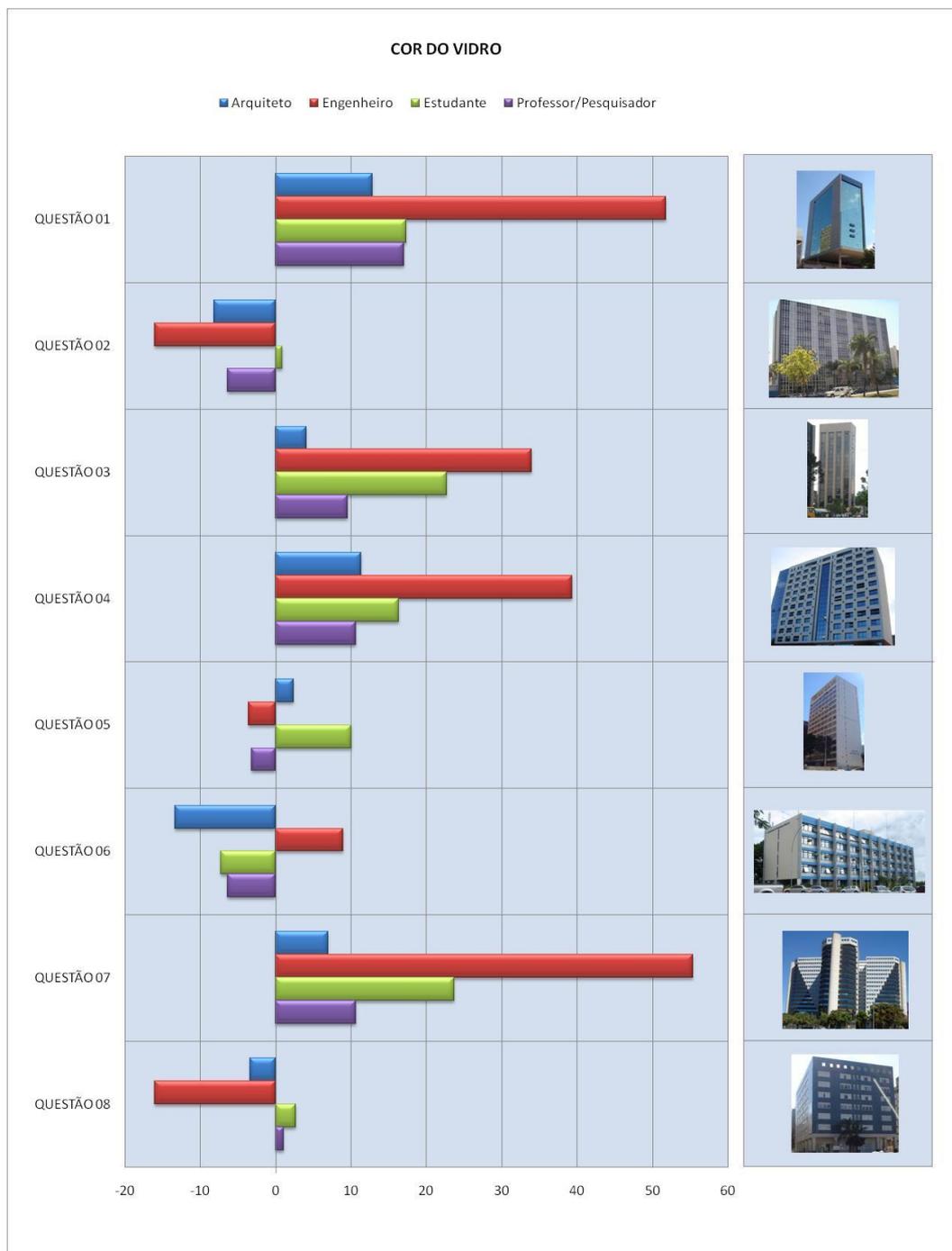


Figura 7.17 – Comparativo das respostas das questões 01 a 08 para o tipo de vidro, de acordo com a ocupação do respondente.

A rejeição maior foi para as soluções com vidro incolor e cinza, coerentes também com a rejeição obtida na análise das fachadas desses edifícios.

Para as questões de 09 a 11 (Figura 7.18), foi investigada a aceitabilidade dos elementos de proteção solar. As respostas dedicadas à análise dos tipos de brises foram

Capítulo 7 – Resultados da Qualidade Arquitetônica

consistentes com as respostas dadas para a apreciação da fachada da edificação, havendo uma aceitabilidade grande ao uso de elementos de proteção solar por parte dos grupos envolvidos, à exceção do grupo de engenheiros que rejeitou a solução de fachada com brises verticais.

A maior aceitabilidade foi a do edifício da questão 09, fachada com brises mistos, para todos os projetistas.

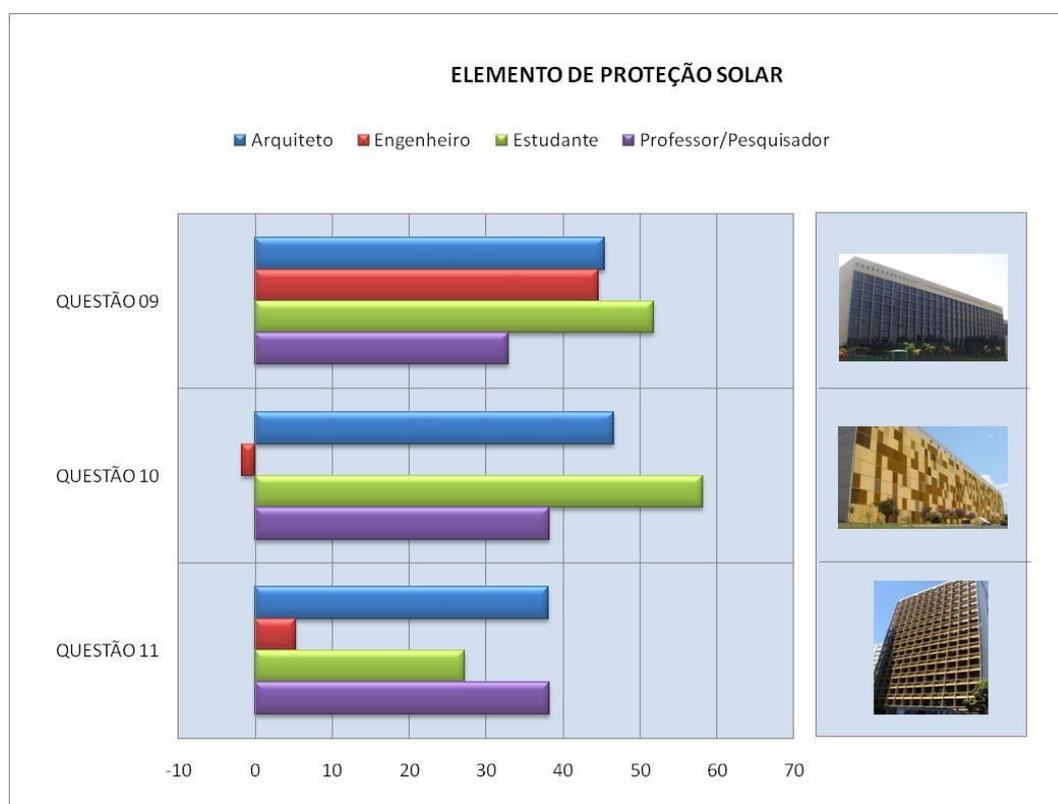


Figura 7.18 – Comparativo das respostas das questões 09 a 11 para o elemento de proteção solar, de acordo com a ocupação do respondente.

7.1.2 Parte II – Apreciação da fachada

Nesta etapa do questionário os respondentes foram solicitados a escolher, dentre duas opções de edifício, qual delas possui a maior aceitabilidade. Em ambas as questões foram inseridos edifícios com a mesma forma e proporções, mas com tratamentos de fachada diferenciados.

Capítulo 7 – Resultados da Qualidade Arquitetônica

Na questão 12, a escolha deveria ser feita entre dois edifícios muito diferentes em relação às características projetuais de fachada, sendo o primeiro característico da arquitetura denominada *Green Building* e o segundo com maior uso de elementos da arquitetura *High Tech* (Braga & Amorim, 2009).

A grande maioria dos respondentes (87%) preferiu a solução adotada pelo edifício 1 (Figura 7.19).

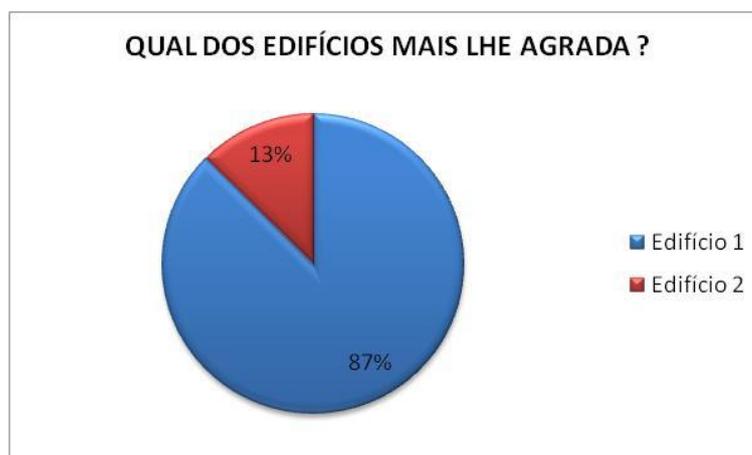


Figura 7.19 – Percentual de respostas para a questão 12

Esse resultado está também de acordo com a opinião dos diferentes tipos de ocupação dos respondentes (Figura 7.20), porém a percepção dos engenheiros ficou muito próxima para as duas opções.



Figura 7.20 – Resultado da questão 12 conforme a ocupação do respondente

Para a questão 13 foi escolhido um único edifício que sofreu uma reforma recente transformando a solução de fachada, característica do estilo internacional das décadas de 60 e 70 no Brasil para uma mais “atual” com cortina de vidro, muito utilizada nos edifícios contemporâneos.

Neste caso, a maioria dos respondentes (58%) preferiu o edifício 1 (Figura 7.21), cuja solução de fachada é a original, anterior a reforma executada.

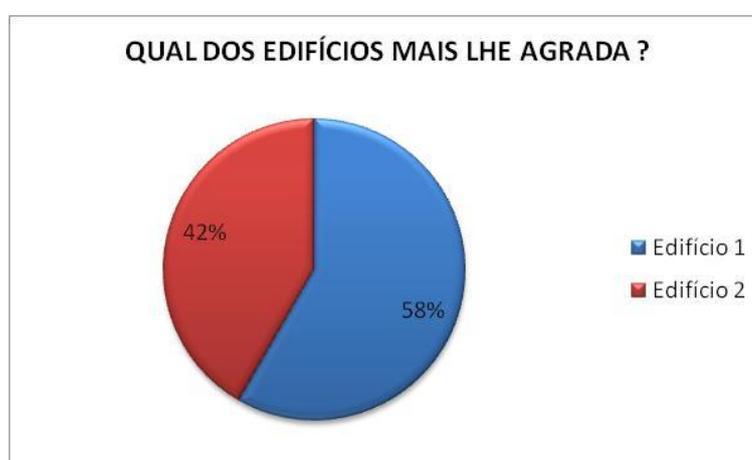


Figura 7.21 – Percentual de respostas para a questão 12

Na figura 7.22, pode-se perceber que a diferença entre o número de respondentes do grupo de estudantes e professores/pesquisadores para cada edifício não foi muito grande, porém os estudantes preferiram o edifício 2, enquanto os professores/pesquisadores escolheram o edifício 1.

Para o grupo dos arquitetos e engenheiros houve uma diferenciação maior nas escolhas, onde o grupo de arquitetos, em sua maioria, definiu o edifício 1 como o mais agradável, enquanto o grupo de engenheiros escolheu o edifício 2.

Pode-se inferir que a “modernização” da fachada não significa necessariamente a qualidade arquitetônica do edifício. Na apreciação da fachada, outros aspectos são considerados e depende da integração de todos os elementos do conjunto, destacando ainda a priorização de questões diferenciadas a depender da formação do respondente.



Figura 7.22 – Resultado da questão 13 conforme a ocupação do respondente

7.1.3 Parte III - Imagem

Esta etapa do questionário tinha o intuito de avaliar qual a percepção dos respondentes com relação ao edifício e à sua imagem para os que o contemplam. Foram escolhidas sete palavras para caracterizar essa percepção: poder, status, eficiência, contemporaneidade, originalidade, criatividade e beleza.

O resultado dessa questão é apresentado na figura 7.23, onde é possível destacar os conceitos relacionados à imagem deste edifício: originalidade, contemporaneidade, criatividade e eficiência. Isso nos faz acreditar que esta tipologia, que está diretamente ligada aos conceitos ambientais, é extremamente atual, bem aceita do ponto de vista formal, mas não retrata o conceito de beleza para a maioria dos respondentes, devido ao pequeno número de respostas que a palavra beleza foi associada à imagem do edifício.

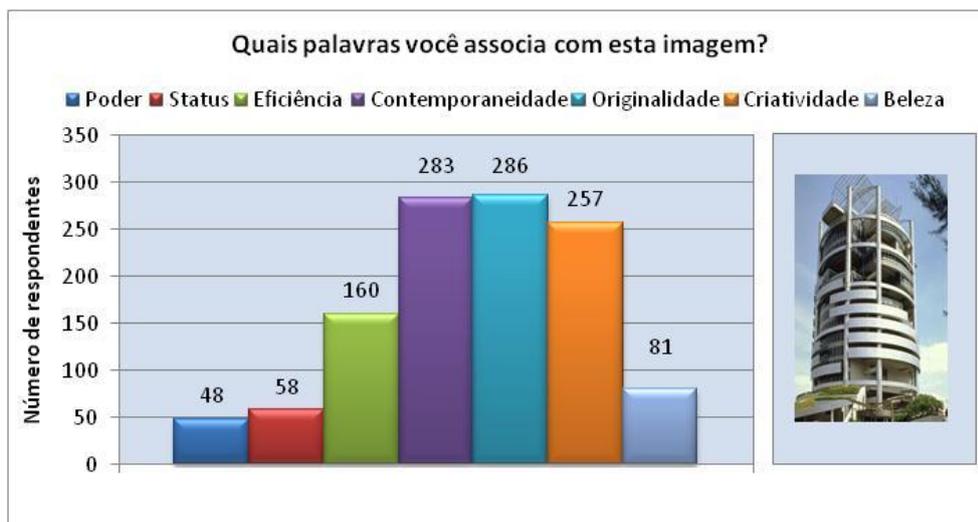


Figura 7.23 – Gráfico com a frequência de respostas para a questão 14

O edifício escolhido para a questão 15 foi uma das torres do Complexo Rochaverá em São Paulo, que possui uma tipologia mais comum na atualidade, caracterizada pelo uso da cortina de vidro refletivo.

Na figura 7.24 percebe-se a diferença de opiniões entre esta tipologia e a anterior. Esse edifício passa uma imagem de poder, status e contemporaneidade. Não é considerado uma solução original e criativa, mas teve uma associação um pouco maior do termo beleza à sua imagem.

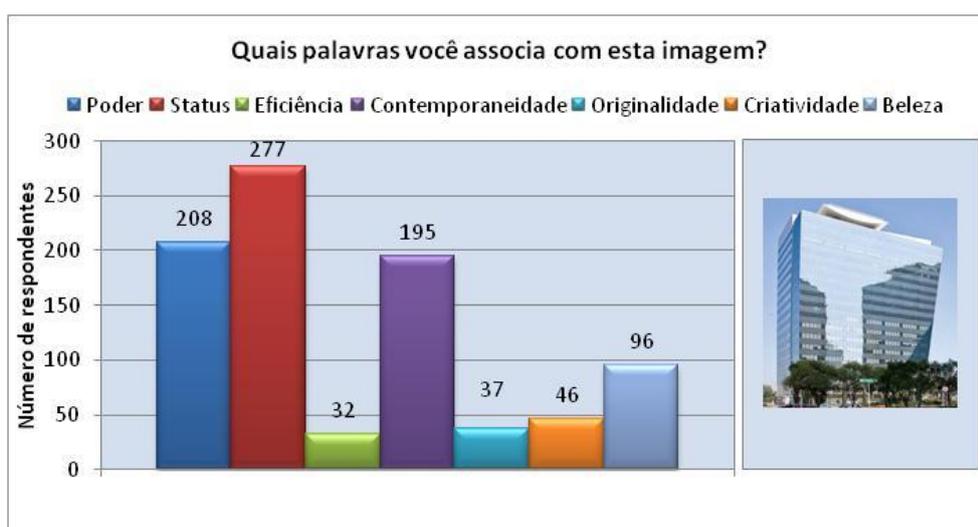


Figura 7.24 – Gráfico com a frequência de respostas para a questão 15

Capítulo 7 – Resultados da Qualidade Arquitetônica

Para um melhor entendimento dessa avaliação, foi feito um gráfico comparativo (Figura 7.25) entre os resultados obtidos para os dois edifícios. Dentre as respostas, as palavras contemporaneidade e beleza foram as que ficaram mais próximas com relação à frequência de ocorrência para os dois edifícios, enquanto as outras retratam percepções completamente opostas com relação aos edifícios.

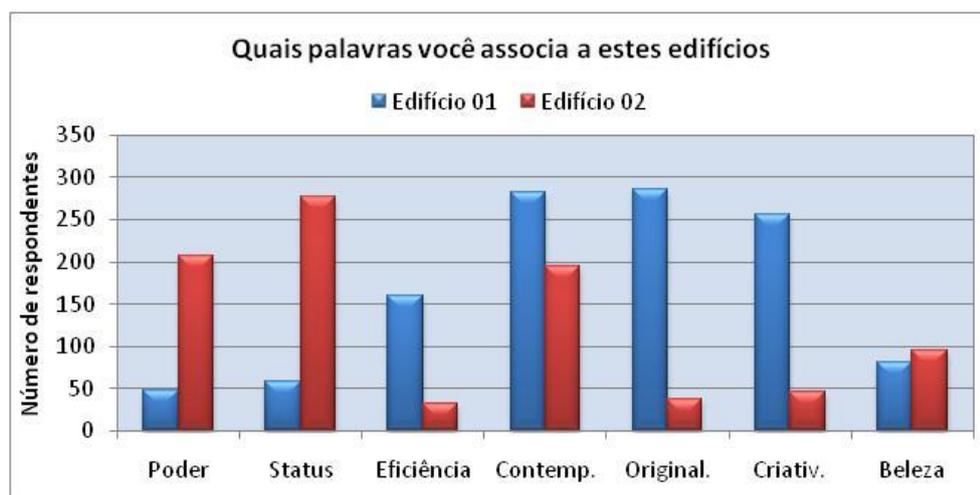


Figura 7.25 – Gráfico comparativo com o numero de respostas para as questões 14 e 15

Embora tenham tido valores muito próximos para a palavra beleza, o percentual de escolha dessa palavra (18,3% para o edifício 1 e 21,7% para o edifício 2) retrata que a maioria dos respondentes não considera nenhuma das duas soluções como um exemplar de beleza, apesar do edifício 2 indicar um percentual um pouco maior.

7.1.4 Parte IV – Elementos de Composição da Fachada

Nesta parte do questionário, as perguntas foram relacionadas à aceitabilidade de alguns elementos que compõem as fachadas, de modo a relacionar o grau de aceitabilidade desses elementos com as soluções projetuais mais indicadas para a qualidade ambiental, avaliadas anteriormente.

A questão 16 questionou qual o PAF era considerado mais agradável dentre as seguintes opções: 10%, 30%, 50%, 70% e 90%. Estes foram os percentuais utilizados também nas simulações para análise da qualidade ambiental dos edifícios.

Capítulo 7 – Resultados da Qualidade Arquitetônica

A análise das respostas para essa questão (Figura 7.26) foi feita de acordo com a ocupação do respondente. Os arquitetos e estudantes consideraram o percentual de 50% como a melhor opção, seguida da opção de 70%.

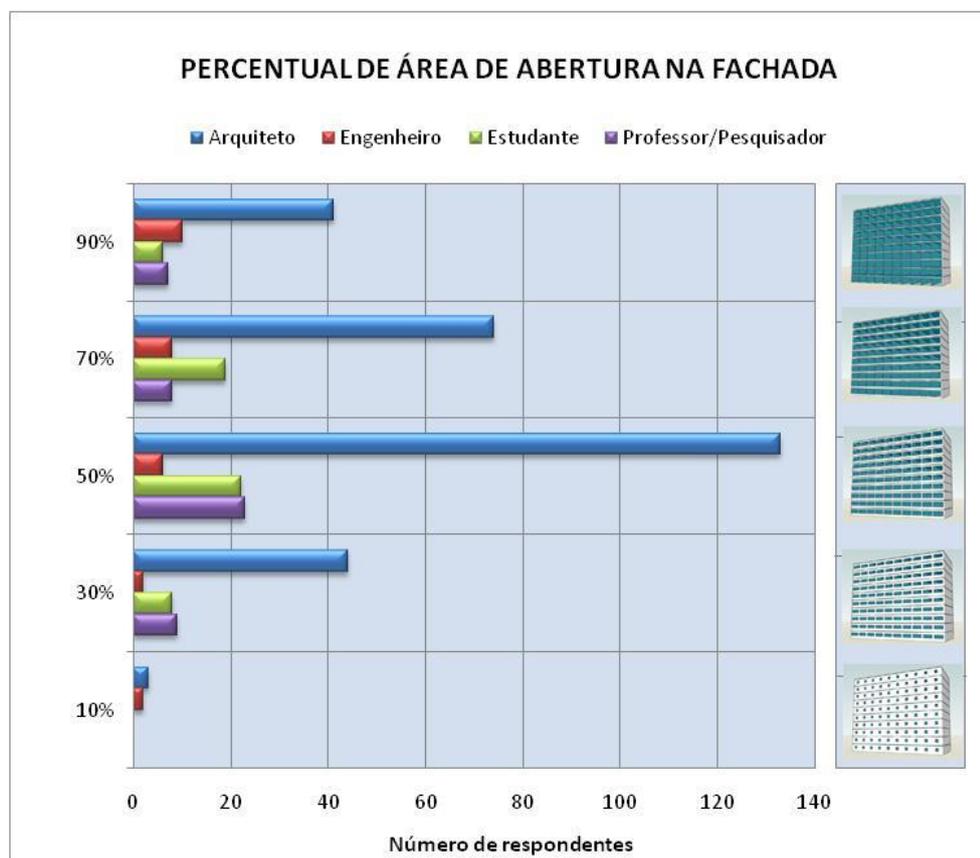


Figura 7.26 – Respostas para a questão 16 de acordo com a ocupação do respondente

Os professores/pesquisadores consideraram como mais aceitável a opção de 50%, ficando as opções de 30%, 70% e 90% com aceitabilidade muito próxima.

O grupo de engenheiros considerou a opção de 90% a mais aceitável, seguida pelas opções de 70% e 50%. Isso pode estar relacionado com a formação voltada para a área tecnológica com foco na execução da obra, que com a cortina de vidro, tornou mais fácil e rápida a execução das fachadas.

Numa análise geral (Figura 7.27), a opção com maior rejeição foi o PAF de 10% e a mais aceitável foi o percentual de 50%.

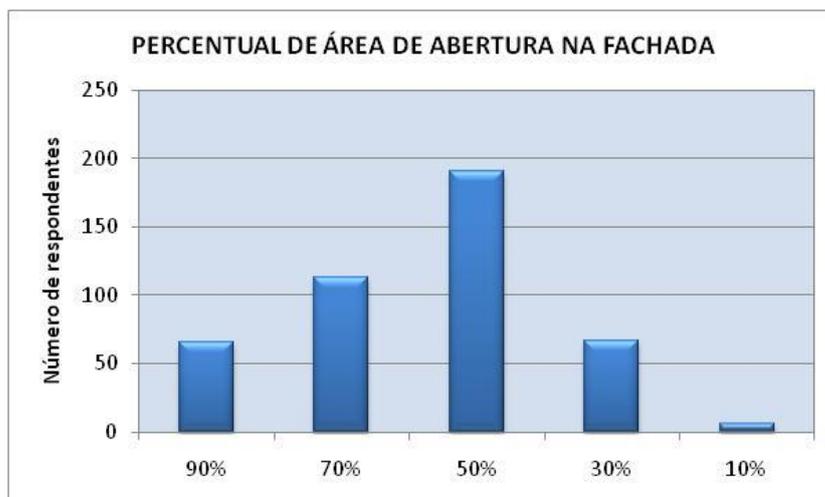


Figura 7.27 – Frequência das respostas para o percentual de área de abertura na fachada

Na questão 17, os respondentes deveriam escolher qual o tipo de vidro eles consideravam mais agradável. No geral (Figura 7.28), o vidro verde foi o que teve a maior aceitabilidade, seguido do vidro refletivo. O vidro cinza foi a opção menos aceita.

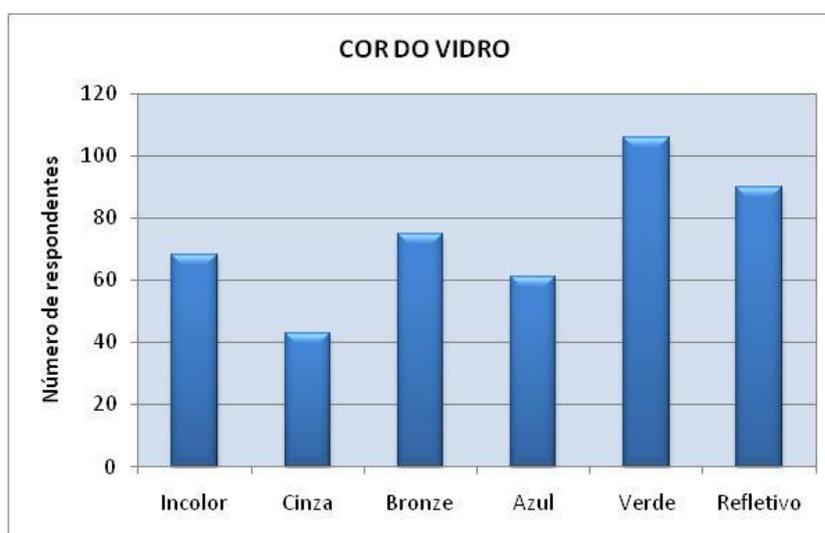


Figura 7.28 – Frequência das respostas para o tipo de vidro

Consistente com a análise geral, o grupo de arquitetos e professores/pesquisadores considerou o vidro verde como a melhor opção, seguido pelo vidro refletivo e o vidro bronze (Figura 7.29).

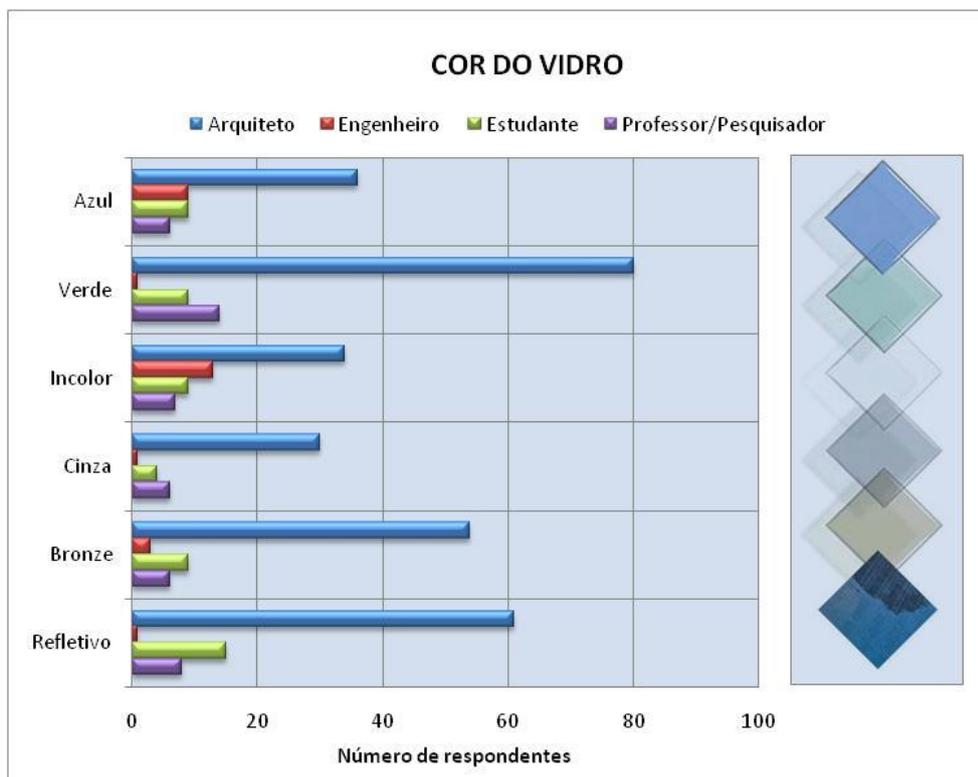


Figura 7.29 – Respostas para a questão 17 de acordo com a ocupação do respondente

Os engenheiros consideraram a melhor opção o vidro incolor e depois o vidro azul, opção totalmente destoante da maioria dos respondentes. Já os estudantes consideraram a melhor opção o vidro refletivo.

A questão 18 tinha o intuito de avaliar qual o tipo de elemento de proteção solar, dentre os destacados, seria mais aceito pelos projetistas. De forma geral (Figura 7.30), a escolha ficou dividida entre a opção de película ou vidro para controle solar e o brise misto, sendo que o brise horizontal não obteve nenhuma resposta favorável.

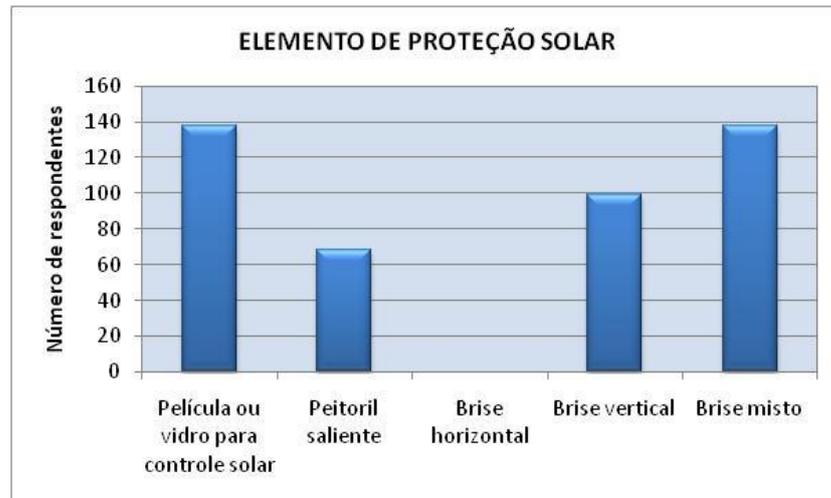


Figura 7.30 – Frequência das respostas para o elemento de proteção solar

Considerando as diferentes atividades (Figura 7.31), houve uma preferência maior pela solução de película ou vidro para controle solar, seguidos pelos brises mistos e em seguida os brises verticais, por parte dos arquitetos e professores/pesquisadores.

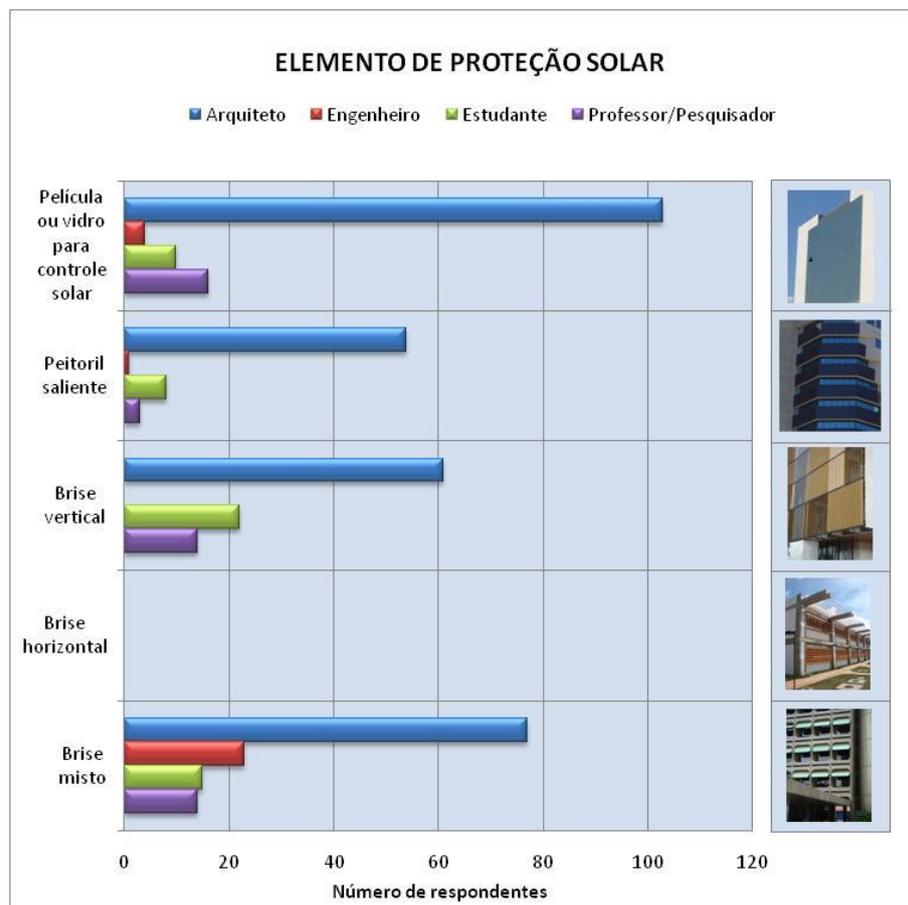


Figura 7.31 – Respostas para a questão 18 de acordo com a ocupação do respondente

Os estudantes preferiram, em sua maioria, o brise vertical e os engenheiros deram preferência aos brises mistos.

7.2 Discussão dos resultados

Os resultados serão discutidos tentando estabelecer, de acordo com os parâmetros de análise (apreciação das fachadas, PAF, tipo de vidro e elemento de proteção solar), quais as opções mais bem aceitas pelos projetistas e quais as piores avaliadas.

Para as questões de 1 a 8, cujo enfoque era a apreciação da imagem indicada, obtivemos os seguintes resultados, resumidos na tabela 7.1.

Tabela 7.1 – Resumo das médias das respostas para as questões 1 a 8

	ARQUITETOS			ENGENHEIROS			PROF/PESQ			ESTUDANTES		
	EST ⁵³	PAF ⁵⁴	VID ⁵⁵	EST	PAF	VID	EST	PAF	VID	EST	PAF	VID
Q1	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+
Q2	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Q3	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Q4	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Q5	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+
Q6	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-
Q7	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Q8	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+

Nota: apreciação da fachada positiva (+) = Agradável e negativa (-) = Desagradável

- O edifício cuja apreciação da fachada obteve o melhor resultado foi o da questão 1 (Figura 7.32), considerado mais agradável por arquitetos, engenheiros e estudantes, opinião que não foi compartilhada pela maioria dos professores/pesquisadores. Este edifício também foi o melhor classificado em relação ao tipo de vidro utilizado,

⁵³ Estética da fachada

⁵⁴ Percentual de área de abertura na fachada

⁵⁵ Tipo de vidro

Capítulo 7 – Resultados da Qualidade Arquitetônica

refletivo azul. No entanto, considerando o PAF (81%), o mesmo foi classificado como a pior opção entre todas as outras pela maioria dos respondentes.



Figura 7.32 – Edifício melhor classificado na apreciação da fachada

- O edifício com a pior classificação foi o da questão 8 (Figura 7.33) considerado o mais desagradável segundo a opinião dos quatro grupos de respondentes (arquitetos, engenheiros, professores/pesquisadores e estudantes).



Figura 7.33 – Edifício pior classificado na apreciação da fachada

- O edifício da questão 7 (Figura 7.34) foi considerado agradável em relação ao PAF de 17%, por todos os grupos de entrevistados.



Figura 7.34 – Edifício melhor classificado na apreciação do PAF

- O edifício pior classificado em relação ao tipo de vidro foi o da questão 2, de cor cinza (Figura 7.35). Somente o grupo dos estudantes considerou esse tipo de vidro agradável.



Figura 7.35 – Edifício pior classificado na apreciação do tipo de vidro

Para uma melhor visualização, os resultados foram inseridos na tabela 7.2, permitindo uma análise comparativa da aceitabilidade do conjunto.

Tabela 7.2 – Indicação dos melhores e piores classificados (questões 1 a 8)

Aceitabilidade	Pior classificado		Melhor classificado	
Fachada				
PAF	PAF = 81%		PAF = 17%	
Tipo de vidro	Cinza		Refletivo azul	

Para os edifícios com proteção solar (questões 9 a 11), os resultados estão indicados na tabela 7.3, para a qual podemos concluir que:

Tabela 7.3 – Resumo das respostas para as questões 9 a 11

	ARQUITETOS		ENGENHEIROS		PROF/PESQ		ESTUDANTES	
	EST ⁵⁶	EPS ⁵⁷	EST	EPS	EST	EPS	EST	EPS
Q9	+	+	+	+	+	+	+	+
Q10	+	+	-	-	+	+	+	+
Q11	+	+	-	+	+	+	+	+

Nota: apreciação da fachada positiva (+) = Agradável e negativa (-) = Desagradável

- O edifício da questão 9 (Figura 7.36) foi o melhor classificado em relação a apreciação da fachada e do elemento de proteção solar, lembrando que não foi considerado na análise a eficiência do elemento.



Figura 7.36 – Edifício melhor classificado na apreciação da fachada e elemento de proteção

- O edifício da questão 11 (Figura 7.37) foi o pior classificado em relação à apreciação da fachada, apesar de ter desagradado mais somente os engenheiros.



Figura 7.37 – Edifício pior classificado na apreciação da fachada

⁵⁶ Estética da fachada

⁵⁷ Elemento de proteção solar

- O pior resultado para o elemento de proteção solar foi a solução dos brises verticais móveis, muito utilizada em Brasília, representado pelo edifício da questão 10 (Figura 7.38)



Figura 7.38 – Edifício pior classificado na apreciação do elemento de proteção solar

Para uma melhor visualização, os resultados foram inseridos na tabela 7.4, permitindo uma análise comparativa da aceitabilidade do conjunto.

Tabela 7.4 – Indicação dos melhores e piores classificados (questões 9 a 11)

Aceitabilidade	Pior classificado	Melhor classificado
Fachada		
Elemento de proteção solar		

As questões 12 e 13 se referiam à aceitabilidade entre duas edificações. A partir dos resultados podemos concluir que, quando solicitada a escolha entre duas edificações, a solução da cortina de vidro tem sido a segunda opção da maioria dos respondentes, principalmente pelos arquitetos e professores/pesquisadores (tabela 7.5).

Capítulo 7 – Resultados da Qualidade Arquitetônica

Tabela 7.5 – Indicação das opções escolhidas segundo a apreciação da fachada (questões 12 e 13)

	Questão 12	Questão 13
1ª Opção		
2ª Opção		

Isso nos faz concluir que pode estar havendo uma mudança de paradigmas com relação a tipologia contemporânea em prol de soluções mais adequadas ambientalmente e não importadas, sem vínculo algum com o local na qual será implantada.

Para as questões 14 e 15 foram escolhidos dois edifícios que deveriam ser classificados de acordo com 7 palavras que descreveriam o edifício analisado. Foram destacados os edifícios Menara Mesiniaga, considerado um exemplar da arquitetura ecológica e o Rochaverá, que possui a certificação LEED, no entanto sem sair do padrão tipológico da cortina de vidro, já avaliada neste trabalho como uma tipologia inadequada do ponto de vista ambiental (Figura 7.39).



Figura 7.39 – Edifícios indicados nas questões 14 e 15 - Menara Mesiniaga e Rochaverá, respectivamente

Capítulo 7 – Resultados da Qualidade Arquitetônica

Como esperado, o edifício Menara Mesiniaga foi caracterizado por sua originalidade, contemporaneidade, criatividade e eficiência, traduzindo as características da arquitetura do arquiteto Ken Yeang, um dos responsáveis pela introdução de um novo paradigma formal para a arquitetura mundial.

O edifício Rochaverá foi caracterizado pela idéia que passa de status, poder, contemporaneidade e beleza, fazendo-nos concluir que apesar do destaque recebido pela certificação LEED, o que deveria ser uma comprovação de eficiência em seu desempenho, teve esta palavra como última opção para traduzir sua arquitetura.

Para avaliar a aceitabilidade das características projetuais de PAF, tipo de vidro e elemento de proteção solar foram inseridas, nos questionários, 3 questões onde os projetistas deveriam escolher a opção que mais lhe agradava, sem considerar sua eficiência no desempenho ambiental.

Os resultados indicaram que a melhor classificação para a área de abertura na fachada foi para o PAF de 50%, cujo desempenho térmico se mostrou satisfatório nas simulações. A pior classificação foi dada ao PAF de 10%, que embora tenha um desempenho térmico melhor, conforme os resultados das simulações, não permite uma boa visibilidade para o exterior, característica considerada essencial para os usuários.

Cabe destacar que somente para o grupo de engenheiros a melhor classificação seria o PAF de 90%, que demonstra ainda a adequação dessa categoria aos preceitos do mercado, mesmo se traduzindo na opção de pior desempenho, comprovado pelas simulações executadas.

Analisando os tipos de vidros, o melhor classificado foi o vidro verde, que é considerado uma das melhores opções em relação aos pigmentados, segundo Lamberts et al. (2004) e que obteve bons resultados nas simulações. O pior tipo de vidro, segundo a média dos respondentes foi o cinza, que possui propriedades térmicas e luminosas superiores ao vidro incolor, mas absorve muita radiação devido à sua absorvância.

Para o elemento de proteção solar o pior classificado foi o brise horizontal, que não foi escolhido por nenhum respondente. A melhor opção foi a película ou vidro para controle solar

empatada com o brise misto, exatamente as duas opções melhor classificadas na apreciação da fachada.

Os resultados dessa avaliação demonstram a variedade de opiniões entre os projetistas de edificações, mostrando que a apreciação das fachadas não é somente uma questão de gosto pessoal, mas que se relaciona com as competências profissionais e com as características projetuais especificadas.



PARTE III: CONSIDERAÇÕES FINAIS, REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E APÊNDICE

“[...] mais uma coisa que temos que exigir dos prédios: além de suas partes estarem em harmonia entre si, a construção como um todo deve harmonizar-se com o ambiente onde está; [...] Pois, para um prédio, refletir o seu contexto cultural talvez seja tão fundamental quanto reagir ao seu contexto meteorológico – uma construção que ignore esse imperativo é como um prédio nos trópicos cujas janelas não se abrem ou um edifício nas montanhas cujas janelas não se fecham.” (DE BOTTON, 2007).

CAPÍTULO 8

CONSIDERAÇÕES FINAIS

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o levantamento das tipologias foi possível evidenciar a pouca preocupação com os aspectos ambientais, já que a tipologia mais presente atualmente é caracterizada por fachadas totalmente envidraçadas e uso permanente de mecanismos artificiais de condicionamento e iluminação.

Através da metodologia aplicada para a análise da qualidade ambiental, foi possível determinar quais as características de projeto de edifícios de escritórios são mais adequadas ao clima de Brasília tanto do ponto de vista quantitativo, através das simulações, bem como de forma qualitativa, através do levantamento da opinião dos usuários, adequando-as às suas necessidades e percepções.

Apesar do enfoque deste trabalho ser dirigido à qualidade ambiental do ponto de vista do desempenho termo-energético, algumas questões relacionadas ao conforto luminoso e acústico foram inseridas no questionário aplicado aos usuários de modo a avaliar a interferência de algumas percepções e atitudes que poderiam influenciar na forma como os usuários lidam com os aspectos ambientais.

Baseado no levantamento feito com os usuários pode-se perceber situações bem contraditórias da percepção do ambiente com relação às condições de conforto. Com o uso do ar condicionado e iluminação artificial durante todo o dia, muitos usuários opinaram sobre o conforto térmico considerando o uso desses artifícios, não permitindo, portanto, uma avaliação mais precisa do conforto com os meios passivos (ventilação e iluminação natural).

Os maiores problemas encontrados foram na tipologia de fachada totalmente envidraçada, sem elemento de proteção, onde as esquadrias não abrem, não sendo possível aproveitar a ventilação natural. Devido ao grande percentual de vidro na fachada, há a necessidade de uso de proteção interna e, portanto, falta de contato visual com o exterior e pouco aproveitamento da iluminação natural.

Pelos resultados apresentados nos questionários, pode-se afirmar que existem aspectos do dia a dia dos ambientes de trabalho que devem ser atendidos na definição das diretrizes projetuais considerando a qualidade ambiental: a necessidade de contato visual com o exterior, um

Capítulo 8 – Considerações Finais

projeto mais eficiente dos elementos de proteção, aproveitamento da iluminação natural integrada à artificial e tipo de esquadria especificada.

Uma questão importante a ser destacada é também a questão cultural: as tecnologias disponíveis influenciam o comportamento e uso dos espaços por parte dos usuários, que se acomodam com a utilização da iluminação e condicionamento artificiais, abdicando dos sistemas passivos disponíveis, que requerem um controle mais apurado durante a permanência no espaço.

Acredita-se que foi de extrema importância a análise da opinião do usuário perante as situações de projeto existentes e quais seus anseios em relação às condições de conforto para os ambientes de trabalho.

Por sua vez, as simulações computacionais contribuíram para a definição de quais requisitos projetuais seriam mais adequados considerando as diversas orientações, o percentual de área de abertura na fachada e o tipo de vidro.

No caso de Brasília, a orientação Norte/Sul se mostrou a mais adequada, pois os resultados, tanto dos questionários com os usuários, como os das simulações demonstraram que esta orientação favorece o uso da iluminação e ventilação natural e são orientações que permitem desenvolver o projeto de elementos de proteção mais eficientes.

Com relação ao percentual de áreas de abertura na fachada – PAF, concluímos que quanto maior o percentual, maiores serão as temperaturas no interior dos ambientes e mais difícil será a resolução de problemas ligados ao superaquecimento e ao alto nível de iluminação. Na maioria das vezes, para percentuais muito altos, será necessário o uso de condicionamento artificial, que conforme podemos perceber aumenta os gastos com energia elétrica e nem sempre são bem aceitos pelos usuários dos edifícios de escritórios. Destacamos também, que PAFs muito baixos, dificultam a visão para o exterior, fator este considerado essencial pelos usuários dos edifícios de escritórios.

Outro enfoque a ser dado a essa questão é que mesmo sendo a tipologia mais utilizada atualmente, a cortina de vidro, cujo PAF é extremamente alto, permite uma entrada de radiação luminosa tão grande, que causa problemas de ofuscamento nas áreas de trabalho,

Capítulo 8 – Considerações Finais

necessitando que sejam utilizadas proteções internas, fechando totalmente o ambiente e obrigando ao uso da iluminação artificial e do ar condicionado.

Isso reflete uma contradição no uso desse tipo de tipologia, que nos faz acreditar que essa alternativa projetual é muito mais utilizada para ser vista do que para ser utilizada. É uma imposição do mercado que acredita alavancar as vendas desse tipo de edificação pelo marketing na atração dos compradores para o que eles determinam como uma solução contemporânea e esteticamente agradável.

O tipo de vidro especificado para a envoltória tem uma influência menor nas condições de conforto ambiental se comparado com os outros parâmetros simulados. Dentre os estudados nas simulações, ficou claro que o vidro incolor é o pior tipo de vidro a ser especificado e o vidro refletivo foi o que permitiu melhores resultados. Cabe ressaltar que essa determinação pode ser modificada se os vidros forem sombreados, permitindo um melhor aproveitamento da luz difusa, evitando a carga térmica proveniente da radiação direta.

Os usuários dos edifícios de escritórios responderam, no questionário aplicado, que os ruídos não são um problema muito freqüente nesses ambientes, inclusive que não costumam fechar as esquadrias por causa desse motivo e sim para o uso do ar condicionado.

O ar condicionado, por sua vez, é uma tecnologia, assim como a iluminação artificial, que está presente em todos os ambientes de escritórios, e culturalmente, já faz parte do dia a dia dos usuários, sendo utilizado mesmo em épocas mais frias.

Alguns usuários destacaram o incômodo sentido com o uso cotidiano nesse sistema, mas informaram também a imposição que ocorre nas edificações por parte do condomínio ou dos seus chefes, que obrigam o uso do ar condicionado durante todo o horário de trabalho, com o discurso da eficiência na utilização do sistema. Cabe ressaltar, que em teoria, quando se usa o ar condicionado, 80% das pessoas deveriam estar satisfeitas, o que nem sempre ocorre na prática.

Dessa forma, fica claro que muitas das estratégias projetuais utilizadas nos edifícios de escritórios atuais não estão de acordo com os requisitos necessários para se atingir a qualidade ambiental, de forma passiva, e precisam ser revistos para que as novas edificações possam

Capítulo 8 – Considerações Finais

atender às expectativas dos usuários e serem efetivamente eficientes, reduzindo o consumo energético e possibilitando condições de conforto ambiental mais adequadas.

Alguns arquitetos já vêm introduzindo esses conceitos no dia a dia dos seus projetos, mas isso ainda é incipiente face ao número de projetistas que ainda permanecem com os conceitos da arquitetura internacional e *high-tech* no desenvolvimento dos projetos de edifícios de escritórios.

Mesmo com a introdução das chamadas certificações para a “criação” de edifícios sustentáveis, estas certificações não se traduzem na qualidade ambiental efetiva, visto se tratar de instrumentos desenvolvidos para outros locais, de diferentes condições climáticas e culturais, que são aplicadas no Brasil, ainda sem a devida adequação para as nossas condições.

Partindo do pressuposto que uma nova estética arquitetônica vem surgindo com as mudanças decorrentes de projetos mais adequados ao clima, avaliou-se até que ponto os projetistas aceitavam as características projetuais na aparência das fachadas, considerando a qualidade ambiental como ponto primordial.

O foco principal foi aliar a necessidade de conforto térmico e a eficiência energética nos projetos de edifícios de escritórios com o aspecto formal vigente. O intuito é criar subsídios para o projetista desenvolver uma arquitetura mais adequada às condições climáticas e às necessidades de conforto do usuário, sem perder o apelo estético que o mercado exige.

Percentuais de área de abertura na fachada acima de 70% não agradam, nem são adequados ambientalmente, no entanto, PAFs abaixo de 30%, mais adequados ambientalmente, tiveram pouca ou nenhuma aceitabilidade, quando analisados individualmente.

A resposta a algumas questões nos faz concluir que a análise do elemento sozinho não se mostra como uma resposta válida para a apreciação da fachada. Em muitos casos, como na questão 01, apesar de considerar o PAF desagradável (81%), a aceitabilidade da edificação foi a mais positivamente avaliada, demonstrando que os problemas da integração das características projetuais à estética da edificação são considerados mais complexos.

Capítulo 8 – Considerações Finais

A mesma conclusão pode ser tirada em relação ao tipo de vidro. O vidro que teve melhor apreciação foi o vidro verde e o pior foi o vidro cinza, considerados com desempenho ambiental regular nas simulações, no entanto, na apreciação da fachada como um todo, o edifício com vidro incolor foi o mais negativamente avaliado e o mais bem avaliado foi o edifício com vidro refletivo azul, coincidindo com o resultado das simulações.

Pode-se inferir a partir de tais resultados que existe uma indicação de que os edifícios mais bem aceitos possuíam as cores do vidro sempre combinando com as cores dos revestimentos opacos, demonstrando uma apreciação na harmonia de cores na fachada.

Embora não seja tão utilizado na arquitetura contemporânea, mas muito utilizado nos edifícios em Brasília, os elementos de proteção solar foram bem avaliados, dando destaque para a solução dos brises mistos, o mais bem aceito.

Apesar dessas constatações, o aspecto formal dos edifícios com cortina de vidro ainda é o mais apreciado pelos projetistas que tendem a vê-lo como uma referência de poder, status e contemporaneidade. Enquanto exemplares de edificações produzidas com características projetuais mais adequadas ao desempenho ambiental são descritas como contemporâneas, originais, criativas, e acima de tudo, eficientes, o que se considera ser um grande avanço na percepção dos projetistas em relação aos novos paradigmas formais da arquitetura ambiental.

Dessa forma, demonstra-se uma aceitação cada vez maior de tipologias com soluções criativas e menos homogêneas do que as existentes na maioria das edificações de escritórios atuais, a exemplo da solução adotada no edifício Menara Mesiniaga.

Cabe então destacar, baseado na observação dos projetos existentes, quais as características utilizadas na concepção das propostas com qualidade ambiental que têm gerado uma nova tipologia para as edificações adequadas ao clima:

- orientação adequada da edificação;
- uso de materiais e componentes adequados nas fachadas;
- redução do percentual de área de abertura nas fachadas (PAF);
- aplicação de elementos de controle solar;

- escolha do tipo dos vidros;
- jardins verticais para sombreamento;
- uso de peitoris “salientes”; e
- uso de técnicas para aproveitamento da ventilação natural.

Todas essas características implicam num processo de concepção projetual onde as soluções são determinadas ainda na fase de concepção, integrando as questões funcionais, econômicas, ambientais e formais de maneira a se chegar à construção de um ambiente mais confortável e eficiente energeticamente.

8.1 Subsídios para elaboração de diretrizes projetuais para edifícios de escritórios em Brasília

Após a apresentação dos resultados do levantamento da opinião dos usuários em relação às condições de conforto ambiental no interior dos ambientes de escritórios; das simulações paramétricas para análise do desempenho termo-energético das características da envoltória; e do levantamento da apreciação das características projetuais das fachadas dos edifícios de escritórios, esses resultados foram analisados em conjunto de forma a determinar as soluções projetuais mais adequadas à qualidade ambiental e arquitetônica de edifícios de escritórios.

Baseada nestes resultados, estão descritas a seguir indicações projetuais, segundo este trabalho, para se atingir a qualidade ambiental e arquitetônica de edifícios de escritórios em Brasília:

- o percentual de abertura na fachada – PAF deve ser entre 30% e 50%;
- o tipo de vidro mais indicado é o refletivo, mas a depender do PAF e elemento de sombreamento usados, os vidros verde e bronze podem ser utilizados;
- os vidros incolor e cinza não são bem aceitos e possuem um desempenho ambiental inadequado segundo as simulações;
- o uso do elemento de proteção é sempre indicado para amenizar os efeitos da radiação solar sobre a envoltória, sendo o brise misto o mais aceito;
- o brise vertical foi bem aceito, mas sua disposição na fachada deve evitar a completa cobertura da área de vidro;

Capítulo 8 – Considerações Finais

- o protetor solar é também indicado para permitir o aproveitamento da iluminação difusa e ventilação natural, devendo ser projetado de acordo com a orientação;
- a presença do brise favorece a interação com o entorno e possibilita vista para o exterior;
- a orientação mais indicada para o aproveitamento da luz natural em Brasília é a Norte/Sul;
- a fachada para o aproveitamento da ventilação natural nos dias quentes deve ser a de janelas isoladas na orientação Norte/Sul;
- a fachada para o aproveitamento da ventilação natural nos dias frios deve ter brises e ser orientada a Norte/Sul; e
- a tipologia de janelas isoladas foi bem aceita e possui um PAF mais adequado para a qualidade ambiental, mas sua escolha depende do tipo de vidro utilizado.

Além das indicações projetuais especificadas, algumas considerações devem ser feitas no intuito de indicar procedimentos que podem vir a ser adotados para melhorar o desempenho ambiental e contribuir para uma aceitabilidade dos edifícios projetados:

- altos percentuais de área de abertura na fachada implicam em alto consumo energético;
- edifícios com cortina de vidro aproveitam pouco a iluminação natural e levam a um maior uso de elementos de proteção interna;
- as proteções internas do tipo persianas são mais utilizadas para PAFs acima de 50% e sem brises;
- o uso do brise é indicado para diminuir o uso do ar condicionado;
- o ar condicionado deve ser indicado somente para os meses mais quentes, quando os meios passivos não forem suficientes para atingir o conforto térmico;
- os usuários não se sentem confortáveis com a obrigatoriedade do uso do ar condicionado;
- a tipologia da esquadria deve ser especificada de modo a permitir o controle e aproveitamento da ventilação natural;
- a vista para o exterior é desejável pelos usuários;
- é extremamente desejável que exista controle para a luz artificial de forma a integrar este sistema ao aproveitamento da luz natural;

- a criatividade e a inovação da arquitetura bioclimática são bem aceitas pelos projetistas na prática projetual atualmente, mais que o estilo internacional;
- as fachadas em cortina de vidro não estão ligadas ao conceito de beleza; e
- há que se resolver problemas relativos à manutenção, racionalização da construção, custos e operação dos elementos como brises.

As indicações projetuais apresentadas servem como subsídio para o projetista desenvolver projetos com desempenho termo-energético mais adequado para o clima local e, possivelmente, serão bem aceitas pelos projetistas e usuários das edificações, já que foram desenvolvidas baseadas nas suas opiniões a cerca da qualidade ambiental e arquitetônica dos edifícios de escritórios em Brasília.

8.2 Conclusão

Para que um projeto possa proporcionar conforto ambiental aos seus usuários de forma energeticamente eficiente, a primeira preocupação é a de usar estratégias adequadas ao clima local.

Para que a integração entre a qualidade ambiental e arquitetônica seja bem sucedida, a orientação do edifício, o percentual de área de abertura na fachada, o tipo de vidro especificado, o uso do elemento de proteção solar, assim como todas as características formais devem ser projetadas em conjunto para garantir a coerência com a lógica do projeto.

A hipótese definida para este trabalho foi: quais as diretrizes projetuais que poderiam ser especificadas para edifícios de escritórios em Brasília que considerassem os aspectos relacionados às condicionantes climáticas locais, ao conforto térmico, à eficiência energética e ao aspecto formal da fachada.

Para a comprovação desta hipótese, foram relacionadas as premissas analisadas a seguir:

- *A definição da orientação do edifício, do percentual de área de abertura na fachada (PAF) e do tipo de vidro mais adequados está diretamente ligada à quantidade de luz e calor recebida pelo ambiente e conseqüentemente o consumo de energia com os sistemas de resfriamento e iluminação artificial;*

A premissa confirma-se com base nos resultados das simulações computacionais que possibilitaram determinar a quantidade de radiação recebida pela envoltória e conseqüentemente a quantidade de calor no interior dos ambientes a partir da análise das temperaturas resultantes, o que definiu a orientação, o percentual de área de abertura na fachada e o tipo de vidro mais adequados para o aproveitamento da luz natural, com uma menor produção de carga térmica, e conseqüente redução no consumo energético.

- *A especificação correta dos elementos de controle solar e de seu posicionamento permite melhorar as condições de conforto nos ambientes de trabalho, devendo ser projetado para garantir proteção, visibilidade e aceitabilidade por parte dos usuários;*

O levantamento da opinião dos usuários determinou uma série de indicações projetuais, dentre as quais, a de que o uso do elemento de proteção solar permite melhorar as condições de conforto nos ambientes de trabalho através do maior aproveitamento da iluminação e ventilação natural e redução da incidência de radiação solar, evitando o ofuscamento. Estes elementos permitem a abertura das esquadrias e favorecem a visibilidade para o exterior, aspecto considerado essencial para os usuários.

Ficou comprovado dessa forma que estes elementos, quando adequadamente projetados, além de garantir a proteção solar no interior dos ambientes, são bem aceitos pelos usuários, que procuram interagir com os brises para propiciar a vista para o exterior e o controle da ventilação.

- *Através da opinião dos usuários dos edifícios de escritórios pode-se avaliar a sua percepção do ambiente e a influência das características da envoltória no conforto ambiental do edifício, bem como entender como os usuários lidam com os dispositivos utilizados para melhorar o conforto;*

A opinião dos usuários dos edifícios de escritórios permitiu a avaliação da sua percepção de conforto em relação ao ambiente de trabalho e a influência das

características da envoltória no desempenho ambiental do edifício, conforme pode ser visto na análise dos questionários.

Além disso, foi possível entender como os usuários lidam com os dispositivos utilizados para melhorar o conforto a partir do questionamento sobre os motivos pelos quais eles regulavam os brises, as proteções internas ou as aberturas; e sobre a interação com o sistema de iluminação artificial e de ar condicionado.

- *A análise da opinião dos projetistas de edificações pode permitir a avaliação das alternativas tipológicas de envoltória para os edifícios de escritórios;*

A análise da opinião dos projetistas de edificações, feita a partir da aplicação do questionário *web*, permitiu a avaliação da apreciação das características projetuais aplicadas à envoltória dos edifícios de escritórios.

Os projetistas opinaram acerca da aceitabilidade do PAF e da cor do vidro destacados nas imagens dos edifícios, bem como na apreciação da fachada como um todo, permitindo definir quais as características são mais aceitas do ponto de vista formal, para serem confrontadas com as mais adequadas do ponto de vista da qualidade ambiental.

- *É possível encontrar soluções projetuais que compatibilizem os requisitos para um bom desempenho térmico e energético (qualidade ambiental) e a questão formal (qualidade arquitetônica) em edifícios de escritórios.*

Indicações projetuais para a qualidade ambiental de edifícios de escritórios foram definidas a partir dos resultados dos questionários aplicados aos usuários e das simulações computacionais. Essas indicações foram confrontadas com as indicações projetuais resultantes da apreciação das fachadas de acordo com a opinião dos projetistas, o que permitiu propor soluções projetuais mais adequadas do ponto de vista do bom desempenho térmico e energético, atendendo também a expectativa dos projetistas em relação à qualidade arquitetônica do edifício.

Dessa forma, indicações projetuais foram formuladas conciliando os dois aspectos considerados neste trabalho, qualidade ambiental e qualidade arquitetônica, o que confirma a hipótese destacada, contribuindo como subsídio para a elaboração de diretrizes projetuais para edificações de escritórios.

Assim, pode-se inferir que com a aplicação dessas diretrizes no desenvolvimento de projetos, poderemos realizar uma arquitetura com adequado conforto ambiental, utilizando o maior número de estratégias passivas, que contribuirão para a redução do consumo energético em edifícios de escritórios em Brasília.

Essas diretrizes devem proporcionar uma “nova” estética para os edifícios de escritórios, condizentes com os anseios dos usuários e projetistas e que, futuramente, a partir de sua constante aplicação e comprovação de seu desempenho, poderão se tornar parte do dia a dia das grandes cidades. Uma arquitetura totalmente voltada para a integração com as condicionantes climáticas locais, com a aparência requerida pelos projetistas e atendendo a expectativa dos usuários.

8.3 Desdobramentos Futuros

Os resultados obtidos nesta pesquisa podem orientar novos trabalhos dispostos a discutir os resultados encontrados e avaliar novas alternativas não contempladas neste estudo, dentre elas:

- analisar outros climas;
- avaliar a influência dos elementos de proteção solar no desempenho termo-energético do ambiente através de simulação computacional;
- simular modelos com o uso da ventilação natural; e
- aplicar as indicações projetuais estabelecidas no ensino das disciplinas de conforto ambiental e projeto de arquitetura.

O estudo e a metodologia utilizada podem ser aplicados em outras cidades visando o conhecimento e a satisfação da qualidade ambiental e arquitetônica dos edifícios de escritórios, já que cada vez mais há uma procura por soluções projetuais mais eficientes e integradas ao contexto local.

“Muitas pessoas têm a idéia errada do que constitui a verdadeira felicidade, ela não é alcançada através da auto-satisfação, mas através da fidelidade a um propósito digno.”

Helen Keller

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Rio de Janeiro. **NBR 15575**: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho. Rio de Janeiro, 2008a.

_____, Rio de Janeiro. **NBR 16401**: Instalações de ar condicionado – Sistemas centrais e unitários. Parte 2: Parâmetros de conforto térmico. Rio de Janeiro, 2008b.

_____, Rio de Janeiro. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005a.

_____, Rio de Janeiro. **NBR 15215**: Iluminação natural. Rio de Janeiro, 2005b.

_____, Rio de Janeiro. **NBR 5413**: Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro, 1982.

_____, Rio de Janeiro. **NBR 6401**: Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto - Parâmetros Básicos de Projeto, 1980.

AKUTSU, M.; VITTORINO, F. A Tendência Atual dos Métodos de Avaliação do Desempenho Térmico e Energético de Edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997. p. 147-151.

ALMEIDA, Maristela Moraes de. **Da experiência ambiental ao projeto arquitetônico**: um estudo sobre o caminho do conhecimento na arquitetura. Florianópolis, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

AMORIM, Cláudia Naves David. Arquitetura não residencial em Brasília: desempenho energético e ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004.

_____. **Iluminação natural, conforto ambiental e eficiência energética no projeto de arquitetura**: estratégias projetuais e tecnológicas para climas tropicais. Projeto de Pesquisa CNPq, 2003.

ARANTES, Eduardo M.; ANDERY, Paulo. **Gestão de Projetos na Construção Civil**: Uma visão introdutória. Disponível na internet: http://www.demc.ufmg.br/gestao/Qualidade_projetos.pdf. Acesso em 30/03/2008.

ARAÚJO, Eliete de Pinho. **Análise pós-ocupação de um edifício comercial em Brasília aspectos do conforto térmico**. Brasília, 1999. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 1999.

ARCOWEB. **Construção Sustentável**: Edifícios de alto desempenho em conferência mundial. Disponível na internet: <http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/arquitetura592.asp>. Acesso em 08/08/2006a.

ARCOWEB. **Jardins suspensos colaboram com climatização**. Disponível na internet: <http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/arquitetura592a.asp>. Acesso em 08/08/2006b.

ARGAN, Giulio Carlo. **Projeto e destino**. São Paulo: Editora Ática, 2001. 334 p.

BAKER, N. & STEEMERS, K. **Daylight design of buildings**. London: James and James Editors, 2002.

BAKER, N., STEEMERS, K., FANCHIOTTI, A. **Daylighting in Architecture: A European Reference Book**. Commission of the European Communities Directorate – General XII for Science, Research and Development. London, UK: James & James (Science Publishers) Ltda, 1993.

BATISTA, Juliana Oliveira; LAMBERTS, Roberto; WESTPHAL, Fernando Simon. Avaliação de desempenho térmico de componentes construtivos utilizando o Energyplus. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2005.

BENEVOLO, Leonardo. **A arquitetura do novo Milênio**. Tradução Letícia Martins de Andrade. São Paulo: Estação Liberdade, 2007. 496 p.: il.

BISQUERRA, Rafael; SARRIERA, Jorge Castella; MARTINEZ, Francesco. **Introdução A Estatística – SPSS**. Enfoque informático com o pacote estatístico SPSS. Porto Alegre: Artmed, 2004.

BITTENCOURT, L. S. Clima e repertório arquitetônico. In: II SEMINÁRIO SOBRE ENSINO E PESQUISA EM PROJETO DE ARQUITETURA - PROJETAR 2005. Trabalho apresentado para discussão na mesa-redonda Projetos e Experiências, do PROJETAR 2005, meio digital. **Anais...** Rio de Janeiro, 2005. p.1-15.

BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christina. **Introdução a ventilação natural**. Maceió: EDUFAL, 2005.

BITTENCOURT, Leonardo. **Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos**. Maceió: EDUFAL, 1988.

BRAGA, D. K.; AMORIM, C. N. D. . Tendências estilísticas da arquitetura contemporânea brasileira e bioclimatismo. In: X ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009. p. 855-864.

BRASIL. **Decreto 4.059 de 19.dez.01**. Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001a, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. D.O.U., Brasília, DF, 20.dez.2001a.

BRASIL. **Lei 10.295, de 17.out.01 – “Lei de Eficiência Energética”**. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. D.O.U., Brasília, DF, 18.out.2001b.

Referências Bibliográficas

BROWN, G. Z.; DEKAY, Mark. **Sol, vento & luz: estratégias para o projeto de arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

BRUAND, Yves. **Arquitetura contemporânea no Brasil**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1981. 398 p.

BURTON, Simon. **Energy efficient office refurbishment**. London: James & James, 2001.

CARLO, Joyce C.; LAMBERTS, Roberto. Elaboração de protótipos para simulação do desempenho termo-energético de edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2006, Florianópolis. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2006. p. 152-161.

CARLO, Joyce C.; TOCOLIN, Gisele; LAMBERTS, Roberto. Verificação das características externas de edificações em quatro cidades brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2005, Maceió. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2005. p. 316-325.

CARLO, Joyce; PEREIRA, Fernando O. R.; LAMBERTS, Roberto. Iluminação natural para redução do consumo de energia de edificações de escritórios aplicando propostas de eficiência energética para o código de obras do Recife. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2004.

CARLO, Joyce; LAMBERTS, Roberto; GHISI, Enedir. Energy efficiency building code of Salvador, Brazil. In: THE 20TH CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE - PLEA, 2003, Santiago - Chile. **Proceedings...** Santiago, 2003.

CARPINTERO, Antonio Carlos Cabral. **Brasília - prática e teoria urbanística no Brasil: 1956 – 1998**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). São Paulo: USP, 1998.

CHAIM, Giselle Marie Cormier. **Qualidade ambiental e arquitetônica em edifícios de escritórios: diretrizes para projetos em Brasília**. Relatório de pesquisa de iniciação científica. Brasília: UnB/PIBIC, 2009.

CLARO, José Alberto Carvalho dos Santos; DAMANTE, Mariana Mazzariello. **Marketing e a Estratégia Usada na Produção Arquitetônica: Uma Crítica à Produção Imobiliária de Edifícios na Cidade de Santos a Partir de 2005**. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/semead/12semead/resultado/trabalhosPDF/737.pdf>. Acesso em 10/06/2010.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

COSTA, Lúcio. **Lúcio Costa: Registro de uma vivência**. São Paulo: Empresa das Artes, 1995.

_____. **Brasília, cidade que inventei**. Relatório do plano piloto de Brasília elaborado pelo ArPDF, CODEPLAN, DePHA. Brasília: GDF, 1991.

DE BOTTON, Alain. **A arquitetura da felicidade**. Rio de Janeiro: Rocco, 2007.

DI TRAPANO, Patrizia. **Forma e qualidade ambiental na arquitetura contemporânea brasileira**. Rio de Janeiro, 2008. Tese (Doutorado em Ciências em Arquitetura). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

DI TRAPANO, Patrizia; BASTOS, Leopoldo E. Gonçalves. **As Novas Formas do Século XXI: um Estudo Aplicado à Arquitetura Bioclimática**. Cadernos do PROARQ, v. 9, p. 195-209, 2005a.

DI TRAPANO, Patrizia; BASTOS, Leopoldo E. Gonçalves. **Sustentabilidade da Forma**. Cadernos do PROARQ, v. 9, p. 175-194, 2005b.

DOE – U. S. Department of Energy – Energy Efficiency and Renewable Energy. **Building Technologies Program – Software Tools Directory**. Disponível na Internet: http://www.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/alpha_list.cfm. Acesso em 05/02/2006. 2006a.

DOE – U.S. Department of Energy. **Office buildings**. Disponível na internet: <http://www.eere.energy.gov/buildings/info/office/index.html>. Acesso em 05/02/2006. 2006b.

E2-AC. E2-Arcondicionado. Disponível na internet: <http://www.labee.ufsc.br/edois/modulos.html>. Acesso em 10/01/2009.

EIA – Energy information administration – official energy statistics from de U. S. Government. **Description of CBECS building types**. Disponível na internet: <http://www.eia.doe.gov/emeu/cbecs/contents.html>. Acesso em 16 de julho de 2006.

FERREIRA, Fernanda Gomes. **Desenvolvimento e aplicação de um modelo de programa da qualidade para o serviço público**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

FICHER, Sylvia; ACAYABA, Marlene Milan. **Arquitetura moderna brasileira**. São Paulo: Projeto Editores Associados Ltda, 1982.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução Joice Elias Costa. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FOSSATI, Michele; LAMBERTS, Roberto. Eficiência energética da envoltória de edifícios de escritórios de Florianópolis: discussões sobre a aplicação do método prescritivo do RTQ-C. **Ambiente Construído**. V. 10, n. 2, p. 59 - 69. Porto Alegre: Antac, 2010.

FROTA, Anésia Barros. **Geometria da Insolação**. São Paulo: Geros, 2004.

FROTA, Anésia Barros, SHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico: arquitetura e urbanismo**. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

Referências Bibliográficas

GALASIU, A. D., VEITCH, J. A. **Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices:**a literature review. *Energy and Buildings*, v. 38, n. 7, July 2006. p. 728-742. National Research Council Canada.

GARVIN, David A. **Gerenciando a qualidade: a versão estratégica e competitiva.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

GELINSKI, Gilmara. **Fachada-cortina inclinada.** Disponível em: <http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/arquitetura644.asp>. Acesso em 10/08/2006.

GHSI, Enedir; TINKER, John. Optimising energy consumption in offices as a function of window area and room size. In: SEVENTH INTERNATIONAL IBPSA CONFERENCE – INTERNATIONAL BUILDING PERFORMANCE SIMULATION ASSOCIATION, 2001, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: IBPSA, 2001. v2. p. 1307-1314.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GIVONI, B. Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines. **Energy and Building**, 18 (1), 11-23, 1992.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. Arquitetura sustentável: Uma integração entre Ambiente, Projeto e Tecnologia em Experiências de Pesquisa, Prática e Ensino. **Ambiente Construído** (Online), v. 6, p. 51-81, 2006.

GOROVITZ, M.; CASTOR, Ricardo Silveira. **Três passos para uma análise estética da arquitetura.** In: 13º ENCONTRO NACIONAL DA ANPAP, 2004, Brasília. Arte em pesquisa: especificidades. Brasília: ANPAP/UnB, 2004. v. 1. p. 219-225.

GREGOTTI, Vittorio. **Território da arquitetura.** Trad. Berta Waldman-Villá e Joan Villá. São Paulo: Perspectiva, 1975. 191 p.

GÜNTHER, Hartmurt. **Entrevista pessoal.** 22 de novembro de 2007.

GÜNTHER, Hartmurt. **Como elaborar um questionário.** (Serie: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, nº 01). Brasília, DF: UnB, Laboratório de psicologia Ambiental, 2003.

HOLANDA, Frederico de. Notas sobre a dimensão estética da arquitetura. **RUA: Revista de Arquitetura e Urbanismo.** Salvador, UFBA, 1990. V3. N. 4/5. p. 76-95.

HOUAISS, Dicionário. (on line). Acesso em 10/03/2008.

HQE Association. **Référentiel:** définition explicite de la qualité environnementale. Référentiels des caractéristiques HQE. Document 5. Disponível em: <http://www.assohqe.org/docs/deqe.pdf>. Acesso em 24/06/2007.

HUANG, J., AKBARI, H., RAINER, L., RITSCHARD, R. **481 Prototypical commercial buildings for 20 urban market areas.** Berkeley: LBNL. 1991 Technical Report.

IEA. **Daylight in Buildings:** A Source Book on Daylighting Systems and Components. Report of IEA SHC Task 21 / ECBCS Annex 29, 2000.

INMETRO. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Portaria nº 163, de 08 de junho de 2009**. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Brasília, DF, 2009b. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/etiquetagem/arquivos/2_RTQ_C.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2009.

ISO - International Organization for Standardization. **ISO 7730**: Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. 1994.

ISO - International Organization for Standardization. **ISO 8402**: Quality management and quality assurance – Vocabulary. 1994.

LABCON. **Conforto Ambiental e o LabCon**. Disponível na internet: <http://arq.ufmg.br/tau/labcon/objetivos.html>. Acesso em 12/02/2006.

LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina. **Programa Computacional Analysis Bio**, Versão 2.1.5. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/software/analysisBIO.html>. Acesso em jun. 2009.

LABEEE/PROCEL/ELETROBRÁS. **Subsídios para a regulamentação em eficiência** (protótipos). Florianópolis, UFSC: 2006.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, Enedir; RAMOS, Greici. **Impactos da Adequação Climática Sobre a Eficiência Energética e o Conforto Térmico de Edifícios de Escritórios no Brasil**. Florianópolis: UFSC, 2006.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, Enedir; ABREU, Ana Lígia Papst de; CARLO, Joyce C. **Desempenho térmico de edificações**. Apostila da disciplina ECV 5161. Florianópolis, LABEEE/UFSC: 2005.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, O. R. **Eficiência energética na Arquitetura**. 2ª edição. São Paulo: ProLivros, 2004.

LAUBER, Wolfgang. **Tropical Architecture**. Sustainable and Humane Building in Africa, Latin America and South-East Asia. Munich-Berlin-London-New York: Prestel Verlag, 2005.

LE CORBUSIER. **Por uma arquitetura**. 5. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 1994.

LIMA, Thais Borges Sanches; AMORIM, Cláudia Naves David. Levantamento das características tipológicas de edifícios de escritórios em Brasília. In: IX ENCONTRO NACIONAL E V ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2007. p. 1075-1084.

LIMA, Thais Borges Sanches. **Uso da simulação computacional em projetos de iluminação interna**. 2003. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

MACIEL, Alexandra A. **Integração de conceitos bioclimáticos ao projeto arquitetônico**. Florianópolis, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

_____. **Projeto bioclimático em Brasília: Estudo de caso em edifício de escritórios**. Florianópolis, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

MALARD, Maria Lucia. **As aparências em arquitetura**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

MANNING, Peter. **Office Design: a study of environment**. England: The Pilkington Research Unit – Department of Building Science University of Liverpool, 1965.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MELLENDEZ, Adilson. **Traço contemporâneo confere a torre caráter de referência urbana**. Disponível em: <http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/arquitetura611.asp>. Acesso em 12/07/06.

MELHADO, S. O Plano da Qualidade dos Empreendimentos e a Engenharia Simultânea na Construção de Edifícios. In. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, 1999. **Anais ...** Rio de Janeiro: UFRJ/ABREPO, 1999.

MENDES, Nathan; WESTPHAL, Fernando Simon; LAMBERTS, Roberto; CUNHA NETO, José A. Bellini. Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre: ANTAC, 2005. v.5. n. 4. p. 47-68.

MONTANER, Josep Maria. **As formas do século XX**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2002.

_____. **Depois do Movimento Moderno**. Arquitetura da segunda metade do século XX. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2001a.

_____. **A modernidade superada**. Arquitetura, arte e pensamento do século XX. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2001b.

NAKAMURA, Juliana. Superando Estigmas. **Revista AU**. Piniweb. Disponível em: <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/164/artigo66782-1.asp>. Acesso em 14/04/2008.

NEVES, Letícia de Oliveira. **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 e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006.

Referências Bibliográficas

NEVES, R. P. A. A.; CARAM, R. M. Identificação das tecnologias para conforto ambiental e eficiência energética utilizadas pelos chamados edifícios inteligentes. In: VII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES – ENCAC-COTEDI, 2003, Curitiba. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2003.

OLIVEIRA, Theobaldo Silva Rocha de. **Ideologia e linguagem na produção arquitetônica: uma taxonomia do gosto.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, 2003.

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

PEREIRA, Cláudia Donald. **Pesquisa Envoltória** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por thaisbslima@gmail.com em 27 de fevereiro de 2010.

PEREIRA, Cláudia Donald; GHISI, Enedir. Calibração de um modelo computacional de uma residência unifamiliar localizada em Florianópolis. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2008, Fortaleza. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2008.

PEVSNER, Nikolaus. **Historia de las tipologias arquitectonicas.** 2^ª ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1979. 447 p.

POUBEL, Christiane Carraro. **A Gestão da Qualidade e sua Importância em Projetos.** Disponível na internet: http://www.ietec.com.br/ietec/techoje/techoje/gestaodeprojetos/2007/07/19/2007_07_19_0008.2xt/-template_interna. Acesso em 30/03/2008.

PROBST, Maria Cristina Munari. **Architectural integration and design of solar thermal systems.** Selected sections from PhD thesis 4258. Lausanne: EPFL, 2008.

PROBST, Maria Cristina Munari; ROECKER, Christian; SCHUELER, Andreas. Architectural Integration of solar thermal collectors: results of a European survey. In: ISES – SOLAR WORLD CONGRESS, 2005, Orlando. **Proceedings...** Orlando –USA: ISES, 2005.

PROBST, Maria Cristina Munari; ROECKER, Christian. Integration and formal development of solar thermal collectors. In: THE 22ND CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE - PLEA, 2005, Beirut - Lebanon. **Proceedings...** Beirut – Lebanon, 2005. p. 497-502.

PROCEL. **Regulamentação para Etiquetagem Voluntária do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.** Disponível na internet: <http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/reg.etiquetagem.voluntaria.html>. Acesso em 10/03/2008.

PULS, Maurício. **Arquitetura e filosofia.** São Paulo: Annablume, 2006.

QUALIDADE ambiental. In: Dicionário Médico. Disponível em <http://www.akademisyen.com/egitim/portuguesedic4.asp>. Acesso em 18/07/2007.

Referências Bibliográficas

ROAF, Sue; CRICHTON, David; NICOL, Fergus. **A adaptação de edificações e cidades às mudanças climáticas**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

ROMERO, Marcelo de Andrade, TORRES, Cláudia. A utilização do software “Lumen Micro 5” no projeto de iluminação artificial: o caso do edifício da Companhia São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE MODELOS DE SIMULAÇÃO DE AMBIENTES, 1995. São Paulo. **Anais...** São Paulo: Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo - NUTAU, 1995.

ROSSI, Aldo. **A arquitetura da cidade**. Trad. Eduardo Brandão. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 309 p.

SANTANA, Marina Vasconcelos. **Influência de parâmetros construtivos no consumo de energia de edifícios de escritórios localizados em Florianópolis – SC**. Florianópolis, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). UFSC, Florianópolis, 2006.

SCHONLAU, M.; FRICKER, R. D.; ELLIOTT, M. N. **Conducting research surveys via e-mail and the Web**. Stanford, CA: Rand Corporation, 2001.

SCRUTON, Roger. **Estética da arquitetura**. Lisboa: Livraria Martins Fontes Editora Ltda, 1979.

SERAPIÃO, Fernando. **Com core central, volumetria reúne prisma retangular e cilindro**. Disponível em: <http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/arquitetura635.asp>. Acesso em 01/08/2006.

SILVA, Joene Saibrosa da. **A eficiência do brise-soleil em edifícios públicos de escritórios: estudo de casos no Plano Piloto de Brasília**. Brasília, 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, 2007.

SILVA, Joene Saibrosa da; AMORIM, Cláudia Naves David. Os edifícios públicos de escritórios de Brasília: aspectos de conforto ambiental. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2006.

SOBREIRA, Fabiano. Concursos e sustentabilidade: os riscos da onda verde. **Arquitextos**, São Paulo, 09.107, Vitruvius, 2009. Disponível em: <http://vitruvio.com.br/revistas/read/arquitextos/09.107/61>.

STRICKLAND, Carol. **Arquitetura comentada**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2003.

VENÂNCIO, Raoni; PEDRINI, Aldomar. **Treinamento para o programa Design Builder**. Apostila. Natal: Labcon/UFRN, 2008.

VEROCAI, Iara (coord.). **Qualidade ambiental**. In: Dicionário de termos técnicos ambientais. Disponível em: <http://www.comunicacaoambiental.com.br/dicionario.asp#q>. Acesso em 18/07/2007.

Referências Bibliográficas

VIEGAS, Waldyr. **Fundamentos lógicos da metodologia científica**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2007.

VITRUVIUS, Portal. **Exposição de Thomas Herzog, Arquitetura e Sustentabilidade**. Disponível em http://www.vitruvius.com.br/noticia/noticia_detalhe.asp?id=991. Acesso em 05/08/2007.

VOORD, T. J. M. Van der; MAARLEVEL, M. Performance of Office buildings from a user's perspective. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre: ANTAC, 2006. v.6. n. 3. p. 07-20.

WESTPHAL, F. S. **Análise de incertezas e de sensibilidade aplicadas à simulação de desempenho energético de edificações comerciais**. Florianópolis, 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

WINES, James. **Green Architecture**. Köln: Taschen, 2008.

YEANG, Ken. **El rascacielos ecológico**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2001.

YEANG, Ken. **Designing the tropical skyscraper**. In: MIMAR 42: Architecture in Development. London: Concept Media Ltd, 1992.

ZANETTINI, Siegbert. **Fórum do Meio Ambiente e Fazenda Pública do DF – TJDF**. Disponível na internet: http://www.zanettini.com.br/outros_forum.html. Acesso em 11/07/2010.

ZEMMOURI, Noureddine; SCHILER, Marc E. Modelling Energy Efficient Windows in hot arid zones. In: THE 22ND CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE - PLEA, 2005, Beirut - Lebanon. **Proceedings...** p. 301-305.

“Os pequenos atos que se executam são melhores que todos aqueles grandes que apenas se planejam”.

George C. Marshall

APÊNDICE A – LISTA DE EDIFÍCIOS ESTUDADOS (POR SETOR)**Setor: ADF - Administração de Brasília**

1. Palácio do Buriti
2. Secretaria do Estado de Segurança Pública
3. Ministério Público do Distrito Federal e Territórios
4. Anexo I - Fórum Des. Milton Sebastião Barbosa - Bloco B
5. Anexo I - Fórum Des. Milton Sebastião Barbosa - Bloco A
6. Tribunal de Justiça do Distrito Federal e Territórios
7. Tribunal Regional Eleitoral
8. Procuradoria Geral Do Distrito Federal
9. Companhia de Planejamento do Distrito Federal - CODEPLAN
10. Companhia Imobiliária de Brasília - TERRACAP
11. Anexo - Tribunal de Contas do DF
12. Anexo I - Palácio do Buriti
13. Tribunal de Contas do Distrito Federal - TCDF

Setor: EMI – Eixo Monumental

1. Anexo Ministério Saúde
2. Anexo – Ministério das Minas e Energia
3. Ministério da Justiça - Palácio da Justiça
4. Anexo I - Ministério. Justiça
5. Palácio do Planalto
6. Supremo Tribunal Federal - STF
7. Anexo I - Supremo Tribunal Federal
8. Anexo II - Supremo Tribunal Federal
9. Interlegis
10. Ministério das Minas e Energia / Turismo
11. Ministério das Relações Exteriores - Palácio Itamaraty
12. Anexo Min. Previdência Social
13. Ministério da Saúde
14. Anexo II - Ministério das Relações Exteriores
15. Ministério da Previdência Social, Trabalho e Emprego
16. Anexo Ministério. Agricultura
17. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
18. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Desenvolvimento
19. Ministério da Cultura e Meio Ambiente
20. Ministério do Desenvolvimento Agrário/Espportes/Cidades
21. Anexo I - Ministério das Relações Exteriores
22. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
23. Palácio do Congresso Nacional
24. Ministério da Ciência e Tecnologia/Integração Nacional
25. Ministério das Comunicações e Transportes
26. Anexo I - Congresso Nacional
27. Anexo II - Câmara dos Deputados
28. Anexo III - Câmara dos Deputados
29. Anexo IV - Câmara dos Deputados
30. Secretaria Especial de Informática - PRODASEN
31. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

32. Ministério da Educação
33. Anexo - Ministério Educação
34. Ministério da Defesa Aeronáutica do Brasil
35. Anexo - Ministério da Defesa Aeronáutica
36. Anexo - Ministério Fazenda
37. Ministério da Fazenda
38. Anexo I - Senado Federal
39. Ministério da Defesa Exército do Brasil
40. Anexo - Ministério da Defesa Marinha
41. Ministério da Defesa Marinha do Brasil
42. Anexo - Ministério Defesa Exército
43. Ministério da Defesa

Setor: SAFS – Setor de Administração Federal Sul

1. Edifício Ministros I – Superior Tribunal de Justiça (STJ)
2. Edifício Ministros II - Superior Tribunal de Justiça (STJ)
3. Tribunal Superior do Trabalho - TST
4. Anexo - Tribunal Superior do Trabalho (TST)
5. Procuradoria Geral da Republica - PGR
6. Anexo I - PGR
7. Anexo I - TCU
8. Anexo II - TCU
9. Administração - Superior Tribunal de Justiça (STJ)
10. Tribunal de Contas da União - TCU - Ed. Sede
11. Instituto Rio Branco

Setor: SAN – Setor de Autarquias Norte

1. Fundação Athos Bulcão/Secretaria da Cultura do GDF
2. Ed. Petrobrás
3. DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
4. Departamento Nacional da Produção Mineral – MME

Setor: SAS – Setor de Autarquias Sul

1. Ed. Multibrasil - CEF Matriz II
2. Ministério Público do Distrito Federal e Territórios -
3. Ministério Público Federal
4. Min. da Fazenda - Órgãos Regionais
5. Organização das Cooperativas Brasileiras
6. Ordem dos Advogados do Brasil - Conselho Federal
7. OAB - Museu Histórico
8. Previdência Social - INSS
9. Previdência Social - Conselho de Recursos
10. Previdência Social - DATAPREV
11. Previdência Social - II
12. Superior Tribunal Militar
13. Min. da Fazenda - Min. da Integração Nacional
14. Associação Brasileira dos Municípios
15. Tribunal Regional Federal - TRF - Sede I
16. Anexo I - TRF

Apêndice

17. PRU
18. Ed. Darcy Ribeiro - Controladoria Geral da União - CGU
19. Ministério Público do Trabalho - Procuradoria Geral
20. Ed. Dona Marta - TRF
21. Espaço Cultural Anatel
22. Anatel - Sede
23. Anatel - Ed. Luís Eduardo Magalhães
24. Anatel - Ed. Ministro Sérgio Motta
25. Caixa Econômica Federal
26. Conselho Federal de Administração
27. Confederação Nacional dos Transportes - CNT
28. Conselho Federal de Química
29. Justiça Federal - Sede II
30. DNCR - Dep. Nacional de Registro do Comércio / Min. Des. Indústria e
31. Ed. Belvedere
32. Ed. Business Point
33. Ed. Libertas e Ed. Terra Brasilis
34. Edifício (Em Construção)
35. Ed. Ok Office Tower
36. Ministério Público Militar - Procuradoria Geral da Justiça Militar
37. Ministérios da Saúde - Fundação Nacional de Saúde
38. Justiça Federal - Sede I
39. Conselho Federal de Contabilidade
40. Anexo - Tribunal Superior Eleitoral
41. Tribunal do Trabalho
42. Anexo - Tribunal do Trabalho
43. CNTEEC
44. Min. da Justiça - Dep. De Polícia Federal
45. Justiça Federal - Anexo A
46. Tribunal Superior Eleitoral

Setor: SBN – Setor Bancário Norte

1. INCRA - Palácio do Desenvolvimento
2. Ed. CNC (INSS)
3. Ed. Eng. Paulo Maurício
4. CNA - Palácio da Agricultura
5. CNC - Confederação Nacional do Comércio
6. CNI - Confederação Nacional das Instituições Financeiras e
7. Correios
8. Ed. Central Brasília
9. Ed. Phenícia
10. ANFIP - Associação Nacional dos Auditores Fiscais da Previdência
11. Ed. Via Capital Centro Empresarial
12. Polícia Civil do DF
13. SEFAU (Sec. Fiscal de Atividades Urbanas) - RA-I GDF
14. Ed. Vale do Rio Doce - Sec. do Estado da Fazenda

Setor: SBS – Setor Bancário Sul

1. Ed. Casa de São Paulo

Apêndice

2. Ed. Adriana - Anexo II TRF
3. Ed. Seguradoras
4. Ed. Lino Martins Pinto
5. Ed. Empire Center
6. Banco do Brasil - Sede I
7. Ed. Caixa Econômica
8. Ed. Áurea - MEC/FNDE
9. Caixa Cultural - CEF - Anexo
10. Edifício Matriz I - Caixa Econômica Federal - CEF
11. Ed. Brasília - BRB
12. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES
13. Banco do Brasil - Sede III
14. Banco do Brasil - Sede II
15. Banco Central
16. Ed. Centro Empresarial João Carlos Saad

Setor: SCN - Setor Comercial Norte

1. Centro Empresarial Liberty Mall
2. Ed. Number One Business Center
3. Ed. América Office Tower
4. Ed. Brasília Trade Center
5. Ed. Central Park
6. Ed. Brasil Telecom
7. Ed. Varig
8. Ed. Brasília Shopping
9. Ed. Venâncio 3000
10. Ed. Corporate Financial Center

Setor: SCS – Setor Comercial Sul

1. Ed. João Paulo II
2. Ed. Vera Cruz
3. Ed. Mineiro
4. Ed. Brasa II
5. Ed. Assefaz
6. Ed. Faceb
7. Ed. Principal
8. Ed. Embaixador
9. Ed. Infraero
10. Ed. Oscar Alvarenga
11. Ed. Yara Medeiros
12. Ed. Oriental
13. Ed. Sem nome2
14. Ed. Zarife
15. Ed. Postalis
16. Ed. Sofia
17. Ed. José Barros
18. Ed. Bic Banco
19. Ed. Paranoá
20. Ed. BV Votorantim

21. Ed. CACB
22. Ed. Santa Fé
23. Ed. Citybank
24. Ed. Capemi
25. Ed. Venâncio 2000
26. Pátio Brasil
27. Ed. SEDUH
28. Ed. José Severo
29. Ed. CDL (Câmara Dirigentes Lojistas – antigo Guanabara)
30. Ed. Presidente
31. Ed. Bandeirantes
32. Ed. Jessé Freire
33. Ed. Apolo
34. Ed. Federação do Comércio
35. Ed. Centro Oeste
36. Ed. Sônia
37. Ed. Ermes
38. Ed. Arnaldo Dumont Villares
39. Ed. Jamel Cecílio
40. Ed. Embratel
41. Ed. Geni
42. Ed. Israel Pinheiro
43. Ed. Bernardo Sayão
44. Ed. Nordeste
45. Ed. Carioca
46. Ed. Baracat
47. Ed. Bradesco
48. Ed. Palácio do Comércio
49. Ed. Gilberto Salomão
50. Ed. (sem nome) n. 65
51. Ed. Márcia
52. Ed. Oscar Niemeyer
53. Ed. União - Uniceub
54. Ed. Morro Vermelho
55. Ed. Jockey Club
56. Ed. Camargo Correia
57. Ed. Anápolis
58. Ed. Ceará
59. Ed. JK
60. Ed. Antônio Venâncio Silva
61. Ed. Maristela
62. Ed. Central
63. Ed. Wady Cecílio
64. Ed. Planalto
65. Ed. Dona Ângela
66. Ed. Brasil Telecom
67. Ed. Denasa
68. Ed. Toufic
69. Ed. Alvorada

Apêndice

- 70. Ed. Presidente Dutra
- 71. Ed. Cedro II
- 72. Ed. Vitória
- 73. Ed. Goiás
- 74. Ed. Ariston
- 75. Ed. OK
- 76. Ed. Anhanguera
- 77. Ed. São Paulo
- 78. Ed. Paulo Sarasate
- 79. Ed. Vivo

Setor: SHS – Setor de Hotéis Sul

- 1. Ed. Business Center Park
- 2. Ed. Business Center Tower

Setor: SRTVN – Setor de Rádio e Televisão Norte

- 1. Ed. Centro Empresarial Norte

Setor: SRTVS – Setor de Rádio e Televisão Sul

- 2. Ed. Record
- 3. Ed. Palácio do Rádio II
- 4. Ed. Palácio do Rádio I
- 5. Ed. Palácio da Imprensa
- 6. Ed. Centro MultiEmpresarial
- 7. Ed. Centro Empresarial Brasília
- 8. Ed. Assis Chateaubriand
- 9. Ed. Embassy Tower - Corregedoria Geral do Distrito Federal
- 10. Ed. Juizado Especial Criminal - Juizado Central Criminal – TJDF

TOTAL: 248 EDIFÍCIOS

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SOBRE QUALIDADE AMBIENTAL

AVALIAÇÃO AMBIENTAL EM EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS

Enquanto pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília estou realizando uma investigação sobre a qualidade ambiental e arquitetônica em edifícios de escritórios de Brasília; desta forma, solicito sua colaboração na avaliação das condições de conforto ambiental existentes no seu ambiente de trabalho. Não é necessário que você se identifique. Muito Obrigada!


Thais Borges Sanches Lima
 Pesquisadora/Doutoranda – PPGFAU-UnB

A. AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CONFORTO

A seguir peço que avalie os diferentes aspectos do seu ambiente de trabalho. Marque com um “X” a opção desejada ou “Não se aplica” caso não exista a opção no seu ambiente.

QUESTÕES	Sempre	Muito	Mais ou menos	Pouco	Nunca	Não se aplica
A1-Você costuma aproveitar a luz natural (proveniente do sol e do céu) para iluminação do ambiente de trabalho?						
A2-Você sente desconforto devido ao brilho do céu visto pela janela?						
A3-Você sente desconforto devido ao reflexo do céu ou do sol na mesa de trabalho?						
A4-Você sente desconforto devido ao reflexo do céu ou do sol na tela do computador?						
A5-Você costuma aproveitar a ventilação natural?						
A6-Você sente desconforto devido a iluminação artificial existente?						
A7-Você sente desconforto devido ao uso do ar condicionado?						

Responda sobre seu grau de satisfação com relação aos tópicos a seguir.

QUESTÕES	Muito bom	Bom	Regular	Ruim	Muito ruim	Não se aplica
A8-Quantidade de sol que entra pela janela						
A9-Quantidade de luz que entra pela janela						
A10-Tamanho da área envidraçada						
A11-Quantidade de ventilação natural do ambiente nos dias quentes						
A12-Quantidade de ventilação natural do ambiente nos dias frios						
A13-Quantidade de ventilação para renovação do ar						
A14-Temperatura do ambiente nos dias quentes						
A15-Temperatura do ambiente nos dias frios						

Apêndice

B. AVALIAÇÃO DO USO DOS EQUIPAMENTOS

Nesta parte marque a opção de acordo com o que acontece no ambiente.

QUESTÕES	Sempre aberto	Sempre fechado	Depende da hora do dia	Depende da temperatura	Não se aplica
B1-Como permanecem as janelas?					
B2-Como permanece o brise?					
B3-Como permanecem as proteções internas (persianas, etc.)?					

QUESTÕES	O dia todo	Pela manhã	Pela tarde	Depende da época do ano	Não se aplica
B4-Período de abertura das janelas					
B5-Período em que a iluminação artificial fica ligada					
B6-Período em que o ar condicionado permanece ligado					

QUESTÕES	Renovação do ar	Ventilação	Vista externa	Insolação	Outro	Não se aplica
B7-Motivo para abrir a janela						
B8-Motivo para regular o brise						
B9-Motivo para regular as proteções internas (persianas, etc)						

QUESTÕES	Sim	Às vezes	Não	Não se aplica
B10-Você costuma abrir e fechar as janelas durante o dia?				
B11- * Alguém reclama quando as janelas são abertas ou fechadas?				
Você costuma movimentar os brises?				
B12- * Alguém reclama quando os brises são abertos ou fechados?				
B13-Você costuma regular as proteções internas (cortinas, persianas)?				
B14-Você costuma deixar a esquadria fechada por causa de ruídos externos?				
B15-Você deixa de aproveitar a ventilação natural por causa de ruídos externos?				
B16- * Alguém reclama quando o ar condicionado é ligado ou desligado?				
B17- * Alguém reclama se a iluminação artificial for acesa ou apagada?				

* Para estas questões destaque qual a situação gera maior conflito. Exemplo: Alguém reclama quando o ar condicionado é ligado ou desligado? Nesse caso, o principal problema ocorre quando o aparelho é desligado.

Apêndice

Responda as questões a seguir marcando as opções desejadas.

B18-Qual a dificuldade na movimentação do brise?

Distância Peso Falta de manutenção Tipo de esquadria Não se aplica

B19-Existe algum tipo de controle automatizado para a iluminação artificial?

Não Sim – Qual? _____

B20-Em que período do ano o ar condicionado costuma ser ligado?

O ano todo Meses quentes Outro – Qual? _____

B21-Qual a importância da vista externa para você?

Essencial Sem importância Indiferente

B22-De que local provém os ruídos perturbadores?

Do ambiente De ambientes próximos Do exterior

Considerando a temática dessa pesquisa, qualidade ambiental em edifícios de escritórios, você gostaria de fazer mais alguma observação?

C. DADOS DO RESPONDENTE

Sexo: Masculino Feminino

Idade: _____

Escolaridade:

1≡ Grau 2≡ Grau Técnico Graduação Especialização Mestrado

Doutorado Outra: _____

Profissão: _____

Quanto tempo trabalha no ambiente: _____

Quantos dias por semana: _____

Horário de trabalho: ____:____ às ____:____ hs

MUITO OBRIGADA!

D. DADOS DO AMBIENTE (a ser respondido pelo aplicador do questionário)

Edifício:		
Pavimento:	Ambiente:	Orientação:
Posicionamento do ambiente: <input type="checkbox"/> Fachada principal <input type="checkbox"/> Fachada posterior		
Posicionamento do entrevistado no ambiente: <input type="checkbox"/> Próximo à janela <input type="checkbox"/> No meio da sala <input type="checkbox"/> No fundo da sala		
Tipo de abertura: <input type="checkbox"/> Correr <input type="checkbox"/> Basculante <input type="checkbox"/> Maxim-ar <input type="checkbox"/> Não abre <input type="checkbox"/> Outra. Qual? _____		
Tipo de brise existente: <input type="checkbox"/> Horizontal <input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> Misto <input type="checkbox"/> Não se aplica		
Quanto à mobilidade, o brise é: <input type="checkbox"/> Fixo <input type="checkbox"/> Móvel <input type="checkbox"/> Não se aplica		
Proteção interna existente no ambiente <input type="checkbox"/> Persiana horizontal <input type="checkbox"/> Persiana vertical <input type="checkbox"/> Cortina <input type="checkbox"/> Outro. Qual? _____ <input type="checkbox"/> Não se aplica		

Data: ____/____/____

Horário: ____:____hs

Condição do céu:
 C PN N

Nº Questionário: _____

APÊNDICE C - TELA DO BANCO DE DADOS – TABULAÇÃO DO QUESTIONÁRIO SOBRE QUALIDADE AMBIENTAL

QuestionárioCompleto

Questionário Qualidade Ambiental

Código Número do questionário

Data Horário Condição do céu

DADOS DO AMBIENTE

Edifício: N. Pavimento:
 Ambiente: Orientação:
 Posição do ambiente: Posição do respondente:
 Tipo de abertura:
 Tipo de brise existente: Quanto à mobilidade, o brise é
 Proteção interna existente no ambiente:

AVALIAÇÃO DO CONFORTO

Você costuma aproveitar a luz natural (proveniente do sol e do céu) para iluminação do ambiente de trabalho?

Você sente desconforto devido ao brilho do céu visto pela janela?

Você sente desconforto devido ao reflexo do céu ou do sol na mesa de trabalho?

Você sente desconforto devido ao reflexo do céu ou do sol na tela do computador?

Você costuma aproveitar a ventilação natural?

Você sente desconforto devido a iluminação artificial existente?

Você sente desconforto devido ao uso do ar condicionado?

Quantidade de sol que entra pela janela

Quantidade de luz que entra pela janela

Tamanho da área envidraçada

Quantidade de ventilação natural do ambiente nos dias quentes

Quantidade de ventilação natural do ambiente nos dias frios

Quantidade de ventilação para renovação do ar

Temperatura do ambiente nos dias quentes

Temperatura do ambiente nos dias frios

AVALIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Como permanecem as janelas?

Como permanece o brise?

Como permanecem as proteções internas (persianas, etc.)?

Período de abertura das janelas

Período em que a iluminação artificial fica ligada

Período em que o ar condicionado permanece ligado

Motivo para abrir a janela

APÊNDICE D – RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Questão	Médias Fachada	Médias Orientação	Comparação Fachads	Comparação Orientação	Interação Fachada x Orientação	Gráfico
A1 - Você costuma aproveitar a luz natural (proveniente do sol e do céu) para iluminação do ambiente de trabalho?	A – 1,40 B – 2,27 C – 2,12 D – 2,07 T – 2,01	N/S – 2,25 L/O – 1,79 T – 2,1	F _{3,327} = 5,81 p = 0,001	F _{1,327} = 5,04 p = 0,025	F _{3,327} = 2,40 p = 0,068	<p>Estimated Marginal Means of Você costuma aproveitar a luz natural (proveniente do sol e do céu) para iluminação do ambiente de trabalho?</p>
A2 - Você sente desconforto devido ao brilho do céu visto pela janela?	A – 0,82 B – 1,03 C – 1,19 D – 1,35 T – 1,12	N/S – 1,25 L/O – 1,00 T – 1,12	F _{3,318} = 2,63 p = 0,050	F _{1,318} = 5,65 p = 0,057	F _{3,318} = 2,40 p = 0,018	<p>Estimated Marginal Means of Você sente desconforto devido ao brilho do céu visto pela janela?</p>
A3 - Você sente desconforto devido ao reflexo do céu ou do sol na mesa de trabalho?	A – 1,09 B – 1,10 C – 1,11 D – 1,63 T – 1,23	N/S – 1,20 L/O – 1,26 T – 1,23	F _{3,306} = 3,59 p = 0,014	F _{1,306} = 0,16 p = 0,686	F _{3,306} = 0,81 p = 0,491	<p>Estimated Marginal Means of Você sente desconforto devido ao reflexo do céu ou do sol na mesa de trabalho?</p>

Questão	Médias Fachada	Médias Orientação	Comparação Fachada	Comparação Orientação	Interação Fachada x Orientação	Gráfico
<p>A4 - Você sente desconforto devido ao reflexo do céu ou do sol na tela do computador?</p>	<p>A - 1,62 B - 1,47 C - 1,79 D - 2,28 T - 1,79</p>	<p>N/S - 1,76 L/O - 1,83 T - 1,79</p>	<p>F_{3,312} = 5,65 p = 0,001</p>	<p>F_{1,312} = 0,46 p = 0,497</p>	<p>F_{3,312} = 1,72 p = 0,163</p>	
<p>A5 - Você costuma aproveitar a ventilação natural?</p>	<p>A - 1,08 B - 2,24 C - 2,05 D - 2,93 T - 2,16</p>	<p>N/S - 2,69 L/O - 1,69 T - 2,16</p>	<p>F_{3,317} = 20,4 p = 0,000</p>	<p>F_{1,317} = 47,9 p = 0,000</p>	<p>F_{3,317} = 2,57 p = 0,055</p>	
<p>A6 - Você sente desconforto devido a iluminação artificial existente?</p>	<p>A - 1,47 B - 0,99 C - 1,36 D - 1,15 T - 1,23</p>	<p>N/S - 1,23 L/O - 1,24 T - 1,23</p>	<p>F_{3,330} = 2,81 p = 0,039</p>	<p>F_{1,330} = 0,01 p = 0,909</p>	<p>F_{3,330} = 0,03 p = 0,992</p>	

Questão	Médias Fachada	Médias Orientação	Comparação Fachads	Comparação Orientação	Interação Fachada x Orientação	Gráfico
A7 - Você sente desconforto devido ao uso do ar condicionado?	A - 1,87 B - 1,92 C - 1,91 D - 2,22 T - 1,98	N/S - 1,94 L/O - 2,02 T - 1,98	F _{3,319} = 1,83 p = 0,141	F _{1,319} = 1,33 p = 0,251	F _{3,319} = 4,98 p = 0,002	<p>Estimated Marginal Means of 'Você sente desconforto devido ao uso do ar condicionado?'</p>
A8 - Quantidade de sol que entra pela janela	A - 2,41 B - 2,75 C - 2,65 D - 2,71 T - 2,64	N/S - 2,88 L/O - 2,45 T - 2,64	F _{3,328} = 0,91 p = 0,436	F _{1,328} = 9,88 p = 0,002	F _{3,328} = 3,06 p = 0,028	<p>Estimated Marginal Means of Quantidade de sol que entra pela janela</p>
A9 - Quantidade de luz que entra pela janela	A - 2,21 B - 2,80 C - 2,76 D - 2,79 T - 2,67	N/S - 2,83 L/O - 2,53 T - 2,67	F _{3,329} = 5,05 p = 0,002	F _{1,329} = 2,31 p = 0,130	F _{3,329} = 5,38 p = 0,001	<p>Estimated Marginal Means of Quantidade de luz que entra pela janela</p>

Questão	Médias Fachada	Médias Orientação	Comparação Fachads	Comparação Orientação	Interação Fachada x Orientação	Gráfico
A10 - Tamanho da área envidraçada	A - 3,10 B - 3,06 C - 2,99 D - 3,01 T - 3,04	N/S - 3,04 L/O - 3,03 T - 3,04	$F_{3,334} = 0,09$ $p = 0,964$	$F_{1,334} = 0,12$ $p = 0,731$	$F_{3,334} = 3,63$ $p = 0,013$	<p>Estimated Marginal Means of Tamanho da área envidraçada</p> <p>Orientação do edifício — NORTESUL — LESTE — OESTE</p> <p>Tipologia da Fachada</p>
A11 - Quantidade de ventilação natural do ambiente nos dias quentes	A - 1,06 B - 2,04 C - 1,39 D - 1,93 T - 1,65	N/S - 1,90 L/O - 1,43 T - 1,65	$F_{3,314} = 9,62$ $p = 0,000$	$F_{1,3147} = 12,03$ $p = 0,001$	$F_{3,314} = 3,51$ $p = 0,016$	<p>Estimated Marginal Means of Quantidade de ventilação natural do ambiente nos dias quentes</p> <p>Orientação do edifício — NORTESUL — LESTE — OESTE</p> <p>Tipologia da Fachada</p>
A12 - Quantidade de ventilação natural do ambiente nos dias frios	A - 1,62 B - 2,23 C - 2,01 D - 2,55 T - 2,15	N/S - 2,36 L/O - 1,96 T - 2,15	$F_{3,311} = 6,24$ $p = 0,000$	$F_{1,311} = 12,74$ $p = 0,000$	$F_{3,311} = 14,01$ $p = 0,000$	<p>Estimated Marginal Means of Quantidade de ventilação natural do ambiente nos dias frios</p> <p>Orientação do edifício — NORTESUL — LESTE — OESTE</p> <p>Tipologia da Fachada</p>

Questão	Médias Fachada	Médias Orientação	Comparação Fachadas	Comparação Orientação	Interação Fachada x Orientação	Gráfico
A13 - Quantidade de ventilação para renovação do ar	A - 1,25 B - 2,18 C - 1,54 D - 2,36 T - 1,86	N/S - 2,11 L/O - 1,63 T - 1,86	$F_{3,321} = 3,18$ $p = 0,000$	$F_{1,321} = 12,45$ $p = 0,000$	$F_{3,321} = 15,33$ $p = 0,000$	<p>Estimated Marginal Means of Quantidade de ventilação para renovação do ar</p> <p>Orientação do edifício — NORTE/SUL — LESTE/OESTE</p> <p>Tipologia da Fachada</p>
A14 - Temperatura do ambiente nos dias quentes	A - 1,91 B - 1,66 C - 1,32 D - 1,69 T - 1,62	N/S - 1,54 L/O - 1,68 T - 1,62	$F_{3,338} = 3,06$ $p = 0,028$	$F_{1,338} = 1,10$ $p = 0,296$	$F_{3,338} = 1,40$ $p = 0,242$	<p>Estimated Marginal Means of Temperatura do ambiente nos dias quentes</p> <p>Orientação do edifício — NORTE/SUL — LESTE/OESTE</p> <p>Tipologia da Fachada</p>
A15 - Temperatura do ambiente nos dias frios	A - 2,13 B - 2,11 C - 2,26 D - 2,49 T - 2,25	N/S - 2,40 L/O - 2,13 T - 2,25	$F_{3,337} = 2,07$ $p = 0,104$	$F_{1,337} = 5,69$ $p = 0,018$	$F_{3,337} = 5,08$ $p = 0,002$	<p>Estimated Marginal Means of Temperatura do ambiente nos dias frios</p> <p>Orientação do edifício — NORTE/SUL — LESTE/OESTE</p> <p>Tipologia da Fachada</p>

Questão	Médias Fachada	Médias Orientação	Comparação Fachads	Comparação Orientação	Interação Fachada x Orientação	Gráfico
<p>B10 - Você costuma abrir e fechar as janelas durante o dia?</p>	<p>A - 0,71 B - 1,22 C - 1,00 D - 1,48 T - 1,15</p>	<p>N/S - 1,40 L/O - 0,91 T - 1,15</p>	<p>F_{3,303} = 13,16 p = 0,000</p>	<p>F_{1,303} = 37,67 p = 0,000</p>	<p>F_{3,303} = 8,70 p = 0,000</p>	<p>Estimated Marginal Means of Você costuma abrir e fechar as janelas durante o dia?</p>
<p>B11 - Alguém reclama quando as janelas são abertas ou fechadas?</p>	<p>A - 0,96 B - 0,92 C - 1,03 D - 1,01 T - 0,98</p>	<p>N/S - 0,90 L/O - 1,07 T - 0,98</p>	<p>F_{3,297} = 0,205 p = 0,893</p>	<p>F_{1,297} = 4,35 p = 0,038</p>	<p>F_{3,297} = 7,35 p = 0,000</p>	<p>Estimated Marginal Means of Alguém reclama quando as janelas são abertas ou fechadas?</p>
<p>B23 - Você costuma movimentar os brises?</p>	<p>A - 1,00 B - 1,00 C - 0,89 D - 0,95 T - 0,93</p>	<p>N/S - 0,97 L/O - 0,89 T - 0,93</p>	<p>F_{3,130} = 0,155 p = 0,926</p>	<p>F_{1,130} = 0,123 p = 0,727</p>	<p>F_{2,130} = 4,93 p = 0,009</p>	<p>Estimated Marginal Means of Você costuma movimentar os brises?</p> <p>Non-estimable means are not plotted</p>

Questão	Médias Fachada	Médias Orientação	Comparação Fachads	Comparação Orientação	Interação Fachada x Orientação	Gráfico
<p>B12 - Alguém reclama quando os brises são abertos ou fechados?</p>	<p>A - 0,00 B - 1,67 C - 0,85 D - 0,83 T - 0,83</p>	<p>N/S - 0,92 L/O - 0,75 T - 0,83</p>	<p>F_{3,127} = 1,92 p = 0,130</p>	<p>F_{1,127} = 0,17 p = 0,680</p>	<p>F_{3,127} = 0,49 p = 0,690</p>	<p>Estimated Marginal Means of Alguém reclama quando os brises são abertos ou fechados?</p>
<p>B13 - Você costuma regular as proteções internas (cortinas, persianas)?</p>	<p>A - 0,86 B - 1,06 C - 1,25 D - 0,84 T - 1,02</p>	<p>N/S - 1,14 L/O - 0,96 T - 1,02</p>	<p>F_{3,248} = 3,62 p = 0,014</p>	<p>F_{1,248} = 2,91 p = 0,089</p>	<p>F_{3,248} = 1,42 p = 0,237</p>	<p>Estimated Marginal Means of Você costuma regular as proteções internas (cortinas, persianas)?</p>
<p>B14 - Você costuma deixar a esquadria fechada por causa de ruídos externos?</p>	<p>A - 0,51 B - 0,97 C - 0,78 D - 0,76 T - 0,78</p>	<p>N/S - 0,77 L/O - 0,80 T - 0,78</p>	<p>F_{3,282} = 3,36 p = 0,019</p>	<p>F_{1,282} = 0,30 p = 0,585</p>	<p>F_{3,282} = 1,86 p = 0,137</p>	<p>Estimated Marginal Means of Você costuma deixar a esquadria fechada por causa de ruídos externos?</p>

Questão	Médias Fachada	Médias Orientação	Comparação Fachads	Comparação Orientação	Interação Fachada x Orientação	Gráfico
B15 - Você deixa de aproveitar a ventilação natural por causa de ruídos externos?	A - 0,49 B - 0,77 C - 0,62 D - 0,71 T - 0,67	N/S - 0,67 L/O - 0,67 T - 0,67	F _{3,299} = 1,78 p = 0,152	F _{1,299} = 0,23 p = 0,878	F _{3,299} = 4,50 p = 0,004	<p>Estimated Marginal Means of Você deixa de aproveitar a ventilação natural por causa de ruídos externos?</p>
B16 - Alguém reclama quando o ar condicionado é ligado ou desligado?	A - 1,46 B - 1,28 C - 1,43 D - 1,46 T - 0,98	N/S - 1,31 L/O - 1,48 T - 1,41	F _{3,310} = 4,15 p = 0,007	F _{1,310} = 9,53 p = 0,002	F _{3,310} = 8,74 p = 0,000	<p>Estimated Marginal Means of Alguém reclama quando o ar condicionado é ligado ou desligado?</p>
B17 - Alguém reclama se a iluminação artificial for acesa ou apagada?	A - 1,02 B - 0,81 C - 1,02 D - 0,67 T - 0,88	N/S - 0,87 L/O - 0,89 T - 0,88	F _{3,309} = 2,55 p = 0,056	F _{1,309} = 0,001 p = 0,974	F _{3,309} = 5,61 p = 0,001	<p>Estimated Marginal Means of Alguém reclama se a iluminação artificial for acesa ou apagada?</p>

NOTA: p = significância
F = resultado da análise de variância

B1 - Orientação do edifício * Como permanecem as janelas? * Tipologia da Fachada Crosstabulation

Tipologia da Fachada			Como permanecem as janelas?				Total
			SEMPRE FECHADO	DEPENDE DA TEMPERATURA	DEPENDE DA HORA DO DIA	SEMPRE ABERTO	
AMBAS AS FACHADAS COM CORTINA DE VIDRO	Orientação do edifício	NORTE/SUL	7	12	3	1	23
		LESTE/OESTE	44	2	0	0	46
	Total		51	14	3	1	69
AMBAS AS FACHADAS COM JANELAS ISOLADAS	Orientação do edifício	NORTE/SUL	3	9	8	25	45
		LESTE/OESTE	21	14	6	3	44
	Total		24	23	14	28	89
UMA FACHADA ENVIDRAÇADA E OUTRA COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	12	16	16	6	50
		LESTE/OESTE	37	4	6	1	48
	Total		49	20	22	7	98
AMBAS AS FACHADAS COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	8	9	11	12	40
		LESTE/OESTE	2	21	15	9	47
	Total		10	30	26	21	87

B2 - Orientação do edifício * Como permanece o brise? * Tipologia da Fachada Crosstabulation

Tipologia da Fachada			Como permanece o brise?				Total
			SEMPRE FECHADO	DEPENDE DA TEMPERATURA	DEPENDE DA HORA DO DIA	SEMPRE ABERTO	
UMA FACHADA ENVIDRAÇADA E OUTRA COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	3	4	18	3	28
		LESTE/OESTE	3	1	10	6	20
	Total		6	5	28	9	48
AMBAS AS FACHADAS COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	15	4	12	3	34
		LESTE/OESTE	11	3	27	1	42
	Total		26	7	39	4	76

B3 - Orientação do edifício * Como permanecem as proteções internas (persianas, etc.)? * Tipologia da Fachada Crosstabulation

Tipologia da Fachada			Como permanecem as proteções internas (persianas, etc.)?				Total
			SEMPRE FECHADO	DEPENDE DA TEMPERATURA	DEPENDE DA HORA DO DIA	SEMPRE ABERTO	
AMBAS AS FACHADAS COM CORTINA DE VIDRO	Orientação do edifício	NORTE/SUL	7		8	7	22
		LESTE/OESTE	9		30	6	45
	Total		16		38	13	67
AMBAS AS FACHADAS COM JANELAS ISOLADAS	Orientação do edifício	NORTE/SUL	2	3	7	11	23
		LESTE/OESTE	16	0	26	3	45
	Total		18	3	33	14	68
UMA FACHADA ENVIDRAÇADA E OUTRA COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	2	2	13	4	21
		LESTE/OESTE	17	3	24	5	49
	Total		19	5	37	9	70
AMBAS AS FACHADAS COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	8	1	4	5	18
		LESTE/OESTE	6	1	15	10	32
	Total		14	2	19	15	50

B4 - Orientação do edifício * Período de abertura das janelas * Tipologia da Fachada Crosstabulation

Tipologia da Fachada			Período de abertura das janelas				Total
			DEPENDE DA ÉPOCA DO ANO	TARDE	MANHÃ	DIA TODO	
AMBAS AS FACHADAS COM CORTINA DE VIDRO	Orientação do edifício	NORTE/SUL	7	1	3	5	16
		LESTE/OESTE	5	0	0	1	8
	Total		12	1	3	6	24
AMBAS AS FACHADAS COM JANELAS ISOLADAS	Orientação do edifício	NORTE/SUL	8	2	4	29	43
		LESTE/OESTE	20	2	1	7	30
	Total		28	4	5	36	73
UMA FACHADA ENVIDRAÇADA E OUTRA COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	19	3	13	13	48
		LESTE/OESTE	15	0	4	5	24
	Total		34	3	17	18	72
AMBAS AS FACHADAS COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	9	2	7	18	36
		LESTE/OESTE	15	1	11	20	47
	Total		24	3	18	38	83

B5 - Orientação do edifício * Período em que a iluminação artificial fica ligada * Tipologia da Fachada Crosstabulation

Tipologia da Fachada			Período em que a iluminação artificial fica ligada				Total
			DEPENDE DA ÉPOCA DO ANO	PELA TARDE	PELA MANHÃ	O DIA TODO	
AMBAS AS FACHADAS COM CORTINA DE VIDRO	Orientação do edifício	NORTE/SUL		1	0	20	22
		LESTE/OESTE		0	1	43	46
	Total			1	1	63	68
AMBAS AS FACHADAS COM JANELAS ISOLADAS	Orientação do edifício	NORTE/SUL	9	10	2	22	43
		LESTE/OESTE	1	1	0	44	46
	Total		10	11	2	66	89
UMA FACHADA ENVIDRAÇADA E OUTRA COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	6	5	2	36	49
		LESTE/OESTE	2	3	0	45	50
	Total		8	8	2	81	99
AMBAS AS FACHADAS COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	2	3	1	34	40
		LESTE/OESTE	0	3	1	43	47
	Total		2	6	2	77	87

B6 - Orientação do edifício * Período em que o ar condicionado permanece ligado * Tipologia da Fachada Crosstabulation

Tipologia da Fachada			Período em que o ar condicionado permanece ligado			Total
			DEPENDE DA ÉPOCA DO ANO	PELA TARDE	O DIA TODO	
AMBAS AS FACHADAS COM CORTINA DE VIDRO	Orientação do edifício	NORTE/SUL	7	4	11	22
		LESTE/OESTE	0	0	44	46
	Total		7	4	55	68
AMBAS AS FACHADAS COM JANELAS ISOLADAS	Orientação do edifício	NORTE/SUL	6	2	6	14
		LESTE/OESTE	11	4	31	46
	Total		17	6	37	60
UMA FACHADA ENVIDRAÇADA E OUTRA COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	12	3	32	47
		LESTE/OESTE	13	5	30	49
	Total		25	8	62	96
AMBAS AS FACHADAS COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	20	7	9	36
		LESTE/OESTE	27	15	4	46
	Total		47	22	13	82

B7 - Orientação do edifício * Motivo para abrir a janela * Tipologia da Fachada Crosstabulation

Tipologia da Fachada			Motivo para abrir a janela					Total	
			0	RENOVAÇÃO DO AR	VENTILAÇÃO	VISTA EXTERNA	INSOLAÇÃO		OUTRO
AMBAS AS FACHADAS COM CORTINA DE VIDRO	Orientação do edifício	NORTE/SUL	2	7	10		1	0	20
		LESTE/OESTE	5	13	5		0	1	24
	Total		7	20	15		1	1	44
AMBAS AS FACHADAS COM JANELAS ISOLADAS	Orientação do edifício	NORTE/SUL	7	8	30	0		0	45
		LESTE/OESTE	6	14	16	3		2	41
	Total		13	22	46	3		2	86
UMA FACHADA ENVIDRAÇADA E OUTRA COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	11	15	20	2	0	1	49
		LESTE/OESTE	3	17	8	2	1	0	31
	Total		14	32	28	4	1	1	80
AMBAS AS FACHADAS COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	1	11	24	2	1	0	39
		LESTE/OESTE	13	7	25	0	1	1	47
	Total		14	18	49	2	2	1	86

B8 - Orientação do edifício * Motivo para regular o brise * Tipologia da Fachada Crosstabulation

Tipologia da Fachada			Motivo para regular o brise					Total	
			0	RENOVAÇÃO DO AR	VENTILAÇÃO	VISTA EXTERNA	INSOLAÇÃO		OUTRO
UMA FACHADA ENVIDRAÇADA E OUTRA COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	8	2	6	5	5	1	27
		LESTE/OESTE	2	2	4	2	6	1	17
	Total		10	4	10	7	11	2	44
AMBAS AS FACHADAS COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	4	5	10	3	6	3	31
		LESTE/OESTE	2	1	11	9	19	3	45
	Total		6	6	21	12	25	6	76

B9 - Orientação do edifício * Motivo para regular as proteções internas (persianas, etc) * Tipologia da Fachada Crosstabulation

Tipologia da Fachada			Motivo para regular as proteções internas (persianas, etc)					Total	
			0	RENOVAÇÃO DO AR	VENTILAÇÃO	VISTA EXTERNA	INSOLAÇÃO		OUTRO
AMBAS AS FACHADAS COM CORTINA DE VIDRO	Orientação do edifício	NORTE/SUL	2	0	4	5	6	0	17
		LESTE/OESTE	6	1	0	13	14	7	41
	Total		8	1	4	18	20	7	58
AMBAS AS FACHADAS COM JANELAS ISOLADAS	Orientação do edifício	NORTE/SUL	4	1	6	5	3	2	21
		LESTE/OESTE	3	1	0	11	16	8	39
	Total		7	2	6	16	19	10	60
UMA FACHADA ENVIDRAÇADA E OUTRA COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	1	1	3	3	9	3	20
		LESTE/OESTE	1	2	1	10	24	4	42
	Total		2	3	4	13	33	7	62
AMBAS AS FACHADAS COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	0	2	4	4	2	5	17
		LESTE/OESTE	3	1	4	2	12	4	26
	Total		3	3	8	6	14	9	43

B18 - Orientação do edifício * Qual a dificuldade na movimentação do brise? * Tipologia da Fachada Crosstabulation

Tipologia da Fachada			Qual a dificuldade na movimentação do brise?				Total	
			0	DISTÂNCIA	PESO	FALTA DE MANUTENÇÃO		TIPO DE ESQUADRIA
UMA FACHADA ENVIDRAÇADA E OUTRA COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	0	2	2	7	2	13
		LESTE/OESTE	5	0	3	6	5	19
	Total		5	2	5	13	7	32
AMBAS AS FACHADAS COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	1	1	3	8	4	17
		LESTE/OESTE	14	13	1	6	4	38
	Total		15	14	4	14	8	55

B19 - Orientação do edifício * Existe algum tipo de controle automatizado para a iluminação artificial? * Tipologia da Fachada Crosstabulation

Tipologia da Fachada			Existe algum tipo de controle automatizado para a iluminação artificial?		Total
			NÃO	SIM	
AMBAS AS FACHADAS COM CORTINA DE VIDRO	Orientação do edifício	NORTE/SUL	23		23
		LESTE/OESTE	46		46
	Total		69		69
AMBAS AS FACHADAS COM JANELAS ISOLADAS	Orientação do edifício	NORTE/SUL	45		45
		LESTE/OESTE	47		47
	Total		92		92
UMA FACHADA ENVIDRAÇADA E OUTRA COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	49	1	50
		LESTE/OESTE	49	1	50
	Total		98	2	100
AMBAS AS FACHADAS COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	39	1	40
		LESTE/OESTE	44	3	47
	Total		83	4	87

B20 - Orientação do edifício * Em que período do ano o ar condicionado costuma ser ligado? * Tipologia da Fachada Crosstabulation

Tipologia da Fachada			Em que período do ano o ar condicionado costuma ser ligado?					Total
			0	O ANO TODO	MESES QUENTES	OUTRO	NUNCA	
AMBAS AS FACHADAS COM CORTINA DE VIDRO	Orientação do edifício	NORTE/SUL		11	12			23
		LESTE/OESTE		45	1			46
	Total			56	13			69
AMBAS AS FACHADAS COM JANELAS ISOLADAS	Orientação do edifício	NORTE/SUL	2	8	8			18
		LESTE/OESTE	3	39	5			47
	Total		5	47	13			65
UMA FACHADA ENVIDRAÇADA E OUTRA COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	0	39	9	0	1	49
		LESTE/OESTE	3	31	15	1	0	50
	Total		3	70	24	1	1	99
AMBAS AS FACHADAS COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	3	7	29	1		40
		LESTE/OESTE	5	13	29	0		47
	Total		8	20	58	1		87

B21 - Orientação do edifício * Qual a importância da vista externa para você? * Tipologia da Fachada Crosstabulation

Tipologia da Fachada			Qual a importância da vista externa para você?			Total
			INDIFERENTE	SEM IMPORTÂNCIA	ESSENCIAL	
AMBAS AS FACHADAS COM CORTINA DE VIDRO	Orientação do edifício	NORTE/SUL	4	6	13	23
		LESTE/OESTE	7	1	38	46
	Total		11	7	51	69
AMBAS AS FACHADAS COM JANELAS ISOLADAS	Orientação do edifício	NORTE/SUL	11	5	29	45
		LESTE/OESTE	14	3	30	47
	Total		25	8	59	92
UMA FACHADA ENVIDRAÇADA E OUTRA COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	2	2	46	50
		LESTE/OESTE	12	4	34	50
	Total		14	6	80	100
AMBAS AS FACHADAS COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	14	6	20	40
		LESTE/OESTE	16	4	27	47
	Total		30	10	47	87

B22 - Orientação do edifício * De que local provém os ruídos perturbadores? * Tipologia da Fachada Crosstabulation

Tipologia da Fachada			De que local provém os ruídos perturbadores?				Total
			0	DO EXTERIOR	DE AMBIENTES PRÓXIMOS	DO AMBIENTE	
AMBAS AS FACHADAS COM CORTINA DE VIDRO	Orientação do edifício	NORTE/SUL	1	8	6	7	22
		LESTE/OESTE	2	7	9	26	44
	Total		3	15	15	33	66
AMBAS AS FACHADAS COM JANELAS ISOLADAS	Orientação do edifício	NORTE/SUL	4	23	13	2	42
		LESTE/OESTE	1	24	7	15	47
	Total		5	47	20	17	89
UMA FACHADA ENVIDRAÇADA E OUTRA COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	3	19	17	10	49
		LESTE/OESTE	6	21	15	8	50
	Total		9	40	32	18	99
AMBAS AS FACHADAS COM BRISES	Orientação do edifício	NORTE/SUL	2	26	7	4	39
		LESTE/OESTE	0	40	3	4	47
	Total		2	66	10	8	86