KARIN MARIA SOARES CHVATAL

A PRÁTICA DO PROJETO ARQUITETÔNICO EM CAMPINAS, SP E DIRETRIZES PARA O PROJETO DE EDIFICAÇÕES ADEQUADAS AO CLIMA

A PRÁTICA DO PROJETO ARQUITETÔNICO EM CAMPINAS, SP E DIRETRIZES PARA O PROJETO DE EDIFICAÇÕES ADEQUADAS AO CLIMA

Karin Maria Soares Chvatal, eng. civil

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.
Área de concentração: Saneamento
Linha de pesquisa: Conforto Ambiental
Orientadora: Profa. Dra. Lucila Chebel Labaki
Universidade Estadual de Campinas

CX/S32

Campinas
Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP
1998

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIDADE BC
N.º CHAMADA:
T/UNICAMP
C477p
V Ex.
TOMBO BC/ 34796
PROC. 395/98
C [ ] D [X]
PREÇO R$ 11,00
DATA 12/08/98
N.º CPD

CM-00114958-8

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

C477p

Chvatal, Karin Maria Soares
A prática do projeto arquitetônico em Campinas, SP e diretrizes para o projeto de edificações adequadas ao clima. / Karin Maria Soares Chvatal.--Campinas, SP: [s.n.], 1998.

Orientadora: Lucila Chebel Labaki
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil.

1. Conforto térmico. 2. Arquitetura e clima. 3. Projeto arquitetônico. 4. Arquitetura – Processo decisório. I. Labaki, Lucila Chebel. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil. III. Título.

Dissertação defendida e aprovada em 12.05.98, pela banca examinadora constituída pelos professores:

Profa. Dra. Lucila Chebel Labaki-orientadora
Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP

Profa. Dra. Doris C. C. K. Kowaltowski
Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP

Profa. Dra. Anésia Barros Frota
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP

Atesto que esta é a versão definitiva da dissertação/tese.
25/06/98
Prof. Dr.
Matrícula: 14805-9

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Dieter

À minha mãe, Vera

Ao Sylvio

AGRADECIMENTOS

À Lucila, pelo constante incentivo.

Aos que auxiliaram no planejamento estatístico da pesquisa: Profa. Dra. Clarice de Azevedo Luna Freire, do Departamento de Estatística da Universidade Federal do Paraná-UFPR, Profa. Dra. Regina C. C. P. Moran, do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica da UNICAMP e Edwin Marcos Ortega, doutorando do Instituto de Matemática e Estatística da USP.

Ao CNPQ, que viabilizou o trabalho.

Aos projetistas entrevistados, que dispuseram de seu tempo para responder aos formulários.

Às colegas da pós, da área de conforto, que contribuíram opinando sobre os formulários, em especial à Renata Faccin de Camargo.

SUMÁRIO

LISTA DE EQUAÇÕES 8
LISTA DE FIGURAS 9
LISTA DE TABELAS 11
RESUMO 14
ABSTRACT 15
1 INTRODUÇÃO 16

PARTE A: CONFORTO TÉRMICO E PROJETO ARQUITETÔNICO

2 CONFORTO TÉRMICO E PROJETO ARQUITETÔNICO 18
2.1 Conforto ambiental 18
2.2 Conforto térmico 18
2.3 Conforto térmico na edificação 24
2.4 Materiais e elementos construtivos dos fechamentos 26
2.5 Insolação 33
2.5.1 Radiação solar 33
2.5.2 Comportamento dos materiais frente à radiação solar 34
2.5.3 Dispositivos de proteção solar 37
2.6 Ventilação 40
2.7 Elementos do entorno 42

PARTE B: PESQUISA JUNTO AOS PROJETISTAS

3 OBJETIVOS 45
4 ESCOLHA DO INSTRUMENTO 46
5 ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO 48
6 APLICAÇÃO DOS FORMULÁRIOS 56
7 ELABORAÇÃO DOS DADOS 59
7.1 Questão 5a 59

7.2 Demais questões 63
8 RESULTADOS E DISCUSSÃO 73
8. 1 Dados iniciais 73
8. 2 Nível de importância de alguns aspectos 74
8. 3 Análise do terreno 79
8.4 Análise da insolação 81
8.5 Análise da ventilação 83
8. 6 Aspectos considerados na escolha dos materiais 87
8. 7 Materiais preferidos 88
8. 8 Informações sobre o desempenho térmico dos materiais 92
8.9 Uso de isolantes térmicos 93
8.10 Uso da cor 93
8.11 Uso de condicionamento artificial de ar 94
8.12 Mecanismos de avaliação e fontes de consulta 94
8.13 Avaliações após a ocupação 95
8.14 Exigências do cliente 96
8.15 Dificuldades 96
8.16 Formação 97
8.17 Sugestões 97

PARTE C: DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO E DIRETRIZES PARA O PROJETO DE EDIFICAÇÕES ADEQUADAS AO CLIMA DE CAMPINAS

9 CONSIDERAÇÕES INICIAIS: ASPECTOS FÍSICOS E CLIMÁTICOS DE CAMPINAS 99
10 OBTENÇÃO E MÉTODOS UTILIZADOS PARA O TRATAMENTO DOS DADOS CLIMÁTICOS 100
11 ELIMINAÇÃO DOS ANOS ATÍPICOS 102
12 DETERMINAÇÃO DOS PERÍODOS DE VERÃO E INVERNO 104
13 MÉTODO PROPOSTO POR RIVERO 109
14 MÉTODO PROPOSTO POR AROZTEGUI 114
15 MÉTODO DOS TRIÂNGULOS 119

16 TABELAS DE MAHONEY 123
17 ANÁLISE DO CLIMA E PROPOSIÇÃO DE DIRETRIZES 135

PARTE D: CONCLUSÕES, ANEXOS E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

18 CONCLUSÕES 144
19 ANEXOS 147
Anexo A - Formulário do pré teste 147
Anexo B - Carta de apresentação 152
Anexo C - Programas utilizados no software estatístico SAS 153
AnexoD - Distância qui-quadrado (Ortega, 1997) 158
AnexoE - Categorias e códigos estabelecidos para o formulário 160
Anexo F - Procedimento para determinação das umidades relativas máxima e mínima médias 167
20 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 169

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 27
Equação 2 27
Equação 3 27
Equação 4 28
Equação 5 29
Equação 6 34
Equação 7 34
Equação 8 34
Equação 9 34

LISTA DE FIGURAS

1 Balanço térmico do corpo humano....21
2 Intercâmbio térmico do edifício....26
3 Esquema explicativo do fenômeno da inércia térmica de uma parede real (q2) e de uma parede fictícia de peso nulo (q1)....28
4 Variação da temperatura externa (te) e da temperatura superficial interna de um fechamento (tsi)....29
5 Gráfico para o cálculo do coeficiente de amortecimento térmico (μ)....31
6 Gráfico para o cálculo do retardo térmico ($\Delta\tau$)....32
7 Comportamento dos materiais transparentes frente à radiação solar....36
8 Exemplo de dispositivo de sombra ajustável....38
9 Carta solar para a latitude 24° sul....39
10 Esquema simplificado do fluxo de ar devido à ação dos ventos....41
11 Esquema simplificado do fluxo de ar devido ao efeito chaminé....42
12 Temperaturas do ar sobre a grama e sobre o asfalto....43
13 Uso da grama com outros materiais....44
14 Radiação refletida incidente na edificação devido à presença de superfícies refletoras próximas....44
15 Matriz de distância qui-quadrado....62
16 Distribuição dos entrevistados de acordo com o tempo de formação....73
17 Distribuição dos entrevistados segundo área de atuação em projetos de arquitetura de edificações....74
18 Abreviaturas utilizadas para representar os itens da questão 5a na Tab. 15 e nas Fig.19 e 20....75
19 Solução do Escalonamento Multidimensional (MDS) não Métrico para o total de entrevistados....76
20 Solução da Análise de Correspondência para o total de entrevistados....77
21 Nível de importância para diversos aspectos referentes à análise do terreno....80

22 Distribuição dos entrevistados segundo os itens orientação-sol (iluminação) e orientação-sol (conforto térmico)....81
23 Distribuição dos entrevistados segundo a forma de análise da insolação 82
24 Distribuição dos entrevistados segundo a utilização de métodos no dimensionamento de proteções solares 83
25 Distribuição dos entrevistados segundo a análise da ventilação....84
26 Distribuição dos entrevistados segundo a previsão do efeito chaminé e a utilização de métodos....86
27 Distribuição dos entrevistados que atuam em indústrias e dos demais segundo a previsão do efeito chaminé e a utilização de métodos....86
28 Distribuição dos entrevistados segundo fontes de informação sobre o desempenho térmico de materiais....92
29 Distribuição dos entrevistados segundo exigências relacionadas ao conforto térmico para as categorias de edificações 96
30 Gráfico proposto por Rivero com os valores correspondentes ao clima de Campinas 110
31 Gráfico proposto por Aroztegui 114
32 Caracterização global da problemática térmica de acordo com o método de Aroztegui 117
33 Caracterização sazonal da problemática térmica de acordo com o método de Aroztegui 117
34 Caracterização do rigor das estações de acordo com o método de Aroztegui 118
35 Gráfico correspondente ao método dos Triângulos 119
36 Gráfico correspondente ao método dos Triângulos com os pontos correspondentes a Campinas....121
37 Representação do vento sudeste 138

LISTA DE TABELAS

1 Excesso de calor metabólico 19
2 Níveis de vestimenta e resistência térmica mais comuns 23
3 Coeficientes de absorção de várias superficies 35
4 Tabela usada para o controle da aplicação dos formulários 57
5 Estrutura do arquivo de entrada de dados 61
6 Tabela de contingência 61
7 Solução do MDS não métrico 62
8 Solução da Análise de Correspondência para a questão 5a 63
9 Subquestões, categorias de resposta e códigos estabelecidos para a questão 15. *Categoria de edificação: casas de médio/ alto padrão* 66
10 Subquestões, categorias de resposta e códigos estabelecidos para a questão 15. *Categoria de edificação: prédios residenciais* 67
11 Subquestões, categorias de resposta e códigos estabelecidos para a questão 15. *Categoria de edificação: prédios comerciais e de escritórios* 68
12 Subquestões, categorias de resposta e códigos estabelecidos para a questão 15. *Categoria de edificação: edificações comerciais e lojas* 69
13 Subquestões, categorias de resposta e códigos estabelecidos para a questão 15. *Categoria de edificação: escolas* 70
14 Subquestões, categorias de resposta e códigos estabelecidos para a questão 15. *Categoria de edificação: casas populares* 71
15 Distribuição dos itens da questão 5a nas posições de 1 a 9 75
16 Nível de importância de diversos aspectos a serem observados na escolha dos materiais da parede externa, do telhado e do forro 87
17 Nível de importância de diversos aspectos a serem observados na escolha dos materiais dos pisos interno e externo 88
18 Materiais preferidos para as casas de médio e alto padrão 88
19 Materiais preferidos para as edificações comerciais e lojas 89
20 Materiais preferidos para os prédios comerciais e de escritórios 89

21 Materiais preferidos para prédios residenciais 90
22 Materiais preferidos para as escolas 90
23 Materiais preferidos para as casas populares 91
24 Materiais preferidos para os pisos interno e externo e para o acabamento das paredes externas 92
25 Distribuição dos entrevistados segundo a previsão de condicionamento artificial de ar 94
26 Distribuição dos entrevistados segundo fontes de consulta relacionadas ao conforto térmico natural 95
27 Distribuição dos entrevistados segundo a freqüência de utilização das fontes de consulta relacionadas ao conforto térmico natural 95
28 Dados climáticos obtidos e período de abrangência 101
29 Determinação dos anos atípicos 103
30 Períodos de verão e inverno de acordo com o método expedito 105
31 Período de verão de acordo com o método estatístico 107
32 Período de inverno de acordo com o método estatístico 108
33 Dados utilizados para o método de Rivero 111
34 Recomendações para os fechamentos verticais pelo método de Rivero 111
35 Recomendações para os fechamentos horizontais pelo método de Rivero 111
36 Recomendações para as divisórias internas pelo método de Rivero 111
37 Espessura de uma parede de tijolo cerâmico maciço cujo comportamento térmico equivale aos valores de R e μ recomendados para os fechamentos verticais pelo método de Rivero 112
38 Recomendação para os fechamentos transparentes pelo método de Rivero 112
39 Recomendações para o tratamento em relação à radiação solar pelo método de Rivero 112
40 Recomendação relativa à ventilação higiênica pelo método de Rivero 112
41 Recomendações relativas à ventilação de verão pelo método de Rivero 113
42 Recomendações relativas à orientação pelo método de Rivero 113
43 Níveis de caracterização da problemática térmica para o método de Aroztegui 116
44 Dados de entrada para o método dos Triângulos 121

45 Estratégias para garantir o conforto térmico natural de acordo com o método dos Triângulos 122
46 Tabela 1 de Mahoney (período de dados de 1978-1994) 125
47 Tabela 2 de Mahoney (período de dados de 1978-1994) 126
48 Tabela 3 de Mahoney (período de dados de 1978-1994) 127
49 Tabela 4 de Mahoney (período de dados de 1978-1994) 128
50 Tabela 1 de Mahoney (período de dados de 1981-1997) 129
51 Tabela 2 de Mahoney (período de dados de 1981-1997) 130
52 Tabela 3 de Mahoney (período de dados de 1981-1997) 131
53 Tabela 4 de Mahoney (período de dados de 1981-1997) 132
54 Períodos de verão e inverno em Campinas 135
55 Temperaturas máximas e mínimas diárias médias dos meses de verão e inverno 136
56 Umidade relativa média em Campinas 136
57 Precipitação total em Campinas 137
58 Direção predominante do vento em Campinas 138
59 Velocidade média do vento em Campinas 138
60 Amplitude diária média em Campinas 140
61 Resistência térmica (r) e coeficiente de amortecimento (μ) de alguns fechamentos verticais 141
62 Resistência térmica (r) e coeficiente de amortecimento (μ) de alguns fechamentos horizontais 142
63 Diretrizes para a concepção de projetos na cidade de Campinas, SP visando o condicionamento térmico natural 146

RESUMO

CHVATAL, K. M. S. **A Prática do Projeto Arquitetônico em Campinas, SP e Diretrizes para o Projeto de Edificações Adequadas ao Clima**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 1998. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 1998.

Sabe-se das dificuldades existentes na transferência de conhecimento científico e tecnológico para a prática profissional. No que se refere ao conforto ambiental, surge o interesse em saber como esse aspecto é tratado no dia a dia da prática projetual. Neste trabalho procura-se verificar o nível de importância dado ao conforto térmico natural através da aplicação de formulários junto a projetistas de edificações da cidade de Campinas, SP, sendo feito um levantamento detalhado de como esse aspecto é considerado no projeto. Também são levantados os materiais preferidos para diversas categorias de edificações. Os resultados mostram que os profissionais têm consciência da importância do conforto térmico no projeto, porém não fazem uso freqüente de ferramentas auxiliares para a sua adequada avaliação. Procura-se então trazer alguma contribuição através de um estudo preliminar do clima da cidade, o qual baseia-se na aplicação de diversos métodos. Após o diagnóstico climático são propostas algumas diretrizes para o projeto de edificações em Campinas que fornecem subsídios para a fase de concepção visando o condicionamento térmico natural.

Palavras-chave: conforto térmico, clima, recomendações de projeto, prática profissional.

ABSTRACT

CHVATAL, K. M. S. **A Prática do Projeto Arquitetônico em Campinas, SP e Diretrizes para o Projeto de Edificações Adequadas ao Clima**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 1998. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 1998.

Scientific and technical knowledge is transferred with difficulty to the practicing professional. This work investigates this aspect in relation to environmental comfort and daily practices in the building design profession. A survey was undertaken among 50 architects and civil engineers in the city of Campinas in the State of São Paulo, Brazil to assess the application of thermal comfort in architectural design. Data was gathered on the preferred materials for several kinds of buildings. Building design recommendations were devised for natural thermal comfort conditions for the local climate. These recommendations should help the professional at the conceptual design stage and are based on various methods of climate diagnosis.

Keywords: thermal comfort, climate, design recommendations, professional practice

1 INTRODUÇÃO

O conforto das edificações depende de vários fatores, mas pode-se dizer que é principalmente na fase de projeto que eles devem ser considerados, a fim de que se possa chegar a um resultado favorável. Medidas tomadas para propiciar o conforto depois da construção são mais custosas e não tão eficientes quanto as relativas à consideração do problema desde o princípio.

Muitas vezes vê-se que o conforto ambiental é relegado a segundo plano na prática profissional. Formulações matemáticas e procedimentos mais elaborados (necessários ao se lidar o conforto) demandam tempo e são considerados um impecilho para a criatividade.

No que se refere mais especificamente ao conforto térmico, vê-se muitas vezes que, ao se tentar resolver o problema gerado pelo alto fluxo de calor em edificações totalmente inadequadas ao clima, acaba-se por criar outro: o alto gasto de energia devido ao condicionamento artificial. No entanto, pode-se obter condições térmicas adequadas nos espaços construídos sem o uso de equipamentos, aplicando princípios do condicionamento térmico natural. Mesmo edificações que façam uso do condicionamento artificial podem ter o ganho de calor reduzido, com conseqüente economia de energia, se forem aplicados esses princípios.

Dentro desse quadro surge esta pesquisa, com o intuito inicial de satisfazer a curiosidade de como o aspecto conforto ambiental é considerado pelos profissionais de projeto. Parte-se da hipótese de que, de um modo geral, há deficiências em relação a esse assunto e carência de informações adequadas.

Procura-se então recolher informações sobre a prática profissional em Campinas, SP, no que se refere principalmente ao *conforto térmico natural*. Desse modo é possível:

- verificar se há interesse pelo conforto térmico natural,
- verificar se e como ele é considerado durante a prática de projeto,
- verificar se há conhecimento dos conceitos básicos a ele relacionados,
- detectar os motivos que dificultam a preocupação com esse aspecto.

A fim de trazer alguma contribuição, faz-se também um estudo do clima da cidade através da aplicação de vários métodos. A partir desse estudo são propostas algumas diretrizes para o projeto em Campinas que fornecem subsídios para a fase de concepção.

O trabalho encontra-se dividido em quatro partes. Na parte A são apresentados, de uma forma simplificada, os principais conceitos relacionados a conforto térmico e projeto arquitetônico. A parte B trata da pesquisa realizada junto aos projetistas. Na parte C é apresentado o estudo do clima e as diretrizes e a parte D engloba as conclusões, os anexos e as referências bibliográficas.

PARTE A

CONFORTO TÉRMICO E PROJETO ARQUITETÔNICO

2 CONFORTO TÉRMICO E PROJETO ARQUITETÔNICO

2.1 Conforto ambiental

A preocupação básica da área de conforto ambiental é com o bem estar do homem nos ambientes construídos. Esse bem estar pode referir-se a vários aspectos, como o térmico, o acústico, o luminoso, o ergonômico, a qualidade do ar interior, entre outros. De um modo geral, no entanto, costuma-se utilizar o termo conforto ambiental para se referir aos três primeiros aspectos: o térmico, o acústico e o luminoso.

A preocupação com o conforto ambiental precisa fazer parte do projeto de todas as construções, pois uma edificação, independente do seu tipo, deve possuir adequada iluminação, boa qualidade acústica e do ar interior, ser termicamente agradável e possuir equipamentos adequados ao uso humano. Existem muitas críticas relativas à concepção de edificações que apresentam problemas de habitabilidade devido à ausência de preocupação, na fase de projeto, com o conforto ambiental.

2.2 Conforto térmico

O conforto térmico é um conceito que possui uma parcela de subjetividade. A ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineering), em suas normas 55/81, define conforto térmico como "...aquele estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico.". De acordo com essas normas, um ambiente é termicamente aceitável quando pelo menos 80 % de seus ocupantes expressam satisfação com ele.

Uma das principais exigências para o conforto é o equilíbrio térmico entre o corpo humano e o seu ambiente (Givoni, 1976). Isso ocorre quando há igualdade entre as perdas e os ganhos de calor do corpo humano. É importante ressaltar no entanto que o

estado de equilíbrio permanente pode ocasionar certo desconforto, sendo necessário para o ser humano uma certa variabilidade no ambiente físico.

Esses ganhos e essas perdas de calor do corpo acontecem através dos seguintes mecanismos (Koenigsberger et al., 1977): metabolismo, condução, convecção, radiação e evaporação.

Metabolismo

Segundo Frota e Schiffer (1995), através da alimentação e da respiração o organismo humano adquire carbono e oxigênio. Esses dois elementos permitem que o corpo produza energia, e esse processo é denominado metabolismo. Somente cerca de 20% dessa energia é utilizada, sendo a restante transformada em calor. Esse calor em excesso, que depende da atividade física exercida, deve ser dissipado, e é apresentado na Tab. 1.

Tabela 1 - Excesso de calor metabólico
Fonte: Koenigsberger et al. (1977), p.59.

ATIVIDADE	EXCESSO DE CALOR (WATTS)
Dormindo	mín. 70
Sentado, movimento moderado, por ex. digitando	130-160
Em pé, trabalho leve	160-190
Sentado, movimentos com os braços e as pernas	190-230
Em pé, trabalho moderado, eventualmente caminhando	220-290
Caminhando e empurrando ou erguendo algo moderadamente	290-410
Levantamento ou escavação pesados e intermitentes	440-580
Trabalho pesado	580-700
Trabalho extremamente pesado - 30 minutos de duração	máx. 1100

NOTA- Valores médios de dados oriundos de várias fontes.

Condução

Ocorre quando dois corpos com temperaturas diferentes estão em contato. Nesse caso, o fluxo de calor ocorre do corpo mais quente para o mais frio. A perda de calor do corpo ocorre quando o homem está em contato com superfícies mais frias que ele. O ganho ocorre quando a situação é inversa.

O fluxo de calor no corpo humano correspondente à condução é pequeno se comparado com os outros processos. Scarazzato (1987) no entanto cita que "...esse fenômeno deve

merecer atenção especial em certos projetos, como por exemplo nos destinados a crianças e velhos. A escolha dos materiais de acabamento deve ser cuidadosa porque a perda de calor em partes localizadas do corpo, além de ser desconfortável, pode causar dores reumáticas ou inflamações das articulações.".

Convecção

A troca térmica se processa entre dois corpos, onde pelo menos um deles é um fluido (gás ou líquido). Neste caso tem-se o corpo humano e a camada de ar em contato com ele. Pode ocorrer ganho de calor para o corpo se o ar em contato com ele é mais quente; ou perda, se o ar em contato é mais frio. Em ambos os casos observa-se uma pequena movimentação natural do ar (Giampaoli, 1989).

Radiação

Duas superfícies de temperaturas diferentes que não estão em contato trocam calor por esse fenômeno, pois estão constantemente emitindo radiação infravermelha (Giampaoli, 1989). Há transferência de calor do corpo de temperatura maior para o de temperatura menor. O calor transmitido é denominado calor radiante.

O corpo humano troca constantemente calor radiante com as superfícies do ambiente. A perda ou ganho depende da temperatura do corpo e da temperatura das superfícies, além do coeficiente de absorção e da emissividade para a radiação infravermelha (Givoni, 1976).

Evaporação

Neste caso sempre ocorre perda de calor para o meio ambiente. Um líquido, que envolve um sólido a uma determinada temperatura, transforma-se em vapor, retirando calor do sólido (Giampaoli, 1989). Esse fenômeno é função da quantidade de vapor do meio e da velocidade do ar na superfície do sólido. No corpo humano ocorre perda de calor através dos processos de evaporação do suor e da água dos pulmões.

O equilíbrio térmico é alcançado quando as perdas de calor se equilibram com os ganhos, mantendo a temperatura interna do corpo estável, em torno de 37° C (Fig. 1). Desse modo, alcança-se o conforto térmico.

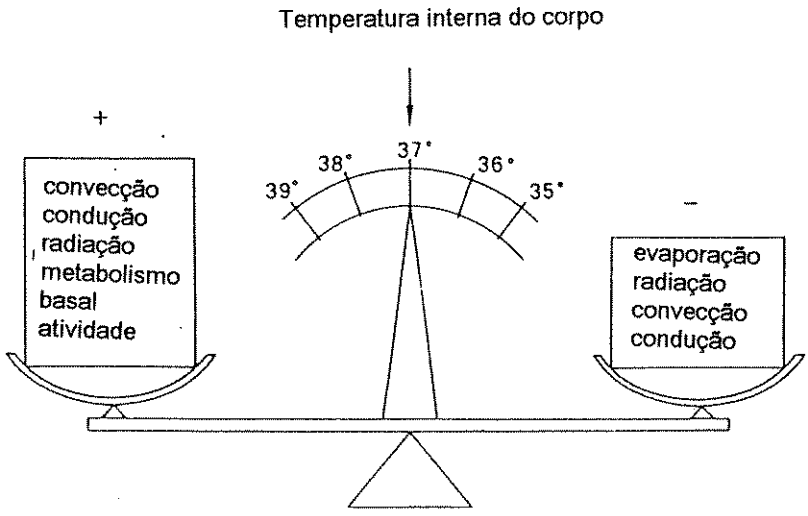


Figura 1 - Balanço térmico do corpo humano
Fonte: Koenigsberger et al. (1977), p.61.

Essas trocas de calor que ocorrem entre o homem e o seu ambiente são influenciadas por uma série de fatores. Estes fatores podem ser divididos em *ambientais, individuais e subjetivos* (Koenigsberger et al., 1977). Os *fatores ambientais* são a temperatura, a umidade relativa, a velocidade do ar e o calor radiante. Os *fatores individuais* são a vestimenta e a atividade exercida. Os *fatores subjetivos* são a aclimatação, idade, estado de saúde, entre outros.

FATORES AMBIENTAIS

Temperatura do ar

A temperatura do ar influencia as trocas térmicas por convecção. Caso seja menor que a temperatura da pele (situada entre 31 e 34° C), ocorre perda de calor do corpo. Caso seja maior, há ganho de calor. Quanto maior a diferença entre as temperaturas do ar e da pele, maior o fluxo de calor.

Em ambientes pouco ventilados, a temperatura do ar geralmente aumenta do piso para a cobertura. Dependendo dessa variação, pode ocorrer a sensação de desconforto

caracterizada por frio nos pés e calor na cabeça, mesmo que o corpo, como um todo, esteja em neutralidade térmica (Akutsu, Sato e Pedroso, 1987).

Umidade relativa do ar

Parâmetro que indica a quantidade de vapor de água presente no ambiente e influencia a perda de calor do corpo por evaporação. Quanto menor a umidade relativa do ar, maior a perda de calor por evaporação, e vice versa. Segundo Akutsu, Sato e Pedroso (1987), valores inferiores a trinta por cento devem ser evitados para que não ocorra ressecamento das vias respiratórias.

Velocidade do ar

Interfere nas trocas térmicas por convecção e evaporação.

Com relação à convecção, segundo Giampaoli (1989), se a temperatura do ar é menor que a do corpo, o aumento da velocidade do ar implica em maior perda de calor para o meio. Mas se a temperatura do ar é maior que a temperatura do corpo, este ganha mais calor com o aumento da velocidade do ar. Conclui-se, então, que a variação da velocidade do ar pode ter uma ação positiva ou negativa na troca térmica por convecção.

Com relação à evaporação, o aumento da velocidade do ar sempre facilita a perda de calor por esse mecanismo, à medida que remove mais rapidamente a delgada camada de ar saturado ao redor da pele. Mas devido a limitações fisiológicas, a taxa de evaporação do suor não se eleva indefinidamente.

Há valores máximos recomendados para a velocidade média do ar nos ambientes interiores. Akutsu, Sato e Pedroso (1987) recomendam 0,15 m/s no inverno e 0,25 m/s no verão; sendo que o último limite pode ser aumentado, possibilitando condições de conforto a temperaturas mais elevadas, nas estações mais quentes. No entanto, acima de 0,8 m/s pode ocorrer o levantamento de papéis e outros objetos leves.

Calor radiante

Podem existir no ambiente fontes que estejam emitindo grande quantidade de radiação infravermelha (um aquecedor, por exemplo). Estas contribuem para um considerável ganho de calor do corpo humano por radiação.

A radiação solar que penetra diretamente no ambiente pelas aberturas e superfícies transparentes também é outra importante fonte de ganho de calor radiante, não só diretamente para o corpo humano, como também para o piso, paredes internas e móveis, que se aquecem e posteriormente emitem novamente radiação.

FATORES INDIVIDUAIS

Atividade exercida

O calor em excesso produzido pelo metabolismo depende da atividade desenvolvida, conforme a Tab. 1, apresentada anteriormente.

Vestimenta

Por condução o calor passa da pele para a roupa (quando esta encontra-se bem ajustada ao corpo). No ar externo, o calor é dissipado por convecção da mesma maneira que a pele nua. Como a roupa se opõe à passagem do calor, o homem defende-se do frio usando roupas mais grossas e que cubram uma maior parte do corpo.

Foi criada uma unidade (Clo, da palavra inglesa clothing, vestimenta) para definir diversos níveis de vestimenta em função da resistência térmica média da roupa (Tab. 2).

Tabela 2 - Níveis de vestimenta e resistência térmica mais comuns
Fonte: adaptada de Ramón (1980), p. 17.

NÍVEL DE VESTIMENTA (CLO)	VESTIMENTA	RESISTÊNCIA TÉRMICA MÉDIA DA ROUPA (M^2 ^0C /W)
0	corpo nu	0
0.5	camisa de manga curta e calça leve de algodão	0.08
1	terno típico de escritório	0.16

2.3 Conforto térmico na edificação

As condições de conforto no interior das edificações são determinadas pela combinação dos fatores ambientais, individuais e subjetivos, citados no item anterior. O papel do profissional consiste justamente em criar ambientes que propiciem valores adequados de temperatura, umidade, velocidade do ar e calor radiante (os chamados *fatores ambientais*), considerando os *fatores individuais e subjetivos*, relativos aos futuros usuários da edificação.

Para garantir condições ambientais internas satisfatórias, o projetista deve considerar o clima do local, fazendo com que o ambiente construído atue como mecanismo de controle das variáveis desse clima através de sua envoltória (paredes, piso, cobertura e aberturas situadas nessas superfícies) e do que encontra-se ao redor dessa envoltória (presença de massas de água, vegetação, edificações ao redor, tipo de solo) (Duarte, 1995).

Quando se leva em conta o clima do local, é possível muitas vezes proporcionar conforto térmico sem o uso de equipamentos mecânicos, somente com a escolha correta dos materiais e elementos construtivos dos fechamentos e a garantia de insolação e ventilação adequadas. Segundo Kolokotroni e Young (1990) e Garg (1991), quase 70 % do desempenho térmico de uma edificação está relacionado às cores e à espessura das paredes do envelope do edifício, à orientação das aberturas e possibilidade de seu sombreamento, e à ventilação que estas propiciam em relação à sua localização e dimensionamento. Nesse caso, mesmo quando o condicionamento artificial é necessário (em condições extremas), é possível gastar uma quantidade de energia muito menor (Izard e Guyot, 1983).

Em muitos casos a preocupação com o conforto térmico natural e a eficiência do uso de energia devido a equipamentos de condicionamento artificial é relegada a segundo plano na prática de projeto. Algumas vezes também, conceitos podem ser utilizados de forma

equivocada, devendo haver muito cuidado na transferência do conhecimento, a fim de que não ocorram interpretações errôneas (Kowaltowski e Labaki, 1993).

Um curso destinado a ensinar arquitetos a projetar edifícios que utilizem princípios de arquitetura bioclimática foi desenvolvido por Evans e Schiller (1994). Nesse curso os conhecimentos científicos são ensinados de modo que possam ser utilizados corretamente na prática profissional. É citada a importância de se apresentar o projeto bioclimático aos profissionais, principalmente em países em desenvolvimento, onde a demanda de energia está crescendo rapidamente e o conhecimento relacionado a esse tema precisa ser melhorado.

No Brasil existem poucos trabalhos que procuram avaliar a prática do profissional, em particular frente aos aspectos de conforto. Kowaltowski (1993) em pesquisa sobre o uso do CADD e de metodologias de projeto em escritórios de arquitetura da cidade de São Paulo, revela que esses aspectos não são considerados objetivos prioritários no projeto. Chvatal, Kowaltowski, Labaki e Toledo (1997), em trabalho baseado numa pesquisa anterior, realizada também junto a projetistas de Campinas, mostram o pouco conhecimento destes profissionais sobre o conforto térmico e conservação de energia, citando que as causas dessa situação estejam possivelmente relacionadas a códigos de obras inadequados, além da ausência de normas e regulamentações específicas.

Existem também alguns trabalhos que tratam de recomendações e sugestões de procedimentos de projeto enfocando o conforto ambiental, como os desenvolvidos por Alucci (1981 e 1992), Pietrobon (1990), Duarte (1995) e Pereira, Kremer e Lamberts (1997).

Nas três próximas seções trata-se, de uma forma resumida, dos fatores que devem ser observados durante a fase de projeto de edificações para que estas propiciem conforto térmico através do condicionamento natural: os materiais e elementos construtivos dos fechamentos, a insolação e a ventilação. Finalmente, apresenta-se uma descrição de

alguns dos elementos do entorno à edificação que também interferem no seu conforto térmico.

2.4 Materiais e elementos construtivos dos fechamentos

Pode-se considerar o edifício como uma unidade definida e a partir daí analisar seu intercâmbio térmico com o meio externo (Koenigsberger et al., 1977). Esse intercâmbio processa-se através dos materiais e elementos que compõem a edificação (Fig. 2).

Qi: ganho de calor devido à emissão calorífica do corpo humano, de lâmpadas ou motores
Qs: ganho de calor pela radiação solar através das superfícies transparentes
Qc: ganho ou perda de calor pelas paredes, por convecção, condução e radiação
Qv: ganho ou perda de calor pela ventilação
Qm: ganho ou perda de calor por controles mecânicos
Qe: perda de calor por evaporação

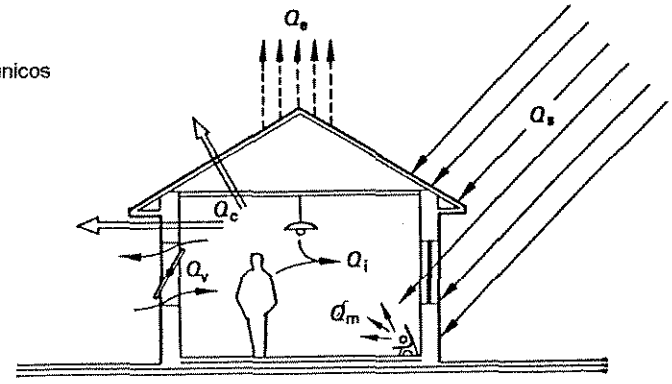


Figura 2 - Intercâmbio térmico do edifício
Fonte: Koenigsberger et al. (1977), p. 91.

Com relação aos componentes e materiais construtivos, várias são as propriedades térmicas relacionadas com as taxas de troca de calor pelos mesmos. São citadas as mais importantes.

Condutividade (λ) e Condutância (C) térmicas

Quanto maiores a condutividade e a condutância, maior o fluxo de calor por condução. A condutividade refere-se a um determinado material. A condutância, por levar em conta a espessura, é uma característica do componente construtivo. Por exemplo, a condutividade do concreto armado é 1,75 W/m°C (Frota e Schiffer, 1995). No entanto, uma laje de concreto armado de 10 cm possui condutância de 17,5 W/m^2°C.

$$C = \frac{\lambda}{L} \qquad \text{(equação 1)}$$

C: condutância térmica ($W/m^2\,^oC$)
λ: condutividade térmica ($W/m\,^oC$)
L: espessura (m)

Resistência térmica (r)

É o inverso da condutância térmica. Tomando-se como exemplo a laje de concreto acima citada, tem-se que a sua resistência é 1/17,5= 0,06 $m^2\,^oC/W$. Quanto maior a resistência, menor é o fluxo de calor por condução pelo componente construtivo.

$$r = \frac{1}{C} = \frac{L}{\lambda} \qquad \text{(equação 2)}$$

r: resistência térmica ($m^2\,^oC/W$)
C: condutância térmica ($W/m^2\,^oC$)
λ: condutividade térmica ($W/m\,^oC$)
L: espessura (m)

Resistência (R) e Transmitância (K) térmicas totais

Quanto maior a transmitância, maior o fluxo de calor total pelo componente construtivo. O inverso ocorre para a resistência total. Essas duas propriedades englobam não somente as trocas de calor por condução, como também as por convecção e radiação.

$$R = \frac{1}{h_i} + \sum_{n}^{i=1} \frac{L}{\lambda} + \frac{1}{h_e} \qquad \text{(equação 3)}$$

R: resistência térmica total ($m^2\,^oC/W$)
hi: coeficiente de condutância térmica superficial interna ($W/m^2\,^oC$)
L: espessura de cada camada (m)
λ: condutividade térmica da camada ($W/m\,^oC$)
he: coeficiente de condutância térmica superficial externa ($W/m^2\,^oC$)
n: número de camadas

$$K = \frac{1}{R} \qquad \text{(equação 4)}$$

K: transmitância térmica total ($W/m^2\,°C$)
R: resistência térmica total ($m^2\,°C/W$)

Inércia térmica

Quanto maior a inércia térmica de um fechamento, maior é o isolamento por ele proporcionado. Essa propriedade associa dois fenômenos de grande importância: o amortecimento e o atraso da onda de calor. O amortecimento refere-se à capacidade de um fechamento de atenuar os extremos de temperatura externos, garantindo menor variação da temperatura interna. O atraso, ou retardo, é "... o tempo que leva uma diferença térmica ocorrida num dos meios para manifestar-se na superfície oposta do fechamento." (Rivero, 1986).

A Fig. 3 apresenta um esquema explicativo do amortecimento e do atraso térmicos. Considerando-se inicialmente a temperatura interna igual à externa, quando esta última eleva-se, há a ocorrência de um certo fluxo de calor do ambiente externo para o interno. Este fluxo processa-se imediatamente numa parede fictícia de peso nulo (q1). Já numa parede real (q2), ocorre com um certo amortecimento e atraso (Frota e Schiffer, 1995).

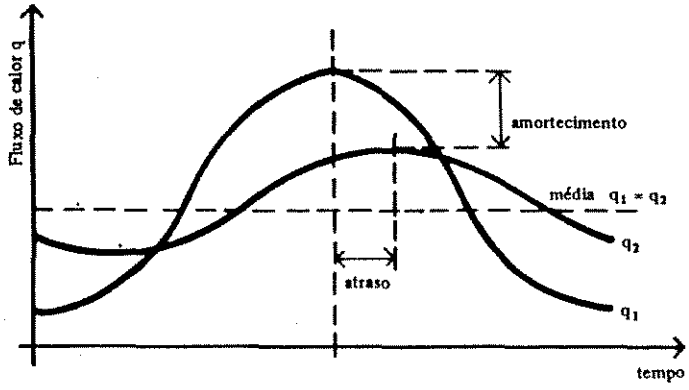


Figura 3- Esquema explicativo do fenômeno da inércia térmica
de uma parede real (q2) e de uma parede fictícia de peso nulo (q1)
Fonte: Frota e Schiffer (1995), p. 49.

A Fig. 4 apresenta a variação da temperatura externa (te) e da temperatura superficial interna de um fechamento (tsi). Devido à inércia térmica do fechamento, a máxima *tsi* ocorre com um certo atraso ($\Delta\tau$) em relação à máxima *te*, além de apresentar uma amplitude (w_s) menor.

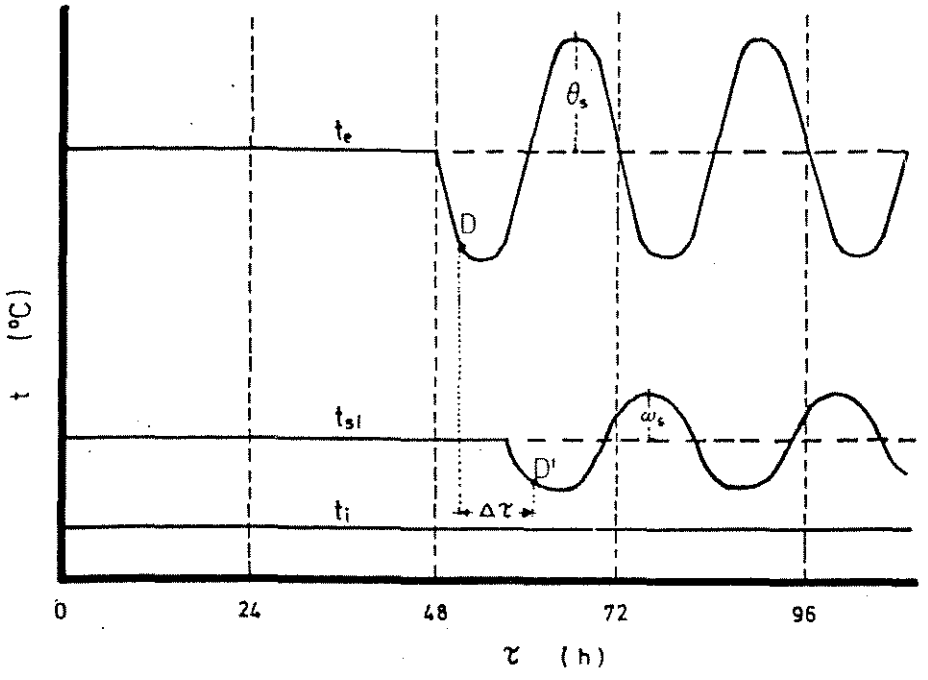


Figura 4- Variação da temperatura externa (te)
e da temperatura superficial interna de um fechamento (tsi)
Fonte: adaptada de Rivero (1986), p. 44.

O atraso ($\Delta\tau$) pode ser obtido diretamente no gráfico. O coeficiente de amortecimento (μ) é definido pela eq. 5.

$$\mu = \frac{w_s}{\theta_s} \qquad \text{(equação 5)}$$

w_s: vide Fig. 4
θ_s: vide Fig. 4

Rivero (1986) apresenta dois gráficos (Fig. 5 e 6) que permitem a determinação do coeficiente de amortecimento (μ) e do atraso térmico ($\Delta\tau$). Os dados de entrada são a resistência térmica (r), em $m^2\ ^0C/W$, e o produto da densidade (d), em Kg/m^3, pela espessura (L), em m, podendo também ser multiplicado, quando se deseja cálculos mais

exatos, pelo calor específico (c), em KJ/kg ^{0}C. O calor específico para os materiais de construção mais comuns é em torno de 1 KJ/kg °C.

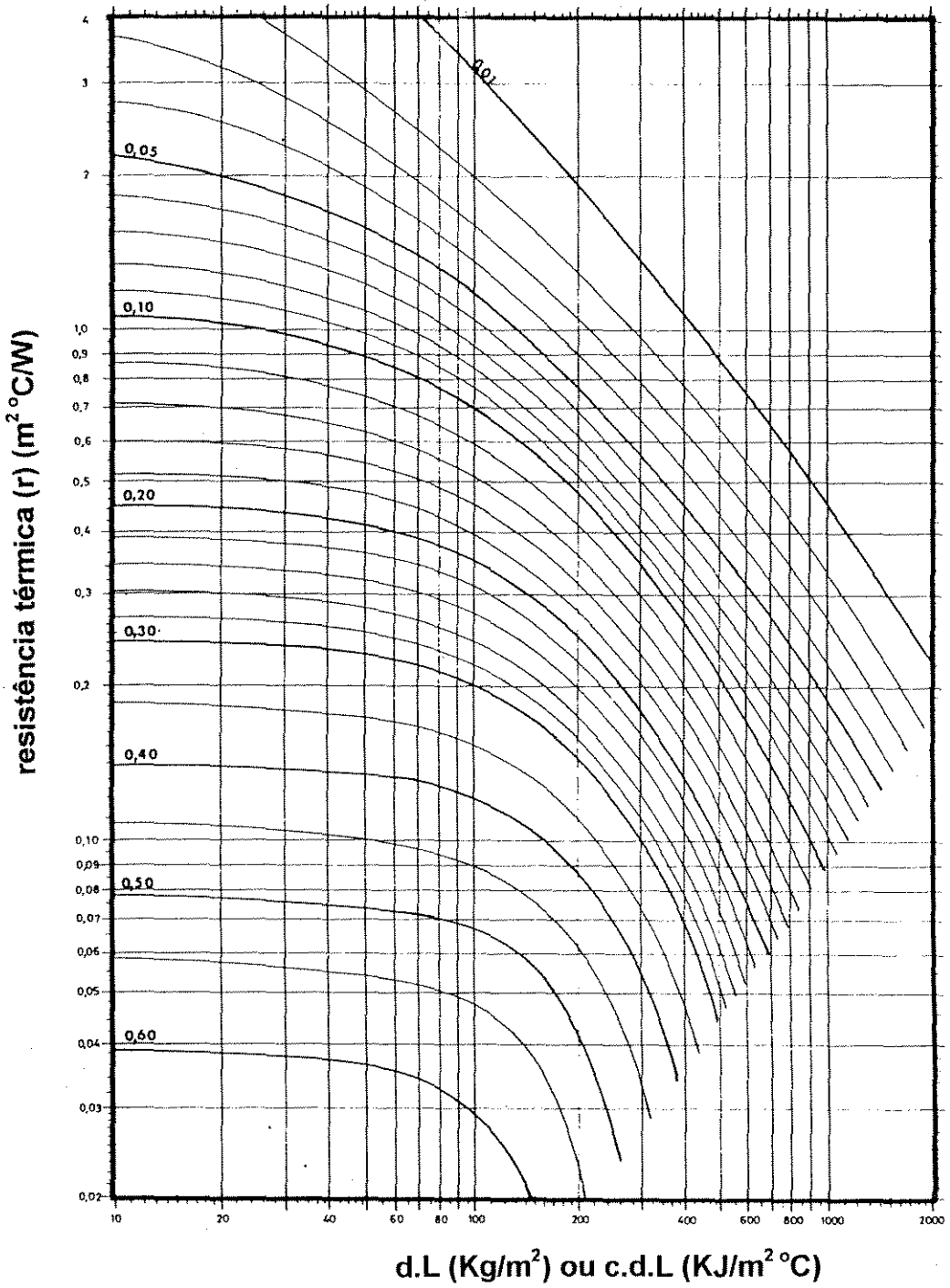


Figura 5- Gráfico para o cálculo do coeficiente de amortecimento térmico (μ)
Fonte: adaptado de Rivero (1986), p. 219.

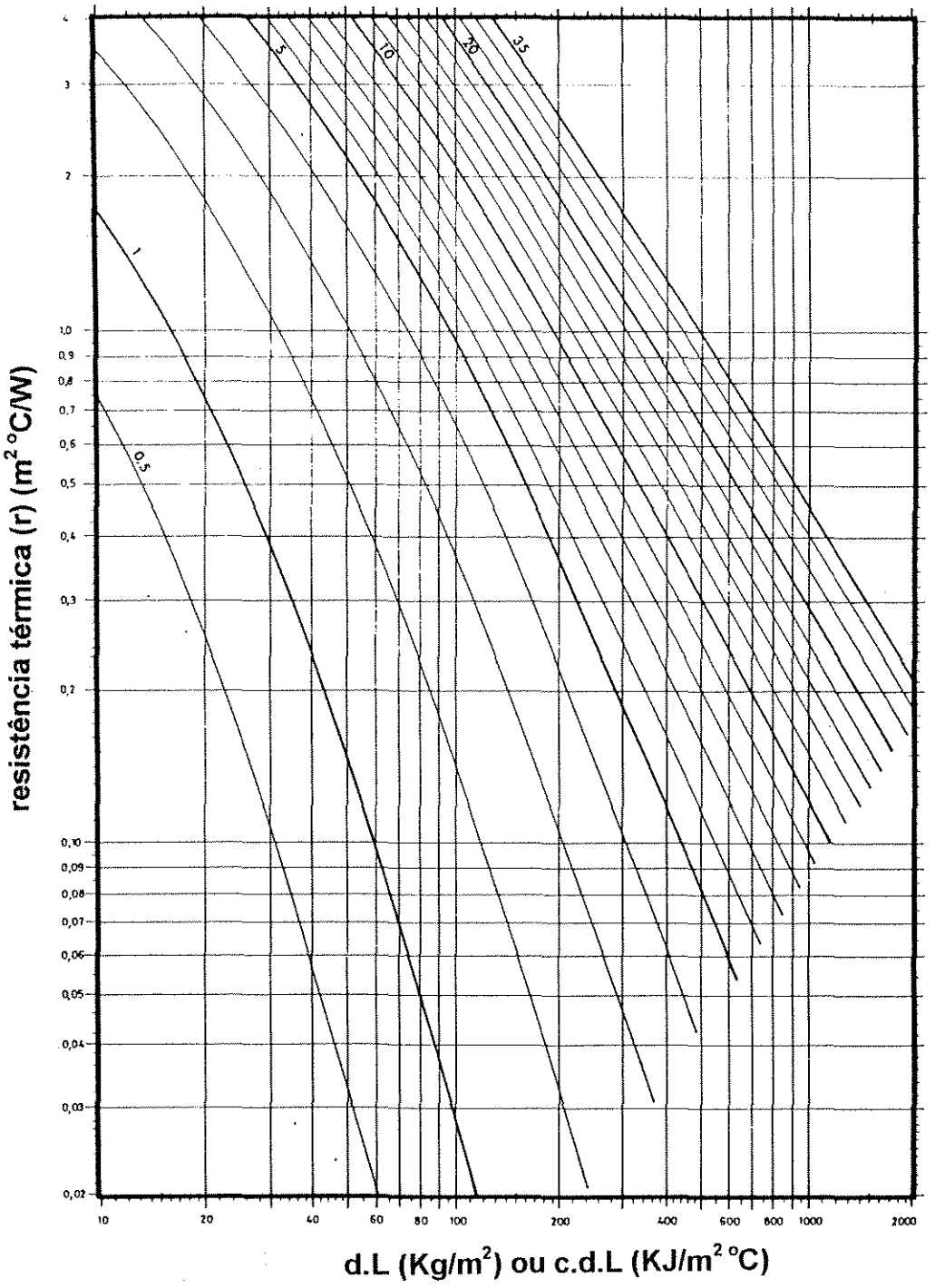


Figura 6- Gráfico para o cálculo do retardo térmico ($\Delta\tau$)
Fonte: adaptado de Rivero (1986), p. 220.

2.5 Insolação

2.5.1 Radiação solar

A radiação solar que chega à superfície terrestre, denominada *radiação de ondas curtas*, é composta por ondas eletromagnéticas de vários comprimentos de onda, divididos em três faixas:

- 290 nm a 380 nm: radiação ultravioleta
- 380 nm a 780 nm: radiação visível
- 780 nm a 2500 nm: radiação infravermelha

Obs.: nm=nanometro(10^{-9} m)

De acordo com Caram, Labaki e Sichieri (1995) pode-se considerar somente a radiação solar no intervalo de 290 a 1500 nm, pois as moléculas de dióxido de carbono (CO_2) e vapor de água, presentes na atmosfera, absorvem grande parte da radiação com comprimentos de onda maiores que 1500 nm.

Cada uma das faixas citadas corresponde a uma porcentagem da radiação total e possui características e efeitos específicos:

Faixa ultravioleta (1 a 5% da radiação total)

Causa a descoloração de tecidos naturais, produtos sintéticos e vernizes.

Faixa visível (41 a 45 % da radiação total)

"... é aquela para a qual o olho humano é sensível, resultando numa sensação de visão e de cores. Do ponto de vista do conforto ambiental, é desejável nos ambientes a penetração dessa radiação, não só para o bom aproveitamento da iluminação natural, como para suprir as necessidades humanas de contato visual com o exterior." Caram, Labaki e Sichieri (1995).

Faixa infravermelha (52 a 60 % da radiação total)

É a mais crítica termicamente e a que possui maior efeito de aquecimento.

2.5.2 Comportamento dos materiais frente à radiação solar

Ao receberem a radiação solar, os corpos comportam-se diferentemente. Nos *corpos opacos*, uma parte da radiação incidente é absorvida, e a restante, refletida. Já nos *corpos transparentes ou translúcidos*, além de haver uma parcela absorvida e outra refletida, há também uma parcela transmitida através deles.

Os coeficientes de absorção (α), reflexão (ρ) e transmissão (τ) são definidos como a taxa de radiação que é absorvida, refletida e transmitida em relação à total incidente. Desse modo, tem-se:

$$\alpha = \frac{Ia}{I} \qquad \text{(equação 6)}$$

$$\rho = \frac{Ir}{I} \qquad \text{(equação 7)}$$

$$\tau = \frac{It}{I} \qquad \text{(equação 8)}$$

$$\alpha + \rho + \tau = 1 \qquad \text{(equação 9)}$$

Ia: intensidade de radiação absorvida
Ir: intensidade de radiação refletida
It: intensidade de radiação transmitida
I: intensidade de radiação total incidente
α: coeficiente de absorção
ρ: coeficiente de reflexão
τ: coeficiente de transmissão

Nos materiais opacos, como não há a parcela transmitida, $\tau = 0$, resultando em $\alpha + \rho = 1$. Já nos materiais transparentes, $\tau \neq 0$.

Materiais opacos

A cor da superfície desses materiais fornece uma boa indicação da sua capacidade de absorção da radiação solar. Quanto mais clara e mais brilhante, menor é a absorção e,

conseqüentemente, maior a reflexão. A Tab. 3 apresenta valores de coeficientes de absorção para várias superfícies.

Tabela 3 -Coeficientes de absorção de várias superfícies
Fonte - adaptada de Givoni (1976), p.108.

MATERIAL OU COR	COEF. DE ABSORÇÃO P/ ONDAS CURTAS
folha de alumínio, brilhante	0,05
folha de alumínio, oxidada	0,15
aço galvanizado, brilhante	0,25
pintura de alumínio	0,50
pintura branca (nova)	0,12
cinza clara	0,40
cinza escura	0,70
verde clara	0,40
verde escura	0,70
preta	0,85

Materiais transparentes

Os materiais transparentes ocupam um papel importante no fluxo de calor pelas edificações, pois, ao receberem radiação solar, contribuem consideravelmente para a elevação da temperatura no ambiente interno. Essa elevação da temperatura interna ocorre devido a um efeito térmico, muitas vezes indesejável, denominado *efeito estufa.*

Os materiais transparentes, como por exemplo o vidro, permitem a passagem direta de grande parte da radiação solar incidente para o ambiente interno. O restante é dividido em duas pequenas parcelas: uma é refletida, a outra, absorvida. A parcela que é absorvida é posteriormente reirradiada, tanto para o ambiente externo, quanto para o interno, na forma de *radiação térmica de onda longa* (comprimentos de onda acima de 1000 nm). O comportamento dos materiais transparentes frente à radiação solar é esquematizado na Fig. 7.

A radiação solar transmitida diretamente pelos materiais transparentes incide nas superfícies do ambiente interno (móveis, paredes, piso) e aquece-as. Essas superfícies, aquecidas, reirradiam o calor recebido na forma de radiação térmica de onda longa. Essa radiação de onda longa não consegue ser transmitida para o ambiente externo, pois esses materiais são opacos à mesma, funcionando então como uma armadilha para o calor,

proporcionando temperaturas internas maiores do que as encontradas se a área transparente fosse substituída por uma parede comum (opaca).

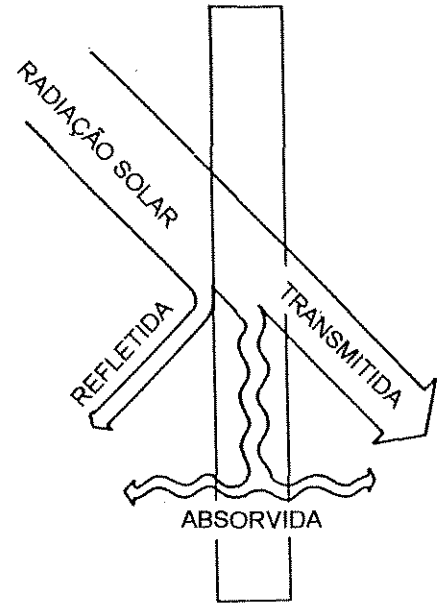


Figura 7 - Comportamento dos materiais transparentes frente à radiação solar
Fonte - Givoni (1976), p. 183.

Existem alguns fatores que interferem num maior ou menor aquecimento do ambiente interno devido à superfície transparente. São eles:

[A] Tamanho da área: é uma relação direta. Quanto maior, mais calor é transmitido e, posteriormente "aprisionado", e maior a temperatura interna.

[B] Orientação da superfície: superfícies orientadas para o oeste recebem maior quantidade de radiação solar direta que as orientadas para o sul, por exemplo.

[C] Dispositivos de sombreamento: permitem que a radiação solar seja barrada, e, desse modo, não atinja as superfícies internas.

[D] O próprio material transparente: existem vários tipos de vidro, e cada um deles possui diferentes coeficientes de absorção, reflexão e transmissão para a radiação solar. Esses coeficientes variam também de acordo com o comprimento da onda incidente e, portanto, pode-se considerar que são diferentes para cada faixa do espectro solar. Tem-se, então, para um mesmo tipo de vidro, para cada faixa do espectro solar, diferentes

coeficientes. O vidro ideal seria aquele que praticamente não transmitisse a radiação ultravioleta e infravermelha, e permitisse a passagem da luz visível, a fim de prover luminosidade ao ambiente. Labaki, Sichieri e Caram (1997) e Sichieri, Caram e Labaki (1997) têm feito uma série de estudos com o intuito de obter o coeficiente de transmissão de diversos tipos de vidros e policarbonatos nas várias regiões do espectro solar.

2.5.3 Dispositivos de proteção solar

O objetivo do uso desses dispositivos é o de proteger tanto áreas envidraçadas e aberturas quanto superfícies opacas, evitando desse modo que a radiação solar incidente atinja o ambiente interno ou ocasione um aquecimento elevado do mesmo. O resultado, com o uso dos protetores, é uma temperatura interna mais baixa.

Pode-se classificá-los em:

[A] Protetores externos (ex.: brises, beirais): a radiação solar é barrada antes de incidir no vidro ou na parede.

[B] Protetores internos (ex.: cortinas): a radiação solar é barrada após ser transmitida pelo vidro.

[C] Protetores fixos: devem ser projetados de acordo com o movimento do sol, de modo a controlar a incidência de radiação solar durante o ano em períodos específicos.

[D] Ajustáveis: permitem o ajuste de modo que a incidência de radiação solar seja controlada pelo usuário (Fig. 8).

Esses protetores solares podem ser constituídos de diversos materiais, possuir diferentes formas geométricas e cores.

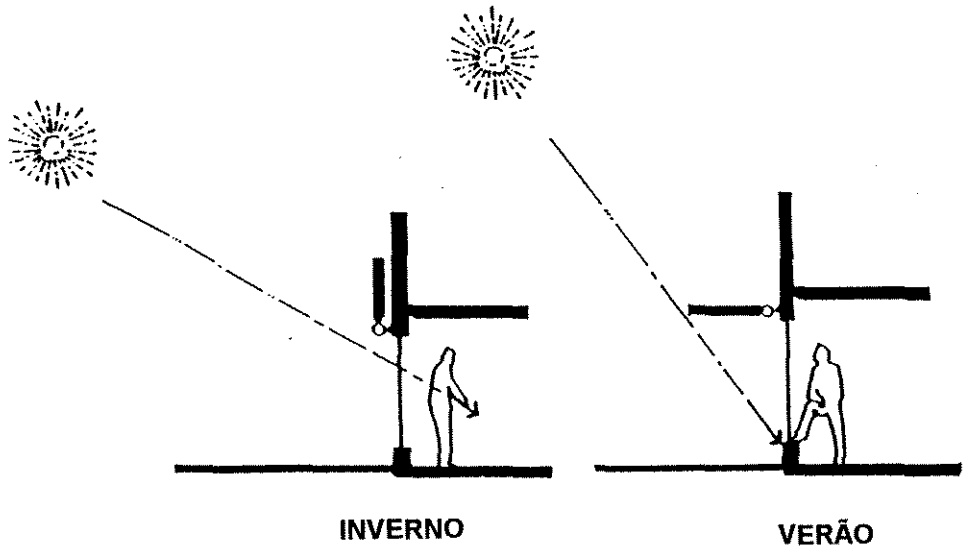


Figura 8 - Exemplo de dispositivo de sombra ajustável
Fonte - Lechner (1991), p. 145.

Para projetar um dispositivo deve-se primeiramente estipular a sua finalidade: controle da radiação solar direta, difusa ou refletida.

Controle da radiação solar direta

Quando a maior preocupação é com a radiação direta, o melhor dispositivo é o externo. Deve-se conhecer a trajetória do sol ao longo do dia e do ano, e de acordo com o clima local e a orientação da janela, estipular em quais períodos é necessário o sombreamento e em quais a incidência direta do sol é desejada.

A trajetória do sol é fornecida pela carta solar. Para a cidade de Campinas, com latitude 23° graus sul, pode-se utilizar a carta solar da Fig. 9, correspondente à 24° sul, pois segundo Frota e Schiffer (1995), uma diferença de até 3 graus não resulta em desvios significativos.

A carta é um instrumento de grande utilidade para o arquiteto, pois possibilita a obtenção da posição do sol ao longo dos dias do ano e do horário de insolação em superficies horizontais e verticais. Com isso, é possível projetar dispositivos de proteção, determinar a sombra devida a elementos externos e a penetração do sol pelas aberturas.

Frota e Schiffer (1985), Olgyay e Olgyay (1957) e Bittencourt (1996) tratam do uso desse instrumento com mais detalhes.

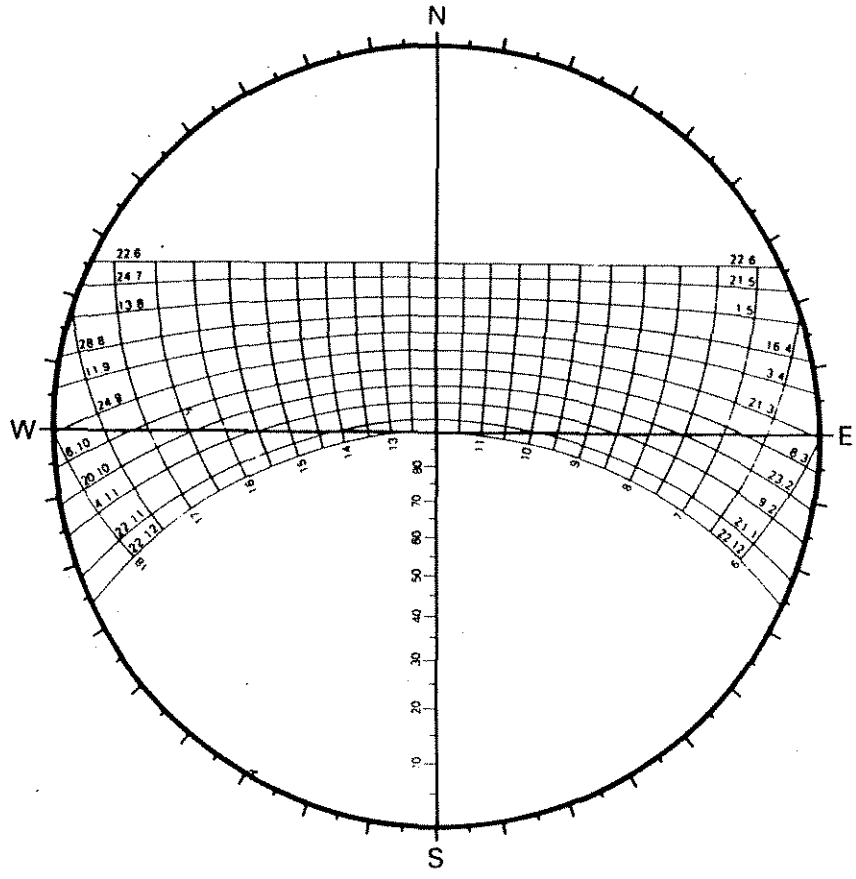


Figura 9 - Carta solar para a latitude 24° sul
Fonte: Frota e Schiffer (1995), p. 203.

Controle da radiação solar refletida

Uma área envidraçada numa fachada que não receba grande intensidade de radiação solar direta pode não ser preocupante, mas se há uma superfície refletora próxima, a situação muda. O componente refletido é normalmente melhor controlado pela redução do coeficiente de reflexão das superfícies agressoras, e esse resultado é geralmente melhor obtido através do uso de vegetação (Lechner, 1991).

Controle da radiação solar difusa

Para a proteção da janela da radiação difusa, que incide em várias direções, recomenda-se usar dispositivos internos (Lechner, 1991).

2.6 Ventilação

Pode-se diferenciar a ventilação em natural e artificial, sendo que esta última é "...produzida por equipamentos ou aparelhos que requerem energia elétrica ou algum tipo de combustível. É imprescindível em todos os casos que a natural não é possível, é insuficiente ou não oferece garantia de efetividade permanente, necessária a certas funções" (Rivero, 1986). Como a proposta deste trabalho é o conforto térmico natural, este texto não contempla a ventilação artificial.

A ventilação é prevista nos ambientes a fim de atender às seguintes exigências:

Exigências higiênicas

Remoção de impurezas, odores indesejáveis, limitação da concentração da taxa de gás carbônico e garantia de oxigênio.

Exigências térmicas

- Resfriamento do corpo humano: o movimento de ar próximo à superfície da pele acelera a perda de calor por convecção, e, conseqüentemente, por evaporação. Esse efeito faz com que seja possível atingir o conforto mesmo com temperaturas elevadas. De acordo com Givoni (1994), em condições nas quais a amplitude diária de temperatura não exceda 10 ^{0}C e a velocidade do ar seja de 1,5 a 2,0 m/s, tem-se conforto quando a temperatura assume valores máximos em torno de 28 a 32^{0}C, sendo que este limite depende da umidade relativa e da aclimatação dos indivíduos do local.
- Remoção do excesso de calor acumulado no interior da edificação.
- Resfriamento (ou aquecimento) dos elementos do edifício.

Exigências do ponto de vista da durabilidade dos materiais e componentes

Remoção do excesso de vapor de água a fim de evitar a condensação superficial nos componentes construtivos.

A ventilação natural pode se dar através de dois mecanismos: *ação dos ventos* ou *efeito chaminé* (Frota e Schiffer, 1995).

Na ventilação por *ação dos ventos*, toma-se proveito da diferença de pressão que o vento externo provoca na edificação, posicionando-se as aberturas de entrada nas zonas de pressão positiva, e as de saída nas zonas de pressão negativa. Neste caso, as aberturas devem ser orientadas de modo a aproveitar o sentido e a direção predominante dos ventos no local. Um exemplo bastante simplificado deste modelo teórico é apresentado na Fig. 10. É bastante complicado considerar esse efeito na prática e determinar o fluxo e a velocidade do ar no interior da edificação. Além disso, conforme cita Rivero (1986), no ambiente urbano a direção e a velocidade do vento podem ser alteradas pela presença de obstáculos, devendo-se portanto observá-los.

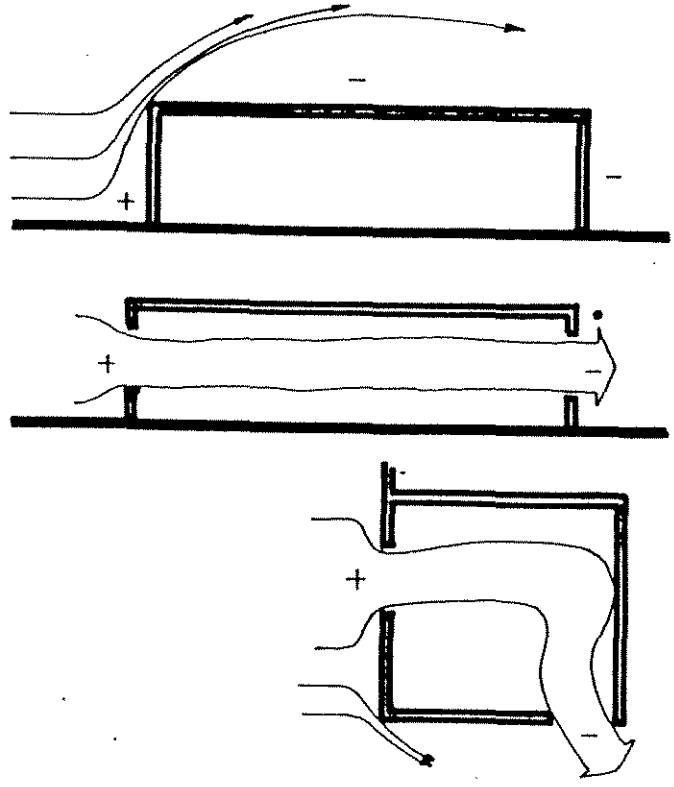


Figura 10 -Esquema simplificado do fluxo de ar devido à ação dos ventos
Fonte: Rivero (1986), p. 115.

Na ventilação pelo *efeito chaminé*, o fluxo de ar ocorre devido às diferenças de pressão ocasionadas pela diferença de temperatura entre o ar interno e externo. Para se conseguir

esse efeito, as aberturas devem possuir uma diferença de altura considerável, sendo colocadas, de preferência, próximas ao piso e ao teto. Através dessas aberturas estrategicamente colocadas nas partes superior e inferior, o ar interno, aquecido e menos denso, sai pelas aberturas superiores e o ar mais frio, externo, entra pelas inferiores (Fig.11). O fluxo de ar é diretamente proporcional à diferença de temperatura interna e externa e à diferença de altura entre as aberturas.

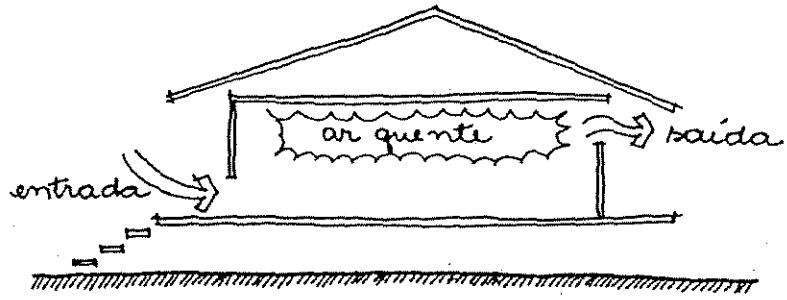


Figura 11 -Esquema simplificado do fluxo de ar devido ao efeito chaminé
Fonte: Machado, Ribas e Oliveira (1986), p. 151.

2.7 Elementos do entorno

Vegetação

Possui duas características: funciona como um dispositivo de sombra e resfria o ar com o qual está em contato.

Segundo Lechner (1991), as árvores, ao receberem radiação solar, não se aquecem e não emitem calor na forma de radiação de onda longa. Isso se dá pelo fato de que grande parte da energia do sol que é absorvida pelas mesmas é convertida em calor latente pela evaporação da água das folhas. Esse fenômeno faz com que o ar em contato com a vegetação seja resfriado. Esse autor cita o exemplo de uma escola da Flórida na qual houve redução de sessenta por cento (60 %) no uso da eletricidade quando as paredes e as janelas foram sombreadas por plantas.

A eficiência do uso da vegetação está diretamente ligada com a espécie escolhida. Há uma variedade de espécies, e a escolha deve ser criteriosa, levando-se em conta o clima do local, o "comportamento da planta" ao longo das estações do ano, o seu tempo de crescimento, a preferência pelo uso de espécies nativas, entre outros. Bueno, Labaki e Santos (1997) vem desenvolvendo um trabalho de caracterização de espécies arbóreas para a cidade de Campinas em relação ao conforto térmico proporcionado pelo sombreamento.

Pavimento

O asfalto é um material que possui um dos maiores coeficientes de absorção para a radiação solar. Essa energia que ele absorve é responsável pelo seu alto grau de aquecimento, com a posterior emissão de radiação de onda longa. Já as superfícies gramadas comportam-se como a vegetação: não se aquecem, não emitem radiação de onda longa e resfriam o ar em contato com elas. Ao se medir as temperaturas do ar próximas à grama e ao asfalto, é possível verificar uma considerável diferença (Fig. 12).

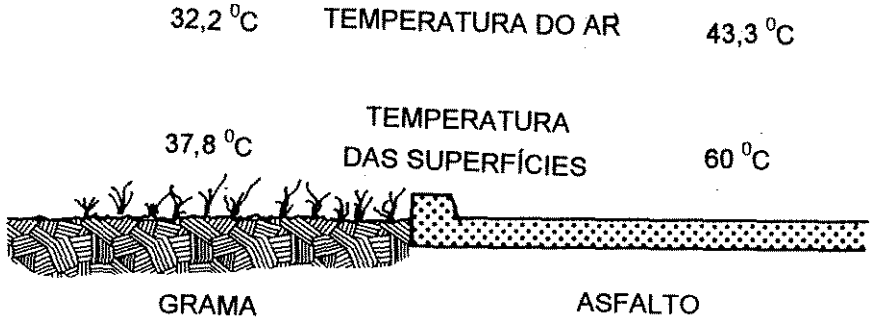


Figura 12 - Temperaturas do ar sobre a grama e sobre o asfalto
Fonte - adaptada de Lechner (1991), p. 238.

Romero (1988) sugere o uso de pavimento entremeado de grama (Fig. 13).

Edificações ao redor

Podem funcionar como dispositivos de sombra (barreiras contra a incidência de radiação direta) ou como superfícies refletoras que aumentam a radiação refletida incidente (Fig. 14).

Em locais densamente habitados, com muitas construções e pavimentação, têm-se normalmente grande quantidade de radiação refletida.

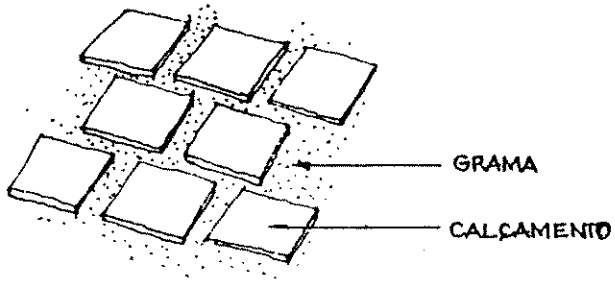


Figura 13 - Uso da grama com outros materiais
Fonte - Romero (1988), p. 99.

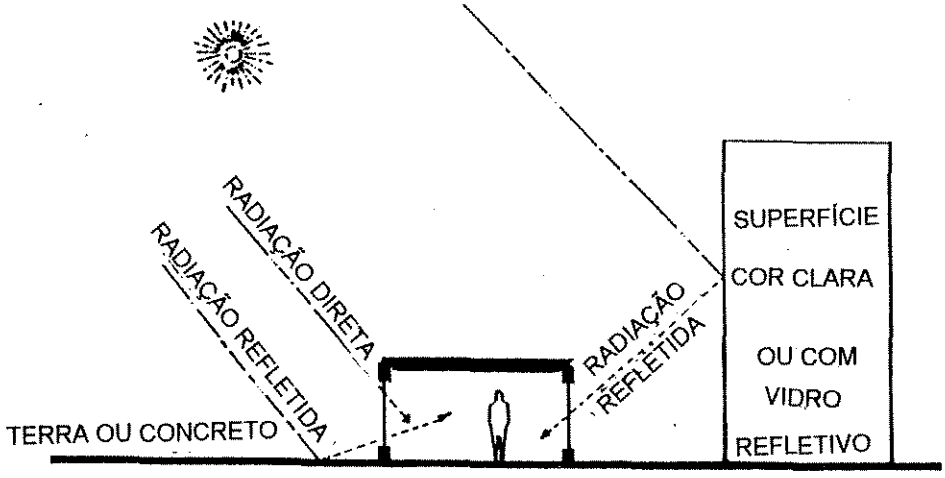


Figura 14 - Radiação refletida incidente na edificação devido à presença de superfícies refletoras próximas
Fonte - Lechner (1991), p. 139.

PARTE B

PESQUISA JUNTO AOS PROJETISTAS

3 OBJETIVOS

Nesta fase da pesquisa objetivou-se saber o nível de interesse dos projetistas de Campinas pelo conforto térmico dos usuários e a forma pela qual eles lidam com esse aspecto ao elaborarem projetos. Desejou-se também levantar as dificuldades encontradas e as sugestões para que as mesmas possam ser superadas.

Pretendeu-se responder as seguintes questões:

- Para os projetistas de Campinas, que importância assume o conforto térmico do usuário?
- Durante a elaboração de projetos, eles consideram esse aspecto ao tomarem decisões? Utilizam fontes de consulta ou ferramentas de projeto?
- Que dificuldades encontram ao lidar com o conforto? O que poderia ser feito para superá-las?

4 ESCOLHA DO INSTRUMENTO

Após o estabelecimento das informações que se desejava obter sobre os projetistas, apresentadas no capítulo anterior, partiu-se para a definição da forma de coleta desses dados. A alternativa que se apresentava mais viável era a coleta dos dados junto aos profissionais, questionando-os diretamente. Existem para isso basicamente três instrumentos, denominados por Witt (1973), Marconi e Lakatos (1982) e Goode e Hatt (1979) de *entrevista*, *formulário* e *questionário*.

Entrevista

"... encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional. [...] Trata-se, pois, de uma conversação efetuada face a face, de maneira metódica ..." (Marconi e Lakatos, 1982).

Formulário

Consiste numa "...coleção de questões que são perguntadas e anotadas por um entrevistador numa situação face a face com outra pessoa." (Goode e Hatt, 1979).

Questionário

Semelhante ao formulário, porém preenchido pelo próprio entrevistado, sem a presença do entrevistador. Enviado geralmente pelo correio.

Dentre os três, optou-se pelo formulário, pois ao se analisar as suas vantagens e desvantagens (Marconi e Lakatos,1982) e compará-las às dos outros instrumentos, era a alternativa que se apresentava mais adequada.

A grande vantagem que o formulário apresentava em relação à entrevista era a menor dificuldade de coleta, tabulação e elaboração dos dados, além da menor exigência de tempo.

Com relação ao questionário, as vantagens apresentadas pelo formulário eram as seguintes:

- como a aplicação do formulário seria feita pessoalmente, garantiria-se a quantidade necessária para a amostra, evitando-se o problema de se ter um número pequeno de contribuições ou perguntas não respondidas.
- haveria maior flexibilidade e possibilidade de obtenção de dados mais complexos, com a formulação de perguntas abertas.
- com o contato pessoal, seria possível estabelecer um vínculo com o entrevistado e esclarecer questões que porventura não fossem compreendidas.
- seria possível evitar que o entrevistado tomasse conhecimento de todas as perguntas de antemão, tivesse tempo para pensar e assim procurasse direcionar as respostas, não sendo sincero.
- não haveria risco de distorções, pois os questionários seriam, nesta pesquisa, aplicados sempre pela mesma pessoa.

5 ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO

O primeiro passo para a elaboração do formulário consistiu no estudo de conceitos referentes ao conforto térmico e projeto arquitetônico. Verificou-se quais aspectos básicos devem ser trabalhados no projeto para se proporcionar conforto térmico natural: insolação, ventilação, materiais dos fechamentos (paredes, superfícies transparentes e cobertura) e entorno. Procurou-se então desmembrar cada um desses aspectos, fazendo um breve levantamento de vários outros *"sub-aspectos"* que estariam a eles relacionados. Tem-se, por exemplo, que a insolação está relacionada com a orientação, com a previsão das aberturas e áreas envidraçadas e com a previsão de dispositivos de proteção. A partir disso, procurou-se estabelecer quais atitudes esperaria-se do projetista em cada aspecto. Por exemplo, com relação à previsão de dispositivos de proteção, esperaria-se que o projetista utilizasse algum procedimento para dimensioná-las. Foi feito também um levantamento das informações que se desejava obter e que não estavam relacionadas a nenhum desses aspectos: informações sobre as exigências do cliente, uso de condicionamento artificial de ar, dificuldades e sugestões. Nessa fase de estudo prévio "... o pesquisador não tem ainda nem um rascunho do formulário, mas somente uma lista de áreas a serem abrangidas e talvez formulações aproximadas de algumas das questões." (Goode e Hatt, 1979).

O próximo passo consistiu na elaboração das perguntas, tarefa que, segundo Goode e Hatt (1979) "... é muito mais sutil e frustadora do que geralmente acreditam aqueles que nunca tentaram realizá-la.". Witt (1973), Marconi e Lakatos (1982), Goode e Hatt (1979) e Selltiz, Wrightsman e Cook (1987) discorrem sobre uma série de recomendações para a elaboração e aplicação de formulários que auxiliaram este trabalho.

Contava-se também com um formulário que havia sido elaborado por alunos da disciplina de Conforto Térmico, a qual pertence ao curso de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp, e aplicado junto a projetistas da região de

Campinas*. Foram feitas várias versões tomando-se como base esse formulário preliminar e o estudo prévio dos aspectos relacionados com o conforto térmico. Estas versões foram submetidas a alguns colegas da pós-graduação, que opinaram sobre as questões. Foram também aplicados alguns desses formulários junto a profissionais com o intuito de coletar o máximo de informações possíveis. A ordem das questões não era rigorosamente seguida e o entrevistado era estimulado a fazer comentários. Dessa forma, foi também possível verificar a adequabilidade e relevância das questões. Os profissionais entrevistados nessa fase pertenciam principalmente à AREA (Associação Regional dos Escritórios de Arquitetura) e à AEAC (Associação dos Engenheiros e Arquitetos de Campinas). Esta etapa teve como resultado final o formulário que foi aplicado na etapa seguinte, o pré teste, o qual é descrito no capítulo subseqüente.

Após a análise dos resultados obtidos no pré-teste foram feitas mais algumas modificações no formulário, obtendo-se então a versão definitiva, que consta principalmente de questões estruturadas (múltipla escolha).

O formulário, apresentado na seqüência, consiste em questões agrupadas nos seguintes temas:

1 Identificação

2 Considerações, análises e decisões durante o projeto

- [A] Nível de importância de alguns aspectos
- [B] Análise do terreno
- [C] Análise da insolação
- [D] Análise da ventilação
- [E] Escolha dos materiais
- [F] Uso de condicionamento artificial de ar
- [G] Utilização de mecanismos de avaliação e fontes de consulta

3 Avaliações após a ocupação

4 Exigências do cliente

5 Dificuldades

---

* Vide seção 2.3.

6 Formação

7 Sugestões

FORMULÁRIO-definitivo

Atenção: mostrar a carta de apresentação ao entrevistado.

1 IDENTIFICAÇÃO

1. Profissão: a. ( ) arquiteto (a)
b. ( ) engenheiro(a) civil
c. ( ) outra:_____

2. Tempo de formação:
a. ( ) 0-9 anos
b. ( ) 10-19 anos
c. ( ) 20-29 anos
d. ( ) 30 -39 anos
e. ( ) mais de 40 anos

3. Principal(is) atuação(ões) na área de projetos de edificações:
a. ( ) casas médio/alto padrão
b. ( ) prédios residenciais
c. ( ) prédios comerciais /de escritórios
d. ( ) edificações comerciais / lojas
e. ( ) escolas
f. ( ) casas populares
g. ( ) outra (s):_____

4. Quais são as principais características dos seus projetos? O que você mais valoriza neles?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

2 CONSIDERAÇÕES, ANÁLISES E DECISÕES DURANTE O PROJETO

[A] NÍVEL DE IMPORTÂNCIA DE ALGUNS ASPECTOS

5a. Numere os itens a seguir de 1 a 9, de acordo com o nível de importância que eles freqüentemente assumem nos seus projetos, sendo 1 para o mais importante, 2 para o seguinte e assim por diante.

_____relação estética da obra com o seu entorno imediato
_____iluminação natural
_____facilidade de manutenção
_____harmonia / equilíbrio na forma
_____economia de energia
_____conforto térmico natural
_____beleza, expressão arquitetônica
_____conforto acústico
_____funcionalidade

5b. Você gostaria de acrescentar ou alterar algum(ns) item(ns)?_____
_____
_____

[B] ANÁLISE DO TERRENO

6. Assinale as três mais importantes considerações que você faz na análise do terreno.
a. ( ) vistas
b. ( ) atendimento às exigências legais
c. ( ) orientação -sol (iluminação)
d. ( ) topografia
e. ( ) orientação -ventos
f. ( ) solo
g. ( ) recurso natural a ser preservado
h. ( ) orientação-sol (conf. térm.)
i. ( ) outra:_____

[C] ANÁLISE DA INSOLAÇÃO

7a. Durante a análise da insolação você utiliza ou não *freqüentemente* algum método?

a. ( ) não costumo analisar a insolação.

b. ( ) analiso a insolação, mas não utilizo *freqüentemente* um método.

c. ( ) analiso a insolação, e utilizo *freqüentemente* um método. Qual(is)?_____

7b. Para que você utiliza esse método?

a. ( ) p/ determinar os dias e horários de insolação ao longo do ano em cada fachada.

b.( ) p/ prever a posição da sombra proporcionada por elementos externos ao edifício. Em que data(s) / horário(s)?

_____

c.( ) p/ prever a posição das manchas de sol nos ambientes devido às janelas. Em que data(s)/ horário(s)?

_____

d. ( ) outro(s):_____

8a. Você costuma ou não prever proteções solares?

a. ( ) não costumo.

b. ( ) costumo, mas não utilizo um método específico para dimensioná-las.

c. ( ) costumo e utilizo um método específico para dimensioná-las. Qual?_____

8b.Quais são essas proteções geralmente?

_____

_____

[D] ANÁLISE DA VENTILAÇÃO

9a. Você analisa ou não, *freqüentemente*, a ventilação natural?

a. ( ) não costumo analisar a ventilação.

b. ( ) analiso a ventilação, mas não utilizo *freqüentemente* um método.

c. ( ) analiso a ventilação, e utilizo *freqüentemente* um método.

Qual(is)?_____

9b. Para que você faz essa análise?

a. ( ) p/ orientar adequadamente as aberturas de acordo com os ventos.

b. ( ) p/ determinar a direção e o sentido do fluxo de ventilação devido ao vento nos ambientes internos.

c. ( ) outro(s):_____

10. Você já chegou ou não, alguma vez, a elaborar um projeto que considerasse o efeito chaminé?

a.( ) nunca elaborei um projeto que considerasse o efeito chaminé.

b.( ) já elaborei um(ou mais) projeto(s), mas não utilizei um método específico.

c. ( ) já elaborei um(ou mais) projeto(s), e utilizei um método. Qual?_____

11. Você costuma ou não prever forro ventilado?

a. ( ) costumo

b. ( ) não costumo

[E] ESCOLHA DOS MATERIAIS

12. Assinale as três mais importantes considerações que você faz ao escolher o material da parede externa.

a. ( ) durabilidade

b. ( ) facilidade de manuseio

c. ( ) impermeabilidade

d. ( ) conforto térmico

e. ( ) beleza

f. ( ) estanqueidade

g. ( ) outra:_____

13. Assinale as três mais importantes considerações que você faz ao escolher o material do telhado e do forro.

telhado

a. ( ) durabilidade

b. ( ) facilidade de manuseio

c. ( ) impermeabilidade

d. ( ) conforto térmico

e. ( ) beleza

f. ( ) estanqueidade

g. ( ) outra:_____

forro

a. ( ) durabilidade

b. ( ) facilidade de manuseio

c. ( ) impermeabilidade

d. ( ) conforto térmico

e. ( ) beleza

f. ( ) estanqueidade

g. ( ) outra:_____

14. Assinale as três mais importantes considerações que você faz ao escolher o material dos pisos interno e externo.

piso interno

a. ( ) durabilidade
b. ( ) facilidade de colocação
c. ( ) resistência
d. ( ) conforto térmico
e. ( ) beleza
f. ( ) facilidade de limpeza
g. ( ) outra:_____

piso externo

a. ( ) durabilidade
b. ( ) facilidade de colocação
c. ( ) resistência
d. ( ) conforto térmico
e. ( ) beleza
f. ( ) facilidade de limpeza
g. ( ) outra:_____

15a. Qual(is) material(is) você prefere para as paredes externas?

a. ( ) tijolo maciço
b. ( ) bloco cerâmico (furado)
c. ( ) bloco de concreto
d. ( ) concreto
e. ( ) tijolo de vidro
f. ( ) vidro
g. ( ) outro(s)._____

15b. Relacionar a letra referente a cada material preferido à(s) sua(s) principal(is) área(s) de atuação:

	parede ext.-mat(s). preferido(s)
a. casas médio/alto padrão	
b. prédios residenciais	
c. prédios com. /de escritórios	
d. edific. comerciais / lojas	
e. escolas	
f. casas populares	

16a. Qual(is) material(is) você prefere para o telhado e o forro?

telhado

a. ( ) telha de barro
b. ( ) telha de fibrocimento
c. ( ) telha metálica
d ( ) telha de cimento
e. ( ) laje de concreto impermeabilizada
f. ( ) outro(s):_____

forro (exceto sanitários)

a. ( ) laje de concreto
b. ( ) laje mista (tijolos e concreto)
c. ( ) madeira
d. ( ) gesso
e. ( ) sem forro
f. ( ) outro(s):_____

16b. Relacionar a letra referente a cada material preferido à(s) sua(s) principal(is) área(s) de atuação:

	telhado mat.(s) pref.(s)	*forro* mat.(s) pref.(s)
a. casas médio/alto padrão		
b. prédios residenciais		
c. prédios com. /de escritórios		
d. edific. comerciais / lojas		
e. escolas		
f. casas populares		

17. Qual(is) material(is) você prefere para o piso interno?

a.( ) cerâmico
b.( ) madeira
c.( ) carpete
d.( ) pedra
e.( ) outro(s): _____

18. Qual(is) material(is) você prefere para o piso externo?

a.( ) cerâmico
b.( ) grama
c.( ) pedra
d.( ) cimento
e. ( ) outro (s):_____

19. Qual(is) material(is) você prefere para o acabamento das paredes externas?

a. ( ) cerâmica
b. ( ) tijolos aparentes
c. ( ) concreto aparente
d. ( ) revestimento e pintura
e. ( ) pedra
f. ( ) outro(s): _____

20a. Você já chegou ou não, alguma vez, a procurar informações sobre o desempenho térmico de algum material ?

a.( ) cheguei a procurar
b.( ) não cheguei a procurar

20b. Qual(is) material(is)?_____

20c. Onde você obteve essas informações?

_____
_____
_____
_____

21a. Você costuma ou não utilizar isolantes térmicos nos fechamentos?

a.( ) costumo
b.( ) não costumo

21b. Qual (is)?

a._____
b._____
c._____
d._____
e._____
f._____

21c. Onde é(são) colocado(s)? Relacionar a letra referente a cada isolante ao(s) item(s) abaixo:

	isolante(s)
a. paredes externas (interior)	
b. paredes externas (sanduíche)	
c. cobertura (logo abaixo da telha)	
d. cobertura (acima do forro)	
e. cobertura (acima da laje impermeab.)	
e._____	

21d.Em que projeto(s) esses isolantes são mais utilizados?

a. ( ) casas médio/alto padrão
b. ( ) prédios residenciais
c. ( ) prédios comerciais /de escritórios
d. ( ) edificações comerciais / lojas
e. ( ) escolas
f. ( ) casas populares
g. ( ) outro (s):_____

22. Usualmente, você adota ou não a COR como uma solução térmica?

a. ( ) sim . Como?_____
_____

b. ( ) não

[F] USO DE CONDICIONAMENTO ARTIFICIAL DE AR

23. Quando você prevê condicionamento artificial de ar num projeto?

a.( ) sempre que possível
b.( ) em edificações comerciais, prédios de escritórios
c. ( ) em locais com grandes áreas de vidro
d.( ) procuro evitar ao máximo
e.( )outro(s):_____

[G] UTILIZAÇÃO DE MECANISMOS DE AVALIAÇÃO E FONTES DE CONSULTA

24a. Você utiliza ou não algum mecanismo de avaliação ou fonte de consulta relacionado especificamente ao conforto térmico natural?

a.( )utilizo
b.( )não utilizo

24b. Qual (is)?_____

24c.Quando você o (a) utiliza?

a.( )em projetos específicos./ quando tenho alguma dúvida ou desejo alguma informação

b.( )sempre

c.( )outro:_____

3 AVALIAÇÕES APÓS A OCUPAÇÃO

25. Você faz ou não avaliações do conforto térmico dos seus projetos após a sua ocupação, *freqüentemente*?

a.( )não faço

b.( ) faço. Como costumam ser essas avaliações?

_____

_____

_____

_____

_____

4 EXIGÊNCIAS DO CLIENTE

26a De um modo geral, o cliente faz ou não algum tipo de exigência que esteja relacionada ao conforto térmico?

a.( ) faz

b.( ) não faz

26b. Essas exigências geralmente referem a:

a. ( ) casas médio/alto padrão

b. ( ) prédios residenciais

c. ( ) prédios comerciais /de escritórios

d. ( ) edificações comerciais / lojas

e. ( ) escolas

f. ( ) casas populares

g. ( ) outro (s):_____

26c. Quais são essas exigências?

_____

_____

_____

_____

_____

5 DIFICULDADES

27a. De um modo geral, existe ou não alguma dificuldade em resolver os aspectos de conforto térmico natural durante o projeto de edificações?

a.( ) existe

b.( ) não existe

27b. Que dificuldade(s)?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

6 FORMAÇÃO

28.Você teve ou não a disciplina .de conforto ambiental durante o seu curso de graduação?

a.( ) tive

b.( ) não tive

c.( ) não me lembro

7 SUGESTÕES

29.Os resultados obtidos com estas entrevistas auxiliarão na elaboração de recomendações p/ o projeto em Campinas/SP, visando o conforto térmico. Por isso está sendo necessário saber como os projetistas consideram esse aspecto no projeto.

Para finalizar, você teria alguma sugestão para a elaboração dessas recomendações? Como você gostaria que elas fossem?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Obrigada !!!!!!

6 APLICAÇÃO DOS FORMULÁRIOS

O universo da pesquisa é composto por escritórios de arquitetura, construtoras e profissionais autônomos da cidade de Campinas. A amostra foi escolhida aleatoriamente a partir da lista dos profissionais e empresas cadastrados no Departamento de Urbanismo da Prefeitura Municipal de Campinas *. A utilização dessa lista possibilitou o acesso a todos os projetistas atuantes na cidade, visto que o profissional responsável por qualquer projeto aprovado na Prefeitura deve possuir uma ficha nesse cadastro, que é renovada anualmente.

Essa lista não se encontrava informatizada, mas arquivada na forma de fichas. Foi então necessário anotar o nome e o telefone de todos os projetistas registrados nessas fichas. Ao final obteve-se um total de 501 registros, que incluíam 287 engenheiros, 166 arquitetos, 41 empresas, 6 técnicos e 1 tecnólogo.

Antes da aplicação definitiva do formulário foi prevista uma fase de *pré-teste* ou *estudo piloto*. Consiste em ".. estudar uma sub-amostra ou amostra diversa colhida da mesma população, de forma a estimar a variável em questão, tornando possível, dessa maneira, planejamento mais eficaz das operações subseqüentes exigidas pela pesquisa." (Ackoff, 1975). O pré-teste possibilita verificar falhas na elaboração, na quantidade das questões e no modo de aplicá-las. O formulário referente ao pré-teste encontra-se no Anexo A.

Marconi e Lakatos (1982) recomendam nessa fase a aplicação de uma quantidade de formulários correspondente a 5 a 10 % do tamanho da amostra definitiva, o que, de acordo com a previsão da amostra, correspondia a um mínimo de três formulários.

Nesta fase utilizou-se o mesmo procedimento de escolha aleatória da amostra definitiva. Primeiramente foi atribuída uma numeração aos indivíduos da lista, que permaneceu a

* Para o planejamento estatístico, contou-se com a ajuda da professora Clarice de Azevedo Luna Freire, do Instituto de Estatística da Universidade Federal do Paraná-UFPR, que delimitou uma amostra de 50 profissionais, em vista da quantidade de indivíduos pertencentes à lista da Prefeitura.

mesma durante toda a pesquisa. Em seguida, foram obtidos, através da função *random* da calculadora, números aleatórios que possibilitaram a escolha dos profissionais a serem entrevistados, cuja relação foi organizada de acordo com a Tab. 4. Quando um profissional era selecionado, seu nome era imediatamente excluído da lista da Prefeitura, a fim de serem evitadas repetições.

Tabela 4- Tabela usada para o controle da aplicação dos formulários

APLICAÇÃO DE FORMULÁRIOS JUNTO A PROJETISTAS DE EDIFICAÇÕES DE CAMPINAS/SP						
PRÉ TESTE						
NÚMERO SORTEADO	NOME	FONE	ENDEREÇO	DIA/HORA	OBS.	APLICADO?

Estabelecia-se então um contato primeiramente por telefone, no qual explicava-se que se tratava de uma pesquisa de mestrado cuja proposta era a aplicação de formulários junto a projetistas, com o intuito de obter informações sobre as considerações feitas durante o ato de projetar, e que esse formulário precisava ser aplicado pessoalmente. Era então marcado um horário, que era anotado na Tab. 4. Foram aplicados, no pré teste, seis formulários.

Após a fase de pré-teste foram feitas algumas alterações no formulário e procedeu-se a aplicação definitiva do mesmo. Para completar 50 formulários tiveram que ser contatados 169 profissionais (retorno de 30%) pois a maioria dos projetistas contatados recusou-se a marcar um horário para a "entrevista". Uma das principais razões apresentadas para recusa era a alegação do profissional de não elaborar projetos de arquitetura.

Outra dificuldade encontrada foi agendar as "entrevistas" com os profissionais dispostos a responder ao formulário. Era muito difícil conseguir marcá-las no mesmo dia e em bairros próximos, implicando num grande dispêndio de tempo para locomoção.

Antes da aplicação dos formulários era apresentada uma carta (Anexo B), a fim de garantir ao projetista o seu anonimato e a idoneidade da pesquisa. As "entrevistas" duravam entre trinta minutos e uma hora, e os entrevistados mostravam-se de forma geral receptivos, não aparentando sinais de cansaço ou desinteresse.

A aplicação dos formulários exigiu também um certo treinamento e auto controle por parte da entrevistadora, que teve de ser muito cuidadosa para não interferir nos dados que estava coletando, pois conforme afirma Lodi (1974) "O entrevistador, mesmo sem fazer uma pergunta sugestiva, poderá trair sua expectativa de resposta através de uma simples entonação da voz.".

7 ELABORAÇÃO DOS DADOS

Os dados relativos às questões do formulário foram elaborados através de métodos básicos de estatística, contando-se para isso com a ajuda da Profa. Dra. Clarice de Azevedo Luna Freire, do Departamento de Estatística da Universidade Federal do Paraná- UFPR. Utilizou-se também, para o tratamento dos dados de somente uma das questões, a "5a", uma técnica estatística multivariada denominada Escalonamento Multidimensional (MDS) não Métrico (Ortega, 1997). Nesta etapa obteve-se o auxílio de Edwin Marcos Ortega, que estudou esta técnica na sua dissertação de mestrado, conforme a referência apresentada, e de sua orientadora, Profa. Dra. Regina C. C. P. Moran, do Imecc (Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica) da Unicamp.

Na seqüência são descritos os procedimentos adotados tanto para a elaboração dos dados da questão 5a quanto para as demais questões.

7.1 Questão 5a

As respostas para essa questão foram tratadas através da técnica de Escalonamento Multidimensional (MDS) não Métrico (Ortega, 1997). O MDS é uma técnica estatística multivariada que contempla o estudo simultâneo de vários fatores que incidem sobre um determinado fenômeno, permitindo analisar dados relativos a preferências e semelhanças.

Na questão 5a os entrevistados tiveram que ordenar 9 aspectos referentes à concepção do projeto arquitetônico.

Questão 5a. Numere os itens a seguir de 1 a 9, de acordo com o nível de importância que eles freqüentemente assumem nos seus projetos, sendo 1 para o mais importante, 2 para o seguinte e assim por diante.

_____relação estética da obra com o seu entorno imediato

_____iluminação natural
_____facilidade de manutenção
_____harmonia / equilíbrio na forma
_____economia de energia
_____conforto térmico natural
_____beleza, expressão arquitetônica
_____conforto acústico
_____funcionalidade

Nesta pergunta desejava-se saber a importância dada para cada aspecto, principalmente para os referentes ao conforto do usuário. Cada um dos aspectos pode ser denominado *atributo*, tendo-se então neste caso 9 atributos.

atributo "a": relação estética da obra com o seu entorno imediato
atributo "b": iluminação natural
atributo "c": facilidade de manutenção
atributo "d": harmonia / equilíbrio na forma
atributo "e": economia de energia
atributo "f": conforto térmico natural
atributo "g": beleza, expressão arquitetônica
atributo "h": conforto acústico
atributo "i": funcionalidade

A análise através do MDS consistiu numa série de etapas, apresentadas na seqüência.

Primeira etapa

A partir dos dados coletados, criação da Tab.5. Cada linha corresponde à ordenação dada por um indivíduo aos vários atributos (colunas). Desta forma, tem-se que para o indivíduo 1 o atributo mais importante é o "i", seguido dos atributos "c" e "f". O menos importante para este mesmo indivíduo é o "h".

Tabela 5- Estrutura do arquivo de entrada de dados

INDIVÍDUOS	ATR. A	ATR. B	ATR. C	ATR. D	ATR. E	ATR. F	ATR. G	ATR.H	ATR.I
indiv. 1	5	4	2	6	7	3	8	9	1
indiv. 2	7	2	3	8	4	9	5	6	1
indiv. 3	7	6	4	2	5	8	1	9	3
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
indiv. 50	7	4	2	5	9	3	6	8	1

Segunda etapa

Leitura do arquivo elaborado na primeira etapa pelo software estatístico SAS-Statistics Application System, que calculou a Tab.6, denominada tabela de contingência. Nesta tabela obtém-se, para cada atributo, a quantidade de indivíduos que optou por cada posição. Por exemplo, tem-se que 3 entrevistados colocaram o atributo "b" na posição 1. Já o atributo "f" foi colocado na terceira posição por 12 indivíduos. Esse cálculo foi efetuado através do programa 1 (apresentado no Anexo C), que baseia-se no procedimento FREQ do SAS.

Tabela 6- Tabela de contingência

POSIÇÃO	ATR. A	ATR. B	ATR. C	ATR. D	ATR. E	ATR. F	ATR. G	ATR. H	ATR. I	TOTAL
pos. 1 (P1)	2	3	1	2	1	1	4	0	36	50
pos. 2 (P2)	4	12	6	8	1	6	9	0	4	50
pos. 3 (P3)	4	11	3	6	0	12	5	4	5	50
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
pos. 9 (P9)	10	0	4	1	16	2	7	9	1	50
total	50	50	50	50	50	50	50	50	50	

Terceira etapa

Cálculo da distância qui-quadrado, que mede o grau de relação entre os atributos, utilizando-se para isto o programa 2 (vide Anexo C), implementado no software SAS. O principal procedimento deste programa é o IML do SAS e o seu resultado final foi a

matriz da Fig. 15. O dado de entrada para esse programa foi a tabela de contingência obtida na etapa anterior (Tab.6).

Optou-se por trabalhar com esta distância, cuja fórmula encontra-se no Anexo D, porque é a mais recomendada para aplicação sobre tabelas de contingência.

$D_{QUI\text{-}Q} =$

	ATR. A	ATR. B	ATR. C	ATR. D	ATR. E	ATR. F	ATR. G	ATR. H	ATR. I
ATR. A	0								
ATR. B	1,8936	0							
ATR. C	0,3168	1,1880	0						
ATR. D	0,4968	0,7560	0,2016	0					
ATR. E	0,3600	2,4984	0,7704	1,2312	0				
ATR. F	1,3464	0,2448	0,8568	0,5616	1,9008	0			
ATR. G	0,6048	0,5976	0,3528	0,3744	0,8568	0,6264	0		
ATR. H	0,3240	2,0016	0,3096	0,6624	0,5688	1,2744	0,7416	0	
ATR. I	5,2776	4,8096	5,3280	4,9104	6,0624	5,2344	4,2624	5,9688	0

Figura 15- Matriz de distância qui-quadrado

Quarta etapa

Utilização do programa 3 (apresentado no Anexo C), que baseia-se no procedimento MDS do software SAS. O dado de entrada para esse programa foi a matriz de distâncias da etapa anterior (Fig. 15).

A partir das medidas de similaridade entre os atributos obtidas com a distância qui-quadrado, o MDS encontrou uma configuração de pontos que pôde representar o comportamento dos atributos na menor dimensão possível (Tab. 7) .

Tabela 7- Solução do MDS não métrico

ATRIBUTOS	DIMENSÃO 1	DIMENSÃO 2
ATR. A	0,58171	-0,47685
ATR. B	-0,13338	0,86094
ATR. C	0,55445	-0,07652
ATR. D	0,44795	0,22094
ATR. E	0,79760	-0,84460
ATR. F	0,28510	0,83293
ATR. G	0,10414	0,05724
ATR. H	0,95394	-0,28511
ATR. I	-3,59152	-0,28898
	STRESS	0,02

Ou seja, os atributos podem ser representados em uma, duas, três ou mais dimensões*. Cada dimensão possibilita um enfoque distinto de análise. O *stress* é uma medida que indica a *bondade do ajuste* numa determinada quantidade de dimensões. Quanto menor o *stress*, melhor o ajuste.

Quinta etapa

Utilização do programa 4 (vide Anexo C), que aplicou outro método, a Análise de Correspondência, para comparar os resultados obtidos com o MDS. Esta pode ser uma técnica complementar quando os dados estiverem na escala ordinal e puderem ser colocados em tabelas de freqüências. O dado de entrada para o programa foi a tabela de contingência obtida na segunda etapa (Tab.6).

Os resultados apresentam tanto o comportamento dos atributos quanto das freqüências das preferências pelas posições * (Tab.8).

Tabela 8- Solução da Análise de Correspondência para a questão 5a

	DIMENSÃO 1	DIMENSÃO 2		DIMENSÃO 1	DIMENSÃO 2
RELEST	-0,37905	-0,42530	POSIÇÃO 1 (P1)	1,95426	-0,34202
ILUM	0,04364	0,86926	POSIÇÃO 2 (P2)	0,02564	0,55454
FACMAN	-0,37950	-0,06687	POSIÇÃO 3 (P3)	0,06186	0,61358
HARM	-0,23303	0,18819	POSIÇÃO 4 (P4)	-0,13089	0,68838
ECON	-0,50588	-0,62050	POSIÇÃO 5 (P5)	-0,36804	-0,12108
CONFTERM	-0,16733	0,66292	POSIÇÃO 6 (P6)	-0,31310	0,09154
BEL	-0,08549	0,11808	POSIÇÃO 7 (P7)	-0,49339	-0,38089
CONFAC	-0,52499	-0,35651	POSIÇÃO 8 (P8)	-0,51451	-0,33645
FUNC	1,97499	-0,28512	POSIÇÃO 9 (P9)	-0,47844	-0,68341

7.2 Demais questões

As demais questões, conforme apresentado no início deste capítulo, foram elaboradas através de métodos básicos de estatística.

* Os resultados do MDS e da Análise de Correspondência são apresentados graficamente e analisados na seção 8.2.

Primeiramente foi feita a leitura das respostas dos entrevistados. Sentiu-se a necessidade, então, de desmembrar algumas perguntas, de acordo com as informações que se desejava obter de cada uma delas. Como exemplo pode-se tomar a questão 15: *

15a. Qual(is) material(is) você prefere para as paredes externas?

a. ( ) tijolo maciço
b. ( ) bloco cerâmico (furado)
c. ( ) bloco de concreto
d. ( ) concreto
e. ( ) tijolo de vidro
f. ( ) vidro
g. ( ) outro(s)._____

15b. Relacionar a letra referente a cada material preferido à(s) sua(s) principal(is) área(s) de atuação:

	parede ext.-mat(s). preferido(s)
a. casas médio/alto padrão	
b. prédios residenciais	
c. prédios com. /de escritórios	
d. edific. comerciais / lojas	
e. escolas	
f. casas populares	

Nesta pergunta desejava-se fazer um levantamento dos materiais preferidos para as paredes externas de cinco classes distintas de edificações: casas de médio e alto padrão, prédios residenciais, prédios comerciais e de escritórios, edificações comerciais e lojas, escolas e casas populares. Para isto, ela teve que ser desmembrada em 42 *subquestões*, resultado da combinação de cada categoria de edificação com cada material diferente (vide primeira coluna das Tab. 9 a 14). Foram atribuídos códigos (números e/ou letras) para cada uma dessas *subquestões* (vide segunda coluna das Tab. 9 a 14). Em seguida foram estabelecidas as categorias (ou classes) de respostas para cada *subquestão*, sendo que para estas categorias também foram atribuídos códigos. No caso deste exemplo só

* O formulário definitivo é apresentado no capítulo 5 - Elaboração do formulário.

havia duas possibilidades de resposta: sim ou não, codificadas respectivamente como 1 e 0 (vide terceira coluna das Tab. 9 a 14).

Tabela 9- Subquestões, categorias de resposta e códigos estabelecidos para a questão 15
Categoria de edificação: casas de médio/ alto padrão *

SUBQUESTÃO	CÓDIGO DA *SUBQUESTÃO*	CÓDIGOS DAS RESPOSTAS
1. O tijolo maciço é um dos materiais preferidos para as casas de médio/ alto padrão?	PARCASA	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "a" no campo: casas médio/alto padrão, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "a" no campo: casas médio/alto padrão, da 15b)
2. O bloco cerâmico é um dos materiais preferidos para as casas de médio/ alto padrão?	PARCASB	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "b" no campo: casas médio/alto padrão, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "b" no campo: casas médio/alto padrão, da 15b)
3. O bloco de concreto é um dos materiais preferidos para as casas de médio/ alto padrão?	PARCASC	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "c" no campo: casas médio/alto padrão, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "c" no campo: casas médio/alto padrão, da 15b)
4. O concreto é um dos materiais preferidos para as casas de médio/ alto padrão?	PARCASD	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "d" no campo: casas médio/alto padrão, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "d" no campo: casas médio/alto padrão, da 15b)
5. O tijolo de vidro é um dos materiais preferidos para as casas de médio/ alto padrão?	PARCASE	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "e" no campo: casas médio/alto padrão, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "e" no campo: casas médio/alto padrão, da 15b)
6. O vidro é um dos materiais preferidos para as casas de médio/ alto padrão?	PARCASF	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "f" no campo: casas médio/alto padrão, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "f" no campo: casas médio/alto padrão, da 15b)
7. Existem outros materiais preferidos para as casas de médio/ alto padrão?	PARCASG	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "g" no campo: casas médio/alto padrão, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "g" no campo: casas médio/alto padrão, da 15b)

* As respostas destas *subquestões* são iguais a **0** para os entrevistados que não atuam em casas de médio/ alto padrão (para verificar isto, foi necessário observar a resposta dada pelo projetista para a questão 3 do formulário, onde se questionava sobre as suas principais áreas de atuação).

Tabela 10- Subquestões, categorias de resposta
e códigos estabelecidos para a questão 15
Categoria de edificação: prédios residenciais *

SUBQUESTÃO	CÓDIGO DA *SUBQUESTÃO*	CÓDIGOS DAS RESPOSTAS
8. O tijolo maciço é um dos materiais preferidos para os prédios residenciais?	PARPRRESA	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "a" no campo: prédios residenciais, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "a" no campo: prédios residenciais, da 15b)
9. O bloco cerâmico é um dos materiais preferidos para os prédios residenciais?	PARPRRESB	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "b" no campo: prédios residenciais, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "b" no campo: prédios residenciais, da 15b)
10. O bloco de concreto é um dos materiais preferidos para os prédios residenciais?	PARPRRESC	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "c" no campo: prédios residenciais, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "c" no campo: prédios residenciais, da 15b)
11. O concreto é um dos materiais preferidos para os prédios residenciais?	PARPRRESD	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "d" no campo: prédios residenciais, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "d" no campo: prédios residenciais, da 15b)
12. O tijolo de vidro é um dos materiais preferidos para prédios residenciais?	PARPRRESE	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "e" no campo: prédios residenciais, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "e" no campo: prédios residenciais, da 15b)
13. O vidro é um dos materiais preferidos para os prédios residenciais?	PARPRRESF	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "f" no campo: prédios residenciais, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "f" no campo: prédios residenciais, da 15b)
14. Existem outros materiais preferidos para os prédios residenciais?	PARPRRESG	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "g" no campo: prédios residenciais, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "g" no campo: prédios residenciais, da 15b)

* As respostas destas *subquestões* são iguais a **0** para os entrevistados que não atuam em prédios residenciais (para verificar isto, foi necessário observar a resposta dada pelo projetista para a questão 3 do formulário, onde se questionava sobre as suas principais áreas de atuação).

Tabela 11- Subquestões, categorias de resposta
e códigos estabelecidos para a questão 15
Categoria de edificação: prédios comerciais e de escritórios *

SUBQUESTÃO	CÓDIGO DA *SUBQUESTÃO*	CÓDIGOS DAS RESPOSTAS
15. O tijolo maciço é um dos materiais preferidos para os prédios comerciais e de escritórios?	PARPRCOMA	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "a" no campo: prédios comerciais e de escritórios, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "a" no campo: prédios comerciais e de escritórios, da 15b)
16. O bloco cerâmico é um dos materiais preferidos para os prédios comerciais e de escritórios?	PARPRCOMB	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "b" no campo: prédios comerciais e de escritórios, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "b" no campo: prédios comerciais e de escritórios, da 15b)
17. O bloco de concreto é um dos materiais preferidos para os prédios comerciais e de escritórios?	PARPRCOMC	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "c" no campo: prédios comerciais e de escritórios, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "c" no campo: prédios comerciais e de escritórios, da 15b)
18. O concreto é um dos materiais preferidos para os prédios comerciais e de escritórios?	PARPRCOMD	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "d" no campo: prédios comerciais e de escritórios, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "d" no campo: prédios comerciais e de escritórios, da 15b)
19. O tijolo de vidro é um dos materiais preferidos para os prédios comerciais e de escritórios?	PARPRCOME	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "e" no campo: prédios comerciais e de escritórios, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "e" no campo: prédios comerciais e de escritórios, da 15b)
20. O vidro é um dos materiais preferidos para os prédios comerciais e de escritórios?	PARPRCOMF	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "f" no campo: prédios comerciais e de escritórios, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "f" no campo: prédios comerciais e de escritórios, da 15b)
21. Existem outros materiais preferidos para os prédios comerciais e de escritórios?	PARPRCOMG	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "g" no campo: prédios comerciais e de escritórios, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "g" no campo: prédios comerciais e de escritórios, da 15b)

* As respostas destas *subquestões* são iguais a **0** para os entrevistados que não atuam em prédios comerciais e de escritórios (para verificar isto, foi necessário observar a resposta dada pelo projetista para a questão 3 do formulário, onde se questionava sobre as suas principais áreas de atuação).

Tabela 12- Subquestões, categorias de resposta
e códigos estabelecidos para a questão 15
Categoria de edificação: edificações comerciais e lojas *

SUBQUESTÃO	CÓDIGO DA *SUBQUESTÃO*	CÓDIGOS DAS RESPOSTAS
22. O tijolo maciço é um dos materiais preferidos para as edificações comerciais e lojas?	PAREDCOMA	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "a" no campo: edificações comerciais e lojas, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "a" no campo: edificações comerciais e lojas, da 15b)
23. O bloco cerâmico é um dos materiais preferidos para as edificações comerciais e lojas?	PAREDCOMB	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "b" no campo: edificações comerciais e lojas, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "b" no campo: edificações comerciais e lojas, da 15b)
24. O bloco de concreto é um dos materiais preferidos para as edificações comerciais e lojas?	PAREDCOMC	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "c" no campo: edificações comerciais e lojas, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "c" no campo: edificações comerciais e lojas, da 15b)
25. O concreto é um dos materiais preferidos para as edificações comerciais e lojas?	PAREDCOMD	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "d" no campo: edificações comerciais e lojas, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "d" no campo: edificações comerciais e lojas, da 15b)
26. O tijolo de vidro é um dos materiais preferidos para as edificações comerciais e lojas?	PAREDCOME	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "e" no campo: edificações comerciais e lojas, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "e" no campo: edificações comerciais e lojas, da 15b)
27. O vidro é um dos materiais preferidos para as edificações comerciais e lojas?	PAREDCOMF	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "f" no campo: edificações comerciais e lojas, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "f" no campo: edificações comerciais e lojas, da 15b)
28. Existem outros materiais preferidos para as edificações comerciais e lojas?	PAREDCOMG	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "g" no campo: edificações comerciais e lojas, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "g" no campo: edificações comerciais e lojas, da 15b)

* As respostas destas *subquestões* são iguais a **0** para os entrevistados que não atuam em edificações comerciais e lojas (para verificar isto, foi necessário observar a resposta dada pelo projetista para a questão 3 do formulário, onde se questionava sobre as suas principais áreas de atuação).

Tabela 13- Subquestões, categorias de resposta
e códigos estabelecidos para a questão 15
Categoria de edificação: escolas *

SUBQUESTÃO	CÓDIGO DA *SUBQUESTÃO*	CÓDIGOS DAS RESPOSTAS
29. O tijolo maciço é um dos materiais preferidos para as escolas?	PARESCA	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "a" no campo: escolas, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "a" no campo: escolas, da 15b)
30. O bloco cerâmico é um dos materiais preferidos para as escolas?	PARESCB	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "b" no campo: escolas, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "b" no campo: escolas, da 15b)
31. O bloco de concreto é um dos materiais preferidos para as escolas?	PARESCC	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "c" no campo: escolas, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "c" no campo: escolas, da 15b)
32. O concreto é um dos materiais preferidos para as escolas?	PARESCD	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "d" no campo: escolas, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "d" no campo: escolas, da 15b)
33. O tijolo de vidro é um dos materiais preferidos para as escolas?	PARESCE	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "e" no campo: escolas, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "e" no campo: escolas, da 15b)
34. O vidro é um dos materiais preferidos para as escolas?	PARESCF	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "f" no campo: escolas, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "f" no campo: escolas, da 15b)
35. Existem outros materiais preferidos para as escolas?	PARESCG	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "g" no campo: escolas, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "g" no campo: escolas, da 15b)

* As respostas destas *subquestões* são iguais a **0** para os entrevistados que não atuam em escolas (para verificar isto, foi necessário observar a resposta dada pelo projetista para a questão 3 do formulário, onde se questionava sobre as suas principais áreas de atuação).

Tabela 14- Subquestões, categorias de resposta
e códigos estabelecidos para a questão 15
Categoria de edificação: casas populares *

SUBQUESTÃO	CÓDIGO DA *SUBQUESTÃO*	CÓDIGOS DAS RESPOSTAS
36. O tijolo maciço é um dos materiais preferidos para as casas populares?	PARCASPOPA	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "a" no campo: casas populares, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "a" no campo: casas populares, da 15b)
37. O bloco cerâmico é um dos materiais preferidos para as casas populares?	PARCASPOPB	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "b" no campo: casas populares, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "b" no campo: casas populares, da 15b)
38. O bloco de concreto é um dos materiais preferidos para as casas populares?	PARCASPOPC	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "c" no campo: casas populares, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "c" no campo: casas populares, da 15b)
39. O concreto é um dos materiais preferidos para as casas populares?	PARCASPOPD	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "d" no campo: casas populares, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "d" no campo: casas populares, da 15b)
40. O tijolo de vidro é um dos materiais preferidos para as casas populares?	PARCASPOPE	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "e" no campo: casas populares, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "e" no campo: casas populares, da 15b)
41. O vidro é um dos materiais preferidos para as casas populares?	PARCASPOPF	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "f" no campo: casas populares, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "f" no campo: casas populares, da 15b)
42. Existem outros materiais preferidos para as casas populares?	PARCASPOPG	**1** (sim: o entrevistado colocou a letra "g" no campo: casas populares, da 15b) **0** (não: o entrevistado não colocou a letra "g" no campo: casas populares, da 15b)

* As respostas destas *subquestões* são iguais a **0** para os entrevistados que não atuam em casas populares (para verificar isto, foi necessário observar a resposta dada pelo projetista para a questão 3 do formulário, onde se questionava sobre as suas principais áreas de atuação).

Dessa forma, as 29 questões iniciais do formulário desdobraram-se em 264. É importante ressaltar que não houve necessidade de subdividir todas as questões. As categorias e códigos estabelecidos para o formulário encontram-se no Anexo E.

O próximo passo consistiu em anotar, para cada formulário, os códigos referentes às respostas dadas pelos entrevistados para cada questão ou *subquestão*. Isto possibilitou a criação de um arquivo texto com todos os dados coletados, já codificados. Este arquivo constou de 13200 dados (50 formulários com 264 respostas cada) e foi a entrada para alguns pacotes estatísticos utilizados, entre eles o software SAS-Statistics Application System. A digitalização, bem como a sua revisão, tiveram que ser feitas com muito

cuidado para evitar erros, pois estes podem afetar seriamente as conclusões, conforme alertam Selltiz, Wrightsman e Cook (1987).

Os pacotes estatísticos possibilitaram a obtenção das freqüências relativas (porcentagem em relação ao total de entrevistados) para cada alternativa de resposta. Estas freqüências foram agrupadas em tabelas, permitindo uma melhor visualização e posterior interpretação dos resultados.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os principais resultados obtidos com a aplicação dos formulários.

8. 1 Dados iniciais

Foram entrevistados, ao todo, 50 projetistas, sendo 27 arquitetos (54%) e 23 engenheiros civis (46%). O tempo de formação variou de 0 a 29 anos (Fig. 16). No que se refere a projetos de arquitetura de edificações, os profissionais atuam principalmente na área de casas de médio e alto padrão (Fig. 17).

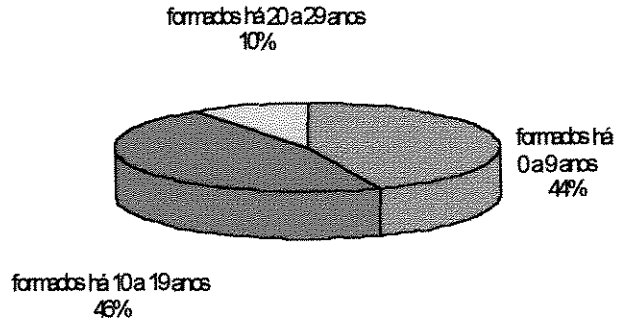


Figura 16 - Distribuição dos entrevistados de acordo com o tempo de formação

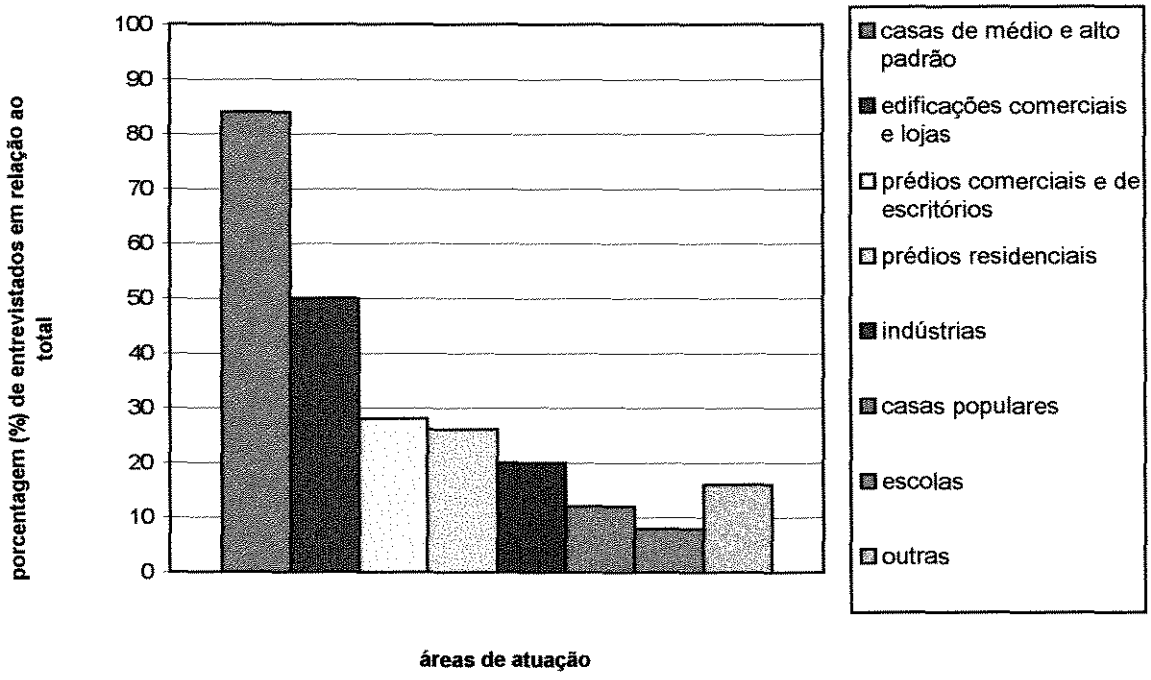


Figura 17- Distribuição dos entrevistados segundo área de atuação em projetos de arquitetura de edificações

NOTA - Nesta questão os entrevistados podiam optar por mais de uma área de atuação. Por isso, a somatória das porcentagens é maior que 100%.

8.2 Nível de importância de alguns aspectos

Na questão 5a os profissionais tinham que ordenar 9 itens de acordo com o nível de importância.

Questão 5a. Numere os itens a seguir de 1 a 9, de acordo com o nível de importância que eles freqüentemente assumem nos seus projetos, sendo 1 para o mais importante, 2 para o seguinte e assim por diante.

_____relação estética da obra com o seu entorno imediato
_____iluminação natural
_____facilidade de manutenção
_____harmonia / equilíbrio na forma
_____economia de energia
_____conforto térmico natural
_____beleza, expressão arquitetônica
_____conforto acústico
_____funcionalidade

Havia também a possibilidade dos entrevistados opinarem sobre estes itens. Os principais comentários referiram-se à ausência dos aspectos *custo da obra* e *necessidades do cliente* (ambos citados por 22% dos projetistas).

A Tab. 15 apresenta, para cada item desta questão, a porcentagem dos projetistas que escolheu cada posição. Para facilitar a visualização, os itens foram abreviados (Fig. 18). Por exemplo, 8% colocaram *beleza/expressão arquitetônica* na posição 1, já o *conforto acústico* foi colocado na quinta posição por 20% dos entrevistados. Esta tabela é uma forma de tratamento e apresentação dos dados.

Tabela 15- Distribuição dos itens da questão 5a nas posições 1 a 9

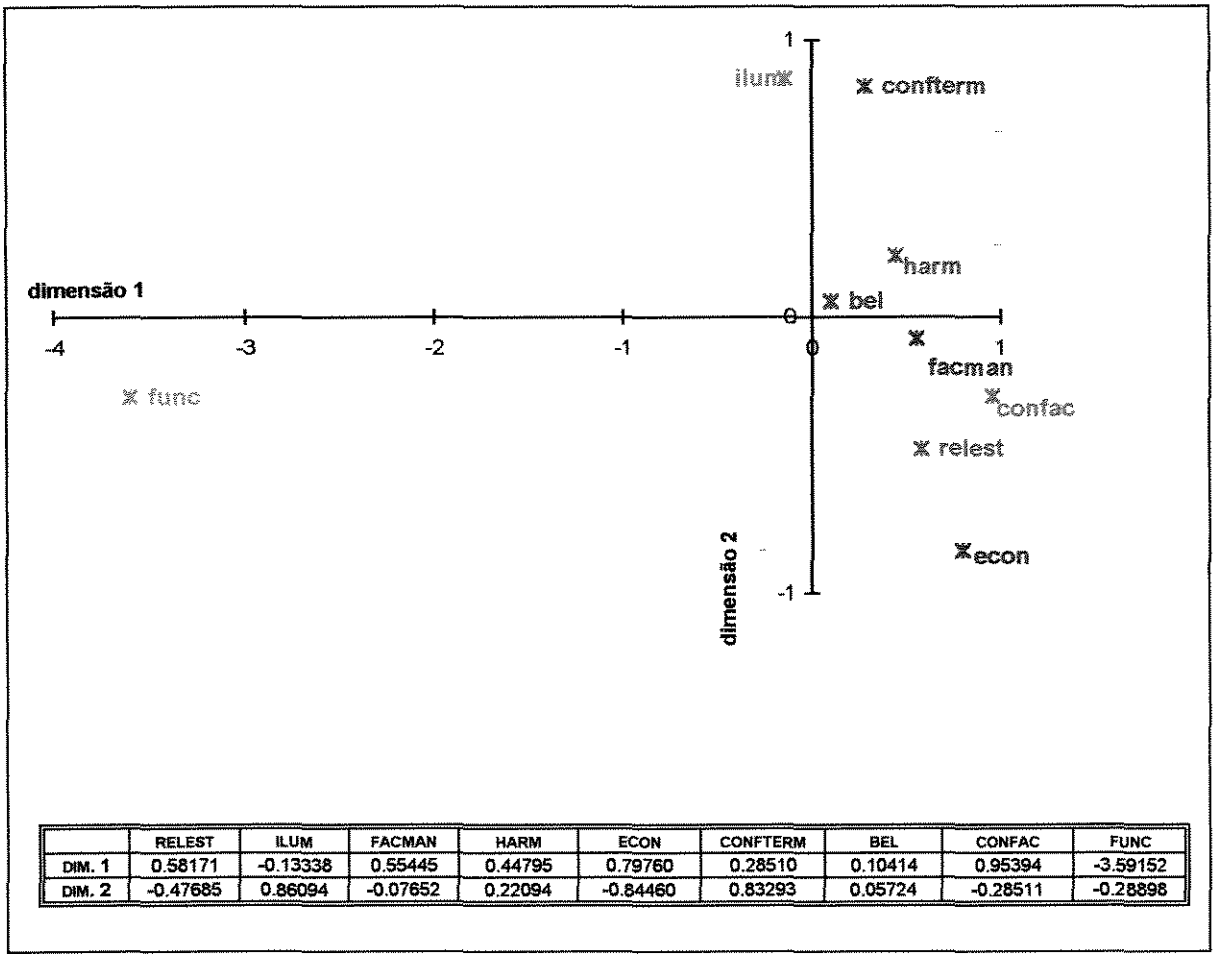
	RELEST	ILUM	FACMAN	HARM	ECON	CONFTERM	BEL	CONFAC	FUNC
POSIÇÃO	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1ª	4	6	2	4	2	2	8	0	72
2ª	8	24	12	16	2	12	18	0	8
3ª	8	22	6	12	0	24	10	8	10
4ª	2	24	8	12	6	26	10	8	4
5ª	10	8	14	14	12	6	14	20	2
6ª	8	14	16	8	16	12	14	10	2
7ª	22	2	14	18	20	6	6	12	0
8ª	18	0	20	14	10	8	6	24	0
9ª	20	0	8	2	32	4	14	18	2
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100

NOTA - Os valores apresentados referem-se à porcentagem (%) de entrevistados em relação ao total.

relação estética da obra com o seu entorno imediato: RELEST
iluminação natural: ILUM
facilidade de manutenção: FACMAN
harmonia / equilíbrio na forma: HARM
economia de energia: ECON
conforto térmico natural: CONFTERM
beleza, expressão arquitetônica: BEL
conforto acústico: CONFAC
funcionalidade: FUNC

Figura 18- Abreviaturas utilizadas para representar os itens da questão 5a na Tab. 15 e nas Fig. 19 e 20

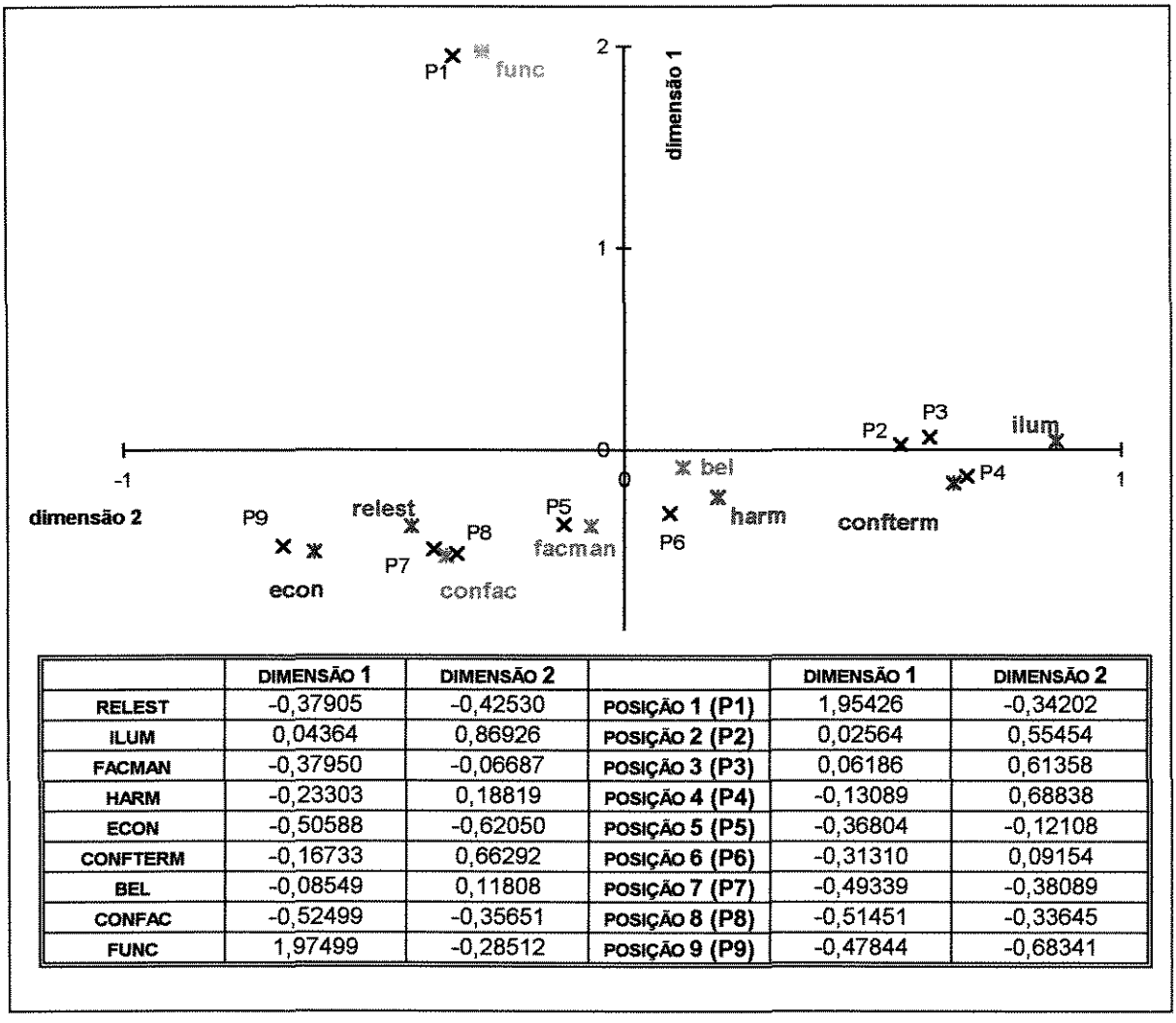
Utilizou-se também as técnicas de Análise de Correspondência e Escalonamento Multidimensional (MDS) não Métrico (Ortega, 1997)*, cujas soluções são representadas graficamente de forma a facilitar a visualização dos resultados (Fig. 19 e 20). No MDS, a medida da *bondade do ajuste* foi 0,02, valor que, por estar próximo de zero, indica um bom ajuste em duas dimensões.



	RELEST	ILUM	FACMAN	HARM	ECON	CONFTERM	BEL	CONFAC	FUNC
DIM. 1	0.58171	-0.13338	0.55445	0.44795	0.79760	0.28510	0.10414	0.95394	-3.59152
DIM. 2	-0.47685	0.86094	-0.07652	0.22094	-0.84460	0.83293	0.05724	-0.28511	-0.28898

Figura 19- Solução do Escalonamento Multidimensional (MDS) não Métrico para o total de entrevistados

* Maiores informações sobre estas técnicas podem ser encontradas no capítulo 7 - Elaboração dos dados.



	DIMENSÃO 1	DIMENSÃO 2		DIMENSÃO 1	DIMENSÃO 2
RELEST	-0,37905	-0,42530	POSIÇÃO 1 (P1)	1,95426	-0,34202
ILUM	0,04364	0,86926	POSIÇÃO 2 (P2)	0,02564	0,55454
FACMAN	-0,37950	-0,06687	POSIÇÃO 3 (P3)	0,06186	0,61358
HARM	-0,23303	0,18819	POSIÇÃO 4 (P4)	-0,13089	0,68838
ECON	-0,50588	-0,62050	POSIÇÃO 5 (P5)	-0,36804	-0,12108
CONFTERM	-0,16733	0,66292	POSIÇÃO 6 (P6)	-0,31310	0,09154
BEL	-0,08549	0,11808	POSIÇÃO 7 (P7)	-0,49339	-0,38089
CONFAC	-0,52499	-0,35651	POSIÇÃO 8 (P8)	-0,51451	-0,33645
FUNC	1,97499	-0,28512	POSIÇÃO 9 (P9)	-0,47844	-0,68341

Figura 20- Solução da Análise de Correspondência para o total de entrevistados

A Tab. 15 ajuda a interpretar o MDS. Para analisar os resultados, observou-se então o comportamento de cada item tanto nesta tabela quanto nos gráficos. Nestes últimos, projetou-se os pontos ao longo dos eixos das ordenadas e das abcissas (dimensões 1 e 2).

A *funcionalidade* foi ordenada na primeira posição por 72% dos entrevistados. Não houve nenhum outro item que apresentasse tanta unanimidade. Projetando-se os pontos no eixo da dimensão 1 do MDS, vê-se que ela realmente se destaca dos demais. Na Análise de Correspondência aparece novamente associada à primeira posição e em

destaque na dimensão 1. Nos dois gráficos, os itens restantes formam um grupo a parte e não apresentam consideráveis distâncias entre si.

O termo *funcionalidade* não é um atributo simples como os demais, conforme foi constatado ao se consultar alguns projetistas posteriormente. Para muitos, este é um aspecto que engloba todos os demais. Atender à função pode significar criar condições para o desenvolvimento de atividades, devendo ser contemplados, para isso, todos os outros atributos, como o conforto e a estética, por exemplo. Talvez por isso os resultados tenham apresentado uma predominância tão acentuada deste aspecto. A funcionalidade, portanto, estaria relacionada à montagem de um "quebra cabeça", onde o objetivo final seria a conciliação de todos os itens restantes.

Apesar dos resultados ao longo do eixo da dimensão 1 em ambos os métodos indicarem uma tentativa de conciliação, há uma certa ordem de preferência para todos esses itens restantes, que pode ser analisada observando-se a projeção dos pontos ao longo do eixo da dimensão 2. Também na Tab. 15, apesar das freqüências desses itens nas diversas posições não diferirem tanto umas das outras quanto para a funcionalidade, percebe-se, em alguns casos, maior concentração em torno de certas posições, indicando novamente que há uma certa ordem de preferência para estes itens.

Analisando-se portanto os pontos na dimensão 2 nos dois gráficos, aparecem primeiramente a *iluminação* e o *conforto térmico naturais*, associados na Análise de Correspondência às posições 2 a 4. Houve realmente uma quantidade considerável (64% para o conforto térmico e 76% para a iluminação) que colocou estes itens entre os quatro primeiros. Em outra questão, viu-se que ao enumerarem as principais características e valores nos seus projetos, somente 12% não se referiram ao conforto ou a termos a ele relacionados; 46% referiram-se ao conforto do usuário de uma forma geral e 42% referiram-se mais especificamente ao conforto térmico.

Estes resultados mostram que grande parte dos projetistas considera importante o conforto do usuário e dá valor ao condicionamento térmico natural. Mostram também a

consciência dos profissionais sobre a relação entre conforto térmico e iluminação naturais, visto que estes dois aspectos devem ser trabalhados conjuntamente no projeto. Não se esperava um resultado tão favorável, haja visto os obtidos em pesquisas anteriores (Chvatal, Kowaltowski, Labaki e Toledo, 1997 e Kowaltowski, 1993)*.

A *harmonia, equilíbrio na forma,* a *beleza, expressão arquitetônica* e a *facilidade de manutenção* são os próximos itens, associados às posições 5 e 6. A harmonia e a beleza realmente possuem estreita ligação (10% comentaram que são semelhantes). Os três apresentam as porcentagens bem distribuídas (a facilidade de manutenção com valores ligeiramente maiores a partir da quinta posição), por isso eles ocupam, na média, uma posição central.

Na seqüência aparecem a *relação estética com o entorno imediato* e o *conforto acústico*, que na Análise de Correspondência estão próximos às posições 7 e 8. A maior parte dos entrevistados (84% para o conforto acústico e 78% para a relação estética) optou por colocar estes itens a partir da quinta posição.

Já a *economia de energia* é o último item, associada à posição 9. A sua distribuição de freqüências apresenta valores maiores nas posições finais, sendo que 62% a colocaram entre o sétimo e o nono lugar.

8. 3 Análise do terreno

A Fig. 21 apresenta o nível de importância dado pelos entrevistados para diversos aspectos referentes à análise do terreno.

* Estas pesquisas são comentadas na seção 2.3.

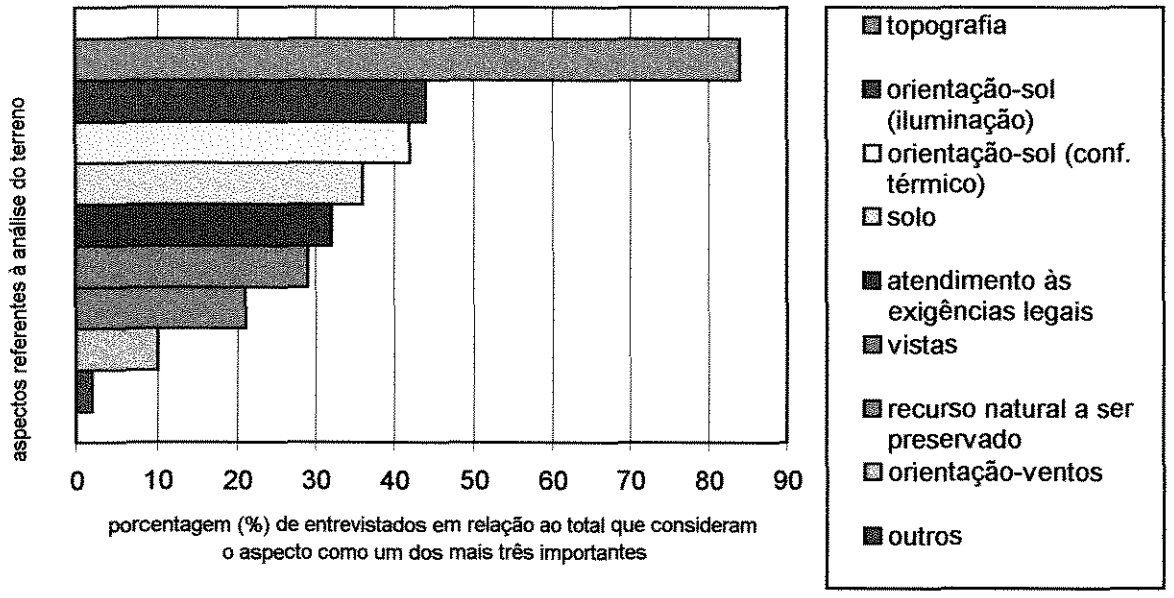


Figura 21- Nível de importância para diversos aspectos referentes à análise do terreno
NOTA - Nesta questão cada entrevistado tinha que optar pelos três principais aspectos. Por isso, a somatória das porcentagens é igual a 300%.

A intenção inicial de se estabelecer uma comparação entre a preferência pela orientação-sol (iluminação) e orientação-sol (conforto térmico) foi inviabilizada. Apenas uma pequena parcela (12 % dos entrevistados) assinalou estes dois itens ao mesmo tempo (Fig.22). A grande maioria (62 % dos projetistas) escolheu somente um entre eles. Dentre estes, muitos comentaram sobre a dificuldade de se optar por um dos aspectos, "pois ambos são a mesma coisa, se olha tudo de uma vez só" (palavras de um entrevistado). A opção por um ou outro tornou-se então aleatória e isso é percebido pelos resultados, nos quais as porcentagens referentes a cada um dos itens são bastante próximas (Fig. 22). Portanto, a única consideração feita foi que grande parte dos entrevistados (74%) optou pela orientação do terreno em relação ao sol, o que demonstra a grande importância dada pelos mesmos para a análise da insolação.

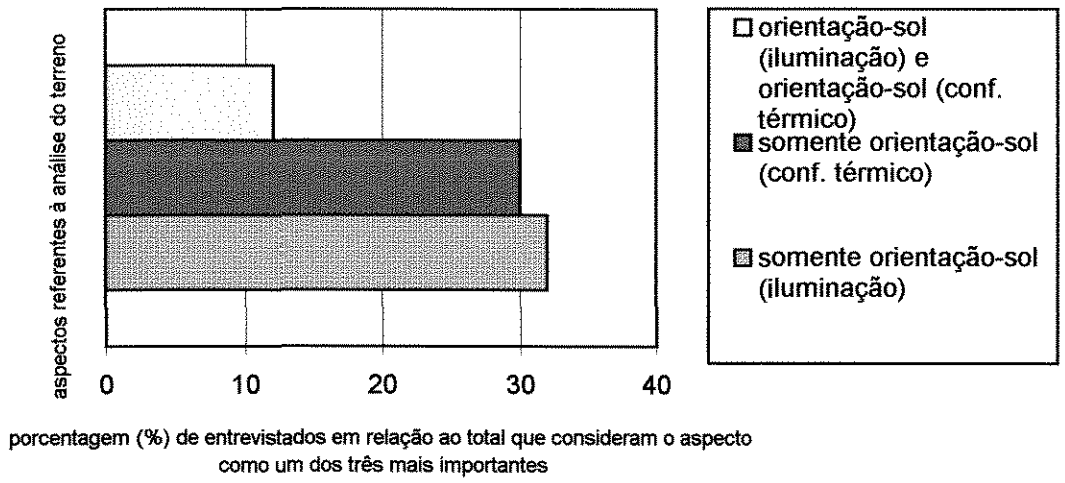


Figura 22- Distribuição dos entrevistados segundo os itens orientação-sol (iluminação) e orientação-sol (conforto térmico)

A verificação da orientação do terreno em relação ao sol tem um peso muito maior que a da orientação em relação ao vento. Esta última foi escolhida apenas por 10% dos entrevistados e, dentre estes, todos haviam assinalado alguma outra alternativa relacionada à orientação-sol.

8.4 Análise da insolação

Apesar da quase totalidade dos entrevistados afirmar que analisa a insolação (resultado que entra em acordo com os obtidos no item da análise do terreno), somente uma pequena parcela utiliza freqüentemente um método para isso (Fig. 23). Os métodos citados foram levantamento topográfico e visita ao terreno (para delimitar o norte verdadeiro), carta solar e tabelas (não foram especificadas quais).

BIBLIOTECA

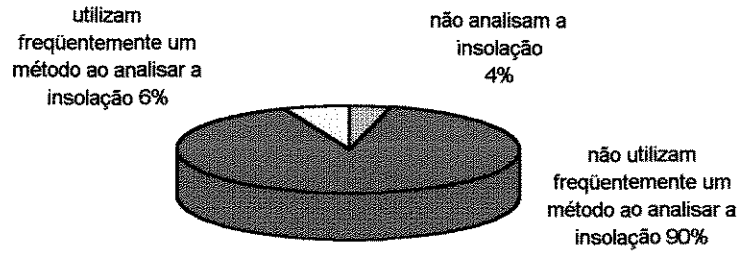


Figura 23- Distribuição dos entrevistados segundo a forma de análise da insolação

Dentre os que utilizam um método, ninguém assinalou que determina os dias e horários de insolação ao longo do ano em cada fachada, que prevê a posição da sombra proporcionada por elementos externos ao edifício ou que prevê a posição das manchas de sol nos ambientes devido às janelas (alternativas apresentadas no formulário). Todos optaram pela alternativa "d" e responderam de forma semelhante, afirmando que não fazem uma análise tão detalhada. Disseram que utilizam os instrumentos citados simplesmente para verificarem quando bate sol numa determinada fachada ou ambiente, a fim de garantir ou impedir a incidência solar.

Durante a tabulação destes dados percebeu-se que nesta questão poderia ter sido utilizada a palavra *instrumento* ao invés de *método*, visto que o objetivo aqui era verificar o uso de ferramentas de projeto, principalmente a carta solar. Muitos entrevistados afirmaram utilizar freqüentemente um *método,* mas quando questionados sobre qual deles faziam uso, não se referiram a nenhum *instrumento* específico. Neste caso, as respostas destes profissionais foram incluídas dentre os que não utilizam um método.

Com relação às proteções solares, necessárias devido ao clima da cidade, nota-se uma porcentagem considerável que não costuma prevê-las, e novamente somente uma pequena parcela que faz uso de um método para dimensioná-las (Fig.24). Uma informação interessante é que estes últimos não são os mesmos que afirmaram utilizar um método para a análise da insolação. Os métodos mencionados foram os mais variados possíveis: carta solar, métodos de cálculo de "apostilas da faculdade" (o entrevistado não

mencionou quais), cálculo de proteções de acordo com uma norma alemã e programa embutido no Auto CAD.

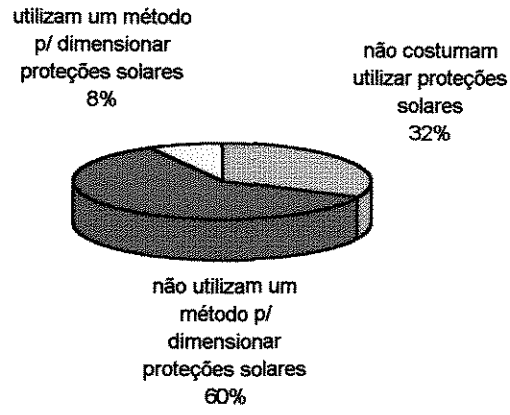


Figura 24- Distribuição dos entrevistados segundo a utilização de métodos no dimensionamento de proteções solares

Dentre os que prevêem proteções, foram citadas brises (50%), vegetação (35%), pergolados (35%), beirais (21%), varandas (18%), toldos (15%), persianas (12%), marquises (9%), policarbonatos (6%), películas de proteção solar (6%), cortinas, elementos vazados, telas, abas e recuo das esquadrias (3% cada um).

8.5 Análise da ventilação

Este é um aspecto muito pouco explorado, devido à complexidade do estudo dos ventos, que abrange conhecimentos relativos à mecânica dos fluidos. Não se dispõe de métodos de análise tão precisos quanto as cartas solares, e normalmente o que ocorre é a adoção de certas "regrinhas práticas", tal como orientar as aberturas de acordo com os ventos dominantes.

Nesta questão havia três possibilidades de resposta.

a) não analiso freqüentemente a ventilação natural

b) analiso freqüentemente a ventilação natural, mas não utilizo um método

c) analiso freqüentemente a ventilação natural, e utilizo um método

Alguns escolheram a alternativa "c", mas ninguém citou algum procedimento de cálculo específico ou mecanismo de avaliação. Muitos se referiram às tais "regrinhas práticas" citadas anteriormente. Optou-se então por considerar somente duas categorias de resposta.

a) não analiso freqüentemente a ventilação natural
b) analiso freqüentemente a ventilação natural

Dessa forma, o resultado obtido é apresentado na Fig. 25. Vê-se que é pequena a parcela de projetistas que analisa este aspecto, provavelmente devido aos fatores já mencionados.

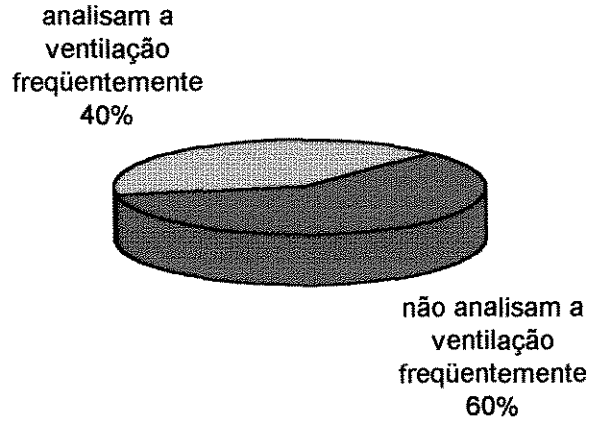


Figura 25- Distribuição dos entrevistados segundo a análise da ventilação

No que se refere ao motivo pelo qual a ventilação é analisada, 81,8% assinalaram a alternativa "a" ("para orientar adequadamente as aberturas de acordo com os ventos"), 40,9% escolheram a "b" ("para determinar a direção e o sentido do fluxo de ventilação devido ao vento nos ambientes internos") e 22,5% optaram pela "c" ("outros"), sendo permitida a escolha de mais de uma alternativa.

É necessário ressaltar que no momento da tabulação da primeira questão as respostas de muitos entrevistados que assinalaram a alternativa "b" (analiso freqüentemente a ventilação natural) foram interpretadas como "a" (não analiso freqüentemente a ventilação natural). Esse procedimento ocorreu nos seguintes casos:

a) quando o entrevistado citou somente código de obras, código sanitário ou qualquer exigência legal como um método de análise da ventilação. As exigências destes referem-se a uma determinada porcentagem da área da janela em relação ao piso, o que não é suficiente para garantir a ventilação natural adequada.
b) quando o entrevistado optou, na questão referente ao motivo da análise da ventilação, pela alternativa "b" somente, visto que ela é conseqüência da "a", pois a partir do momento que se determina a direção e o sentido do fluxo de ventilação devido ao vento nos ambientes internos já se está procurando orientar adequadamente as aberturas de acordo com os ventos.

Com relação ao forro ventilado, 22% afirmaram que costumam prevê-lo, contra 78% que não costumam. Essa alta porcentagem (22%) talvez tenha ocorrido devido a um erro de interpretação por parte dos entrevistados, visto que alguns entenderam e comentaram, durante a entrevista, que forro ventilado corresponderia à camada de ar entre o telhado e o forro (não se referindo à ventilação dessa camada). O termo "ático ventilado" talvez fosse mais adequado neste caso.

Com relação ao efeito chaminé, tem-se as distribuições apresentadas nas Fig. 26 e 27.

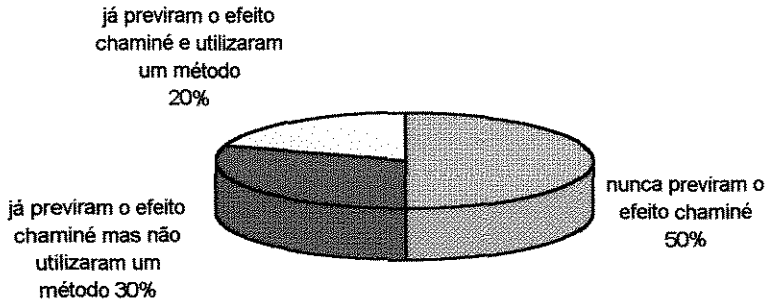


Figura 26- Distribuição dos entrevistados segundo a previsão do efeito chaminé e a utilização de métodos

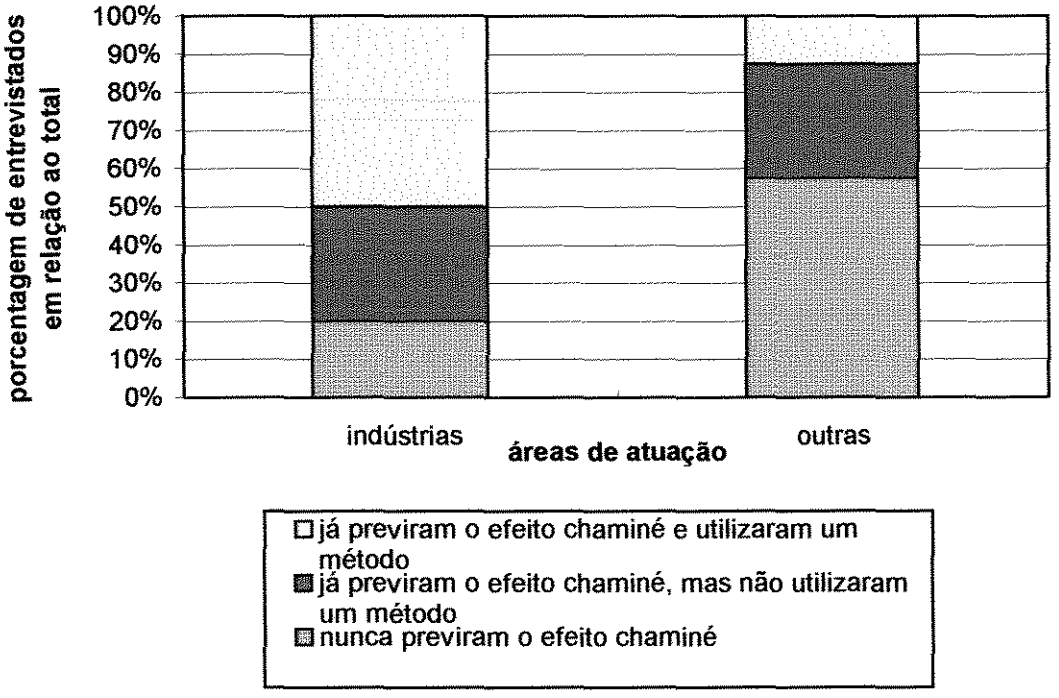


Figura 27- Distribuição dos entrevistados que atuam em indústrias e dos demais segundo a previsão do efeito chaminé e a utilização de métodos

Nota-se nas Fig.26 e 27 que a distribuição das freqüências relacionadas ao efeito chaminé é bem diferente entre os que executam projetos de indústrias e os restantes. Entre os primeiros, o efeito chaminé é mais utilizado, inclusive com a aplicação de métodos. Neste caso todos se referiram a procedimentos de cálculo específicos para a

determinação da área das aberturas considerando telhados tipo lanternim ou shed. Dentre os que não executam projetos de indústrias, foram citados como métodos procedimentos para o dimensionamento de dutos de ventilação em prédios (50%), cálculos realizados por consultoria (33,3%) ou cálculos feitos por eles mesmos (16,7%).

8. 6 Aspectos considerados na escolha dos materiais

Ao assinalar os três mais importantes aspectos a serem observados na escolha do material do telhado e do forro, grande parte dos entrevistados optou pelo conforto térmico (Tab. 16). Na escolha do material das paredes externas, este mesmo item aparece entre os três mais votados (Tab 16). Para os pisos, aparece como um dos fatores com menor porcentagem (Tab. 17).

Tabela 16- Nível de importância de diversos aspectos a serem observados na escolha dos materiais da parede externa, do telhado e do forro

PAREDES EXTERNAS		TELHADO		FORRO	
aspecto	**%**	**aspecto**	**%**	**aspecto**	**%**
durabilidade	88	conforto térmico	88	conforto térmico	78
impermeabilidade	60	impermeabilidade	82	durabilidade	68
conforto térmico	56	durabilidade	56	beleza	58
beleza	42	beleza	36	facilidade	
estanqueidade	22	estanqueidade	24	de manuseio	42
facilidade		facilidade		impermeabilidade	26
de manuseio	20	de manuseio	8	estanqueidade	14
outros	12	outros	6	outros	8

NOTA - As porcentagens (%) referem-se ao total de entrevistados.
Nesta questão cada entrevistado tinha que optar por três aspectos.

Tabela 17- Nível de importância de diversos aspectos a serem observados na escolha dos materiais dos pisos interno e externo

PISO INTERNO		PISO EXTERNO	
aspecto	**%**	**aspecto**	**%**
resistência	74	resistência	86
beleza	72	beleza	66
facilidade de limpeza	58	durabilidade	62
durabilidade	56	facilidade de limpeza	58
conforto térmico	24	conforto térmico	12
facilidade de colocação	10	facilidade de colocação	8
outros	6	outros	8

NOTA - As porcentagens (%) referem-se ao total de entrevistados.
Nesta questão cada entrevistado tinha que optar por três aspectos.

Os entrevistados, portanto, tem consciência que os materiais dos fechamentos influem no conforto térmico das edificações, tendo maior preocupação com a cobertura (telhado e forro), que propicia grande ganho de calor. Já na escolha dos pisos, outros fatores prevalecem.

8. 7 Materiais preferidos

[A] Casas de médio e alto padrão. O tijolo maciço e a telha de barro são os preferidos, com uma grande diferença em relação aos outros materiais. Para o forro, têm-se praticamente igual preferência pelas laje mista, pela madeira e pelo concreto (Tab. 18).

Tabela 18- Materiais preferidos para as casas de médio e alto padrão

PAREDES EXTERNAS		TELHADO		FORRO	
material	**%**	**material**	**%**	**material**	**%**
tijolo maciço	98	telha de barro	98	laje mista	52
bloco cerâmico	21	telha de fibroc.	5	madeira	50
vidro	17	telha de cimento	5	laje de concreto	45
bloco de concreto	14	laje de concreto	5	gesso	33
concreto	5	telha metálica	2	outros	5
tijolo de vidro	5	outros	2	sem forro	2
outros	0	TOTAL	117	TOTAL	187
TOTAL	160				

NOTA - As porcentagens (%) referem-se ao total de entrevistados.
Nesta questão, os entrevistados podiam assinalar quantas alternativas quisessem.
Por isso, a somatória das porcentagens é maior que 100%.

[B] Edificações comerciais e lojas. O bloco de concreto é o material preferido para as paredes externas. As telhas que mais se destacam são a de fibrocimento (em primeiro lugar) e a metálica. Para o forro, tem-se porcentagens bem distribuídas, com predominância do gesso (Tab. 19). Há também uma quantidade razoável que optou por outros. Foram citados laje mista (c/ poliestireno expandido ao invés de blocos cerâmicos), fibra de vidro, PVC e "forro metálico".

Tabela 19- Materiais preferidos para as edificações comerciais e lojas

PAREDES EXTERNAS		TELHADO		FORRO	
material	**%**	**material**	**%**	**material**	**%**
bloco de concreto	76	telha de fibroc.	64	gesso	48
bloco cerâmico	40	telha metálica	48	laje mista	36
tijolo maciço	36	telha de barro	16	laje de concreto	32
vidro	24	laje de concreto	16	madeira	28
concreto	12	telha de cimento	12	outros	20
tijolo de vidro	4	outros	0	sem forro	16
outros	0	**TOTAL**	156	**TOTAL**	180
TOTAL	192				

NOTA - As porcentagens (%) referem-se ao total de entrevistados.
Nesta questão, os entrevistados podiam assinalar quantas alternativas quisessem.
Por isso, a somatória das porcentagens é maior que 100%.

[C] Prédios comerciais e de escritórios. A preferência recai sobre os blocos cerâmico (furado) e de concreto, sobre a telha de fibrocimento e sobre o forro de gesso, seguido da laje mista e da madeira (Tab. 20). Novamente há uma porcentagem considerável de outros tipos de forro. Foram citados: PVC, "forro metálico" e forros termo-acústicos.

Tabela 20- Materiais preferidos para os prédios comerciais e de escritórios

PAREDES EXTERNAS		TELHADO		FORRO	
material	**%**	**material**	**%**	**material**	**%**
bloco cerâmico	64	telha de fibroc.	79	gesso	50
bloco de concreto	57	telha metálica	50	laje mista	43
tijolo maciço	43	telha de cimento	50	laje de concreto	43
vidro	14	laje de concreto	36	madeira	36
concreto	7	telha de barro	14	outros	29
tijolo de vidro	7	outros	0	sem forro	7
outros	0	**TOTAL**	229	**TOTAL**	208
TOTAL	192				

NOTA - As porcentagens (%) referem-se ao total de entrevistados.
Nesta questão, os entrevistados podiam assinalar quantas alternativas quisessem.
Por isso, a somatória das porcentagens é maior que 100%.

[D] Prédios residenciais. Neste caso, o bloco cerâmico (furado) vem em primeiro lugar. Para o telhado, tem-se preferência pela telha de fibrocimento e para o forro, laje de concreto (Tab. 21).

Tabela 21- Materiais preferidos para os prédios residenciais

PAREDES EXTERNAS		TELHADO		FORRO	
material	**%**	**material**	**%**	**material**	**%**
bloco cerâmico	84	telha de fibroc.	61	laje de concreto	69
bloco de concreto	54	telha de barro	38	laje mista	38
tijolo maciço	38	laje de concreto	38	madeira	31
vidro	8	telha metálica	23	gesso	23
tijolo de vidro	8	telha de cimento	8	sem forro	8
concreto	8	outros	0	outros	8
outros	0	TOTAL	168	TOTAL	177
TOTAL	200				

NOTA - As porcentagens (%) referem-se ao total de entrevistados.
Nesta questão, os entrevistados podiam assinalar quantas alternativas quisessem.
Por isso, a somatória das porcentagens é maior que 100%.

[E] Escolas. Foram muito poucos os entrevistados que afirmaram atuar nesta área. Os resultados mostram que para as paredes, tem-se igual preferência pelo bloco de concreto e pelo tijolo maciço. No telhado, telha de barro e no forro, laje mista (Tab. 22).

Tabela 22- Materiais preferidos para as escolas

PAREDES EXTERNAS		TELHADO		FORRO	
material	**%**	**material**	**%**	**material**	**%**
bloco de concreto	75	telha de barro	100	laje mista	75
tijolo maciço	75	telha de fibroc.	50	madeira	50
bloco cerâmico	25	telha de cimento	25	laje de concreto	50
vidro	25	laje de concreto	0	gesso	25
outros	25	telha metálica	0	sem forro	0
tijolo vidro	0	outros	0	outros	0
concreto	0	TOTAL	175	TOTAL	200
TOTAL	225				

NOTA - As porcentagens (%) referem-se ao total de entrevistados.
Nesta questão, os entrevistados podiam assinalar quantas alternativas quisessem.
Por isso, a somatória das porcentagens é maior que 100%.

[F] Casas populares. Também neste caso é pequena a porcentagem de entrevistados que afirmaram atuar nesta área. Os materiais preferidos são o bloco cerâmico, telha de barro

e laje mista. Para o telhado houve unanimidade, ninguém optou por outro material. A telha de barro, no entanto, não é geralmente a mais utilizada em casas populares. Outro dado interessante é que não foi entrevistado nenhum profissional da COHAB, a qual é responsável por grande parte dos projetos de habitações populares, e apesar disso tem-se que 12% dos entrevistados afirmam atuar nessa área. Eles provavelmente deveriam estar se referindo a casas de classe média baixa, conforme observado em conversas informais com os projetistas durante a aplicação dos formulários.

Tabela 23- Materiais preferidos para as casas populares

PAREDES EXTERNAS		TELHADO		FORRO	
material	%	material	%	material	%
bloco cerâmico	67	telha de barro	100	madeira	17
bloco de concreto	50	telha de fibroc.	0	laje mista	67
tijolo maciço	33	telha metálica	0	laje de concreto	17
tijolo de vidro	0	laje de concreto	0	sem forro	17
vidro	0	telha de cimento	0	gesso	0
concreto	0	outros	0	outros	0
outros	0	TOTAL	100	TOTAL	118
TOTAL	150				

NOTA - As porcentagens (%) referem-se ao total de entrevistados.
Nesta questão, os entrevistados podiam assinalar quantas alternativas quisessem.
Por isso, a somatória das porcentagens é maior que 100%.

[G] Pisos interno e externo e acabamento das paredes externas. A cerâmica e a madeira, escolhidas por muitos entrevistados, são os materiais preferidos para o piso interno. Para o piso externo, a quase totalidade dos projetistas prefere a pedra, que vem seguida da grama. No acabamento das paredes externas o item revestimento e pintura, assinalado também praticamente por todos, vem em primeiro lugar (Tab. 24).

Tabela 24- Materiais preferidos para os pisos interno e externo e para o acabamento das paredes externas

PISO INTERNO		PISO EXTERNO		ACABAMENTO DAS PAREDES EXTERNAS	
material	%	material	%	material	%
cerâmica	92	pedra	92	revestimento e pintura	96
madeira	86	grama	68	tijolos aparentes	52
pedra	50	cerâmica	64	cerâmica	32
carpete	20	cimento	38	pedra	32
outros	6	outros	6	concreto aparente	18
TOTAL	254	TOTAL	268	outros	6
				TOTAL	236

NOTA - As porcentagens (%) referem-se ao total de entrevistados.
Nesta questão, os entrevistados podiam assinalar quantas alternativas quisessem.
Por isso, a somatória das porcentagens é maior que 100%.

8. 8 Informações sobre o desempenho térmico dos materiais

A maioria (70 % dos projetistas) já chegou a procurar esse tipo de informação, obtendo-as principalmente através de catálogos, fabricantes e representantes (Fig. 28).

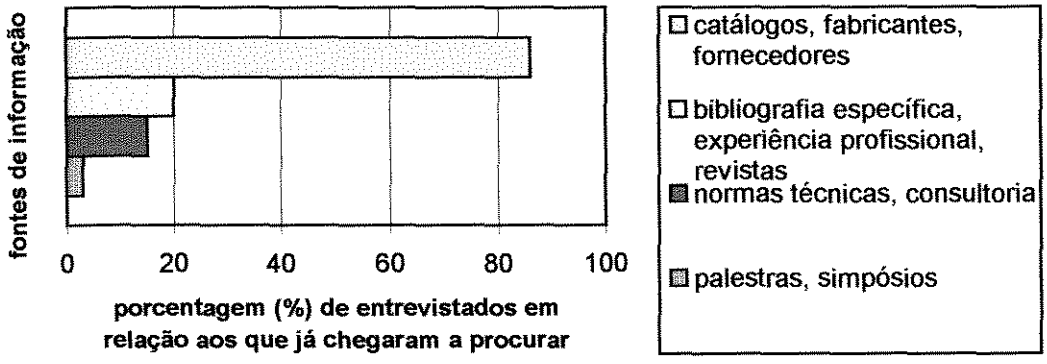


Figura 28 - Distribuição dos entrevistados segundo fontes de informação sobre o desempenho térmico de materiais

Foram citados os mais variados materiais: forros, telhas, revestimentos, vidros, policarbonatos, tijolos e materiais termo-acústicos.

8.9 Uso de isolantes térmicos

Do total de entrevistados, 44 % afirmaram que prevêem materiais isolantes. Dentre estes, 46% citaram as mantas com superficies refletoras, seguidas do isopor (41%), da lã de vidro (18%) e da lã de rocha (14%). Foram citados também argila expandida (4%), telha sanduíche (9%), materiais jateados (9%), além de outros (18%).

Os isolantes são utilizados sempre na cobertura pelos profissionais. As respostas com relação à localização desses materiais na cobertura foram muito variadas, não sendo possível fazer um levantamento da preferência de localização, conforme previsto inicialmente.

Esses materiais são utilizados em casas de médio e alto padrão (64% dentre os que utilizam isolantes), bem como em edificações comerciais e lojas (32%), prédios comerciais e de escritórios (27%), prédios residenciais (23%), escolas (9%) e outros (14%). Não se pode concluir que o uso de isolantes é maior em casas de médio e alto padrão porque a quase totalidade dos entrevistados atua nessa área, o que pode ter ocasionado esse resultado.

8.10 Uso da cor

A afirmação de que a cor é usualmente adotada como uma solução térmica é feita por 66% dos profissionais. A preferência é por cores claras, e este dado pode indicar o conhecimento dos projetistas com relação à influência da cor externa na temperatura interna.

8.11 Uso de condicionamento artificial de ar

Tabela 25- Distribuição dos entrevistados
segundo a previsão do condicionamento artificial de ar

QUANDO VOCÊ PREVÊ CONDICIONAMENTO ARTIFICIAL DE AR NUM PROJETO?	PORCENTAGEM (%) DE ENTREVISTADOS EM RELAÇÃO AO TOTAL
em edificações comerciais, prédios de escritórios	56
em locais com grandes áreas de vidro	30
procuro evitar ao máximo	30
quando o cliente pede	18
em projetos específicos	10
sempre que possível	14
outras	10
nunca	6
TOTAL	174

NOTA - A somatória das porcentagens é maior que 100% porque os entrevistados podiam assinalar quantas alternativas quisessem.

Como os entrevistados até então haviam valorizado muito o conforto térmico natural, esperava-se que uma maior porcentagem procurasse evitar ao máximo o condicionamento artificial. Este, pelo contrário, é inclusive visto como um requisito essencial em edificações comerciais e prédios de escritórios. Uma quantidade considerável assinalou "em locais com grandes áreas de vidro", mostrando o uso do ar condicionado como um paliativo e a ausência de preocupação com a eficiência energética. Este resultado concorda com o apresentado na seção 8.2 -Nível de importância de alguns aspectos, onde a economia de energia aparece como o aspecto de menor importância.

8.12 Mecanismos de avaliação e fontes de consulta

Fazem uso de mecanismos de avaliação e fontes de consulta relacionados especificamente ao conforto térmico natural somente 32 % dos profissionais. As principais fontes de consulta são catálogos, fabricantes e fornecedores de materiais, apostilas, livros, revistas, cursos, palestras e bate-papo com colegas (Tab. 26). A sua freqüência de utilização é apresentada na Tab. 27.

Tabela 26- Distribuição dos entrevistados segundo fontes de consulta relacionadas ao conforto térmico natural

FONTES DE CONSULTA	PORCENTAGEM (%) DE ENTREVISTADOS EM RELAÇÃO AO TOTAL
catálogos, fabricantes e fornecedores de materiais	16
apostilas, livros, revistas, cursos, palestras e bate-papo com colegas	16
normas, código de obras, experiência profissional	8
consultoria	4
TOTAL	40

NOTA - A somatória das porcentagens é maior que 32% porque os entrevistados podiam assinalar quantas alternativas quisessem.

Tabela 27- Distribuição dos entrevistados segundo a freqüência de utilização das fontes de consulta relacionadas ao conforto térmico natural

FREQÜÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DAS FONTES DE CONSULTA	PORCENTAGEM (%) DE ENTREVISTADOS EM RELAÇÃO AO TOTAL
sempre	20
em projetos específicos, quando tem alguma dúvida ou deseja alguma informação	12
TOTAL	32

8.13 Avaliações após a ocupação

Afirmaram que geralmente fazem avaliações do conforto térmico dos seus projetos após a sua ocupação 46% dos entrevistados. Referiram-se, no entanto, a conversas informais com o cliente após a obra, nas quais é feita uma avaliação geral do projeto, sendo levantados os aspectos positivos e negativos. Mencionaram também visitas e observações no local. Somente 4% dos projetistas afirmaram que elaboram e aplicam questionários e outros 4%, que trabalham com indústrias, referiram-se a medições e a um controle mais cuidadoso dos fatores ambientais.

8.14 Exigências do cliente

Somente 36 % dos projetistas afirmaram que seus clientes, de um modo geral, fazem algum tipo de exigência relacionada ao conforto térmico. Essas exigências referem-se principalmente a casas de médio e alto padrão (Fig. 29), mas talvez o fato da grande maioria atuar nesta área tenha favorecido este resultado.

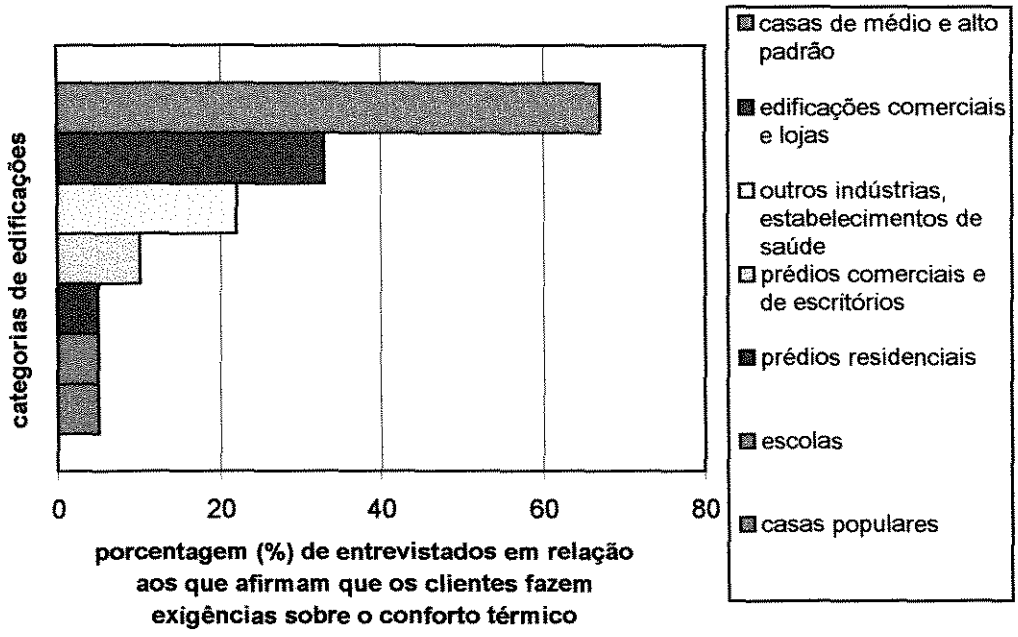


Figura 29- Distribuição dos entrevistados segundo exigências relacionadas ao conforto térmico para as categorias de edificações

As exigências citadas referiram-se principalmente ao superaquecimento no verão, à ventilação, à insolação e à iluminação natural. Também houve comentários sobre exigências de condicionamento artificial para prédios comerciais e de escritórios.

8.15 Dificuldades

Dentre os profissionais, 64% afirmaram que existe alguma dificuldade em resolver os aspectos de conforto térmico natural durante o projeto de edificações. É provável que aqueles que afirmaram que não existe dificuldade raramente tenham considerado esse aspecto com muito rigor.

As dificuldades citadas referem-se a terrenos pequenos e com orientações ruins, edificações ao redor muito próximas, falta de interesse do cliente, melhor orientação em relação ao sol incompatível com as vistas, custo alto de algumas soluções, falta de fontes para a procura de informações e falta de tempo para análises mais elaboradas.

8.16 Formação

A quase totalidade dos arquitetos entrevistados (96,3%) teve a disciplina de conforto ambiental durante seu curso de graduação. Já entre os engenheiros, não houve nenhum com esta formação específica.

8.17 Sugestões

Os entrevistados aproveitaram esse momento principalmente para tecerem uma série de comentários, aqui sintetizados:

- importância do conforto térmico natural no projeto, enumeração dos cuidados que tomam em relação à esse aspecto.
- importância da economia de energia.
- dificuldades (já apresentadas na seção 8.15- Dificuldades).
- alterações no clima urbano. Necessidade de um planejamento urbano que contemple os aspectos de conforto ambiental, principalmente no que se refere ao aumento de áreas verdes, verticalização e orientação dos lotes em relação ao norte.
- dificuldade de se obter a direção predominante dos ventos em Campinas.
- exigências muito rígidas do código de obras. A responsabilidade tem que ser do projetista, o código de obras não pode ser tão restritivo.
- necessidade de alteração das exigências do código de obras, de modo que haja uma maior flexibilidade, pois "cada caso é um caso".

Embora os projetistas em sua maioria tenham se limitado a fazer comentários, alguns também deram sugestões. Mencionaram a necessidade de dados técnicos sobre os materiais e de informações sucintas, práticas, de como lidar com o conforto térmico natural em Campinas.

PARTE C

DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO E DIRETRIZES PARA O PROJETO DE EDIFICAÇÕES ADEQUADAS AO CLIMA DE CAMPINAS

9 CONSIDERAÇÕES INICIAIS: ASPECTOS FÍSICOS E CLIMÁTICOS DE CAMPINAS

Campinas é uma cidade localizada no interior do Estado de São Paulo, a 22^0 53' de latitude sul e 47^0 05' de longitude oeste, com altitude de 694 metros. Possui uma população de 846.126 habitantes e uma área aproximada de 794,29 Km^2 (Campinas, 1995). Encontra-se numa área de transição entre os morros e serras do Planalto Atlântico, cujas altitudes máximas ultrapassam 1100 metros, e o setor de colinas e morrotes da Depressão Periférica, cujas altitudes médias estão entre 600 e 700 metros (Campinas, [1992?]). A zona urbana encontra-se na área da Depressão Periférica, onde predominam terrenos colinosos. O clima local é definido como subtropical de altitude, com verão quente e úmido e inverno seco e frio (Campinas,[1992?]).

10 OBTENÇÃO E MÉTODOS UTILIZADOS PARA O TRATAMENTO DOS DADOS CLIMÁTICOS

Com o intuito de fazer um estudo inicial do clima de Campinas foram utilizados métodos simples de tratamento de dados climáticos. Alguns destes métodos, após estabelecerem o diagnóstico climático, propõem recomendações de projeto.

[A] Eliminação dos anos atípicos (IPT, citado por Alucci, 1992)*

Identifica os anos que devem ser excluídos da caracterização climática.

[B] Método expedito (Akutsu, Vittorino e Kanaciro, 1993)

Seleciona os meses de verão e de inverno.

[C] Método estatístico (Akutsu, Vittorino e Kanaciro, 1993)

Seleciona os meses de verão e de inverno.

[D] Método proposto por Rivero (1986)

Fornece recomendações para a estrutura térmica da edificação.

[E] Método proposto por Aroztegui (1995)

Fornece subsídios para fase de concepção.

[F] Método dos triângulos (Evans e Schiller, 1991 e 1997)

Fornece subsídios para fase de concepção.

[G] Tabelas de Mahoney (Naciones Unidas, 1973 e Koenigsberger et al., 1977)

Fornece recomendações para o projeto bioclimático.

---

* INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO- IPT. *Elaboração de diretrizes para avaliação de projetos arquitetônicos visando racionalizar o consumo energético em sistemas de condicionamento térmico de ambientes.* São Paulo, 1989. (relatório IPT número 27409).

Para todos os métodos utilizou-se dados recentes referentes a períodos de 15 anos. Recomenda-se trabalhar com períodos de no mínimo 10 anos (Akutsu e Pedroso, 1988 e IPT*, citado por Alucci, 1992). Os dados foram obtidos no posto meteorológico do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), situado na zona urbana. A Tab. 28 apresenta uma listagem desses dados e do seu período de abrangência.

Tabela 28- Dados climáticos obtidos e período de abrangência

DADO CLIMÁTICO	PERÍODO DE ABRANGÊNCIA
temperatura mínima (^{0}C) (valores médios mensais)	1978 a 1997
temperatura máxima (^{0}C) (valores médios mensais)	1978 a 1997
temperatura compensada * (^{0}C) (valores médios mensais)	1978 a 1994 (exceto 1991 e 1992, devido à indisponibilidade de dados nesse período)
umidade relativa (%) (valores médios mensais)	1978 a 1997 (exceto 1991 e 1992, devido à indisponibilidade de dados nesse período)
direção do vento (principal e secundário) (valores mensais)	1978 a 1997 (exceto 1991 e 1992, devido à indisponibilidade de dados nesse período)
velocidade do vento (m/s) (valores médios mensais)	1978 a 1997 (exceto 1991 e 1992, devido à indisponibilidade de dados nesse período)
total pluviométrico (mm) (valores mensais)	1978 a 1997

* Segundo informações fornecidas pelos técnicos do posto meteorológico, a temperatura compensada pode ser utilizada quando não se dispõe da temperatura média.

$$\text{Temperatura compensada} = \frac{\text{Tmáx.} + \text{Tmín.} + \text{T(9h)} + \text{T(21h)}}{4}$$

Tmáx.:temperatura máxima
Tmín.: temperatura mínima
T(9h): temperatura às 9 horas
T(21h): temperatura às 21 horas

* INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO- IPT. *Elaboração de diretrizes para avaliação de projetos arquitetônicos visando racionalizar o consumo energético em sistemas de condicionamento térmico de ambientes.* São Paulo, 1989. (relatório IPT número 27409)

11 ELIMINAÇÃO DOS ANOS ATÍPICOS

Este método (IPT*, citado por Alucci, 1992), consiste nos seguintes procedimentos:

1. Cálculo de Δ:

$\Delta = 0{,}10 * (TMMAX - TMMIN)$

TMMAX: média das temperaturas máximas médias anuais

TMMIN: média das temperaturas mínimas médias anuais

2. Cálculo de Tmx e Tmin para cada ano:

Tmx: média anual das temperaturas máximas

Tmin: média anual das temperaturas mínimas

3. Para cada ano, se $|Tmx - TMMAX| > \Delta$ ou $|Tmin - TMMIN| > \Delta$, o ano é atípico (deve ser eliminado).

Nos métodos apresentados nos próximos capítulos, utilizou-se tanto o período de 1983 a 1997 quanto o de 1978 a 1994, dependendo da disponibilidade dos dados climáticos necessários. Portanto, para contemplar todos os anos estudados, procurou-se anos atípicos no período de 1978 a 1997 (20 anos), não tendo sido encontrado nenhum. Os resultados são apresentados na Tab. 29.

* INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO- IPT. *Elaboração de diretrizes para avaliação de projetos arquitetônicos visando racionalizar o consumo energético em sistemas de condicionamento térmico de ambientes.* São Paulo, 1989. (relatório IPT número 27409)

Tabela 29- Determinação dos anos atípicos

TEMPERATURAS MÁXIMAS (^{0}C)			TEMPERATURAS MÍNIMAS (^{0}C)		
ANO	MÉDIA ANUAL(Tmx)	Tmx-TMMAX	ANO	MÉDIA ANUAL (Tmin)	Tmin-TMIN
1978	27,9	0,5	1978	16,0	-0,3
1979	26,8	-0,6	1979	15,7	-0,6
1980	27,5	0,1	1980	16,1	-0,2
1981	27,3	-0,1	1981	15,9	-0,4
1982	26,8	-0,6	1982	16,2	-0,1
1983	26,5	-0,9	1983	16,5	0,1
1984	28,1	0,7	1984	16,5	0,2
1985	27,7	0,3	1985	15,9	-0,4
1986	27,4	0,0	1986	16,6	0,3
1987	27,4	0,0	1987	16,3	0,0
1988	27,5	0,1	1988	16,2	-0,1
1989	26,8	-0,6	1989	16,0	-0,3
1990	27,6	0,2	1990	16,5	0,2
1991	27,1	-0,3	1991	16,4	0,1
1992	27,1	-0,3	1992	16,4	0,1
1993	27,5	0,1	1993	16,4	0,1
1994	28,4	1,0	1994	16,7	0,4
1995	27,8	0,4	1995	16,7	0,4
1996	27,2	-0,2	1996	16,8	0,5
1997	27,5	0,1	1997	16,7	0,4
TMMAX	27,4		TMMIN	16,3	
Δ= 0,10 - (27,4-16,3) = 1,11					
Nenhum ano é atípico			Nenhum ano é atípico		

12 DETERMINAÇÃO DOS PERÍODOS DE VERÃO E INVERNO

Para determinar os períodos de verão e inverno foram aplicados dois métodos, o método expedito e o método estatístico, propostos por Akutsu, Vittorino e Kanaciro (1993). Ambos utilizam valores médios mensais das temperaturas máximas e mínimas.

Método expedito

No método expedito, a seleção do período de verão obedece aos seguintes procedimentos:

1. Identifica-se o mês com a maior média das temperaturas máximas (mês mais quente).

2. Calcula-se X:

$X = 0,10 * (tmáx-tmín)$

tmáx: média das temperaturas máximas do mês mais quente

tmín: média das temperaturas mínimas do mês mais quente

3. Identifica-se os meses que apresentam temperaturas máximas médias com uma diferença de até X ^{0}C em relação ao mês mais quente.

Para a seleção do período de inverno, segue-se um procedimento semelhante:

1. Identifica-se o mês com a menor média das temperaturas mínimas (mês mais frio).

2. Calcula-se Y:

$Y = 0,10 * (tmáx-tmín)$

tmáx: média das temperaturas máximas do mês mais frio

tmín: média das temperaturas mínimas do mês mais frio

3. Identifica-se os meses que apresentam temperaturas mínimas médias com uma diferença de até Y ^{0}C em relação ao mês mais frio.

Para o método expedito utilizou-se dados de temperatura máxima e mínima médias mensais de 1983 a 1997 (15 anos). Obteve-se os meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março para o verão e junho, julho e agosto para o inverno (Tab. 30).

Tabela 30- Períodos de verão e inverno de acordo com o método expedito

PERÍODO DE VERÃO												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA DAS TEMP. MÁXIMAS (^{o}C)	29,5	29,7	28,9	27,8	25,3	24,1	24,6	26,3	26,6	28,5	29,0	29,1
MÉDIA DAS TEMP. MÍNIMAS (^{o}C)	19,6	19,5	18,7	17,4	14,8	12,5	12,4	13,3	15,0	16,8	18,3	18,9
MESES DE VERÃO	X	X	X								X	X
X=0,10 . (29,7-19,5)=1,02 ^{o}C	*período verão*: Tmax entre 28,7 e 30,7 ^{o}C											
PERÍODO DE INVERNO												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA DAS TEMP. MÁXIMAS (^{o}C)	29,5	29,7	28,9	27,8	25,3	24,1	24,6	26,3	26,6	28,5	29,0	29,1
MÉDIA DAS TEMP. MÍNIMAS (^{o}C)	19,6	19,5	18,7	17,4	14,8	12,5	12,4	13,3	15,0	16,8	18,3	18,9
MESES DE INVERNO						X	X	X				
Y=0,10 . (24,6-12,4)=1,22 ^{o}C	*período inverno*: Tmin entre 11,2 e 13,6 ^{o}C											

Método estatístico

No método estatístico, as etapas são as seguintes:

1. Obtenção dos valores médios das temperaturas máxima e mínima mensais.

2. O período de verão consiste nos meses cujas temperaturas máximas médias são estatisticamente iguais às do mês mais quente, ao nível de significância de 5% (ou confiança de 95%).

3. Analogamente, o período de inverno consiste nos meses cujas temperaturas mínimas médias são estatisticamente iguais às do mês mais frio, também ao nível de significância de 5%.

4. Para encontrar os meses estatisticamente iguais ao mês mais frio e ao mais quente, é feita primeiramente uma análise pela variância, a fim de determinar se pelo menos uma média é diferente das demais. Em seguida faz-se o teste de Tukey, através do qual é obtida a diferença máxima (Dmax) entre duas médias estatisticamente iguais. Verifica-se então os meses nos quais a diferença entre a temperatura máxima ou mínima média e a

temperatura do mês mais quente ou mais frio, respectivamente, seja menor que Dmax. Costa Neto (1977) apresenta em detalhes os procedimentos necessários para a análise pela variância e para o teste de Tukey.

Os dados utilizados foram os mesmos do método expedito: temperaturas máximas e mínimas médias mensais de 1983 a 1997 (15 anos). O período de verão encontrado corresponde aos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março e o de inverno, a junho, julho e agosto (Tab. 31 e 32). Com relação ao método expedito, a única diferença é a inclusão do mês de outubro no período de verão. Akutsu, Vittorino e Kanaciro (1993) afirmam que é grande a concordância dos resultados obtidos pelos dois métodos, podendo as diferenças serem atribuídas aos arredondamentos feitos durante os cálculos.

Tabela 31- Período de verão de acordo com o método estatístico

TEMPERATURAS MÁXIMAS MÉDIAS													
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1983	27,8	29,4	27,7	27,0	25,2	22,8	25,4	26,3	23,3	26,5	28,5	27,8	
1984	30,8	32,6	29,9	26,9	27,2	26,2	26,5	24,8	25,8	29,7	29,2	27,8	
1985	28,1	30,0	28,9	27,8	25,4	23,2	23,9	27,5	26,8	30,6	30,1	30,1	
1986	30,3	29,1	29,1	28,4	26,0	24,9	23,7	25,1	26,7	28,6	29,6	27,7	
1987	29,4	29,3	29,2	28,0	23,7	23,4	26,4	26,0	25,6	28,7	29,5	29,4	
1988	31,0	29,1	29,6	27,6	24,9	23,1	22,8	27,8	29,7	27,5	28,0	29,2	
1989	28,6	28,8	29,3	28,4	25,3	23,4	23,2	25,4	25,3	27,2	27,9	28,6	
1990	30,2	29,9	29,8	29,4	24,6	24,3	22,6	24,6	25,2	28,9	31,0	30,2	
1991	28,7	29,2	26,9	26,7	25,5	24,5	24,0	26,6	27,6	27,7	28,7	28,9	
1992	29,3	29,6	28,6	27,1	25,6	25,9	24,1	25,6	24,7	27,6	28,1	29,1	
1993	29,5	27,5	29,4	28,3	25,4	23,6	25,7	25,4	26,4	29,1	31,1	29,1	
1994	29,1	31,7	28,3	27,8	26,3	23,8	25,7	27,0	30,1	31,1	29,7	30,5	
1995	30,4	28,3	28,9	27,6	25,2	24,8	25,8	29,1	27,8	27,1	29,1	29,2	
1996	30,2	30,4	29,4	28,1	25,0	24,6	24,1	27,3	25,1	28,0	25,3	29,1	
1997	28,5	30,1	28,4	27,5	24,5	22,3	25,0	26,5	28,3	28,6	29,6	30,4	
média	29,5	29,7	28,9	27,8	25,3	24,1	24,6	26,3	26,6	28,5	29,0	29,1	SOMA
soma	441,9	445,0	433,4	416,6	379,8	360,8	368,9	395,0	398,4	426,9	435,4	437,1	4939,2
soma quadrados	13032,2	13223,7	12531,6	11577,3	9625,7	8695,7	9095,4	10423,6	10630,8	12173,1	12666,4	12748,7	136424,2
quadrado das somas	195275,6	198025,0	187835,6	173555,6	144248,0	130176,6	136087,2	156025,0	158722,6	182243,6	189573,2	191056,4	2042824,4

Análise da variância				
fonte de variação	soma de quadrados	graus de liberdade	quadrado médio	F	F5%
Entre amostras	656,645	11	59,695	42,52	1,79
Residual	235,907	168	1,404		
Total	892,552	179			

Teste de Tukey													
												diferença máxima =1,41	
mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
diferença	0,2	0,0	0,8	1,9	4,4	5,6	5,1	3,4	3,1	1,2	0,7	0,6	
meses-verão	X	X	X							X	X	X	

Tabela 32- Período de inverno de acordo com o método estatístico

TEMPERATURAS MÉDIAS MÍNIMAS													
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1983	19,5	19,3	18,0	17,5	16,3	13,7	13,3	12,7	14,5	16,5	17,3	18,8	
1984	19,3	20,0	18,7	16,9	15,8	13,0	13,8	13,3	13,7	17,3	18,1	18,1	
1985	18,7	19,6	19,0	17,5	13,6	10,4	10,8	13,6	15,3	16,4	18,0	18,4	
1986	19,4	19,7	19,1	17,8	15,8	12,3	12,3	14,6	14,9	16,1	18,3	19,0	
1987	19,6	19,0	17,8	18,3	14,6	11,5	13,8	12,3	14,4	16,9	18,2	19,3	
1988	20,0	19,5	18,8	17,9	15,2	11,6	10,3	13,3	16,4	16,0	16,8	18,7	
1989	19,2	19,5	19,0	17,6	14,1	13,0	11,3	13,0	14,9	14,6	16,9	18,6	
1990	20,2	19,6	19,5	18,5	13,4	12,3	12,1	12,8	13,7	17,5	19,6	18,8	
1991	19,2	19,1	19,1	17,2	14,8	14,3	12,2	14,3	14,2	16,6	17,3	19,0	
1992	19,1	19,4	18,4	16,7	15,7	14,4	12,5	12,9	15,5	17,1	17,4	17,6	
1993	19,6	18,7	18,8	17,5	14,6	12,5	13,0	11,4	15,3	17,3	19,2	19,3	
1994	19,1	20,1	18,7	17,0	15,5	11,5	12,1	13,0	15,8	18,9	18,6	19,9	
1995	20,5	20,0	18,7	16,6	14,6	12,6	14,1	15,1	15,4	16,6	17,8	18,9	
1996	20,2	20,1	19,3	17,6	14,2	12,4	11,1	13,0	15,4	17,1	21,3	19,5	
1997	19,9	19,5	17,9	16,5	14,2	12,3	13,1	13,6	16,0	17,7	20,1	19,8	
média	19,6	19,5	18,7	17,4	14,8	12,5	12,4	13,3	15,0	16,8	18,3	18,9	SOMA
soma	293,5	293,1	280,8	261,1	222,4	187,8	185,8	198,9	225,4	252,6	274,9	283,7	2960,0
soma quadrados	5746,4	5729,5	5260,1	4549,8	3307,9	2367,4	2320,0	2649,2	3396,0	4266,5	5060,2	5371,0	50023,9
quadrado das somas	86142,3	85907,6	78848,6	68173,2	49461,8	35268,8	34521,6	39561,2	50805,2	63806,8	75570,0	80485,7	748552,8

Análise da variância				
fonte de variação	soma de quadrados	graus de liberdade	quadrado médio	F	F5%
Entre amostras	1227,963	11	111,633	155,79	1,79
Residual	120,381	168	0,717		
Total	1348,344	179			

Teste de Tukey													diferença máxima =1,01
mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
diferença	7,2	7,1	6,3	5,0	2,4	0,1	0,0	0,9	2,6	4,4	5,9	6,5	
meses-inverno						X	X	X					

13 MÉTODO PROPOSTO POR RIVERO

Rivero (1986) apresenta um método que fornece recomendações para a estrutura térmica da edificação, e que consiste num gráfico no qual os dados de entrada são os valores mensais de temperatura média do ar e amplitude média de temperatura (Fig. 30). A análise pode ser feita para cada mês ou simplesmente para os meses mais frio e mais quente. Neste caso estão indicados na Fig. 30 todos os meses do ano. Utilizou-se dados médios das temperaturas compensada, máxima e mínima mensais, referentes ao período de 1978 a 1994 (Tab. 33).

Na primeira parte do gráfico tem-se dois jogos de curvas através dos quais obtém-se a resistência térmica (r) e o coeficiente de amortecimento (μ) recomendados para os fechamentos verticais*. Na Fig. 30, apesar de constarem todos os meses, foram encontrados somente os valores extremos de r e μ, referentes aos meses de janeiro e agosto. Os demais meses necessitam de uma resistência térmica e de um coeficiente de amortecimento intermediários. A Tab. 34 apresenta esses valores encontrados e a Tab. 37 apresenta as espessuras de uma parede de tijolo cerâmico maciço cujo comportamento térmico corresponde a esses valores de r e μ recomendados (esse dado foi retirado da parte superior do gráfico).

Quanto ao fechamento horizontal e às divisórias internas, devem ser observadas as notas na lateral do gráfico. As Tab. 35 e 36 apresentam esses resultados.

Já as recomendações referentes aos fechamentos transparentes, à ventilação higiênica, à ventilação de verão, à orientação em relação ao sol e ao tratamento em relação à radiação solar são obtidas na segunda parte do gráfico, de acordo com a indicação das flechas na parte superior do mesmo. Cada flecha indica um tipo de estratégia a ser tomada em relação ao aspecto que está sendo observado. Esse estudo foi feito em relação a cada aspecto (fechamentos transparentes, ventilação higiênica, ventilação de

* A resistência térmica (r) e o coeficiente de amortecimento (μ) são definidos na seção 2.4.

verão, orientação em relação ao sol e tratamento em relação à radiação solar) para todos os meses do ano e as Tab. 38 a 42 apresentam esses resultados.

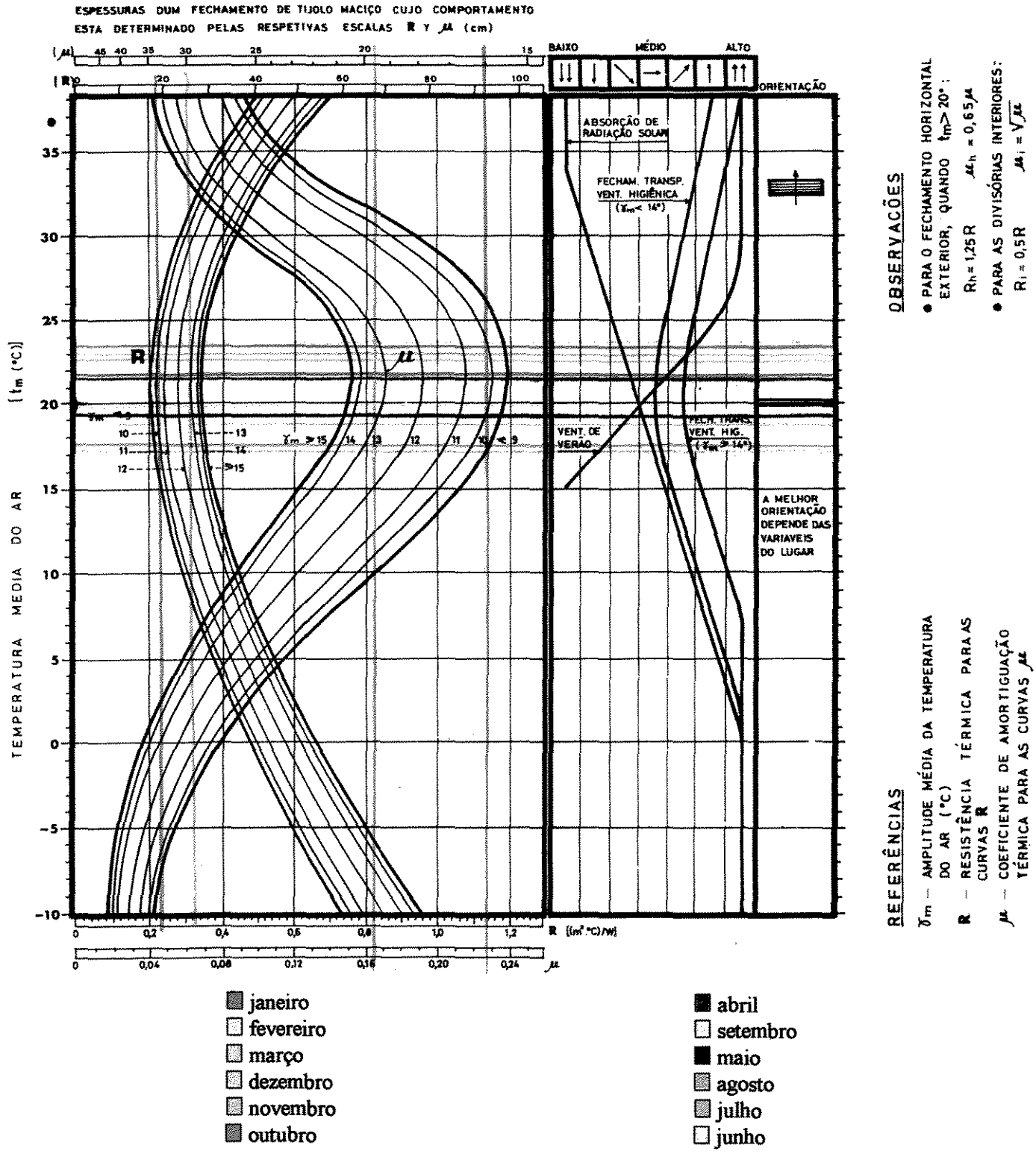


Figura 30- Gráfico proposto por Rivero com os valores correspondentes ao clima de Campinas
Fonte: Rivero (1986), p. 143.

Tabela 33- Dados utilizados para o método de Rivero

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
TEMP. MÁX. MÉDIA (TMAX) (°C)	29,2	29,9	29,2	27,7	25,4	23,9	24,5	26,1	26,6	28,6	29,2	28,7
TEMP. MÍN. MÉDIA (TMIN) (°C)	19,1	19,4	18,8	17,1	14,6	12,2	12,3	13,2	14,8	16,7	18,0	18,7
AMPLITUDE MÉDIA (TMAX-TMIN)(°C)	10,1	10,5	10,4	10,5	10,8	11,7	12,3	12,9	11,9	11,9	11,2	10,0
TEMP. COMPENS. MÉDIA (°C)	23,3	23,6	23,0	21,5	19,2	17,2	17,4	18,8	19,9	21,8	22,8	23,0

Tabela 34- Recomendações para os fechamentos verticais pelo método de Rivero

	r (RESISTÊNCIA TÉRMICA) * (M^2 °C/W)	μ (COEFICIENTE DE AMORTECIMENTO) *
JAN	0,22	0,227
AGO	0,33	0,165

NOTA- Estes dados correspondem aos valores extremos. Os outros meses possuem valores intermediários.

Tabela 35- Recomendações para os fechamentos horizontais pelo método de Rivero

	r (RESISTÊNCIA TÉRMICA) * (M^2 °C/W)	μ (COEFICIENTE DE AMORTECIMENTO) *
JAN	tm>20°C: 0,22 X 1,25= 0,275	tm>20°C: 0,65 X 0,227= 0,147
AGO	tm<20°C: 0,330	tm<20°C: 0,165

NOTA- Estes dados correspondem aos valores extremos. Os outros meses possuem valores intermediários. Para a obtenção dessas recomendações devem ser observadas as notas na lateral da Fig. 30.

Tabela 36- Recomendações para as divisórias internas pelo método de Rivero

	r (RESISTÊNCIA TÉRMICA) * (M^2 °C/W)	μ (COEFICIENTE DE AMORTECIMENTO) *
JAN	0,5 X 0,22= 0,11	$0,227^{1/2}$ = 0,476
AGO	0,5 X 0,33= 0,165	$0,165^{1/2}$ = 0,406

NOTA- Estes dados correspondem aos valores extremos. Os outros meses possuem valores intermediários. Para a obtenção dessas recomendações devem ser observadas as notas na lateral da Fig. 30.

* A resistência térmica (r) e o coeficiente de amortecimento (μ) são definidos na seção 2.4.

Tabela 37- Espessura de uma parede de tijolo cerâmico maciço cujo comportamento térmico equivale aos valores de r e μ recomendados para os fechamentos verticais pelo método de Rivero

	ESPESSURA (CM)
JAN (r=0,22 $M^2{}^0C/W$)	18
JAN (μ =0,227 $w/M^2{}^0C$)	16
AGO (r=0,33 $M^2{}^0C/W$)	25
AGO (μ =0,165 $w/M^2{}^0C$)	19,5

NOTA- Estes dados correspondem aos valores extremos. Os outros meses possuem valores intermediários.

Tabela 38- Recomendação para os fechamentos transparentes pelo método de Rivero

	RECOMENDAÇÃO
todos os meses →	"Fechamentos envidraçados construídos sem exigências especiais; em certas zonas do trópico úmido podem até carecer parcialmente de vidros para assegurar uma ampla ventilação permanente."

Tabela 39- Recomendações para o tratamento em relação à radiação solar pelo método de Rivero

	RECOMENDAÇÃO
setembro a dezembro **janeiro a abril** ↘	"A eliminação da radiação solar é ainda importante mas sua solução pode ser conseguida por uma correta forma e orientação; pela coloração apropriada das superfícies; pelo adequado tratamento do solo circundante para diminuir as reflexões e controlar as temperaturas superficiais; por elementos especializados como os dispositivos de proteção exteriores para os fechamentos envidraçados."
maio a agosto →	"Não se requer nenhuma proteção ou tratamento particular. Os fechamentos envidraçados a E e a O, no mínimo, terão dispositivos exteriores para controlar a radiação solar."

Tabela 40- Recomendação relativa à ventilação higiênica pelo método de Rivero

	RECOMENDAÇÃO
todos os meses →	"As portas e janelas do edifício são suficientes para satisfazer estas necessidades."

Tabela 41- Recomendações relativas à ventilação de verão pelo método de Rivero

	RECOMENDAÇÃO
janeiro e fevereiro ↑	"Similar a estas exigências, só que em grau menor: abundante, permanente, por todo o espaço interior cujas divisões não deverão obstruir a ventilação cruzada. O projeto urbanístico e a orientação dos edifícios favorecerão o aproveitamento dos ventos dominantes."
outubro a dezembro e março ↗	"Ventilação abundante; prever a possibilidade de um controle diurno quando a temperatura do ar exterior é superior à interior."
junho e julho ↓ **agosto e maio** ↘ **setembro e abril** →	"Diminuição gradual das previsões sobre a ventilação de verão; levando em conta somente os momentos onde as oscilações particulares dos agentes do clima a façam necessária. Observar, a este respeito, as temperaturas absolutas."

Tabela 42- Recomendações relativas à orientação pelo método de Rivero

	Recomendação
outubro a abril	"Fachadas maiores orientadas a norte-sul."
maio a setembro	"A melhor orientação depende das variáveis do lugar."

14 MÉTODO PROPOSTO POR AROZTEGUI

Este método (Aroztegui, 1995) caracteriza a problemática térmica de um determinado clima através da entrada de valores de temperatura e amplitude num gráfico que engloba quatro regiões distintas (Fig. 31). O limite entre as regiões inferiores do gráfico (A e B) e as superiores (C e D) não é claramente definido, sendo que entre 10 e 14^{0}C de amplitude tem-se uma fase de transição. Na zona A, o frio é o principal problema, na B, o calor. Nas zonas C e D tem-se grande amplitude combinada com frio e calor, respectivamente . Para cada uma dessas regiões é fornecida uma série de estratégias de projeto para fase de concepção, a fim de se assegurar o conforto térmico natural. Alguns climas podem pertencer a mais de uma região, devendo-se então considerar nestes casos que o projeto da edificação deve atender aos problemas térmicos durante todo o ano.

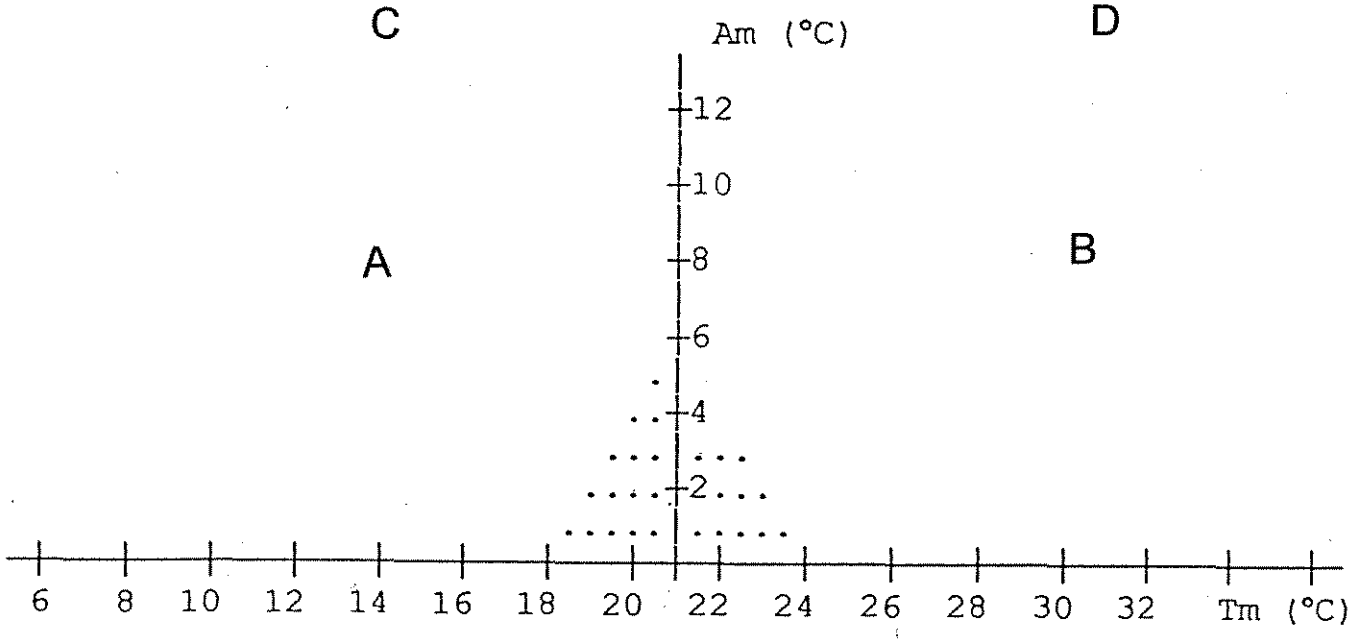


Figura 31- Gráfico proposto por Aroztegui
Fonte: adaptado de Aroztegui (1995), p. 3.

Os dados de entrada dependem do nível de caracterização que se deseja: global, sazonal ou do rigor das estações. A Tab. 43 diferencia cada um destes, apresentando os dados e os períodos utilizados na aplicação do método. As Fig. 32 a 34 apresentam os

resultados. A fim de estabelecer comparações posteriores foram mantidos os pontos apresentados nos originais, referentes às cidades de Porto Alegre, Rio de Janeiro e Recife.

Tabela 43- Níveis de caracterização da problemática térmica para o método de Aroztegui

NÍVEIS DE CARACTERIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA TÉRMICA	DADOS DE ENTRADA	DADOS UTILIZADOS	PERÍODO
caracterização global	· temperatura média anual	· temperatura compensada (valor médio anual)	1978 a 1994 (exceto 1991 e 1992)
	· amplitude média de temperatura anual	· temperatura máxima (valor médio anual) · temperatura mínima (valor médio anual)	
caracterização sazonal	· temperatura média do mês mais frio e do mês mais quente	· temperatura compensada (valor médio do mês mais frio e do mês mais quente)	1978 a 1994 (exceto 1991 e 1992)
	· amplitude média de temperatura do mês mais frio e do mês mais quente	· temperatura máxima (valor médio do mês mais frio e do mês mais quente) · temperatura mínima (valor médio do mês mais frio e do mês mais quente)	
caracterização do rigor das estações	· temperatura máxima média do mês mais quente	· temperatura máxima (valor médio do mês mais frio e do mês mais quente)	1983 a 1997
	· temperatura mínima média do mês mais frio	· temperatura mínima (valor médio do mês mais frio e do mês mais quente)	
	· amplitude média de temperatura do mês mais frio e do mês mais quente	· temperatura máxima (valor médio do mês mais frio e do mês mais quente) · temperatura mínima (valor médio do mês mais frio e do mês mais quente)	

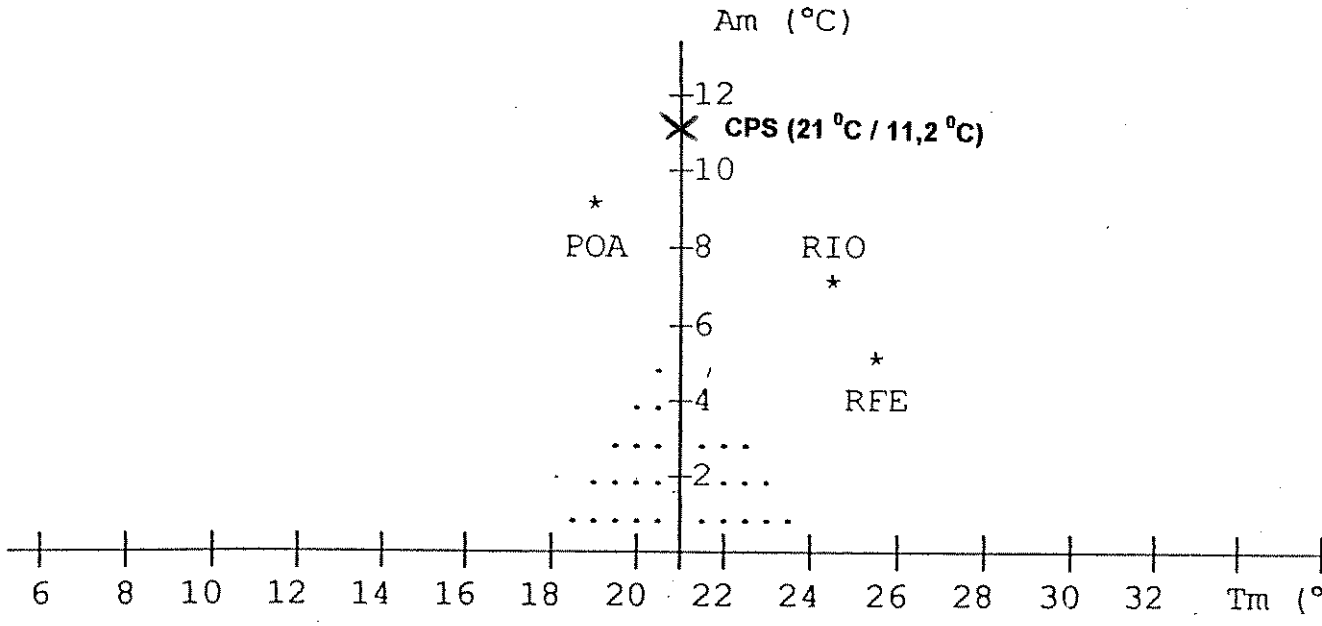


Figura 32- Caracterização global da problemática térmica de acordo com o método de Aroztegui

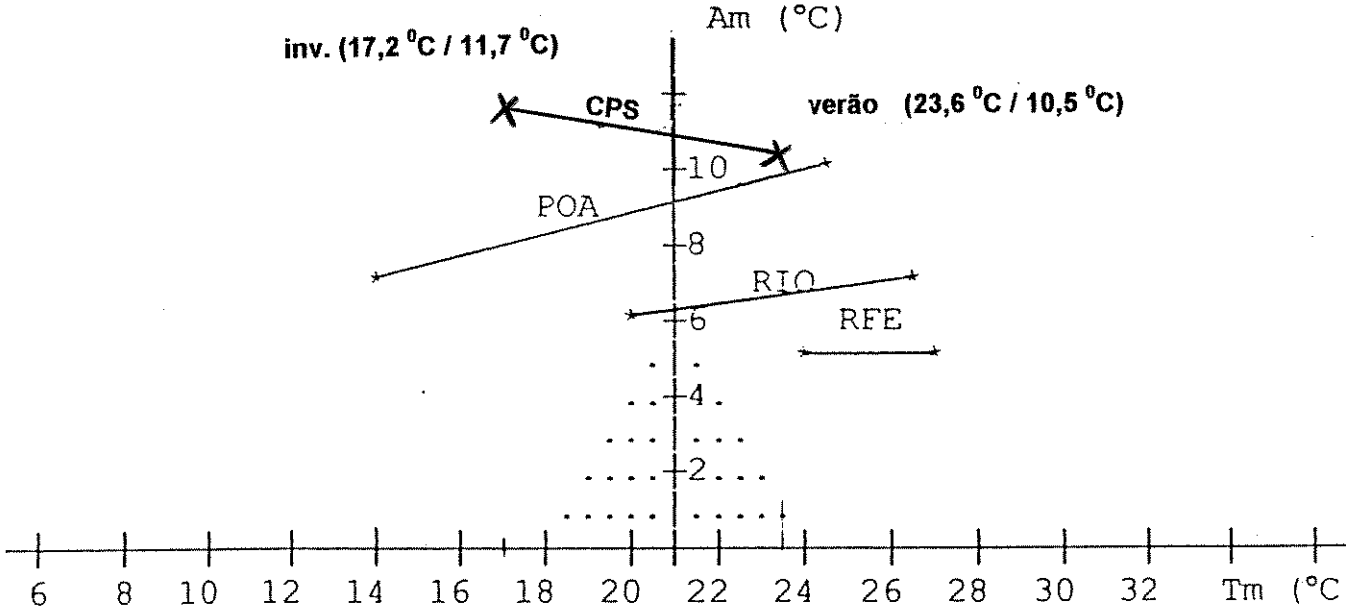


Figura 33- Caracterização sazonal da problemática térmica de acordo com o método de Aroztegui

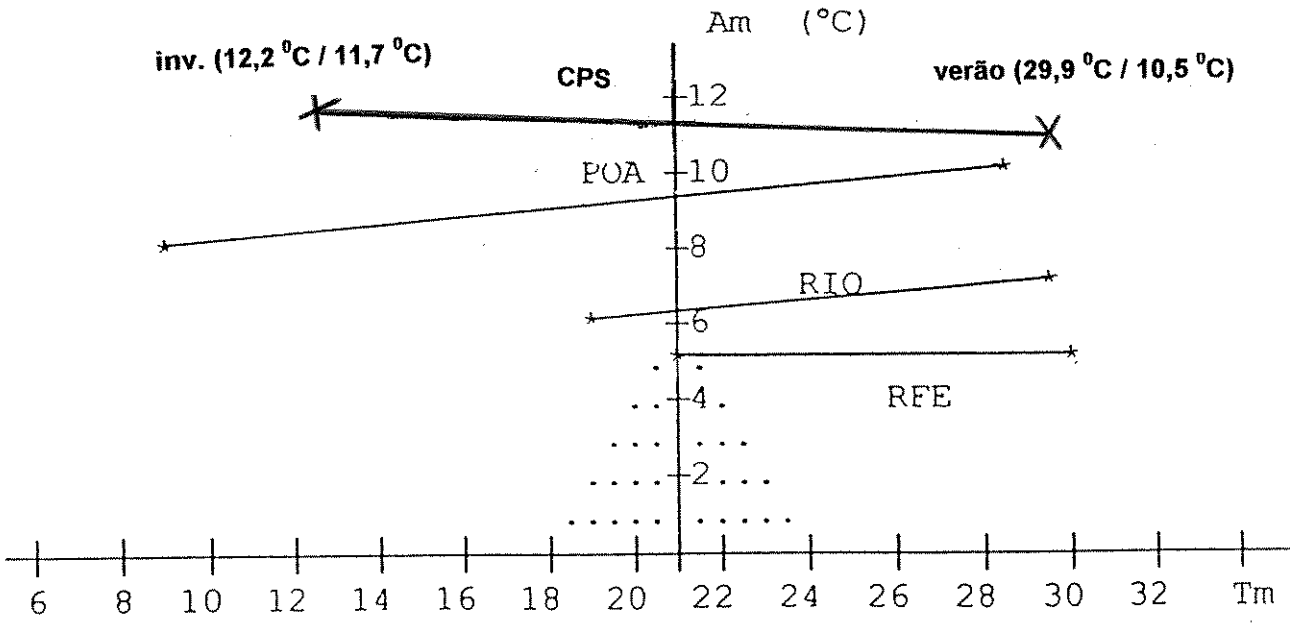


Figura 34- Caracterização do rigor das estações de acordo com o método de Aroztegui

Em todas as caracterizações não foi possível identificar o clima da cidade, pois este situa-se na fase de transição, com amplitude térmica entre 10 e 14 °C. Conforme afirma Aroztegui (1995): "Muchos climas templados están justamente en esta parte difusa de la definición. Esto significa que en esos climas las soluciones deben ser cautas, sin ir a extremos.".

15 MÉTODO DOS TRIÂNGULOS

Este método, proposto por Evans e Schiller (1991), sofreu posteriormente algumas alterações (Evans e Schiller, 1997), tendo sido utilizada neste trabalho a segunda versão.

O método consiste num gráfico no qual são plotados 12 pontos, cada um referente a uma combinação de temperatura e amplitude média mensal (Fig. 35).

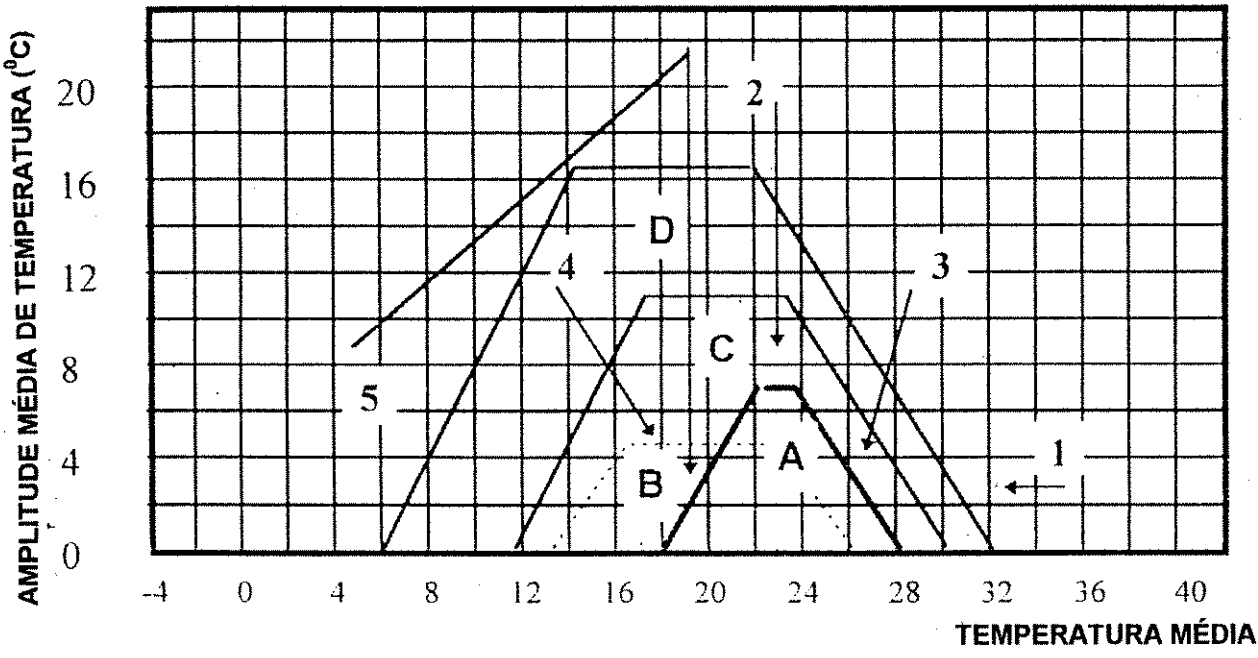


Figura 35- Gráfico correspondente ao método dos Triângulos
Fonte: Evans e Schiller (1997).

Cada "triângulo" corresponde a uma zona de conforto: o triângulo "A", ao conforto para atividades sedentárias, o "B", ao conforto em dormitórios, o "C", ao conforto em espaços de circulação, o "D", ao conforto em espaços externos. Neste trabalho considerou-se o triângulo "A". Para os pontos plotados fora do triângulo, tem-se diferentes estratégias a serem adotadas para se garantir o conforto térmico natural, dependendo da região na qual eles se encontrem:

Região 1

A *ventilação cruzada* pode diminuir a temperatura em 2 ^{0}C se a temperatura média é levemente superior à temperatura de conforto (28° C) e a amplitude térmica é reduzida (menor que 12^{0}C).

Região 2

A *inércia térmica* pode reduzir a amplitude térmica interior e melhorar o conforto se a temperatura média é confortável (entre 18 e 28 ^{0}C) e a amplitude é maior que a amplitude do triângulo (7° C).

Região 3

A *ventilação seletiva* (ventilação noturna) pode oferecer refrescamento quando a temperatura média é maior que a temperatura do triângulo (28° C) e a amplitude térmica é maior que 12 ^{0}C.

Região 4

A *ventilação seletiva* (ventilação ao meio dia) pode aumentar a temperatura quando a temperatura média é menor que a temperatura do triângulo (18° C) e a amplitude térmica é maior que 12 ^{0}C.

Região 5

O *ganho solar* também aumenta a temperatura em climas frios, sendo necessário incorporar inércia térmica para controlar a amplitude térmica interior.

Considerou-se as temperaturas compensada, máxima e mínima referentes ao período de 1978 a 1994 (exceto 1991 e 1992). A Tab. 44 apresenta os dados utilizados para entrada no gráfico. A Fig. 36 e a Tab. 45 apresentam os resultados.

Tabela 44- Dados de entrada para o método dos Triângulos

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
AMPLITUDE MÉDIA (TMAX-TMIN) (^{0}C)	10,1	10,5	10,4	10,5	10,8	11,7	12,3	12,9	11,9	11,9	11,2	10,0
TEMP. COMP. MÉDIA (^{0}C)	23,3	23,6	23,0	21,5	19,2	17,2	17,4	18,8	19,9	21,8	22,8	23,0

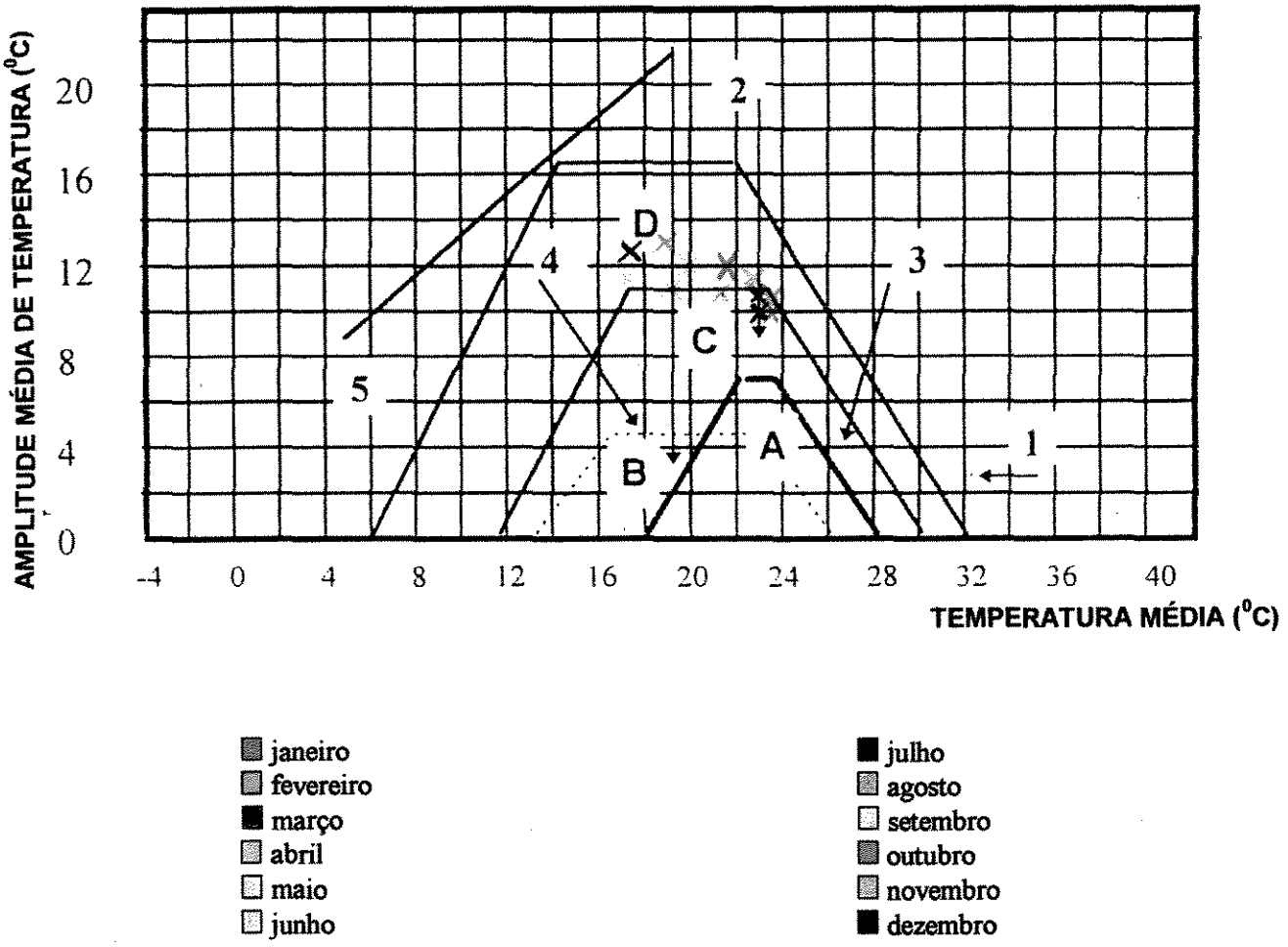


Figura 36- Gráfico correspondente ao método dos Triângulos com os pontos correspondentes a Campinas
Fonte: adaptado de Evans e Schiller (1997).

Tabela 45- Estratégias para garantir o conforto térmico natural de acordo com o método dos Triângulos

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
	2	2	2	2	2	4	4	2	2	2	2	2
REGIÃO DO GRÁFICO	temperatura entre 18 e 28° C e amplitude maior que 7° C					temp. menor que 18° C e amplitude maior que 12° C		temperatura entre 18 e 28° C e amplitude maior que 7° C				
ESTRATÉGIA	inércia térmica*					ventilação seletiva (ao meio dia)		inércia térmica				

* A inércia térmica é definida na seção 2.3.

16 TABELAS DE MAHONEY

Essas tabelas (Naciones Unidas, 1973 e Koenigsberger et al., 1977), propostas por C. Mahoney, estabelecem um diagnóstico do clima e fornecem algumas recomendações. Estas recomendações são estabelecidas considerando a duração e o rigor de diversos fatores climáticos e ponderando exigências contraditórias.

Constituem, ao todo, de quatro tabelas.

Tabela 1 de Mahoney

Apresenta os dados de temperatura do ar, umidade relativa, chuva e vento para o local em estudo.

Tabela 2 de Mahoney

Estabelece um diagnóstico do clima. O resultado final desta tabela é a obtenção de um ou mais indicadores climáticos para cada mês.

Tabela 3 de Mahoney

Fornece recomendações de projeto de acordo com os indicadores obtidos na Tabela 2. Essas recomendações referem-se a: disposição, espaçamento, movimento do ar, aberturas, paredes, telhados, dormitórios externos e proteção contra chuva.

Tabela 4 de Mahoney

Recomendações mais detalhadas que as propostas na Tabela 3. Referem-se a: tamanho, posicionamento e proteção das aberturas, paredes e pisos, telhados e características externas.

Quando há diferença entre as recomendações propostas pelas Tabelas 3 e 4, as referentes a esta última devem prevalecer sobre a primeira.

Na confecção dessas tabelas para Campinas foram utilizados dois períodos de dados: 1978 a 1994 e 1981 a 1997. Dessa forma, obteve-se dois conjuntos de Tabelas de Mahoney: um referente ao período de 1978 a 1994 e outro ao de 1981 a 1997. O motivo da utilização desses dois períodos foi o seguinte: há necessidade, nesse método, da obtenção dos registros da umidade relativa máxima e mínima mensais, cuja média deve ser calculada e anotada no campo "valor médio de umidade relativa", na Tabela 1 de Mahoney. Como esses dados não estavam disponíveis no posto meteorológico, foi preciso estimá-los*. Para essa estimativa houve necessidade de fazer uso dos registros de temperatura média, que são pertencentes a 1978 a 1994, daí o uso desse período. O uso do outro período, 1981 a 1997, deveu-se ao fato de que, a título de comparação, confeccionou-se também as Tabelas somente com os valores de umidade relativa média, que foram anotados no campo "valor médio de umidade relativa", na Tabela 1, deixando em branco os espaços para os valores de umidade máxima e mínima. Os resultados obtidos com a utilização dos dois períodos foi o mesmo, não havendo diferenças entre as recomendações propostas por ambos.

Na seqüência são apresentadas as Tabelas de Mahoney para Campinas. Primeiramente as Tabelas referentes ao período de dados de 1978 a 1994. Em seguida, as referentes a 1981 a 1997. O detalhamento dos tópicos das recomendações é apresentado após as tabelas. Convém ressaltar que as recomendações da Tabela 4 prevalecem sobre as da Tabela 3.

* O procedimento adotado para estimar as umidades relativas máxima e mínima é o proposto por Lamberts, Dutra e Pereira (1997), apresentado no Anexo F.

PERÍODO DE DADOS DE 1978 A 1994

Tabela 46- Tabela 1 de Mahoney (período de dados de 1978 a 1994)

	Campinas
Longitude	47° 05 E
Latitude	22° 53 S
Altitude	694 m

Temperatura do ar (°C)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Máx.	TMA
Máx. média mensal	29,2	29,9	29,2	27,7	25,4	23,9	24,5	26,1	26,6	28,6	29,2	28,7	29,9	21,0
Mín. média mensal	19,1	19,4	18,8	17,1	14,6	12,2	12,3	13,2	14,8	16,7	18,0	18,7	12,2	17,7
Diferença média mensal	10,1	10,5	10,4	10,5	10,8	11,7	12,3	12,9	11,9	11,9	11,2	10,0	Mín.	DMA

TMA (temp. média anual)= (Máx. + Mín.) /2

DMA (diferença média anual)= Máx. - Mín.

Umidade Relativa (%)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima média mensal	90	85	90	90	90	87,5	80	85	75	80	87,5	90
Mínima média mensal	57,5	55,0	57,5	57,5	55,0	55,0	50,0	50,0	50,0	50,0	55,0	60,0
Valor médio	73,8	70,0	73,8	73,8	72,5	71,3	65,0	67,5	62,5	65,0	71,3	75,0
Grupo de umidade	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4

Grupos de umidade: 4 (umidade acima de 70%), 3 (entre 50 e 70%), 2 (entre 30 e 50%) e 1 (abaixo de 30%).

Chuva e Vento

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Água de chuva (mm)	226,6	164,8	162,7	81,1	90,0	54,0	34,1	38,4	64,6	95,9	131,9	222,3	1366,5
Vento dominante	C	C	C	SE	C	C	C	SE	SE	SE	SE	C	

C: calmaria

SE sudeste

PERÍODO DE DADOS DE 1978 A 1994

Tabela 47- Tabela 2 de Mahoney (período de dados de 1978 a 1994)

Limites de conforto utilizados para o diagnótico

Grupo de Umidade	TMA > 20 °C		15 < TMA < 20 °C		TMA < 15 °C	
	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite
1	26 - 34	17 - 25	23 - 32	14 - 23	21 - 30	12 - 21
2	25 - 31	17 - 24	22 - 30	14 - 22	20 - 27	12 - 20
3	23 - 29	17 - 23	21 - 28	14 - 21	19 - 26	12 - 19
4	22 - 27	17 - 21	20 - 25	14 - 20	18 - 24	12 - 18

TMA (temperatura média anual) - obtida na Tabela 1 de Mahoney

Diagnóstico (^{0}C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima média mensal	29,2	29,9	29,2	27,7	25,4	23,9	24,5	26,1	26,6	28,6	29,2	28,7
Conforto diurno: superior	27	27	27	27	27	29	29	29	29	29	29	27
inferior	22	22	22	22	22	23	23	23	23	23	23	22
Solicitação térmica: diuma	Q	Q	Q	Q	C	C	C	C	C	C	Q	Q
Média mínima mensal	19,1	19,4	18,8	17,1	14,6	12,2	12,3	13,2	14,8	16,7	18,0	18,7
Conforto noturno:superior	21	21	21	21	21	23	23	23	23	23	23	21
inferior	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Solicitação térmica: noturna	C	C	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C

Q=quente (temp. acima do limite de conforto)
F=frio (temp. abaixo do limite de conforto)
C=confortável (temp. dentro do limite de conforto)
Limites de conforto obtidos na tabela acima

Aplicabilidade dos indicadores (apresentados na tabela abaixo)

	Indicador	Solicitação Térmica		Água de chuva	Grupo de umidade	Diferença Média Mensal
		Diurna	Noturna			
Movimento de ar essencial	H1	Q			4	
		Q			2, 3	< 10 °C
Movimento de ar desejável	H2	C			4	
Proteção contra chuva	H3			> 200 mm		
Capacidade térmica necessária	A1				1, 2, 3	> 10 °C
Dormitórios externos	A2		Q		1, 2	
		Q	C		1, 2	> 10 °C
Proteção contra o frio	A3	F				

Pode haver mais de um indicador para cada mês.

Indicadores

		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Úmido:	H1	X	X	X	X							X	X	6
	H2					X	X							2
	H3	X											X	2
Seco:	A1							X	X	X	X			4
	A2													0
	A3													0

PERÍODO DE DADOS DE 1978 A 1994

Tabela 48- Tabela 3 de Mahoney (período de dados de 1978 a 1994)

Total de Indicadores da Tabela 2

H1	H2	H3	A1	A2	A3			
6	2	2	4	0	0			**Disposição**
			0-10			X	1	Orientação Norte-Sul (eixo maior Leste-Oeste)
			11-12		5-12			
					0-4		2	Construção ao redor de pequenos pátios

Espaçamento

11-12							3	Grande espaçamento para entrada do vento
2-10						*X*	4	Mesmo que em 3, com proteção contra o vento
0-1							5	Distribuição compacta, pequeno movimento de ar

Movimento do ar

3-12						*X*	6	Edificação em fila única, entrada permanente de ar
1-2							7	Edificações em duas filas, entrada periódica de ar
0							8	Não é necessário movimento de ar

Aberturas

			0-1		0		9	Aberturas grandes, 40-80 % da área da parede
			11-12		0-1		10	Aberturas muito pequenas, 10-20 % da parede
outras condições						*X*	11	Aberturas médias, 20-40 % da área da parede

Paredes

			0-2				12	Paredes leves, pequeno tempo de retardo
			3-12			*X*	13	Paredes internas e externas pesadas

Telhados

			0-5			*X*	14	Telhados leves
			6-12				15	Telhados pesados, atraso superior a 8 horas

Dormitórios externos

				2-12			16	Dormitórios externos são necessários

Proteção contra chuva

		3-12					17	É necessária a proteção contra chuva

PERÍODO DE DADOS DE 1978 A 1994

Tabela 49- Tabela 4 de Mahoney (período de dados de 1978 a 1994)

Total de Indicadores da Tabela 2

H1	H2	H3	A1	A2	A3			
6	**2**	**2**	**4**	**0**	**0**			**Tamanho das aberturas**
			0-1		0		**1**	Grande: 40-80 %
					1-12		**2**	Médio: 25-40 %
			2-5			*X*		
			6-10				**3**	Pequeno: 15-25 %
			11-12		0-3		**4**	Muito pequeno: 10-20 %
					4-12		**5**	Médio: 25-40 %

Posicionamento das aberturas

3-12						*X*	**6**	Nas paredes norte e sul, na altura de um homem
1-2			0-5					e à barlavento
			6-12				**7**	Como na indicação anterior, com aberturas também
0	2-12							nas paredes interiores

Proteção das aberturas

					0-2	*X*	**8**	Evitar luz do sol direta
		2-12				*X*	**9**	Proteger da chuva

Paredes e pisos

			0-2				**10**	Leves, com baixa capacidade térmica
			3-12			*X*	**11**	Pesados, com atraso superior a 8 horas

Telhados

10-12			0-2				**12**	Telhados leves, superfície refletora
			3-12				**13**	Telhados leves, bem isolados
0-9			0-5			*X*		
			6-12				**14**	Telhados pesados, atraso superior a 8 horas

Características externas

				1-12			**15**	Dormitórios externos são necessários
		1-12				*X*	**16**	Necessário drenagem adequada da chuva

PERÍODO DE DADOS DE 1981 A 1997

Tabela 50- Tabela 1 de Mahoney (período de dados de 1981 a 1997)

Longitude	47° 05 E
Latitude	22° 53 S
Altitude	694 m

Temperatura do ar (°C)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Máx.	TMA
Máx. média mensal	29,4	29,8	29,0	27,7	25,3	23,8	24,6	26,3	26,9	28,4	29,1	28,9	29,8	21,1
Mín. média mensal	19,5	19,5	18,7	17,3	14,7	12,3	12,3	13,2	15,0	16,7	18,5	18,9	12,3	17,5
Diferença média mensal	9,9	10,3	10,3	10,5	10,7	11,5	12,3	13,1	11,8	11,6	10,6	10,0	Mín.	DMA

TMA (temp. média anual)= (Máx. + Mín.) /2

DMA (diferença média anual): Máx. - Mín.

Umidade Relativa (%)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima média mensal	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Mínima média mensal	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Valor médio	77,7	77,7	77,3	75,6	75,9	73,8	68,2	64,3	64,7	69,1	70,4	76,0
Grupo de umidade	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4

Grupos de umidade: 4 (umidade acima de 70%), 3 (entre 50 e 70%), 2 (entre 30 e 50%) e 1 (abaixo de 30%).

Chuva e Vento

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Água de chuva (mm)	250,0	192,9	179,4	74,5	88,9	57,0	31,7	34,3	72,2	102,7	134,2	227,6	1445,4
Vento dominante	C	C	SE	SE	C	C	SE	SE	SE	SE	SE	SE	

C: calmaria

SE: sudeste

PERÍODO DE DADOS DE 1981 A 1997

Tabela 51- Tabela 2 de Mahoney (período de dados de 1981 a 1997)

Limites de conforto utilizados para o diagnótico

GRUPO DE UMIDADE	TMA > 20 °C		15 < TMA < 20 °C		TMA < 15 °C	
	DIA	NOITE	DIA	NOITE	DIA	NOITE
1	26 - 34	17 - 25	23 - 32	14 - 23	21 - 30	12 - 21
2	25 - 31	17 - 24	22 - 30	14 - 22	20 - 27	12 - 20
3	23 - 29	17 - 23	21 - 28	14 - 21	19 - 26	12 - 19
4	22 - 27	17 - 21	20 - 25	14 - 20	18 - 24	12 - 18

TMA (temperatura média anual) - obtida na Tabela 1 de Mahoney

Diagnóstico (^{0}C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima média mensal	29,4	29,8	29,0	27,7	25,3	23,8	24,6	26,3	26,9	28,4	29,1	28,9
Conforto diurno: superior	27	27	27	27	27	27	29	29	29	29	27	27
inferior	22	22	22	22	22	22	23	23	23	23	22	22
Solicitação térmica: diurna	**Q**	**Q**	**Q**	**Q**	**C**	**C**	**C**	**C**	**C**	**C**	**Q**	**Q**
Média mínima mensal	19,5	19,5	18,7	17,3	14,7	12,3	12,3	13,2	15,0	16,7	18,5	18,9
Conforto noturno:superior	21	21	21	21	21	21	23	23	23	23	21	21
inferior	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
noturna	**C**	**C**	**C**	**C**	**F**	**F**	**F**	**F**	**F**	**F**	**C**	**C**

Q=quente (temp. acima do limite de conforto)
F=frio (temp. abaixo do limite de conforto)
C=confortável (temp. dentro do limite de conforto)
Limites de conforto obtidos na tabela acima

Aplicabilidade dos indicadores (apresentados na tabela abaixo)

	INDICADOR	SOLICITAÇÃO TÉRMICA		ÁGUA DE CHUVA	GRUPO DE UMIDADE	DIFERENÇA MÉDIA MENSAL
		DIURNA	NOTURNA			
MOVIMENTO DE AR ESSENCIAL	H1	Q			4	
		Q			2, 3	< 10 °C
MOVIMENTO DE AR DESEJÁVEL	H2	C			4	
PROTEÇÃO CONTRA CHUVA	H3			> 200 mm		
CAPACIDADE TÉRMICA NECESSÁRIA	A1				1, 2, 3	> 10 °C
DORMITÓRIOS EXTERNOS	A2		Q		1, 2	
		Q	C		1, 2	> 10 °C
PROTEÇÃO CONTRA O FRIO	A3	F				

Pode haver mais de um indicador para cada mês.

Indicadores

		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Úmido:	H1	X	X	X	X							X	X	6
	H2					X	X							2
	H3	X											X	2
Seco:	A1							X	X	X	X			4
	A2													0
	A3													0

PERÍODO DE DADOS DE 1981 A 1997

Tabela 52- Tabela 3 de Mahoney (período de dados de 1981 a 1997)

Total de Indicadores da Tabela 2

H1	H2	H3	A1	A2	A3			
6	2	2	4	0	0			**Disposição**
			0-10			X	1	Orientação Norte-Sul (eixo maior Leste-Oeste)
			11-12		5-12			
					0-4		2	Construção ao redor de pequenos pátios

Espaçamento

11-12							3	Grande espaçamento para entrada do vento
2-10						*X*	4	Mesmo que em 3, com proteção contra o vento
0-1							5	Distribuição compacta, pequeno movimento de ar

Movimento do ar

3-12						*X*	6	Edificação em fila única, entrada permanente de ar
1-2							7	Edificações em duas filas, entrada periódica de ar
0							8	Não é necessário movimento de ar

Aberturas

			0-1		0		9	Aberturas grandes, 40-80 % da área da parede
			11-12		0-1		10	Aberturas muito pequenas, 10-20 % da parede
outras condições						*X*	11	Aberturas médias, 20-40 % da área da parede

Paredes

			0-2				12	Paredes leves, pequeno tempo de retardo
			3-12			*X*	13	Paredes internas e externas pesadas

Telhados

			0-5			*X*	14	Telhados leves
			6-12				15	Telhados pesados, atraso superior a 8 horas

Dormitórios externos

				2-12			16	Dormitórios externos são necessários

Proteção contra chuva

		3-12					17	É necessária a proteção contra chuva

PERÍODO DE DADOS DE 1981 A 1997

Tabela 53- Tabela 4 de Mahoney (período de dados de 1981 a 1997)

Total de Indicadores da Tabela 2

H1	H2	H3	A1	A2	A3			
6	**2**	**2**	**4**	**0**	**0**			**Tamanho das aberturas**
			0-1		0		**1**	Grande: 40-80 %
					1-12	*X*	**2**	Médio: 25-40 %
			2-5					
			6-10				**3**	Pequeno: 15-25 %
			11-12		0-3		**4**	Muito pequeno: 10-20 %
					4-12		**5**	Médio: 25-40 %

Posicionamento das aberturas

3-12						*X*	**6**	Nas paredes norte e sul, na altura de um homem
1-2			0-5					e à barlavento
			6-12				**7**	Como na indicação anterior, com aberturas também
0	2-12							nas paredes interiores

Proteção das aberturas

					0-2	*X*	**8**	Evitar luz do sol direta
		2-12				*X*	**9**	Proteger da chuva

Paredes e pisos

			0-2				**10**	Leves, com baixa capacidade térmica
			3-12			*X*	**11**	Pesados, com atraso superior a 8 horas

Telhados

10-12			0-2				**12**	Telhados leves, superfície refletora
			3-12				**13**	Telhados leves, bem isolados
0-9			0-5			*X*		
			6-12				**14**	Telhados pesados, atraso superior a 8 horas

Características externas

				1-12			**15**	Dormitórios externos são necessários
		1-12				*X*	**16**	Necessário drenagem adequada da chuva

DETALHAMENTO DOS TÓPICOS REFERENTES ÀS RECOMENDAÇÕES PARA CAMPINAS

(as recomendações da Tabela 4 prevalecem sobre as da tabela 3)

Tabela 3

- Disposição: as edificações devem orientar-se no eixo leste-oeste, expondo ao norte e ao sul as maiores dimensões para reduzir a exposição ao sol.

- Espaçamento: edifícios bem separados para permitir entrada do vento. Deve ser prevista proteção contra os ventos frios ou contra os quentes e poeirentos.

- Movimento do ar: as edificações devem estar em uma única fila, com janelas nas paredes norte e sul para assegurar movimento de ar através de ampla ventilação cruzada.

- Aberturas: médias, entre 20 a 40 % da área da parede. Nos trópicos, não são aceitas aberturas nas paredes oeste em nenhuma circunstância.

- Paredes: paredes internas e externas pesadas.

- Telhado: telhado leve, bem isolado, com baixa capacidade térmica.

- Dormitórios externos: não devem ser previstos.

- Proteção contra chuva: não é necessária.

Tabela 4

- Tamanho das aberturas: médio, entre 25 e 40 % da área da parede.

- Posição das aberturas: devem estar colocadas de forma que o vento incida diretamente sobre os ocupantes. A orientação preferencial é a norte-sul, mas neste caso a direção do vento deve predominar sobre a orientação solar.

- Proteção das aberturas: exclusão total de radiação solar durante todo o ano. Proteção das aberturas contra chuva.

- Paredes e pisos: pesados. Tijolos, blocos ou concreto de 300 mm de espessura satisfazem esse requisito. Caso estejam isolados do exterior, pode-se utilizar uma espessura menor, inferior a 100 mm.

- Telhado: telhado leve, bem isolado, com uma transmitância global não inferior a 0,8 W/m^2 °C.

- Características externas: são necessárias medidas especiais para a drenagem do telhado. Devem ser evitados depósitos de água parada, por atraírem mosquitos.

17 ANÁLISE DO CLIMA E PROPOSIÇÃO DE DIRETRIZES

Neste capítulo procura-se estabelecer algumas diretrizes básicas para o projeto bioclimático em Campinas, baseando-se nos resultados obtidos pela aplicação dos métodos de análise do clima. Quando necessários para a compreensão do texto, estes resultados são reapresentados. Informações sobre os métodos utilizados podem ser encontradas nos capítulos 11 a 16.

As diretrizes fornecem subsídios para a fase de concepção, em relação a elementos de projeto, tais como orientação, insolação, aberturas, fechamentos e superfícies envidraçadas. Referem-se a edificações habitacionais ou similares, nas quais as pessoas desenvolvam atividades sedentárias.

A Tab. 54 apresenta os períodos de verão e inverno obtidos através dos métodos expedito e estatístico. Verifica-se que o verão possui maior duração que o inverno, indicando a predominância do calor sobre o frio na cidade durante o ano.

Tabela 54- Períodos de verão e inverno em Campinas

	PERÍODO DE VERÃO		PERÍODO DE INVERNO	
	MÉTODO EXPEDITO	MÉTODO ESTATÍSTICO	MÉTODO EXPEDITO	MÉTODO ESTATÍSTICO
JAN	X	X		
FEV	X	X		
MAR	X	X		
ABR				
MAI				
JUN			X	X
JUL			X	X
AGO			X	X
SET				
OUT		X		
NOV	X	X		
DEZ	X	X		

O mês mais quente é fevereiro, com maior média das máximas, tanto para o período de 1983 a 1997, utilizado nos métodos expedito e estatístico, quanto para o de 1978 a 1994, utilizado no método de Aroztegui (Tab. 55). Já o mês mais frio, com menor média

das mínimas, pode ser junho ou julho, de acordo com o período adotado, mas com uma diferença muito pequena, de 0,1 ^{0}C (Tab. 55).

Tabela 55- Temperaturas máximas e mínimas diárias médias dos meses de verão e inverno

PERÍODO	TEMPERATURAS MÍNIMAS DIÁRIAS MÉDIAS(^{0}C)		TEMPERATURAS MÁXIMAS DIÁRIAS MÉDIAS (^{0}C)
	junho	julho	fevereiro
1983 A 1997 *	12,5	12,4	29,7
1978 A 1994 **	12,2	12,3	29,9

* Período utilizado nos métodos expedito e estatístico.
** Período utilizado no método de Aroztegui.

A determinação dos meses de verão e inverno baseou-se somente em dados de temperatura. A umidade relativa do ar é outro fator que também interfere na sensação de frio e calor. Para uma dada temperatura, a sensação de calor é maior quando a umidade relativa é alta, pois a perda de calor por evaporação é dificultada.

A umidade relativa média em Campinas, bem como na maior parte do Brasil, assume valores médios a altos ao longo do ano, variando, de acordo com as Tabelas de Mahoney, de 64,3% a 77,7% (Tab. 56).

Tabela 56- Umidade relativa média em Campinas

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
UMIDADE RELATIVA MÉDIA (%) *	77,7	77,7	77,3	75,6	75,9	73,8	68,2	64,3	64,7	69,1	70,4	76,0
GRUPO DE UMIDADE **	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4

* Valores referentes ao período de 1981 a 1997 (exceto 1991 e 1992).
** Os grupos de umidade variam, de acordo com Mahoney, de 1(muito seco) a 4(muito úmido).

Percebe-se que a umidade é maior no verão que no inverno, podendo ser considerada alta, apesar de não atingir os valores de certas cidades do Brasil, como Belém, por exemplo, cuja média em fevereiro é 91% (Roriz e Basso, 1990). Na época do verão chove mais, principalmente em dezembro e janeiro (Tab. 57). Para os dois períodos de dados adotados no método de Mahoney, estes meses possuem classificação H3

(precipitação total maior que 200 mm), o que leva à recomendação da necessidade de proteção das aberturas contra chuva.

Tabela 57- Precipitação total em Campinas

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
PRECIPITAÇÃO TOTAL (MM) *	250,0	192,9	179,4	74,5	88,9	57,0	31,7	34,3	72,2	102,7	134,2	227,6
PRECIPITAÇÃO TOTAL (MM) **	226,6	164,8	162,7	81,1	90,0	54,0	34,1	38,4	64,6	95,9	131,9	222,3

* Valores referentes ao período de 1981 a 1997 (exceto 1991 e 1992).
** Valores referentes ao período de 1978 a 1994 (exceto 1991 e 1992).

O verão apresenta também temperaturas altas. Isso pode ser verificado pelo Mahoney, no qual os dias são classificados como quentes (Q) de novembro a abril, e pelo Aroztegui (caracterização do rigor das estações), onde a média das temperaturas máximas diárias em fevereiro é alta (29,9 ^{0}C), próxima às de Recife e Rio.

A combinação de temperatura e umidade altas requer como estratégia bioclimática a ventilação (maior velocidade do ar), pois assim a perda de calor do corpo é facilitada. O método de Rivero recomenda ventilação abundante e permanente para os meses de janeiro e fevereiro, continuando a prevê-la de outubro a dezembro e março, só que com possibilidade de controle (fechamento das aberturas). Mahoney classifica os meses de novembro a abril como quentes e úmidos (H1), nos quais o movimento de ar é essencial, havendo necessidade de ventilação cruzada e entrada permanente de ar.

O aproveitamento do vento torna-se então imprescindível, sendo necessário para isso obter informações sobre o comportamento do mesmo em Campinas. Pedroso (1988) recomenda encontrar a variação da direção do vento ao longo do ano, as velocidades associadas a essas direções e as suas freqüências de ocorrência.

Com os dados climáticos disponíveis não foi possível obter todas essas informações. Foram encontradas somente a direção na qual o vento sopra com maior freqüência, denominada *direção predominante* (Tab. 58) e a velocidade média em todas as direções (Tab. 59). O primeiro dado já havia sido inclusive obtido nas Tabelas de Mahoney.

Tabela 58- Direção predominante do vento em Campinas

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
DIREÇÃO PREDOMINANTE DO VENTO *	C	C	SE	SE	C	C	SE	SE	SE	SE	SE	SE
DIREÇÃO PREDOMINANTE DO VENTO **	C	C	C	SE	C	C	C	SE	SE	SE	SE	C
SE: sudeste C: calmaria -velocidade menor que 2 Km/h (aproximadamente 0,5 m/s)												

* Valores referentes ao período de 1981 a 1997 (exceto 1991 e 1992).
** Valores referentes ao período de 1978 a 1994 (exceto 1991 e 1992).

Tabela 59- Velocidade média do vento em Campinas

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA ANUAL
VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO * (M/S)	1,9	1,9	2,1	2,3	2,0	1,9	2,6	2,8	3,4	3,3	2,9	2,6	2,5

* Valores referentes ao período de 1981 a 1997 (exceto 1991 e 1992).

Percebe-se que, de um modo geral, a direção predominante do vento em Campinas é sudeste, havendo também uma quantidade considerável de meses com calmaria, inclusive no verão. A Fig. 37 representa o vento sudeste. O grande número de meses com calmaria é aparentemente contraditório com o que se observa na cidade, que é considerada com grande incidência de vento.

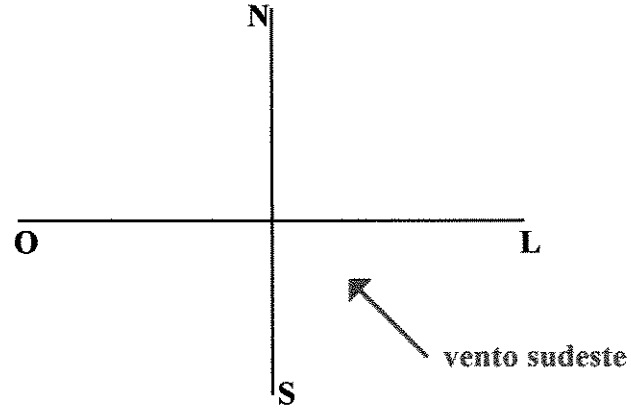


Figura 37- Representação do vento sudeste

Com relação à velocidade do vento, as medidas, efetuadas a 10 metros de altura, correspondem a valores maiores do que os referentes a alturas mais baixas. Além disso, deve-se levar em consideração o seu decréscimo em zonas adensadas (Evans e Schiller, 1991).

É importante ressaltar que as informações sobre o vento acima apresentadas são insuficientes. A obtenção das freqüências de ocorrência e das velocidades referentes às diversas direções e ao período de calmaria, a sua variação ao longo do ano, e até mesmo ao longo do dia, possibilitariam um melhor delineamento das condições de vento em Campinas.

Além das dificuldades advindas da insuficiência de informações, a consideração da ventilação natural em projetos encontra outras barreiras. Conforme os resultados da pesquisa com os profissionais, ela não é considerada pela maioria. Observar a ventilação natural realmente não é uma tarefa simples, o que a torna um dos aspectos mais dificeis de serem explorados no projeto. A provisão da ventilação por ação dos ventos, por exemplo, não consiste simplesmente em localizar as aberturas nas faces de pressão e sucção. A relação entre as áreas das aberturas de entrada e saída, o ângulo de incidência do vento com a fachada, as mudanças de direção feitas pelo fluxo de ar no ambiente interno, a altura e o tipo das aberturas, bem como a própria velocidade do ar externo influenciam o fluxo de ventilação. O seu estudo engloba conceitos de mecânica dos fluidos e cálculos algumas vezes complexos, dificultando a sua aplicação no ambiente de projeto. Até os elementos do entorno e da própria edificação interferem no comportamento do vento a nível externo, o que acaba por interferir também no seu comportamento a nível interno. O planejamento urbano, portanto, também deveria considerar esse aspecto, garantindo a correta orientação dos lotes e o espaçamento adequado das edificações, a fim de otimizar as sombras de vento.

Os procedimentos de cálculo referentes a outra forma de ventilação natural, pelo efeito chaminé, apesar de serem um pouco mais simplificados também não são facilmente utilizáveis no ambiente de projeto. De um modo geral, quanto maiores as diferenças de temperatura externa e interna e de altura entre as aberturas de entrada e saída, maior o fluxo de ar. Em muitas instalações industriais pode-se tirar partido disso, fato comprovado pelos resultados da pesquisa junto aos projetistas, que apresentaram, para os que atuam em indústrias, um maior aproveitamento desse efeito, inclusive com maior uso de métodos de cálculo.

No inverno não há mais necessidade de ventilação abundante como no verão, pois a umidade relativa e a temperatura assumem valores mais baixos. Isso pode ser verificado por Rivero, que recomenda, de abril a setembro, um decréscimo gradual da ventilação. Uma forma de atender a exigências tão variadas é através da previsão de aberturas reguláveis, que permitem o controle do fluxo de ventilação pelo usuário. Aberturas que propiciem ventilação permanente, portanto, não são adequadas. No que se refere à ventilação higiênica, não há necessidade de aberturas diferenciadas para provê-la, segundo recomendado por Rivero.

Ainda com relação à ventilação de inverno, Mahoney levanta a necessidade de proteção contra o vento frio. Este possui a mesma direção predominante sudeste do vento de verão. Neste caso, percebe-se duas exigências contraditórias. No verão, as aberturas devem ser orientadas de modo a captar esse vento, e no inverno, estar protegidas do mesmo. Portanto, apesar do método de Rivero não considerar importante evitar as infiltrações pelas janelas e portas, optou-se por sugerir um maior cuidado com elas, principalmente com as submetidas ao vento sudeste, em áreas pouco adensadas.

Outro aspecto importante do clima é a amplitude diária de temperatura, cujos dados são apresentados na Tab. 60.

Tabela 60- Amplitude diária média de temperatura em Campinas

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
AMPLITUDE DIÁRIA MÉDIA DE TEMPERATURA* (^{0}C)	10,1	10,5	10,4	10,5	10,8	11,7	12,3	12,9	11,9	11,9	11,2	10,0

* Dados referentes ao período de 1978 a 1994 (exceto 1991 e 1992).

A amplitude de temperatura está relacionada com a umidade, pois quanto maior a umidade, menor a variação de temperatura ao longo do dia. O verão em Campinas, mais úmido que o inverno, apresenta amplitudes menores, em torno de 10 ^{0}C. Já o inverno, mais seco, possui amplitudes maiores, chegando a 12,9 ^{0}C em agosto. Percebe-se que Campinas, mesmo no verão, apresenta amplitudes razoáveis. No método de Aroztegui, em todas as caracterizações, a cidade permanece na zona de transição, com amplitudes médias ao longo do ano bem maiores que as do Rio e Recife.

Nos meses de maio a outubro, de acordo com Mahoney, as noites são frias (F), mas os dias, confortáveis (C). Ainda segundo Aroztegui, no inverno a amplitude diária média de temperatura é maior que a das três cidades apresentadas, Rio, Recife e Porto Alegre. Essa grande variação térmica diária proporciona em Campinas um inverno ameno, com temperaturas máximas médias em torno de 24 ^{0}C.

Sabe-se também que quanto maior a amplitude de temperatura, maior a necessidade de inércia térmica. Pode-se portanto tirar partido do alto ganho de calor durante o dia para, através da inércia térmica, aquecer os ambientes internos à noite no período frio. Mahoney recomenda paredes externas com grande atraso térmico. As recomendações mais severas de Rivero para fechamentos verticais referem-se ao mês de agosto (mais seco): um alto amortecimento, ou seja, alta inércia térmica (coeficiente de amortecimento μ=0,165), e uma considerável resistência térmica (r=0,33 m^2 ^{0}C /W). É importante ressaltar que esse último valor refere-se à resistência térmica da parede, não sendo consideradas as resistências superficiais. Na Tab.61 são fornecidos alguns valores de r e μ calculados para fechamentos verticais. As fórmulas relativas ao cálculo desses valores, bem como a definição de resistência térmica e coeficiente de amortecimento, são apresentadas na seção 2.4.

Tabela 61- Resistência térmica (r) e coeficiente de amortecimento (μ) de alguns fechamentos verticais

	r (m^2 ^{0}C /W)	μ
TIJOLO DE BARRO MACIÇO C/ REVESTIMENTO INTERNO E EXTERNO ESPESSURA TOTAL: 24 CM	0,33	0,09
BLOCO CERÂMICO C/ REVESTIMENTO INTERNO E EXTERNO ESPESSURA TOTAL: 23 CM	0,26	0,105
BLOCO DE CONCRETO C/ REVESTIMENTO INTERNO E EXTERNO ESPESSURA TOTAL: 23 CM	0,26	0,11
PAINEL DE CONCRETO ESPESSURA TOTAL: 10 CM	0,06	0,425

NOTA - Dados de condutividade térmica (λ), calor específico (c) e densidade (d), necessários para o cálculo dessas propriedades, retirados de Frota e Schiffer (1995) e Mascaró (1991).

No que se refere aos fechamentos horizontais (cobertura), foram encontradas recomendações conflitantes. No Rivero, a recomendação é de telhados com alta resistência térmica (r=0,33 m^2 $^0C/W$ para agosto) e excelente amortecimento (recomendação para janeiro: μ=0,147). Mahoney recomenda telhados leves (baixa inércia térmica), mas com uma alta resistência térmica bem alta. Essas diferenças talvez devam-se ao clima composto da cidade. Considerou-se que por estar justamente na transição entre os climas úmidos e secos em todas as caracterizações de Aroztegui, a adoção de paredes e telhados com grande amortecimento provavelmente não seria a ideal, visto que no verão estes poderiam ocasionar temperaturas altas à noite. No entanto, há necessidade de um estudo mais detalhado, especialmente sobre telhados, para a cidade. Na Tab. 62 são fornecidos alguns valores de r e μ para fechamentos horizontais.

Tabela 62- Resistência térmica (r) e coeficiente de amortecimento (μ) de alguns fechamentos horizontais

	r (M^2 $^0C/W$)		μ
	FLUXO ASCENDENTE	FLUXO DESCENDENTE	
TELHA DE BARRO, LAJE MISTA, C/ ESPAÇO DE AR DE 1,10 M *	0,382	0,402	0,30
TELHA DE BARRO, FORRO DE CONCRETO (10 CM), C/ ESPAÇO DE AR DE 1,10 M *	0,211	0,231	0,28
TELHA DE BARRO, FORRO DE CONCRETO (10CM) C/ LÃ DE VIDRO (3CM) NA FACE SUPERIOR, C/ ESPAÇO DE AR DE 1,10M ENTRE A TELHA E O FORRO *	0,667	0,687	0,10
TELHA DE FIBROCIMENTO, LAJE MISTA, ESPAÇO DE AR DE 80 CM **	0,367	0,387	0,31

* As propriedades térmicas dessas coberturas foram calculadas com auxílio do software Arquitrop (Roriz e Basso, 1990).

** As propriedades térmicas dessa cobertura constam do banco de dados do software acima citado.

Com relação à insolação, os resultados da aplicação dos formulários mostraram que esse é o aspecto relacionado ao conforto térmico natural mais valorizado no projeto. Um instrumento que permite a análise da insolação, pois representa o movimento aparente do sol ao longo dos dias do ano, é a carta solar. A carta solar de Campinas foi apresentada na seção 2.5.

As recomendações fornecidas pelos métodos são conflitantes no que se refere aos períodos nos quais a insolação deve ser evitada. De acordo com o método de Rivero, esta deve ser eliminada nos meses de setembro a abril. No período restante, de maio a agosto, não há necessidade de tanto controle. Pelo Mahoney, no entanto, deve-se evitar luz do sol direta durante todo o ano.

É importante ressaltar que o ganho de calor devido à incidência de radiação solar num fechamento está relacionado não somente com a orientação, mas também com a cor das superfícies externas (cores claras absorvem menor quantidade de radiação solar), com o uso de dispositivos de proteção, com as propriedades térmicas dos materiais utilizados e com as características do entorno. Rivero inclusive recomenda o tratamento do solo circundante para reduzir as reflexões.

PARTE D

CONCLUSÕES, ANEXOS E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

18 CONCLUSÕES

Os resultados da pesquisa com os projetistas mostraram que uma parcela considerável dos mesmos considera importante o conforto térmico natural. Porém, apesar de terem consciência do valor desse aspecto, não fazem uso freqüente de ferramentas auxiliares. Surge, então, a dúvida se esses resultados não mostram apenas o sentimento desses indivíduos em relação ao projeto; surge a questão se, na prática, realmente esses aspectos são considerados. A ausência do uso das ferramentas indica, no mínimo, que caso sejam feitas análises, estas não contemplam a possibilidade da verificação da adequabilidade de várias soluções. Ou seja, durante o processo de projeto é utilizado pouco material de referência e há resistência ao seu enquadramento em métodos científicos, conforme já haviam citado Kowaltowski e Labaki (1993). Considera-se que há uma série de dificuldades que impedem esse tipo de atitude em projeto. Essas dificuldades são muito mais amplas do que a simples relação entre conforto e arquitetura. No entanto, o desenvolvimento de instrumentos de fácil uso, adaptados ao ambiente de projeto, possibilita uma análise adequada e pode ser um excelente auxílio. Ultimamente tem havido uma maior preocupação dos pesquisadores nesse sentido, podendo-se citar por exemplo o trabalho de Prata (1998) *.

Os formulários também mostraram que a insolação é um dos aspectos mais freqüentemente analisado. O mesmo não ocorre com a ventilação. Ela é realmente mais difícil de ser solucionada devido às razões já apresentadas durante o desenvolvimento do trabalho. Verificou-se no tratamento dos dados climáticos a necessidade de maiores informações sobre o vento em Campinas: sua direção, freqüência e velocidade ao longo do ano e também ao longo do dia. Um estudo cuidadoso do regime de ventos possibilitaria o estabelecimento de recomendações mais precisas.

* PRATA, A. R. Uma ferramenta computacional de avaliação da ventilação natural em projetos arquitetônicos. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil , UNICAMP, 1998. Dissertação (Mestrado)- Campinas: Faculdade de Engenharia Civil , UNICAMP, 1998.

Mesmo com relação à insolação há necessidade de se efetuar medidas sistemáticas da radiação solar (direta e difusa) nos postos meteorológicos, pois esses dados são extremamente úteis quando se trata de clima, conforto e arquitetura. Seriam interessantes também estudos sobre o comportamento das orientações (norte-sul-leste-oeste) no clima da cidade e sobre os períodos de "sobreaquecimento" (nos quais a radiação direta deve ser evitada), o que auxiliaria no dimensionamento de proteções solares, com o estabelecimento desses períodos na carta solar.

O fato do clima da cidade ser composto dificultou em alguns momentos a proposição das diretrizes, principalmente no que se refere aos materiais. Sentiu-se necessidade de um estudo mais aprofundado sobre o comportamento térmico de alguns tipos de paredes e coberturas.

Finalmente, considera-se que esta pesquisa consistiu num importante passo na caracterização climática de Campinas, visto que até então não havia sido desenvolvido nenhum trabalho nesse sentido. É importante ressaltar que as diretrizes propostas, agrupadas na Tab. 63, apresentada na seqüência, visam fornecer alguns subsídios para a fase de concepção do projeto arquitetônico e referem-se a edificações habitacionais ou similares, nas quais as pessoas desenvolvam atividades sedentárias.

Tabela 63- Diretrizes para a concepção de projetos na cidade de Campinas,SP visando o condicionamento térmico natural

ASPECTO	RECOMENDAÇÃO
aberturas	• orientadas de modo que seja possível ventilação cruzada (aproveitamento do vento: sudeste). • protegidas contra o vento sudeste no inverno. Maior cuidado com as infiltrações em janelas e portas submetidas a esse vento. • reguláveis, para que seja possível o controle do fluxo de ar, de modo a atender as exigências de ventilação variáveis ao longo do ano. Não devem ser previstas aberturas permanentes de ventilação. • posicionadas de forma que o vento incida diretamente sobre os ocupantes no verão (janelas na altura dos usuários). • com dispositivos exteriores para controlar a radiação solar principalmente no período de setembro a maio, nos horários mais quentes do dia, referentes ao período da tarde. • protegidas contra chuva.
orientação / insolação	• a orientação dos edifícios deve favorecer o aproveitamento do vento predominante (sudeste). • controle da radiação solar através da coloração apropriada das superfícies. • tratamento do solo circundante para controlar as temperaturas superficiais. Uma boa alternativa é o uso da vegetação que também diminui a necessidade de drenagem da água da chuva.
espaçamento entre as edificações	• grande separação entre as edificações para entrada do vento sudeste no verão úmido.
fechamentos	• inércia térmica de média a alta, devido às grandes amplitudes de temperatura, principalmente no inverno.
superfícies envidraçadas	• devem possuir dispositivos exteriores para controlar a radiação solar, pois a transmitem diretamente para o ambiente interno.

19 ANEXOS

Anexo A - Formulário do pré teste

FORMULÁRIO- pré teste

Atenção: mostrar a carta de apresentação ao entrevistado.

1 IDENTIFICAÇÃO

1. Profissão: a. ( ) arquiteto (a)
b. ( ) engenheiro(a) civil

2. Tempo de formação:_____ ano (s)

3. Principal(is) atuação(ões) na área de projetos de edificações:

a. ( ) casas médio/alto padrão
b. ( ) prédios residenciais
c. ( ) edificações comerciais / lojas
d. ( ) escolas
e. ( ) casas populares
f. ( ) prédios comerciais /de escritórios
g. ( ) outros:_____

4. Quais são as principais características dos seus projetos? O que você mais valoriza neles?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

2 CONSIDERAÇÕES, ANÁLISES E DECISÕES DURANTE O PROJETO

[A] NÍVEL DE IMPORTÂNCIA DE ALGUNS ASPECTOS

5a. Numere os itens abaixo de 1 a 10, de acordo com o nível de importância que eles freqüentemente assumem nos seus projetos, sendo 1 para o mais importante, 2 para o seguinte e assim por diante.

_____manutenção
_____harmonia / equilíbrio na forma
_____conservação de energia
_____custo da obra
_____funcionalidade
_____relação estética da obra com o seu entorno imediato
_____iluminação natural
_____beleza, expressão arquitetônica
_____conforto térmico natural
_____conforto acústico

5b. Você gostaria de acrescentar ou alterar algum(ns) item(ns)?_____
_____
_____

[B] ANÁLISE DO TERRENO

6a. Cite três considerações que você faz freqüentemente na análise do terreno.

a._____
b._____
c._____

6b. Cite o motivo pelo qual você faz cada uma dessas considerações.

a._____
b._____
c._____

[C] ANÁLISE DA INSOLAÇÃO

7a. Durante a análise da insolação você utiliza ou não *freqüentemente* algum método?

a. ( ) não utilizo.
b. ( ) utilizo. Qual(is)?_____

7b. Para que você utiliza esse método?

a. ( ) p/ determinar os dias e horários de insolação ao longo do ano em cada fachada.

b. ( ) p/ prever a posição das manchas de sol nos ambientes devido às janelas. Em que datas/horários?

_____

c. ( ) p/ determinar os dias e horários de sombreamento devido a elementos externos ao edifício.

d. ( ) p/ prever a posição da sombra proporcionada por elementos externos ao edifício. Em que datas/horários?

_____

e. ( ) outro(s):_____

8a. Você costuma ou não prever proteções solares?

a. ( ) não costumo

b.( ) costumo, mas não utilizo um método específico para dimensioná-las.

c. ( ) costumo e utilizo um método específico para dimensioná-las. Qual?_____

8b. Como são essas proteções geralmente?

a. ( ) beiral maior.

b. ( ) varanda

c. ( ) elementos vazados

d. ( ) cortinas internas

e. ( ) outros:_____

[D] ANÁLISE DA VENTILAÇÃO

9a. Durante a análise da ventilação natural você utiliza ou não ***freqüentemente*** algum método?

a. ( ) não utilizo.

b. ( ) utilizo. Qual(is)?_____

9b. Para que você utiliza esse método?

a. ( ) p/ determinar o fluxo de ventilação devido aos ventos

b. ( ) p/ calcular a ventilação proporcionada pelas aberturas

c. ( ) outro(s):_____

10. Você já chegou ou não, alguma vez, a elaborar um projeto que considerasse o efeito chaminé?

a.( )nunca elaborei um projeto que considerasse o efeito chaminé

b.( ) já elaborei um(ou mais) projeto(s), mas não utilizei um método específico

c. ( ) já elaborei um(ou mais) projeto(s), e utilizei um método. Qual?_____

11. Você costuma ou não prever forro ventilado?

a. ( )costumo

b. ( )não costumo

[E] ESCOLHA DOS MATERIAIS

12. Cite as três mais importantes considerações que você faz ao escolher o material da parede externa.

a._____

b._____

c._____

13. Cite as três mais importantes considerações que você faz ao escolher o material do telhado e do forro.

telhado

a._____

b._____

c._____

forro

a._____

b._____

c._____

14. Cite as três mais importantes considerações que você faz ao escolher o material do piso externo e interno.

piso interno

a._____

b._____

c._____

piso externo

a._____

b._____

c._____

15a. Qual(is) material(is) você prefere para as paredes externas?

a. ( ) tijolo maciço

b. ( ) bloco cerâmico (furado)

c. ( ) bloco de concreto

d. ( ) outro. Qual?_____

15b. Relacionar a letra referente a cada material preferido ao(s) item(ns) abaixo:

a.( ) casas médio/alto padrão
b.( ) prédios residenciais
c.( ) edificações comerciais / lojas
d.( ) escolas
e.( ) casas populares
f.( ) prédios comerciais /de escritórios
g.( ) outros:_____

16a. Qual(is) material(is) você prefere para o telhado e para o forro?
telhado

_____
_____
_____

forro

_____
_____
_____

16b. Relacionar a letra referente a cada material preferido ao(s) item(ns) abaixo:
a.( ) casas médio/alto padrão
b.( ) prédios residenciais
c.( ) edificações comerciais / lojas
d.( ) escolas
e.( ) casas populares
f.( ) prédios comerciais /de escritórios
g.( ) outros:_____

17. Qual(is) material(is) você prefere para o piso interno?
piso interno
a.( )cerâmico
b.( ) madeira
c.( )carpete
d.( )pedra. Qual(s)?_____
e.( )outros. Qual(is)?_____

18. Qual(is) material(is) você prefere para o piso externo?
piso externo
a.( ) cerâmico
b.( ) grama
c.( )pedra. Qual(s)?_____
d.( )outros. Qual(is)?_____

19. Qual(is) material(is) você prefere para o acabamento das paredes externas?
acabamento: paredes externas
( ) cerâmica
( ) tijolos aparentes
( )carpete
( ) revestimento e pintura
( )outros. Qual(is)?_____

20. Usualmente, você adota ou não a COR como uma solução térmica?
a. ( ) sim Como?_____
b. ( ) não

21a. Você costuma ou não utilizar algum isolante térmico nos fechamentos?
a.( )costumo
b.( )não costumo

21b. Qual (is)?_____

21c. Onde são colocados?
a.( )paredes externas (interior)
b.( )paredes externas (sanduíche)
c.( )cobertura (logo abaixo da telha)
d.( )cobertura (acima do forro)
e. ( )outros:_____

21d.Em que projetos são utilizados?
a. ( ) casas médio/alto padrão
b. ( ) prédios residenciais
c. ( ) edificações comerciais / lojas
d. ( ) escolas
e. ( ) casas populares
f. ( ) prédios comerciais /de escritórios
g. ( ) outros:_____

22a. Você já chegou ou não, alguma vez, a procurar informações sobre o desempenho térmico de algum material ?
a.( )cheguei a procurar
b.( )não cheguei a procurar

22b. Qual(is) material(is)?_____

22c. Onde você obteve essas informações?

a.( )catálogos

b.( )outro:_____

22d. Que informações você obteve?

a.( )obtive vários dados técnicos (não me lembro quais)

b.( )outro:_____

[F] USO DE CONDICIONAMENTO ARTIFICIAL DE AR

23. Quando você prevê condicionamento artificial de ar num projeto?

a.( )sempre que possível

b.( )em edificações comerciais, prédios de escritórios, em locais com grandes áreas de vidro

c.( )procuro evitar ao máximo

d.( )outro(s):_____

[G] CONSULTA A AUXILIARES

24a. Você utiliza ou não algum mecanismo de avaliação, fonte de consulta ou auxiliar de projeto relacionado especificamente ao conforto térmico?

a.( )utilizo b.( )não utilizo

24b. Qual (is)?_____

24c.Quando você o (a) utiliza?

a.( )em projetos específicos./ quando tenho alguma dúvida ou desejo alguma informação

b.( )sempre

c.( )outro:_____

3 AVALIAÇÕES APÓS O PROJETO

25a. Usualmente, você faz ou não algum tipo de avaliação do conforto térmico dos seus projetos após a sua ocupação?

a.( )não faço

b.( ) faço. Como costumam ser essas avaliações?

_____

_____

_____

_____

_____

25b. Essas avaliações geralmente são feitas em:

a. ( ) casas médio/alto padrão

b. ( ) prédios residenciais

c. ( ) edificações comerciais / lojas

d. ( ) escolas

e. ( ) casas populares

f. ( ) prédios comerciais /de escritórios

g. ( ) outros:_____

4 EXIGÊNCIAS DO CLIENTE

26.a De um modo geral, o cliente faz ou não algum tipo de exigência que esteja relacionada ao conforto térmico?

a.( ) faz

b.( ) não faz

26b. Essas exigências geralmente referem a:

a. ( ) casas médio/alto padrão

b. ( ) prédios residenciais

c. ( ) edificações comerciais / lojas

d. ( ) escolas

e. ( ) casas populares

f. ( ) prédios comerciais /de escritórios

g. ( ) outros:_____

26c. Quais são essas exigências?

_____

_____

_____

_____

_____

5 DIFICULDADES

27a. De um modo geral, existe ou não alguma dificuldade em resolver os aspectos de conforto térmico natural durante o projeto de edificações?

a.( ) existe

b.( ) não existe

27b. Que dificuldade(s)?

_____

_____

_____

_____

_____

6 FORMAÇÃO

28.Você teve ou não a disciplina de conforto ambiental durante o seu curso de graduação?

a.( )tive

b.( )não tive

c.( )não me lembro

7 SUGESTÕES

29.Os resultados obtidos com estas entrevistas auxiliarão na elaboração de recomendações p/ o projeto em Campinas/SP, visando o conforto térmico. Por isso foi necessário saber como os projetistas consideram esse aspecto no projeto. Para finalizar, você teria alguma sugestão para a elaboração dessas recomendações?

_____

_____

_____

_____

Anexo B - Carta de apresentação

Prezado(a) Senhor(a),

Vimos, por meio desta, pedir a sua colaboração para responder um questionário que está sendo aplicado junto a arquitetos(as) e engenheiros(as) da cidade de Campinas/SP. Este trabalho faz parte de uma pesquisa de Mestrado que está sendo conduzida na Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp.

O objetivo do questionário é saber quais são as considerações feitas pelos projetistas de edificações ao analisarem o terreno, a insolação e a ventilação, ao definirem os materiais e ao optarem pelo condicionamento artificial de ar. Procura-se também obter informações sobre as exigências do cliente e as avaliações feitas durante e após o projeto.

Sinta-se à vontade ao responder as questões. Asseguramos a idoneidade da pesquisa e o seu anonimato. Contamos com a sua colaboração e sinceridade.

Agradeçemos desde já a sua atenção.

Karin M. S. Chvatal
mestranda

Lucila Chebel Labaki
orientadora
Profa. da Unicamp

Anexo C - Programas utilizados no software estatístico SAS

Programa 1

```
data total;
input relest ilum facman harm econ confterm bel confac func;
cards;
5 4 2 6 7 3 8 9 1
7 2 3 8 4 9 5 6 1
7 6 4 2 5 8 1 9 3
3 4 7 5 6 8 2 9 1
7 4 2 8 5 6 3 9 1
1 6 5 8 9 4 2 7 3
5 6 2 4 8 7 3 9 1
3 4 8 2 7 5 6 9 1
8 3 4 7 1 2 9 5 6
9 6 7 5 4 1 3 8 2
5 2 4 6 9 7 3 8 1
3 4 9 7 8 5 1 6 2
2 3 8 7 9 4 6 5 1
5 1 6 3 9 8 2 7 4
9 2 8 5 7 3 6 4 1
1 6 4 5 7 9 2 8 3
4 2 1 9 5 6 8 7 3
8 5 7 2 6 3 9 4 1
9 3 7 8 4 2 5 6 1
9 2 8 4 7 6 1 3 5
7 4 8 3 9 6 2 5 1
9 1 7 3 6 4 8 5 2
8 2 5 7 6 4 9 3 1
8 2 6 7 5 3 9 4 1
8 4 9 7 6 3 2 5 1
6 3 8 5 7 2 9 4 1
8 2 6 4 9 3 7 5 1
9 4 8 2 6 3 5 7 1
9 4 5 8 7 3 1 6 2
3 5 7 4 9 6 2 8 1
2 5 3 6 9 7 4 8 1
9 3 6 4 8 2 5 7 1
9 3 2 8 5 4 6 7 1
7 3 6 5 9 4 2 8 1
8 1 6 7 9 2 5 3 4
7 4 3 8 2 5 9 6 1
5 2 8 3 7 6 4 9 1
6 2 9 7 5 3 4 8 1
6 4 7 2 8 3 5 9 1
7 3 8 2 9 4 6 5 1
7 3 5 2 9 4 6 8 1
8 2 6 4 7 3 5 9 1
2 7 5 1 6 8 4 3 9
7 6 5 3 9 2 4 8 1
8 3 2 7 6 4 9 5 1
6 5 9 1 7 4 2 8 3
7 6 5 2 9 4 3 8 1
9 2 6 3 8 4 7 5 1
2 3 8 6 9 4 7 5 1
7 4 2 5 9 3 6 8 1
;
```

```
proc print data=total;
run;

proc freq data=total;
run;
```

Programa 2

```
proc iml;
Y={2 3 1 2 1 1 4 0 36,
  4 12 6 8 1 6 9 0 4,
  4 11 3 6 0 12 5 4 5,
  1 12 4 6 3 13 5 4 2,
  5 4 7 7 6 3 7 10 1,
  4 7 8 4 8 6 7 5 1,
  11 1 7 9 10 3 3 6 0,
  9 0 10 7 5 4 3 12 0,
  10 0 4 1 16 2 7 9 1};

X1=(Y)`;

 TOTAL=sum(X1);

c=j(9,1,.);
 n=9;
   do i=1 to 9;
     c[i]=sum(X1[,i]);
   end;

pond=c/total;

D=diag(pond);

X=X1/50;

 dist=j(9,9,.);
    n=9;
    do j=1 to n-1;
       do i=1 to n-j;
          dist[i+j,i]=(X[i,]-X[i+j,])*inv(D)* (X[i,]-X[i+j,])`;
      end;
   END;

do i=1 to 9;
  dist[i,i]=0;
  end;

*print dist;
 Create matdis from dist;
 append from dist;

quit;

proc print data=matdis;
run;
```

Programa 3

```
Proc mds data=matdis level=ordinal
     out=out1 outres=out2 outfit=out3
      pcoef pconfig pdata
 fit=1 pfinal pfit pfitrow
     pinavdata pineigval
      pinin pinit piter;

run;

proc print data=out1;
run;

proc print data=out2;
run;

proc print data=out3;
run;
```

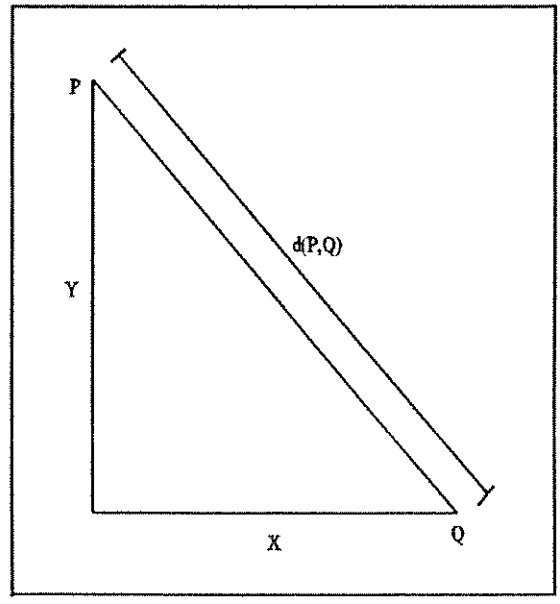
Programa 4

```
data data1;
  input resposta$ relest ilum facman harm econ confterm bel confac func;
cards;

r1 2 3 1 2 1 1 4 0 36
r2 4 12 6 8 1 6 9 0 4
r3 4 11 3 6 0 12 5 4 5
r4 1 12 4 6 3 13 5 4 2
r5 5 4 7 7 6 3 7 10 1
r6 4 7 8 4 8 6 7 5 1
r7 11 1 7 9 10 3 3 6 0
r8 9 0 10 7 5 4 3 12 0
r9 10 0 4 1 16 2 7 9 1
;
 proc print data=data1;
run;

 proc corresp dta=data1 out=data31 observed cp rp cellchi2
                short profile=both;
    var relest ilum facman harm econ confterm bel confac func;
       id resposta;

proc print data=data31;
run;
```

AnexoD - Distância qui-quadrado (Ortega, 1997)

Definição de distância

Dados dois pontos $P \in R^p$ e $Q \in R^p$ com representação vetorial X e Y.



A função d(P,Q), definida com a distância entre P e Q possui as seguintes propriedades:

i) Simetria: $d(P,Q)=d(Q,P)$.

ii) $d(P,Q)>0$ é não negativa (quando $P \neq Q$).

iii) Sinal de Identificação: $d(P,P)=0$.

iv) $d(P,Q)=0 \Leftrightarrow P=Q$.

v) Satisfaz a desigualdade triangular: $d(P,Q) \leq d(P,R)+d(R,Q)$.

Cálculo da distância qui-quadrado

Esta distância é utilizada quando se tem tabelas de contingência. O seu cálculo baseia-se nos seguintes procedimentos.

$$F = \begin{array}{c} \\ R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_q \\ \\ \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} E_1 & E_2 & \cdots & E_p \end{array} \\ \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1p} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{q1} & f_{q2} & \cdots & f_{qp} \end{bmatrix} \\ \begin{array}{cccc} f_{.1} & f_{.2} & \cdots & f_{.p} \end{array} \end{array} \begin{array}{c} \\ f_{1.} \\ f_{2.} \\ \vdots \\ f_{q.} \\ \sum_{i=1}^{q}\sum_{j=1}^{p} f_{ij} \end{array} \qquad (a1)$$

onde:

f_{ij} : Indica as frequências observadas.

$f_{i.} = \sum_{r=1}^{p} f_{ri}$: Indica a marginal linha .

$f_{.j} = \sum_{s=1}^{q} f_{js}$: Indica a marginal coluna.

Para todo i=1,2,...,q. e j=1,2,...,p.

A distância Qui-quadrado entre as colunas E_u e E_v da matriz (a1) pode ser calculada da seguinte forma:

$$d^2_{E_u E_v} = (\vec{e}_u - \vec{e}_v)^t D^{-1} (\vec{e}_u - \vec{e}_v) \qquad (a2)$$

onde:

$$\vec{e}_u = \left(\frac{f_{1u}}{f_{.u}}, \frac{f_{2u}}{f_{.u}}, \ldots, \frac{f_{qu}}{f_{.u}}\right)^t \quad \vec{e}_v = \left(\frac{f_{1v}}{f_{.v}}, \frac{f_{2v}}{f_{.v}}, \ldots, \frac{f_{qv}}{f_{.v}}\right)^t \quad \text{para todo u,v=1,2,...,p.}$$

D é uma matriz diagonal de ponderação definida da seguinte maneira:

$$D = \begin{pmatrix} \dfrac{f_{1.}}{\sum_{i=1}^{q}\sum_{j=1}^{p} f_{ij}} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \dfrac{f_{2.}}{\sum_{i=1}^{q}\sum_{j=1}^{p} f_{ij}} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \dfrac{f_{q.}}{\sum_{i=1}^{q}\sum_{j=1}^{p} f_{ij}} \end{pmatrix} \qquad (a3)$$

Analogamente, pode ser calculada a distância Qui-quadrad oentre duas categorias de R.

AnexoE - Categorias e códigos estabelecidos para o formulário

IDENTIFICAÇÃO

Q1. *Profissão*: **a**. arquiteto (a)
b. engenheiro(a) civil

Q2. *Tempo de formação*: **a**. 0-9 anos
b. 10-19 anos
c. 20-29 anos
d. 30 -39 anos
e. mais de 40 anos

Principal(is) atuação(ões) na área de projetos de edificações:

Q3A. casas médio/alto padrão: **0**(sim) ou **1**(não)
Q3B. prédios residenciais: **0**(sim) ou **1**(não)
Q3C. prédios comerciais /de escritórios: **0**(sim) ou **1**(não)
Q3D. edificações comerciais / lojas: **0**(sim) ou **1**(não)
Q3E. escolas: **0**(sim) ou **1**(não)
Q3F. casas populares: **0**(sim) ou **1**(não)
Q3G. indústrias: **0**(sim) ou **1**(não)
Q3H. outra (s) : **0**(sim) ou **1**(não)

Quais são as principais características dos seus projetos? O que você mais valoriza neles?

Q4A. **nao**: não se referiu ao conforto do usuário
usu. se referiu ao conforto do usuário de 1 forma geral
ct:. se referiu mais especificamente ao conf. térmico

Q4NOTA. 0. não se referiu ao conforto térmico
1. se referiu ao conforto térmico

CONSIDERAÇÕES, ANÁLISES E DECISÕES DURANTE O PROJETO

NÍVEL DE IMPORTÂNCIA DE ALGUNS ASPECTOS

Numere os itens a seguir de 1 a 9, de acordo com o nível de importância que eles freqüentemente assumem nos seus projetos, sendo 1 para o mais importante, 2 para o seguinte e assim por diante.

_____*conforto acústico*
_____*facilidade de manutenção*
_____*funcionalidade*
_____*economia de energia*
_____*relação estética da obra com o seu entorno imediato*
_____*harmonia / equilíbrio na forma*
_____*iluminação natural*
_____*beleza, expressão arquitetônica*
_____*conforto térmico natural*

Você gostaria de acrescentar ou alterar algum(ns) item(ns)?

Q5B. c1. não
c2. falta custo da obra
c3: falta necessidades do cliente
c4: os itens têm o mesmo peso
c5: a ordem é alterada de acordo com o tipo de projeto

ANÁLISE DO TERRENO

Assinale as três mais importantes considerações que você faz na análise do terreno.

Q6VEN (orientação -ventos) : **0**(sim) ou **1**(não)
Q6REC (recurso natural a ser preservado) : **0**(sim) ou **1**(não)
Q6SOLO (solo) : **0**(sim) ou **1**(não)
Q6CT (orientação -sol (conf. térm.) : **0**(sim) ou **1**(não)
Q6IL (orientação -sol (iluminação)) : **0**(sim) ou **1**(não)
Q6EX (atendimento às exigências legais) : **0**(sim) ou **1**(não)
Q6VIS (vistas) : **0**(sim) ou **1**(não)
Q6TOP (topografia) : **0**(sim) ou **1**(não)
Q6OUT (outro) : **0**(sim) ou **1**(não)

Q6NOTA 0.não assin. consider. refer. ao conf. térmico
1. assin. 1 consider. refer. ao conf. térmico
2. assin. 2 consider. refer. ao conf. térmico
3. assin. 3 consider. refer. ao conf. térmico

ANÁLISE DA INSOLAÇÃO

Durante a análise da insolação você utiliza ou não *freqüentemente* algum método?

Q7A **0**. não costumo analisar a insolação.
1. analiso a insolação, mas não utilizo *freqüentemente* um método.
2. analiso a insolação, e utilizo *freqüentemente* um método.

Para que você utiliza esse método?

Q7BA. (p/ determinar os dias e horários de insolação ao longo do ano em cada fachada) : **0**(sim) ou **1**(não)
Q7BB (p/ prever a posição da sombra proporcionada por elementos externos ao edifício) : **0**(sim) ou **1**(não)
Q7BC (p/ prever a posição das manchas de sol nos ambientes devido às janelas) : **0**(sim) ou **1**(não)
Q7BD outra : **0**(sim) ou **1**(não)

Q7BNOTA. **0**. utiliza em datas e horários corretos
1. não utiliza em datas e horários corretos

Você costuma ou não prever proteções solares?

Q8A **0**. não costumo.
1. costumo, mas não utilizo um método específico para dimensioná-las.
2. costumo e utilizo um método específico para dimensioná-las.

Quais são essas proteções geralmente?

Q8BNAT. (vegetação) : **0**(sim) ou **1**(não)
Q8BCORT. (cortinas) : **0**(sim) ou **1**(não)
Q8BPER (pergolados) : **0**(sim) ou **1**(não)
Q8BPES (persianas): **0**(sim) ou **1**(não)
Q8BBEI (beirais): **0**(sim) ou **1**(não)
Q8BBRI (brises): **0**(sim) ou **1**(não)
Q8BTOL (toldos): **0**(sim) ou **1**(não)
Q8BPOL (policarbonatos): **0**(sim) ou **1**(não)
Q8BELVAZ (elementos vazados): **0**(sim) ou **1**(não)
Q8BVAR (varandas): **0**(sim) ou **1**(não)
Q8BINS (películas de proteção solar): **0**(sim) ou **1**(não)
Q8BTEL (telas): **0**(sim) ou **1**(não)
Q8BMAR (marquises): **0**(sim) ou **1**(não)
Q8BAB (abas): **0**(sim) ou **1**(não)
Q8BREC (recuos/esquadrias): **0**(sim) ou **1**(não)

ANÁLISE DA VENTILAÇÃO

Você analisa ou não, freqüentemente, a ventilação natural?

Q9ANOTA **0**. não costumo analisar a ventilação.
1. analiso a ventilação, mas não utilizo *freqüentemente* um método ou analiso a ventilação, e utilizo *freqüentemente* um método.

Q9A. **1**. mencionou código de obras/ normas/ leis
0. não mencionou

Para que você faz essa análise?

Q9BA. p/ orientar adequadamente as aberturas de acordo com os ventos : **0**(sim) ou **1**(não)
Q9BB. p/ determinar a direção e o sentido do fluxo de ventilação devido ao vento nos ambientes internos : **0**(sim) ou **1**(não)
Q9BC. outros : **0**(sim) ou **1**(não)

Você já chegou ou não, alguma vez, a elaborar um projeto que considerasse o efeito chaminé?

Q10. **0**. nunca elaborei um projeto que considerasse o efeito chaminé.
1. já elaborei um(ou mais) projeto(s), mas não utilizei um método específico.
2. já elaborei um(ou mais) projeto(s), e utilizei um método.

Você costuma ou não prever forro ventilado?

Q11 **1**. costumo
0. não costumo

ESCOLHA DOS MATERIAIS

Assinale as três mais importantes considerações que você faz ao escolher o material da parede externa.

Q12A. beleza : **0**(sim) ou **1**(não)
Q12B. estanqueidade : **0**(sim) ou **1**(não)
Q12C. durabilidade : **0**(sim) ou **1**(não)
Q12D. facilidade de manuseio : **0**(sim) ou **1**(não)
Q12E. impermeabilidade : **0**(sim) ou **1**(não)
Q12F. conforto térmico : **0**(sim) ou **1**(não)
Q12G. outra : **0**(sim) ou **1**(não)

Assinale as três mais importantes considerações que você faz ao escolher o material do telhado e do forro.

telhado

Q13AA. beleza : **0**(sim) ou **1**(não)

Q13AB. estanqueidade : **0**(sim) ou **1**(não)

Q13AC. durabilidade : **0**(sim) ou **1**(não)

Q13AD. facilidade de manuseio : **0**(sim) ou **1**(não)

Q13AE. impermeabilidade : **0**(sim) ou **1**(não)

Q13AF. conforto térmico : **0**(sim) ou **1**(não)

Q13AG. outra : **0**(sim) ou **1**(não)

forro

Q13BA. beleza : **0**(sim) ou **1**(não)

Q13BB. estanqueidade : **0**(sim) ou **1**(não)

Q13BC. durabilidade : **0**(sim) ou **1**(não)

Q13BD. facilidade de manuseio : **0**(sim) ou **1**(não)

Q13BE. impermeabilidade : **0**(sim) ou **1**(não)

Q13BF. conforto térmico : **0**(sim) ou **1**(não)

Q13BG. outra : **0**(sim) ou **1**(não)

Assinale as três mais importantes considerações que você faz ao escolher o material dos pisos interno e externo.

piso interno

Q14AA. beleza : **0**(sim) ou **1**(não)

Q14AB. facilidade de limpeza : **0**(sim) ou **1**(não)

Q14AC. durabilidade : **0**(sim) ou **1**(não)

Q14AD. facilidade de colocação : **0**(sim) ou **1**(não)

Q14AE. resistência : **0**(sim) ou **1**(não)

Q14AF. conforto térmico : **0**(sim) ou **1**(não)

Q14AG. outra : **0**(sim) ou **1**(não)

piso externo

Q14BA. beleza : **0**(sim) ou **1**(não)

Q14BB. facilidade de limpeza : **0**(sim) ou **1**(não)

Q14BC. durabilidade : **0**(sim) ou **1**(não)

Q14BD. facilidade de colocação : **0**(sim) ou **1**(não)

Q14BE. resistência : **0**(sim) ou **1**(não)

Q14BF. conforto térmico : **0**(sim) ou **1**(não)

Q14BG. outra : **0**(sim) ou **1**(não)

Qual(is) material(is) você prefere para as paredes externas?

PARCASA casas médio/alto padrão -tijolo maciço : **0**(sim) ou **1**(não)

PARCASB casas médio/alto padrão - bloco cerâmico (furado) : **0**(sim) ou **1**(não)

PARCASC casas médio/alto padrão - bloco de concreto : **0**(sim) ou **1**(não)

PARCASD casas médio/alto padrão -concreto : **0**(sim) ou **1**(não)

PARCASE casas médio/alto padrão - tijolo de vidro : **0**(sim) ou **1**(não)

PARCASF casas médio/alto padrão -vidro : **0**(sim) ou **1**(não)

PARCASG casas médio/alto padrão - outro : **0**(sim) ou **1**(não)

PARPRRESA prédios residenciais - tijolo maciço : **0**(sim) ou **1**(não)

PARPRRESB prédios residenciais - bloco cerâmico (furado) : **0**(sim) ou **1**(não)

PARPRRESC prédios residenciais - bloco de concreto : **0**(sim) ou **1**(não)

PARPRRESD prédios residenciais - concreto : **0**(sim) ou **1**(não)

PARPRRESE prédios residenciais - tijolo de vidro : **0**(sim) ou **1**(não)

PARPRRESF prédios residenciais - vidro : **0**(sim) ou **1**(não)

PARPRRESG prédios residenciais -outro : **0**(sim) ou **1**(não)

PARPRCOMA prédios com. /de escritórios - tijolo maciço : **0**(sim) ou **1**(não)

PARPRCOMB prédios com. /de escritórios - bloco cerâmico (furado) : **0**(sim) ou **1**(não)

PARPRCOMC prédios com. /de escritórios - bloco de concreto : **0**(sim) ou **1**(não)

PARPRCOMD prédios com. /de escritórios - concreto : **0**(sim) ou **1**(não)

PARPRCOME prédios com. /de escritórios - tijolo de vidro : **0**(sim) ou **1**(não)

PARPRCOMF prédios com. /de escritórios - vidro : **0**(sim) ou **1**(não)

PARPRCOMG prédios com./de escritórios- outro : **0**(sim) ou **1**(não)

PAREDCOMA edific. comerciais / lojas - tijolo maciço : **0**(sim) ou **1**(não)

PAREDCOMB edific. comerciais / lojas -bloco cerâmico (furado) : **0**(sim) ou **1**(não)

PAREDCOMC edific. comerciais / lojas - bloco de concreto : **0**(sim) ou **1**(não)

PAREDCOMD edific. comerciais / lojas - concreto : **0**(sim) ou **1**(não)

PAREDCOME edific. comerciais / lojas - tijolo de vidro : **0**(sim) ou **1**(não)
PAREDCOMF edific. comerciais / lojas - vidro : **0**(sim) ou **1**(não)
PAREDCOMAG edific. comerciais / lojas - outro : **0**(sim) ou **1**(não)

PARESCA escolas - tijolo maciço : **0**(sim) ou **1**(não)
PARESCB escolas - bloco cerâmico (furado) : **0**(sim) ou **1**(não)
PARESCC escolas - bloco de concreto : **0**(sim) ou **1**(não)
PARESCD escolas - concreto : **0**(sim) ou **1**(não)
PARESCE - escolas - tijolo de vidro: **0**(sim) ou **1**(não)
PARESCF escolas - vidro : **0**(sim) ou **1**(não)
PARESCG escolas - outro : **0**(sim) ou **1**(não)

PARCASPOPA casas populares -tijolo maciço : **0**(sim) ou **1**(não)
PARCASPOPB casas populares - bloco cerâmico (furado) : **0**(sim) ou **1**(não)
PARCASPOPC casas populares - bloco de concreto : **0**(sim) ou **1**(não)
PARCASPOPD casas populares - concreto : **0**(sim) ou **1**(não)
PARCASPOPE casas populares - tijolo de vidro : **0**(sim) ou **1**(não)
PARCASPOPF casas populares - vidro : **0**(sim) ou **1**(não)
PARCASPOPG casas populares -outro : **0**(sim) ou **1**(não)

Qual(is) material(is) você prefere para o telhado e o forro?
TELCASA casas médio/alto padrão - telha de barro : **0**(sim) ou **1**(não)
TELCASB casas médio/alto padrão - telha de fibrocimento : **0**(sim) ou **1**(não)
TELCASC casas médio/alto padrão - telha metálica : **0**(sim) ou **1**(não)
TELCASD casas médio/alto padrão - telha de cimento : **0**(sim) ou **1**(não)
TELCASE casas médio/alto padrão -laje de concreto impermeabilizada : **0**(sim) ou **1**(não)
TELCASF casas médio/alto padrão- outro(s) : **0**(sim) ou **1**(não)

TELPRRESA prédios residenciais - telha de barro : **0**(sim) ou **1**(não)
TELPRRESB prédios residenciais - telha de fibrocimento : **0**(sim) ou **1**(não)
TELPRRESC prédios residenciais - telha metálica : **0**(sim) ou **1**(não)
TELPRRESD prédios residenciais - telha de cimento : **0**(sim) ou **1**(não)
TELPRRESE prédios residenciais - laje de concreto impermeabilizada : **0**(sim) ou **1**(não)
TELPRRESF prédios residenciais - outro(s) : **0**(sim) ou **1**(não)

TELPRCOMA prédios com. /de escritórios - telha de barro : **0**(sim) ou **1**(não)
TELPRCOMB prédios com. /de escritórios - telha de fibrocimento : **0**(sim) ou **1**(não)
TELPRCOMC prédios com. /de escritórios - telha metálica : **0**(sim) ou **1**(não)
TELPRCOMD prédios com. /de escritórios - telha de cimento : **0**(sim) ou **1**(não)
TELPRCOME prédios com. /de escritórios - laje de concreto impermeabilizada : **0**(sim) ou **1**(não)
TELPRCOMF prédios com. /de escritórios - outro(s) : **0**(sim) ou **1**(não)

TELEDCOMA edific. comerciais / lojas - telha de barro : **0**(sim) ou **1**(não)
TELEDCOMB edific. comerciais / lojas -telha de fibrocimento : **0**(sim) ou **1**(não)
TELEDCOMC edific. comerciais / lojas - telha metálica : **0**(sim) ou **1**(não)
TELEDCOMD edific. comerciais / lojas - telha de cimento : **0**(sim) ou **1**(não)
TELEDCOME edific. comerciais / lojas - laje de concreto impermeabilizada : **0**(sim) ou **1**(não)
TELEDCOMF edific. comerciais / lojas - outro(s) : **0**(sim) ou **1**(não)

TELESCA escolas -telha de barro : **0**(sim) ou **1**(não)
TELESCB escolas - telha de fibrocimento : **0**(sim) ou **1**(não)
TELESCC escolas - telha metálica : **0**(sim) ou **1**(não)
TELESCD escolas - telha de cimento : **0**(sim) ou **1**(não)
TELESCE escolas - laje de concreto impermeabilizada : **0**(sim) ou **1**(não)
TELESCF escolas - outro(s) : **0**(sim) ou **1**(não)

TELCASPOPA casas populares - telha de barro : **0**(sim) ou **1**(não)
TELCASPOPB casas populares - telha de fibrocimento : **0**(sim) ou **1**(não)
TELCASPOPC casas populares - telha metálica : **0**(sim) ou **1**(não)
TELCASPOPD casas populares - telha de cimento : **0**(sim) ou **1**(não)
TELCASPOPE casas populares -laje de concreto impermeabilizada : **0**(sim) ou **1**(não)
TELCASPOPF casas populares - outro(s) : **0**(sim) ou **1**(não)

forro (exceto sanitários)
FORCASA casas médio/alto padrão - laje de concreto: **0**(sim) ou **1**(não)
FORCASB casas médio/alto padrão - laje mista (tijolos e concreto): **0**(sim) ou **1**(não)
FORCASC casas médio/alto padrão - madeira: **0**(sim) ou **1**(não)
FORCASD casas médio/alto padrão - gesso : **0**(sim) ou **1**(não)
FORCASE casas médio/alto padrão - sem forro: **0**(sim) ou **1**(não)
FORCASF casas médio/alto padrão - outro(s): **0**(sim) ou **1**(não)

FORPRRESA prédios residenciais - laje de concreto: **0**(sim) ou **1**(não)
FORPRRESB prédios residenciais - laje mista (tijolos e concreto): **0**(sim) ou **1**(não)
FORPRRESC prédios residenciais - madeira: **0**(sim) ou **1**(não)
FORPRRESD prédios residenciais - gesso : **0**(sim) ou **1**(não)
FORPRRESE prédios residenciais - sem forro: **0**(sim) ou **1**(não)
FORPRRESF prédios residenciais - outro(s): **0**(sim) ou **1**(não)

FORPRCOMA prédios com. /de escritórios - laje de concreto: **0**(sim) ou **1**(não)
FORPRCOMB prédios com. /de escritórios - laje mista (tijolos e concreto): **0**(sim) ou **1**(não)
FORPRCOMC prédios com. /de escritórios - madeira: **0**(sim) ou **1**(não)
FORPRCOMD prédios com. /de escritórios - gesso: **0**(sim) ou **1**(não)
FORPRCOME prédios com. /de escritórios - sem forro: **0**(sim) ou **1**(não)
FORPRCOMF prédios com. /de escritórios - outro(s): **0**(sim) ou **1**(não)

FOREDCOMA edific. comerciais / lojas - laje de concreto: **0**(sim) ou **1**(não)
FOREDCOMB edific. comerciais / lojas - laje mista (tijolos e concreto): **0**(sim) ou **1**(não)
FOREDCOMC edific. comerciais / lojas - madeira: **0**(sim) ou **1**(não)
FOREDCOMD edific. comerciais / lojas - gesso: **0**(sim) ou **1**(não)
FOREDCOME edific. comerciais / lojas - sem forro: **0**(sim) ou **1**(não)
FOREDCOMF edific. comerciais / lojas - outro(s): **0**(sim) ou **1**(não)

FORESCA escolas - laje de concreto: **0**(sim) ou **1**(não)
FORESCB escolas - laje mista (tijolos e concreto): **0**(sim) ou **1**(não)
FORPARESCC escolas - madeira: **0**(sim) ou **1**(não)
FORESCD escolas - gesso: **0**(sim) ou **1**(não)
FORESCE - sem forro - tijolo de vidro: **0**(sim) ou **1**(não)
FORESCF escolas - outro(s): **0**(sim) ou **1**(não)

FORCASPOPA casas populares - laje de concreto: **0**(sim) ou **1**(não)
FORCASPOPB casas populares - laje mista (tijolos e concreto): **0**(sim) ou **1**(não)
FORCASPOPC casas populares madeira: **0**(sim) ou **1**(não)
FORCASPOPD casas populares - gesso : **0**(sim) ou **1**(não)
FORCASPOPE casas populares - sem forro: **0**(sim) ou **1**(não)
FORCASPOPF casas populares - outro(s): **0**(sim) ou **1**(não)

Qual(is) material(is) você prefere para o piso interno?
Q17A cerâmico: **0**(sim) ou **1**(não)
Q17B madeira: **0**(sim) ou **1**(não)
Q17C carpete : **0**(sim) ou **1**(não)
Q17D pedra: **0**(sim) ou **1**(não)

Q17E outro(s) : **0**(sim) ou **1**(não)

Qual(is) material(is) você prefere para o piso externo?

Q18A cerâmico: **0**(sim) ou **1**(não)

Q18B grama : **0**(sim) ou **1**(não)

Q18C pedra: **0**(sim) ou **1**(não)

Q18D cimento: **0**(sim) ou **1**(não)

Q18E outro (s): **0**(sim) ou **1**(não)

Qual(is) material(is) você prefere para o acabamento das paredes externas?

Q19A cerâmica: **0**(sim) ou **1**(não)

Q19B tijolos aparentes: **0**(sim) ou **1**(não)

Q19C concreto aparente : **0**(sim) ou **1**(não)

Q19D revestimento e pintura: **0**(sim) ou **1**(não)

Q19E pedra: **0**(sim) ou **1**(não)

Q19F outro(s) : **0**(sim) ou **1**(não)

Você já chegou ou não, alguma vez, a procurar informações sobre o desempenho térmico de algum material ?

Q20A **1**. cheguei a procurar
0. não cheguei a procurar

Onde você obteve essas informações?

Q20C c1: catálogos, fabricantes, forncecedores
c2: bibliografia específica, experiência profissional, revistas
c3: normas técnicas, consultoria
c4: palestras, simpósios

Você costuma ou não utilizar isolantes térmicos nos fechamentos?

Q21A **1**. costumo
0. não costumo

Qual (is)?

Q21BLVI (lã vidro) : **0**(sim) ou **1**(não)

Q21BLRO (lã rocha) : **0**(sim) ou **1**(não)

Q21BARG (argila expandida) : **0**(sim) ou **1**(não)

Q21BISO (isopor) : **0**(sim) ou **1**(não)

Q21BTLA (telha sanduíche) : **0**(sim) ou **1**(não)

Q21BJAT (material jateado) : **0**(sim) ou **1**(não)

Q21BMTA (manta c/ sup. refletora) : **0**(sim) ou **1**(não)

Q21BOUT (outros) : **0**(sim) ou **1**(não)

Em que projeto(s) esses isolantes são mais utilizados?

Q21DA casas médio/alto padrão: **0**(sim) ou **1**(não)

Q21DB prédios residenciais: **0**(sim) ou **1**(não)

Q21DC prédios comerciais /de escritórios: **0**(sim) ou **1**(não)

Q21DD edificações comerciais / lojas: **0**(sim) ou **1**(não)

Q21DE escolas: **0**(sim) ou **1**(não)

Q21DF casas populares: **0**(sim) ou **1**(não)

Q21DG outros: **0**(sim) ou **1**(não)

Usualmente, você adota ou não a COR como uma solução térmica?

Q22. **1**.adoto
0. não adoto

USO DE CONDICIONAMENTO ARTIFICIAL DE AR

Quando você prevê condicionamento artificial de ar num projeto?

Q23A sempre que possível: **0**(sim) ou **1**(não)

Q23B em edificações comerciais, prédios de escritórios: **0**(sim) ou **1**(não)

Q23C em locais com grandes áreas de vidro: **0**(sim) ou **1**(não)

Q23D procuro evitar ao máximo: **0**(sim) ou **1**(não)

Q23E qdo. o cliente pede: **0**(sim) ou **1**(não)

Q23F projetos específicos: **0**(sim) ou **1**(não)

Q23G nunca: **0**(sim) ou **1**(não)

Q23H outros: **0**(sim) ou **1**(não)

Q23NOTA **1**. assinalou d sem assinalar a c
0. não assinalou a d

UTILIZAÇÃO DE MECANISMOS DE AVALIAÇÃO E FONTES DE CONSULTA

Você utiliza ou não algum mecanismo de avaliação ou fonte de consulta relacionado especificamente ao conforto térmico natural?

Q24A **1.** utilizo
0.não utilizo

Q24BC1 catálogos, fabricantes, fornecedores: **0**(sim) ou **1**(não)

Q24BC2 apostilas, livros, revistas, cursos, palestras, colegas, outros profissionais: **0**(sim) ou **1**(não)

Q24BC3 consultoria: **0**(sim) ou **1**(não)

Q24BC4 outros: normas, código de obras, minha experiência: **0**(sim) ou **1**(não)

Quando você o (a) utiliza?

Q24CA em projetos específicos./ quando tenho alguma dúvida ou desejo alguma informação: **0**(sim) ou **1**(não)

Q24CB sempre: **0**(sim) ou **1**(não)

Q24CC outro: **0**(sim) ou **1**(não)

AVALIAÇÕES APÓS A OCUPAÇÃO

Você faz ou não avaliações do conforto térmico dos seus projetos após a sua ocupação, freqüentemente?

Q25 **0**. não faço

1. faço

EXIGÊNCIAS DO CLIENTE

De um modo geral, o cliente faz ou não algum tipo de exigência que esteja relacionada ao conforto térmico?

Q26A **a**. faz

b. não faz

Essas exigências geralmente referem a:

Q26BA casas médio/alto padrão: **0**(sim) ou **1**(não)

Q26BB prédios residenciais: **0**(sim) ou **1**(não)

Q26BC prédios comerciais /de escritórios: **0**(sim) ou **1**(não)

Q26BD edificações comerciais / lojas: **0**(sim) ou **1**(não)

Q26BE escolas: **0**(sim) ou **1**(não)

Q26BF casas populares: **0**(sim) ou **1**(não)

Q26BG outro (s) : **0**(sim) ou **1**(não)

DIFICULDADES

De um modo geral, existe ou não alguma dificuldade em resolver os aspectos de conforto térmico natural durante o projeto de edificações?

Q27A **1**. existe

0. não existe

FORMAÇÃO

Você teve ou não a disciplina .de conforto ambiental durante o seu curso de graduação?

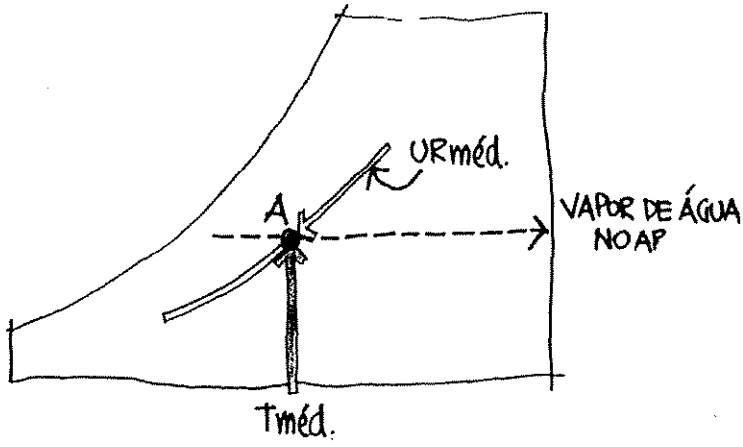
Q28 **a**. tive

b. não tive

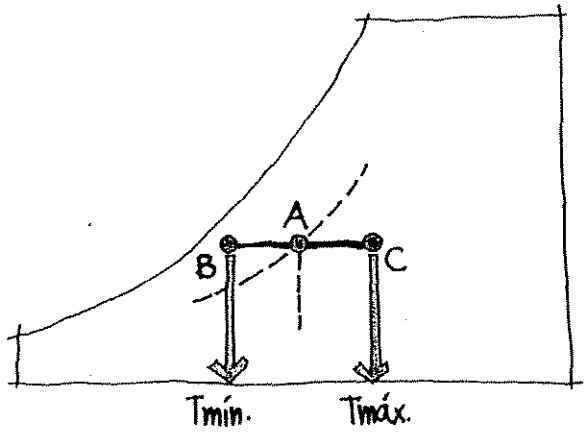
Anexo F - Procedimento para a determinação das umidades relativas máxima e mínima médias

Este procedimento, proposto por Lamberts, Dutra e Pereira (1997, p. 144), foi utilizado para estimar as umidades relativas máxima e mínima médias, quando só se dispõe da umidade relativa média.

1. Plotar numa carta psicrométrica a umidade relativa média e a temperatura média. Encontrar a umidade absoluta (vapor de água no ar) correspondente.

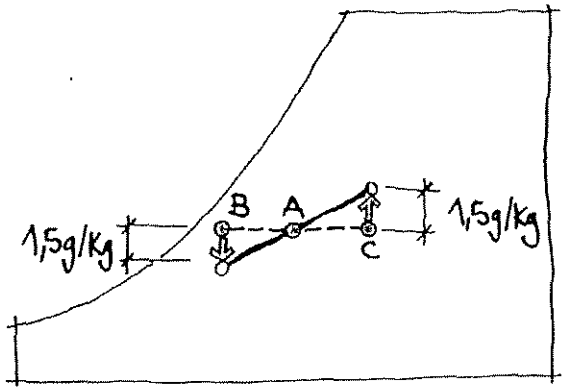


2. Plotar os pontos correspondentes às temperaturas máxima e mínima médias e à mesma umidade absoluta anterior.



3. Para a temperatura mínima, subtrair 1,5 kg/g . Para a temperatura máxima, somar esse mesmo valor. As umidades relativas correspondentes a esses dois novos pontos

correspondem à umidade máxima média (referente à temperatura mínima) e à umidade mínima média (referente à temperatura máxima).



20 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.ACKOFF, R. L. **Planejamento de pesquisa social**. São Paulo: EPU, Universidade de São Paulo, 1975.

2.AKUTSU, M., VITTORINO, F., KANACIRO, C. Tratamento estatístico de dados climáticos para a definição dos períodos de verão e de inverno. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2, 1993, Florianópolis. **Anais....** Florianópolis: ANTAC, ABERGO, SOBRAC, 1993, p. 185-191.

3.AKUTSU, M., PEDROSO, N. Dia típico de projeto: instrumento para desenvolvimento de projeto arquitetônico. In: **Tecnologia de Edificações**. Projeto de divulgação tecnológica Lix da Cunha. São Paulo: PINI, IPT, 1988. p. 491-494.

4.AKUTSU, M., SATO, N., PEDROSO, N. **Desempenho térmico de edificações habitacionais e escolares**. São Paulo: IPT, 1987.

5.ALUCCI, M. P. **Conforto térmico, conforto luminoso e conservação de energia elétrica**; procedimentos para desenvolvimento e avaliação de projeto de edificações. São Paulo: Faculdade de Arquitetura, USP, 1992. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura, USP, 1992.

6.ALUCCI, M. P. **Recomendações para adequação de uma edificação ao clima no estado de São Paulo**. São Paulo: Faculdade de Arquitetura, USP, 1981. 2 v. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura, USP, 1981.

7.AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE & AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERING. **Thermal environment conditions for human occupancy**. (ANSI/ASHRAE 55-1981).

8.AROZTEGUI, J. M. **El Proyecto para la eficiencia térmica de los edificios**. III Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Gramado/RS, 1995. (apostila de curso)

9.BITTENCOURT, L. **Uso das cartas solares. Diretrizes para arquitetos**. 2 ed. Maceió: Ufal, 1996.

10.BUENO, C. L., LABAKI, L. C.,SANTOS, R. F. Caracterização das espécies arbóreas e sua contribuição para o conforto térmico do sub-distrito de Barão Geraldo, Campinas. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1997. p. 93-96.

11.CAMPINAS. Prefeitura Municipal. **Plano Diretor**. Campinas: 1995.

12.CAMPINAS. Prefeitura Municipal. **Subsídios para a discussão do plano diretor**. Campinas: [1992?].

13. LABAKI, L.C., SICHIERI, E. P., CARAM, R. M.. Estudo comparativo entre os vidros refletivos metalizados à vácuo e os pirolíticos, quando submetidos à radiação solar. ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1997. p. 157-160.

14. SICHIERI, E. P., CARAM, R. M., LABAKI, L.C.. Avaliação de policarbonatos como protetor solar em edificações (estudo comparativo com vidros planos comuns e laminados). ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1997. p. 161-165.

15.CARAM, R. M. , LABAKI, L.C., SICHIERI, E. P. Os vidros e o conforto ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3, 1995, Gramado. **Anais...** Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995. p. 215-220.

16.CHVATAL, K. M. S., KOWALTOWSKI, D. C. C. K., LABAKI, L. C.,TOLEDO, L. M. O projetista de edificações e a preocupação com o conforto térmico e conservação de energia em Campinas/SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1997. p. 393-396.

17.COSTA NETO, P. L. O. **Estatística.** São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

18.DUARTE, D. H. S. **O clima como parâmetro de projeto para a região de Cuiabá.** São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 1995. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 1995.

19.EVANS, M., SCHILLER, S. **Confort térmico en el proyecto arquitectónico**. - IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Salvador, 1997 (apostila de curso).

20.EVANS, J. M, SCHILLER, S. Teaching architects low energy and climate concious design. **Renewable Energy**. v. 5, n. 5, p. 1147-1150, Aug. 1994.

21.EVANS, J. M, SCHILLER, S. **Diseño bioambiental y arquitectura solar**. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 1991.

22.FROTA, A. B., SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1995.

23.GARG, N. K. Passive options for thermal comfort in building envelopes: an assesment. **Solar Energy**. v. 47, n. 6, p. 437-441, 1991.

24.GIAMPAOLI. **Riscos Físicos**. São Paulo: Fundacentro, 1989.

25.GIVONI, B. **Passive and low energy cooling of buildings**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1994.

26.GIVONI, B. **Man, climate and architecture**. 2. ed. London: Applied Science, 1976.

27.GOODE, W. J. , HATT, P. K. **Métodos em pesquisa social**. 7.ed. São Paulo: Nacional, 1979.

28.IZARD, J. L., GUYOT, A. **Arquitectura Bioclimática**. 2. ed. México: Gustavo Gilli, 1983.

29.KOENIGSBERGER, O. H. et al. **Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales**. Madrid: Paraninfo, 1977.

30.KOLOKOTRONI, M., YOUNG, A. N. Guidelines for bioclimatic housing design in Greece. ***Building and Environment***, v. 25, n. 5, p. 297-307, 1990.

31.KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Design methods for the practice of architectural design in São Paulo. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SYSTEMS RESEARCH, INFORMATICS AND CYBERNETICS, 4, 1993, Baden Baden, Alemanha. **Proceedings....** p. 37-46.

32.KOWALTOWSKI, D. C. C. K., LABAKI, L. C. O projeto arquitetônico e o conforto ambiental: necessidade de uma metodologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1993, São Paulo. **Anais ...** São Paulo: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1993. v. 2, p. 785-794.

33.LAMBERTS, R., DUTRA, L., PEREIRA, F. O. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

34.LECHNER, N. **Heating, cooling, lighting: design methods for architects.** John Willey & Sons, 1991.

35.LODI, J. B. **A entrevista;** teoria e prática. 2 ed. São Paulo: Pioneira. 1974.

36.MACHADO, J. F., RIBAS, O. T., OLIVEIRA, T. A. **Cartilha: procedimentos basicos para uma arquitetura no trópico úmido**. São Paulo: Pini, 1986.

37.MARCONI, M. A., LAKATOS, E, M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1982.

38.MASCARÓ, L. R. **Energia na edificação**; estratégia para minimizar seu consumo. São Paulo: Projeto, 1991.

39.NACIONES UNIDAS. Departamento de Assuntos Económicos y Sociales. **El clima y el diseño de casas**. Nueva York: Naciones Unidas, 1973. (Diseño de Viviendas Económicas y Servicios de la Comunidad, 1).

40.OLGYAY, A., OLGYAY, V. **Solar control and shading devices.** New Jersey: Princeton University, 1957.

41.ORTEGA, E. M. **Modelos de preferência via escalonamento multidimensional.**. Campinas: Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, 1997. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, 1997.

42.PEREIRA, F. O. R., KREMER, A., LAMBERTS, R. Aplicação de princípios bioclimáticos no projeto de assentamentos humanos em Florianópolis. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1997. p. 192-197.

43.PEDROSO, N. G. Clima, meio ambiente e edificação: orientações para obtenção de dados climáticos necessários ao planejamento e execução de projetos executivos. In: **Tecnologia de Edificações**. Projeto de divulgação tecnológica Lix da Cunha. São Paulo: PINI, IPT, 1988. p. 487-490.

44.PIETROBON, C. E. **Um processo sistemático para o projeto arquitetônico bioclimático: o caso de Maringá**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 1990. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 1990.

45.RAMÓN, F. **Ropa, Sudor y Arquitecturas**. Madrid: H. Blume, 1980.

46.RIVERO, R. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. 2. ed. Porto Alegre: DC Luzzato/UFRGS, 1986.

47.ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos para o desenho urbano.** São Paulo: Projeto, 1988.

48.RORIZ, M., BASSO, A. **Arquitrop, versão 3.0.** São Carlos: 1990.

49.SCARAZZATO, P. S. **Investigação sobre critérios para determinação e medição dos níveis de conforto térmico.** São Paulo: Faculdade de Arquitetura, USP, 1987. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura, USP, 1987.

50.SELLTIZ, WRIGHTSMAN, COOK. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: EPU, 1987. v. 2 e 3.

51. WITT, A. **Metodologia de pesquisa**. São Paulo: Resenha Tributária, 1973.