

ANÁLISE CLIMÁTICO-ARQUITETÔNICA DE EDIFICAÇÕES VERTICAIS EM BLUMENAU SC

Amilcar José Bogo, Arquiteto e Urbanista - M.Sc.

Departamento de Arquitetura e Representação - Universidade Regional de Blumenau /FURB

Rua Antônio da Veiga, 140 - Bairro Victor Konder CEP 89010-971 Blumenau/SC

Tel. 047 321 0273 Fax. 047 322 8818 E-mail: arqbogo@furb.rct-sc.br

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise de edificações verticais considerando o clima de Blumenau SC. A caracterização climática de Blumenau foi realizada através do método das Tabelas de Mahoney, que diagnostica o clima e indica estratégias de condicionamento térmico necessárias para a arquitetura local.

A avaliação da arquitetura em Blumenau foi realizada através de levantamento de campo numa amostra de dez edifícios verticais, objetivando caracterizar a envolvente construída existente; juntamente com a análise das recomendações de arquitetura pelo método de Mahoney, em relação ao partido geral e projeto de elementos das edificações.

ABSTRACT

This paper presents a vertical buildings analysis related to Blumenau climate conditions. The local climate characterization, was performed using the Mahoney Tables method, which diagnoses the climate and indicates thermal conditioning strategies to local architecture.

The architecture evaluation was performed on field survey with a sample of ten vertical buildings, identification the actual envelope building, and with the analysis of the architectural recommendations from Mahoney method, related to recommended design stages and detail recommendations.

INTRODUÇÃO

Objetivando identificar a situação da adequabilidade da arquitetura para as condições climáticas de Blumenau, foi levantada e analisada a envolvente construída de dez edifícios verticais, localizados na área central da cidade, utilizados para atividades de comércio/serviços, tipologia arquitetônica esta emergente na cidade.

A análise climática de Blumenau, objetivando definir recomendações de arquitetura, foi realizada a partir das Tabelas de Mahoney, citados por KOENIGSBERGER et al (1977), MASCARÓ (1983), como um método para análise climática simplificada, envolvendo as variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar, chuvas e ventos, segundo suas condições médias mensais, definindo recomendações em termos de partido geral e detalhe de elementos de arquitetura. Este método segundo AROZTEGUI (1977) é um método muito apropriado para a primeira aproximação na definição do clima.

Segundo MAHONEY in PIETROBON (1990), não se deve encarar o método de análise progressivo, de forma mecânica que elimina a necessidade de pensar. O método é útil como "um instrumento para a adoção de decisões, mas não um substitutivo das decisões".

Diversos trabalhos adotaram os procedimentos do método de Mahoney para aplicação em termos de análise térmica de ambientes, como BAHIA (1997), OLIVEIRA (1990), AROZTEGUI (1977), aplicando-o para locais específicos, como Rio de Janeiro, Iguaçu Grande RJ e Porto Alegre, respectivamente.

METODOLOGIA

A utilização do método de Mahoney para Blumenau, em relação a outros existentes, baseou-se principalmente nos seguintes aspectos:

- analisa o clima local a partir de dados climáticos simplificados, disponíveis para a cidade, num período de 1911-1969;
- define clara e objetivamente recomendações de projeto de arquitetura e urbanismo, englobando os principais elementos caracterizadores da envolvente construída.

Os dados climáticos foram recolhidos junto ao Instituto de Pesquisas Ambientais - IPA da Universidade Regional de Blumenau

- FURB, através de medições realizadas pelo INMET e disponibilizadas pela Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S A - EMPASC.

O levantamento de campo envolveu os dados caracterizadores da envolvente construída das edificações, como ano de construção, área e orientação das aberturas, tipo de proteções solares nas janelas, tipo de vidro, cores de paredes externas; o cálculo das propriedades térmicas dos componentes construtivos das edificações levantadas (paredes externas e cobertura), como transmitância térmica, amortecimento e retardo, realizados a partir do programa Arqitrop 3.0, desenvolvido por RORIZ e BASSO (1995).

De posse destes dados foi possível a verificação do atendimento ou não das edificações às recomendações de projeto de arquitetura definidas a partir da aplicação das Tabelas de Mahoney para Blumenau.

A aplicação das Tabelas de Mahoney para Blumenau, a partir dos dados climatológicos citados, definiu as recomendações selecionadas para implantação (partido geral) e para projeto de elementos das edificações, a seguir apresentadas. A operacionalização detalhada das Tabelas de Mahoney não é aqui apresentada, devido as limitações de tamanho existentes para a preparação deste artigo técnico.

RESULTADOS ENCONTRADOS

RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA IMPLANTAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES (PARTIDO GERAL):

- A) Configuração/orientação da planta: Planta de configuração linear, com fachadas principais orientadas para norte e sul, reduzindo exposição ao sol.
- B) Espaçamento entre as edificações: Espaço aberto para penetração de brisa, com proteção contra o vento frio e quente.
- C) Movimento de ar na edificação: Ambientes em fila, com duas faces externas opostas para permitir permanente movimento de ar
- D) Aberturas: Aberturas grandes, 40 à 80% da superfície das paredes orientadas à norte e sul.
- E) Paredes: Paredes leves, com pequeno tempo de atraso térmico.
- F) Cobertura: Coberturas leves, isoladas termicamente com forro e cavidades de ar; com camada de ar entre o telhado e o forro.
- G) Espaço para dormir ao ar livre: Requerido espaço externo para dormir .

RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO DE ELEMENTOS DAS EDIFICAÇÕES:

- H) Dimensionamento das aberturas: Aberturas grandes, com 40 à 80% da área das paredes.
- I) Posicionamento das aberturas: Nas paredes norte e sul, na altura do corpo humano e na direção do vento.
- J) Proteção das aberturas: Bloquear a luz solar direta.
- K) Paredes e pisos: Leves, com baixa capacidade térmica.
- L) Cobertura: Leve, refletiva e com câmara de ar.
- M) Características externas: Espaço para dormir ao ar livre.

Na definição das recomendações de projeto de arquitetura para Blumenau, foram identificadas a partir do diagnóstico climático, as estratégias de condicionamento necessárias para obtenção das condições de conforto térmico, identificadas como indicadores de umidade e aridez, definidas como:

Indicador de umidade:

- Fluxo de ar necessário nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro, caracterizando uma necessidade de ventilação junto aos espaços construídos, objetivando dissipação do calor interno dos ambientes, retirada da umidade interna do ar, resfriamento da superfícies dos materiais e do corpo dos ocupantes .
- Fluxo de ar aconselhável nos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro, caracterizando a necessidade de ventilação no inverno, objetivando requisitos higiênicos e retirada da umidade interna do ar.

Indicador de aridez:

- Necessidade de dormitórios externos nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro, caracterizando uma necessidade de escapar dos ganhos de calor adquiridos pela edificação ao longo do dia e ainda presentes nela, devido a pequena diferença de temperatura entre o dia e a noite no verão, que dificulta a liberação de calor pela edificação para o meio externo.

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DE DADOS E DE CAMPO

São apresentados a seguir, os dados das dez edificações verticais analisadas, incluindo o cálculo das propriedades térmicas (U, m, t) de paredes externas e cobertura:

Tabela 1. Características da envolvente construída: paredes externas, área e orientação de aberturas.

EDIFÍCIO	PROPRIEDADES TÉRMICAS PAREDES EXTERNAS			TIPOLOGIA CONSTRUTIVA PAREDES EXTERNAS	RAZÃO ENTRE ÁREA DE JANELA/ÁREA DE PAREDE SEGUNDO A ORIENTAÇÃO DAS ABERTURAS (%)							
	U	μ	τ		NE	NO	SE	SO	N-NE	S-SO	L-SE	O-NO
1 (1974)	1,115	80	6,0	PA	0	16	58	0	---	---	---	---
2 (1987)	1,215	65	4,0	PB	20	26	100	20	---	---	---	---
3 (1987)	1,215	65	4,0	PB	---	---	---	---	0	50	0	50
4 (1988)	1,215	65	4,0	PB	---	---	---	---	58	0	58	0
5 (1988)	1,215	65	4,0	PB	0	38	38	52	---	---	---	---
6 (1989)	1,591	60	3,5	PC	18	0	0	18	---	---	---	---
7 (1989)	1,215	65	4,0	PB	55	55	0	55	---	---	---	---
8 (1996)	1,591	60	3,5	PC	---	---	---	---	45	0	45	0
9 (--?--)	1,423	65	4,0	PD	75	30	30	75	---	---	---	---
10 (1992)	1,215	65	4,0	PB	---	---	---	---	0	35	35	35

Tabela 2. Características da envolvente construída: proteções solares, tipo de vidro, cor de paredes externas.

EDIFÍCIO	NÚMERO PAV.	PROTEÇÕES SOLARES NAS JANELAS			TIPO DE VIDRO	CORES PAREDES EXTERNAS		
		HORIZ. (H)	VERT. (V)	(H + V)		CLAR A	MÉDIA	ESCURA
1 (1974)	8	---	---	---	Refletivo escuro		X	
2 (1987)	10	---	---	---	Absorvente escuro	X		
3 (1987)	12	X	---	---	Absorvente claro	X		
4 (1988)	9	---	X	---	Incolor		X	
5 (1988)	14	---	---	---	Incolor		X	
6 (1989)	8	---	X	---	Absorvente claro			
7 (1989)	10	X	---	---	Incolor	X		
8 (1996)	5	---	---	---	Incolor		X	
9 (--?--)	11	---	X	---	Refletivo claro		X	
10 (1992)	14	---	---	---	Absorvente claro		X	

Tabela 3. Características da envolvente construída: cobertura.

EDIFÍCIO	PROPRIEDADES TÉRMICAS COBERTURA				TIPOLOGIA CONSTRUTIVA COBERTURA
	U (\downarrow)	U (\uparrow)	μ	τ	
1 (1974)	1,648	1,973	69	4,5	CA
2 (1987)	1,648	1,973	69	4,5	CA
3 (1987)	1,648	1,973	69	4,5	CA
4 (1988)	1,468	1,721	96	12	CB
5 (1988)	1,648	1,973	69	4,5	CA
6 (1989)	1,468	1,721	96	12	CB
7 (1989)	1,468	1,721	96	12	CB
8 (1996)	2,671	3,670	22	1,0	CC
9 (--?--)	1,648	1,973	69	4,5	CA
10 (1992)	1,657	1,410	97	13,4	CD

Onde: U - Transmitância térmica ($W/(m^2 \cdot ^\circ C)$)

m - Amortecimento (%)

t - Atraso térmico (h)

Obs.: Na avaliação das propriedades térmicas, os valores repetidos, referem-se a valores médios iguais existentes, devido a utilização de mesma tipologia construtiva, com espessura e camadas de materiais similares.

CÓDIGO DAS TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS LEVANTADAS:

PAREDES EXTERNAS:

PA - (revestimento cerâmico + argamassa reboco + tijolo 6 furos "deitado" + argamassa reboco)

PB - (argamassa reboco + tijolo 6 furos "deitado" + argamassa reboco)

PC - (argamassa reboco + tijolo 6 furos "de pé" + argamassa reboco)

PD - (pastilha cerâmica + argamassa reboco + tijolo 6 furos "de pé" + argamassa reboco)

COBERTURA:

CA - (telha fibrocimento + camada de ar + laje pré-moldada + argamassa reboco)

CB - (telha fibrocimento + camada de ar + laje mista + argamassa reboco)

CC - (telha cerâmica + camada de ar + forro fibra madeira)

CD - (telha cerâmica + camada de ar + laje mista + argamassa reboco)

ANÁLISE DOS RESULTADOS

São analisados a seguir as recomendações de projeto de arquitetura na fase de partido geral e detalhe de elementos de arquitetura, selecionadas para Blumenau, juntamente com os dados quanto as características da envolvente construída das dez edificações, objetivando identificar a adequação da arquitetura ao clima de Blumenau, segundo a amostra de edificações analisada.

ANÁLISE DAS RECOMENDAÇÕES DE PROJETO DE ARQUITETURA E OS EDIFÍCIOS LEVANTADOS:

CONFIGURAÇÃO/ORIENTAÇÃO DA PLANTA: Edificações orientadas longitudinalmente para leste-oeste, com lados maiores para norte e sul, objetivando reduzir a carga de insolação na edificação.

Situação levantada: Em razão de os dez edifícios verticais localizarem-se na área central da cidade, em lotes densamente ocupados devido a alta taxa de ocupação e coeficiente de aproveitamento, a configuração das edificações não é flexibilizada, ocupando grande parte do lote. Neste sentido, tanto a configuração como a orientação da planta estão mais relacionados a estrutura urbana existente no local (estrutura fundiária, sistema viário).

Análise: Área central da cidade em contínuo processo de adensamento construído, favorecido diretamente pelas normas urbanísticas e a estrutura fundiária existente, ocasionando um predomínio dos fatores econômicos na produção da arquitetura, objetivando maximização do lucro com a construção de edificações.

Conclusão parcial: Recomendação que influi diretamente no adensamento construído da área central, onde os lotes estão ocupados em no mínimo 60% do lote; em geral retangulares, com frente menor para a via, definindo uma configuração geométrica rígida, ao qual as normas urbanísticas vigentes respaldam: - NÃO ATENDIMENTO À RECOMENDAÇÃO.

ESPAÇAMENTO ENTRE AS EDIFICAÇÕES: Permitir espaço entre as edificações, permitindo a penetração das brisas, com proteção contra o vento frio e quente.

Situação levantada: Devido a alta densidade construída, as edificações não mantêm grandes distâncias entre si, porém variando significativamente em altura.

Análise: Área central da cidade em contínuo processo de grande adensamento construído, favorecido diretamente pelas normas urbanísticas e a estrutura fundiária existente, ocasionando dificuldade de circulação da brisa nordeste de verão, canalizada pelo leito do rio Itajaí-Açu em direção ao centro da cidade.

Conclusão parcial: Recomendação que influi diretamente no adensamento construído da área central, com pequena distância entre as edificações: - NÃO ATENDIMENTO À RECOMENDAÇÃO.

MOVIMENTO DO AR: Dispor os ambientes de longa permanência (dormitórios, salas, escritórios) em fileira única; dispositivo permanente para movimento de ar.

Situação levantada: A configuração física dos edifícios define salas comerciais localizadas predominantemente em lados opostos. A utilização de bandeiras nas janelas, venezianas fixas ou outros dispositivos não foi encontrada na amostra avaliada.

Análise: Recomendação relacionada mais diretamente a edificações unifamiliares, no que se refere a disposição em fileira única dos ambientes; quanto ao dispositivo permanente para movimento de ar, refere-se a elemento de projeto, pouco explorado nas edificações analisadas.

Conclusão parcial: A tipologia arquitetônica dos edifícios comerciais não possibilita a disposição de ambientes em fileira única, devido a outros requisitos de maior importância (programa de necessidades, configuração física, lay-out); a incorporação de dispositivos permanentes para movimento de ar não esta presente: - NÃO ATENDIMENTO À RECOMENDAÇÃO.

ABERTURAS: Protegidas do sol direto; grandes, 40-80% das paredes norte e sul; na altura do corpo humano; no lado exposto ao vento.

Situação levantada: O conjunto das dez edificações analisadas, abrange 28 fachadas com aberturas, uma vez que diversos edifícios apresentam fachadas sem aberturas (paredes “cegas”). A orientação das aberturas está diretamente relacionada à estrutura fundiária existente e ao sistema viário (estruturação urbana), que juntamente com o alto adensamento construído permitido, condiciona as orientações das aberturas às existentes nos lados do terreno. As proteções solares estão presentes em apenas cinco dos dez edifícios analisados e o aproveitamento do vento dominante de verão não está caracterizado na amostra de arquitetura analisada.

Análise: Em relação a área de aberturas, das 28 fachadas citadas, oito estão abaixo da faixa mencionada; quatro próximas a 40% e as demais até 80%, com exceção de uma edificação que possui um cortina envidraçada, ocupando 100% da fachada sudeste. Analisando área e orientação de aberturas, identifica-se que devido a estruturação urbana existente, apenas três dos dez edifícios analisados apresentam situações problemáticas, com aberturas para noroeste, sudoeste e oeste-noroeste, que recebem grande carga de insolação no verão. Das proteções solares, grande parte são de baixa eficiência, com exceção das edificações de número 4 e 9, com proteções solares aparentemente adequadas a situação existente.

Conclusão parcial: A clara definição de proteções solares nas aberturas, não é comum; a orientação das aberturas está mais relacionada a estruturação urbana do centro da cidade e a área de aberturas, mais relacionada a padrões estéticos e formais de arquitetura, não apresentando compreensão dos problemas de insolação: - ATENDIMENTO PARCIAL À RECOMENDAÇÃO.

PAREDES EXTERNAS: Paredes leves e refletivas, com pequena capacidade calorífica (pequeno atraso térmico).

Situação levantada: As paredes levantadas são compostas de elemento cerâmico (tijolo furado) e argamassa de reboco interno e externo em 80% da amostra, acrescido de revestimento cerâmico externo nos demais 20%, em cores medianamente claras/escuras para 60% da amostra e clara para os outros 40%.

Análise: Tipologia construtiva dominante, influenciada principalmente pelo custo, domínio tecnológico e disposição de material cerâmico na região.

Conclusão parcial: Toda a amostra enquadra-se no recomendado quanto as paredes leves e de pequena capacidade calorífica; predominância das cores claras nas paredes atendem a recomendação de refletivas: - ATENDIMENTO À RECOMENDAÇÃO.

COBERTURA: Leves, com superfícies refletoras, câmara de ar e isolamento térmico.

Situação levantada: Predominantemente as coberturas são leves, não armazenando muito calor; quanto ao isolamento térmico não é encontrado em nenhum dos edifícios analisados; observa-se também que quatro edifícios apresentam coberturas com grande capacidade térmica (altos valores de amortecimento e atraso térmico), situação esta não adequada ao clima de Blumenau, devido ao grande armazenamento de calor.

Análise: A não utilização de isolante térmico (materiais específicos para esta finalidade) é uma constante, face a alegação de custos e a não compreensão dos problemas de ganho de calor pela cobertura.

Conclusão parcial: A amostra atende parcialmente a recomendação, atendendo na maioria ao requisito de coberturas leves e em minoria o uso de isolante térmico: - ATENDIMENTO PARCIAL À RECOMENDAÇÃO.

ESPAÇO PARA DORMIR AO AR LIVRE: Espaço necessário para dormir ao ar livre.

Situação levantada: A tipologia analisada (comércio/serviços), não engloba ambientes para dormir.

Análise: Esta recomendação, mesmo não pertinente a amostra analisada, é de difícil atendimento para edificações residenciais, face a necessidade de locais específicos para dormir ao ar livre, questões de segurança, entre outras.

Conclusão parcial: O atendimento a esta recomendação aparentemente conduz a ambientes avarandados como área de dormir; no entanto não faz parte da amostra citada: - RECOMENDAÇÃO NÃO VÁLIDA PARA AS EDIFICAÇÕES ANALISADAS.

CONCLUSÃO FINAL

A identificação de recomendações de projeto de arquitetura em nível de partido geral e detalhe de elementos de arquitetura, englobando a definição de estratégias de condicionamento térmico aplicada à arquitetura, conforme apresentado pelo método das Tabelas de Mahoney, permite uma análise inicial da adaptação da arquitetura ao clima em Blumenau.

A inexistência de atendimento a maior parte das recomendações de arquitetura citadas, caracteriza uma situação mais abrangente da arquitetura em geral, predominando padrões estético e formais, modismos, lucro rápido, juntamente com a ausência de normas urbanísticas específicas que tratem da questão do clima no ambiente construído de forma clara e prática.

LIMITAÇÕES

A análise climático-arquitetônica de edificações verticais realizada, envolveu uma pequena amostra da arquitetura em Blumenau, amostra definida aleatoriamente, representando a atividade de comércio/serviços em edifícios verticais.

Os dados climáticos utilizados referem-se ao período de 1911 à 1965, devido a não disponibilidade de dados recentes.

Os valores calculados das propriedades térmicas dos componentes construtivos analisados (U, m, t), são valores médios, calculados conforme a tipologia construtiva levantada para cada edificação, já considerando as respectivas espessuras e camadas de materiais existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AROSZTEGUI, José M. Parâmetros do Conforto Térmico de P. Alegre. Porto Alegre: UFRGS, 1977.
- BAHIA, Sérgio R. et al. Modelo para Elaboração de Código de Obras e Edificações. Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, 1997.
- KOENIGSBERGER, O . H. et al. Viviendas y Edificios en Zonas Cálidas y Tropicales. Madrid: Paraninfo, 1977.
- MASCARÓ, Lucía R. Luz, Clima e Arquitetura.3. ed. São Paulo: Nobel, 1983.
- OLIVEIRA, Jorge L. F. de. Análise Climática Aplicada à Arquitetura: Estudo de um Caso Real. Rio de Janeiro, 1990.
- PIETROBON, Cláudio E. Um Processo Sistemático para o Projeto Arquitetônico Bioclimático: o Caso de Maringá - I Parte. São Carlos: Dissertação(Mestrado em Arquitetura) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1990.
- RORIZ, Maurício e BASSO, Admir. Arqutrop: Conforto Térmico e Economia de Energia nas Edificações. Versão 3.0 . São Carlos, 1995.