

ENTORNO CONSTRUÍDO E MICROCLIMA – UMA CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA O ESTUDO DE PRAÇAS EM CIDADE TROPICAL QUENTE E ÚMIDA.

Virgínia Maria Nogueira de Vasconcellos

Professora - EBA/UFRJ

virginia.vasconcellos@gmail.com

Oscar Daniel Corbella

Professor – PROURB/FAU/UFRJ

ocorbella@terra.com.br

RESUMO

Este artigo tem o objetivo de apresentar o resultado de um estudo que visou ao desenvolvimento de um roteiro metodológico para o projeto bioclimático dos espaços exteriores, em cidades de clima tropical quente e úmido. Como suportes para os experimentos de campo foram analisadas as praças Irmãos Bernardelli, Serzedelo Corrêa e Edmundo Bittencourt, no Bairro de Copacabana, na Cidade do Rio de Janeiro. A partir do levantamento dos elementos morfológicos que compõem esses espaços e de seus entornos imediatos foi possível estabelecer as sombras geradas pelo entorno edificado e as áreas sombreadas por vegetação e por elemento construído no interior de cada praça. Complementando o estudo, procedeu-se ao zoneamento dos usos e atividades nelas desenvolvidas para, finalmente, determinar-se os pontos de medição e proceder-se aos experimentos microclimáticos de campo, propriamente ditos, que validam a proposta. A partir da definição e fixação dos locais de medição em relação ao grau de insolação foram estabelecidos, em cada praça, cinco pontos, a partir dos quais foram efetuadas duas medições em três turnos (manhã, meio do dia e tarde), em situação de verão e de inverno. Como resultado, foi possível apresentar uma proposta de procedimento para o levantamento, a análise e a intervenção nos espaços exteriores visando ao projeto bioclimático.

Palavras-chave: projeto bioclimático; espaços exteriores; roteiros para experimentos de campo; praças.

ABSTRACT:

This article presents experimental results of a study on urban outdoor spaces located in cities with hot and humid tropical climate. The study aimed at developing a methodological guide for a Bioclimatic project of these spaces. The field experiments analyzed the *Irmãos Bernardelli Square*, *Serzedelo Corrêa Square* and *Edmundo Bittencourt Square*, all of them located in the Copacabana District in Rio de Janeiro City. Based on the morphological elements of these spaces and of their immediate surroundings, it was possible to find the shaded areas promoted by the building environment, the vegetation, as well as by the constructed elements in each square. This study was complemented by zoning the different activities carried out in these spaces as a way of determining the measuring points to make the microclimate experiments, which validate the study proposal. Once the measuring points were defined and fixed according to the solar energy conditions, five points were established in each square to take measurements three times throughout the day (morning, midday and afternoon), during summer and winter. These experiments resulted in a proposal of procedures to do the mapping, the analysis and to define the kind of intervention in outdoor spaces aiming at developing a bioclimatic project.

Key words: bioclimatic project; outdoor spaces; field experiments guides; squares.

1. INTRODUÇÃO

O contínuo processo de urbanização aliado, na maioria das vezes, à falta de planejamento integrado vem causando alterações climáticas significativas, sobretudo nas cidades de médio e grande portes, dificultando o cumprimento das exigências humanas principalmente em relação ao conforto ambiental e à saúde física e psicológica da população.

Ao defendermos a inserção do planejamento bioclimático no planejamento dos espaços urbanos, destacamos a importância de se observar cada parte da cidade como um espaço único, estudando seus elementos de forma isolada e em conjunto, sem perder as especificidades de cada local, para que se tracem diretrizes e se estabeleçam métodos adequados de atuação. Essas diretrizes, aliadas aos demais requisitos de projeto, são fundamentais para subsidiar arquitetos, paisagistas e urbanistas na tarefa de produção de ambientes mais confortáveis e voltados à preservação do clima no Planeta.

Este artigo apresenta o resultado de um estudo que serviu de base para o desenvolvimento de um roteiro metodológico para o projeto bioclimático dos espaços exteriores, em cidades de clima tropical quente e úmido. Nele foram estudadas três praças no Bairro de Copacabana, na Cidade do Rio de Janeiro: Irmãos Bernardelli, Serzedelo Corrêa e Edmundo Bittencourt.

Entre tantos papéis que desempenham¹ no dia a dia das cidades, as praças constituem espaços extraordinários do ponto de vista climático e social. Elas passam a representar pequenos “pulmões da Cidade”, onde ainda se pode respirar (um ar não tão mais puro assim), porque o vento circula entre mesas e canteiros e onde o sol da manhã e do final de tarde pode ser usufruído, sobretudo pelos mais velhos e pelos pequeninos, que ali buscam saúde, entretenimento e descanso. Elas se transformam na extensão da própria residência em função da redução cada vez maior da área útil das habitações: local de “receber” os amigos, de descansar, de se recrear, de sonhar...

As praças – espaços construídos a partir dos limites das fachadas das edificações do seu entorno imediato (paredes externas, que marcam o seu “espaço livre”) e pelas vias, limites horizontais, que determinam o seu espaço oficial (quarteirão da praça) têm um forte significado social. Seus ambientes de uso múltiplo, determinados pelo traçado paisagístico, pelas eventuais edificações nelas existentes e pela gestão dos usuários em relação às suas necessidades e às necessidades do seu entorno construído, abrigam funções que permitem o convívio social.

Ao se estudar a relação entre o entorno construído e o microclima em três morfologias semelhantes e complementares, num mesmo topoclima (Bairro de Copacabana, na Cidade do Rio de Janeiro), buscaram-se subsídios para desenvolver um roteiro metodológico que auxilie arquitetos, urbanistas e paisagistas na tarefa de reformar e/ou projetar novas praças em cidades de clima tropical quente e úmido.

O roteiro metodológico adotado para a realização da pesquisa estabeleceu três etapas: inventário, análise e diagnóstico (e proposições). As duas primeiras etapas foram subdivididas em três fases, onde foi tratada cada categoria de análise verificada: entorno construído, microclima e uso.

O entorno construído foi trabalhado com bases na Técnica da Figura e Fundo² (TRANCIK, 1986), onde foram observadas as “formas” que estruturam o espaço urbano: traçado ou malha urbana, quarteirão, lote e implantação da edificação no lote. A partir desse mapeamento foi possível estabelecer as possíveis entradas de vento em cada morfologia. Procedeu-se, também, à elaboração das cartas solares para conhecer as trajetórias solares nos equinócios e nos solstícios de verão e de inverno, nos três horários previstos para a realização dos experimentos de campo, o que permitiu, ainda verificar o percentual de área sombreada pelas edificações do entorno imediato, no verão e no inverno.

Este estudo foi complementado pelo mapeamento do uso do solo, do gabarito em altura das edificações do entorno imediato e do fator visível do céu em cada praça analisada, além do estudo de sombras geradas no interior de cada praça, no verão e no inverno, para os horários correspondentes às medições. Esse mapeamento permitiu verificar, ainda, os percentuais de área sombreada por árvores (interior das praças) e pelas edificações do entorno construído imediato.

A análise do entorno construído fortalece o embasamento necessário ao estudo do microclima, permitindo a correlação entre suas diferentes variáveis e as variáveis climáticas e humanas. Monteiro (1976:126) destaca

¹ As praças desempenham muitos outros papéis na vida da cidade, abrigando funções como o comércio, feiras culturais, atividades sócio-culturais, políticas e religiosas.

² O primeiro trabalho que utilizou essa técnica foi desenvolvido por NOLLI, no século XVIII.

que “as componentes termodinâmicas do clima não só conduzem ao referencial básico para a noção do conforto térmico urbano como são, antes de tudo, a constituição do nível fundamental de resolução climática para onde convergem e se associam todas as outras componentes”. Em consonância com Monteiro (1976), considera-se, desta forma, que o uso do solo e a morfologia urbana, assim como suas funções, estão fortemente ligados ao processo de transformação e produção do clima urbano e do conforto térmico.

Para os experimentos de campo (estudo microclimático) foram levantados, nas três praças, as variáveis: temperatura do ar e das superfícies vizinhas, umidade relativa do ar, radiação solar global e comportamento do vento (velocidade média e direção predominante), tendo-se sempre, como referência, um ponto fixo na praia.

O uso e as atividades desenvolvidas em cada geometria analisada foram registrados a partir de observações, em diferentes dias da semana e horários, sob distintas condições do tempo. Esses registros permitiram traçar o zoneamento de usos e mapear o grau de intensidade de uso de cada área, além dos pontos de maior congestionamento, os pontos de encontro, as áreas negativas etc. (WHYTE, 1980).

2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO UNIVERSO DA PESQUISA

A Cidade do Rio de Janeiro está localizada a 22° 54' de latitude sul e 43° 10' de longitude oeste. Neste contexto, o Bairro de Copacabana, situado na Zona Sul da Cidade, na entrada da Baía de Guanabara é limitado pelo mar e por morros de cota máxima de 384m (Morro do Cantagalo).

O bairro apresenta uma das maiores taxas de densidade habitacional, apresentando edificações com gabarito médio de 12 pavimentos, sem afastamento, que formam imensas barreiras à penetração dos ventos e à insolação no interior de suas quadras.

Sua população total é de 147.021 habitantes (2000), sendo que o percentual de jovens de até 20 anos e idosos a partir de 60 anos chega a 40% da população total. Dessa população total, as mulheres são maioria.

Para o desenvolvimento da pesquisa as praças selecionadas obedeceram aos seguintes critérios:

- Tipologia do espaço (praças urbanas, como espaço de interação social),
- Clima (topoclima de bairro, fechamento em relação à entrada de vento e arborização intensa),
- Características do entorno construído (traçado urbano, gabarito em altura, densidade habitacional e uso do solo),
- Distância, orientação e “abertura” em relação ao mar.

A escassez de tempo, recursos e apoio operacional determinaram, ainda, que o número de experimentos não poderia ultrapassar três praças. As praças Irmãos Bernardelli, Serzedelo Correia e Praça Edmundo Bittencourt reuniram as qualidades estabelecidas nos critérios de seleção. (Figura 1)

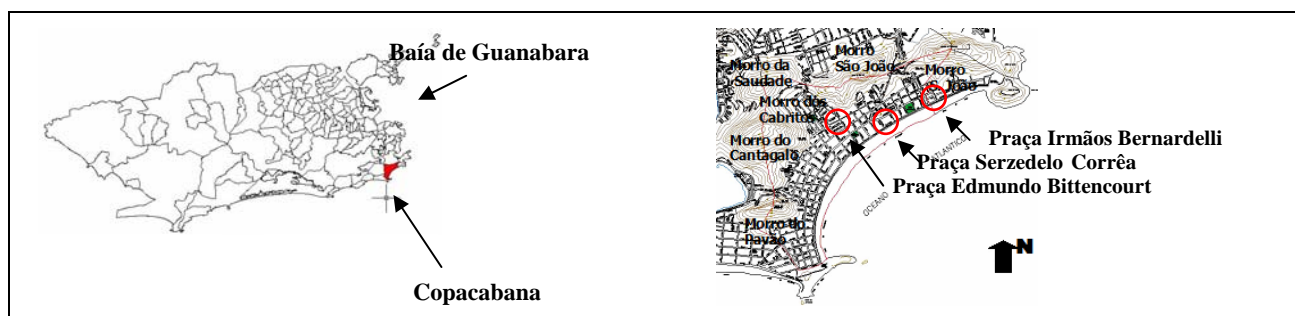


Figura 1- Localização do bairro e das praças

As praças apresentam características semelhantes quanto à forma e inserção na malha urbana, ao gabarito em altura e à densidade habitacional, ao uso do solo, à presença de vegetação e aos usos e atividades desenvolvidas no seu espaço útil, mas diferem em relação à distância do mar, ao fechamento da quadra e orientação solar.

3. ROTEIRO METODOLÓGICO

Para o encaminhamento da pesquisa traçou-se um roteiro metodológico que permitisse o levantamento e a análise das informações necessárias ao seu desenvolvimento. Para o estudo das questões referentes à Cidade e ao Bairro foram coletadas informações de sites e bibliografia especializada, ao que se permitiu denominar inventário bibliográfico. As questões relativas às praças propriamente ditas integraram o inventário de campo, que foi composto por três levantamentos específicos: caracterização do entorno construído, experimentos de campo (microclimáticos) e observação de uso. (Figura 2).

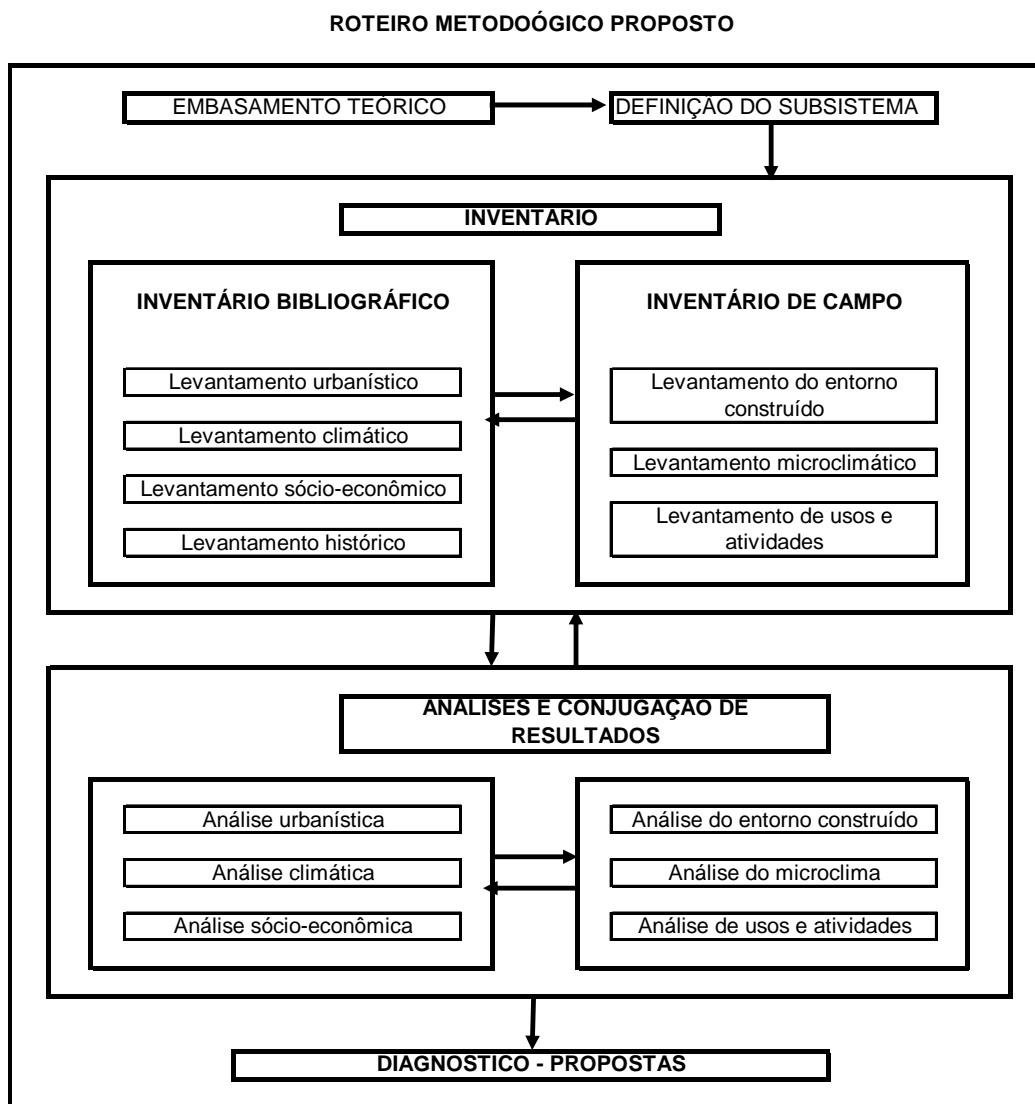


Figura 2 – Roteiro metodológico proposto

O levantamento do entorno construído partiu da caracterização do entorno imediato de cada praça, onde foram mapeados: a malha urbana, o uso do solo, o gabarito em altura das edificações, o fator visível do céu, a relação entre as dimensões da praça e a altura das edificações, o percentual de área sombreada por árvores e o percentual de sombra projetada pelas edificações em três horários pré-estabelecidos, em situação de verão e de inverno.

Para os experimentos de campo foram medidas e analisadas as variáveis temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar direta, temperatura de superfície dos materiais (piso) e comportamento do vento (velocidade média e direção predominante), além da observação do índice de nebulosidade, exposição do ponto ao sol.

As medições foram realizadas nos períodos de verão e de inverno, não sendo possível realizar as medições simultâneas nas três praças. No entanto, foram estabelecidos três pontos de referência na praia (a 100m do início a faixa de areia, no ponto médio de cada praça), com medições simultâneas às das praças, para corrigir eventuais distorções e comprovar a similaridade dos dias de medição.

A análise das observações de uso para cada praça, permitiu ratificar a importância do sombreamento para o conforto térmico humano. (Figura 3)

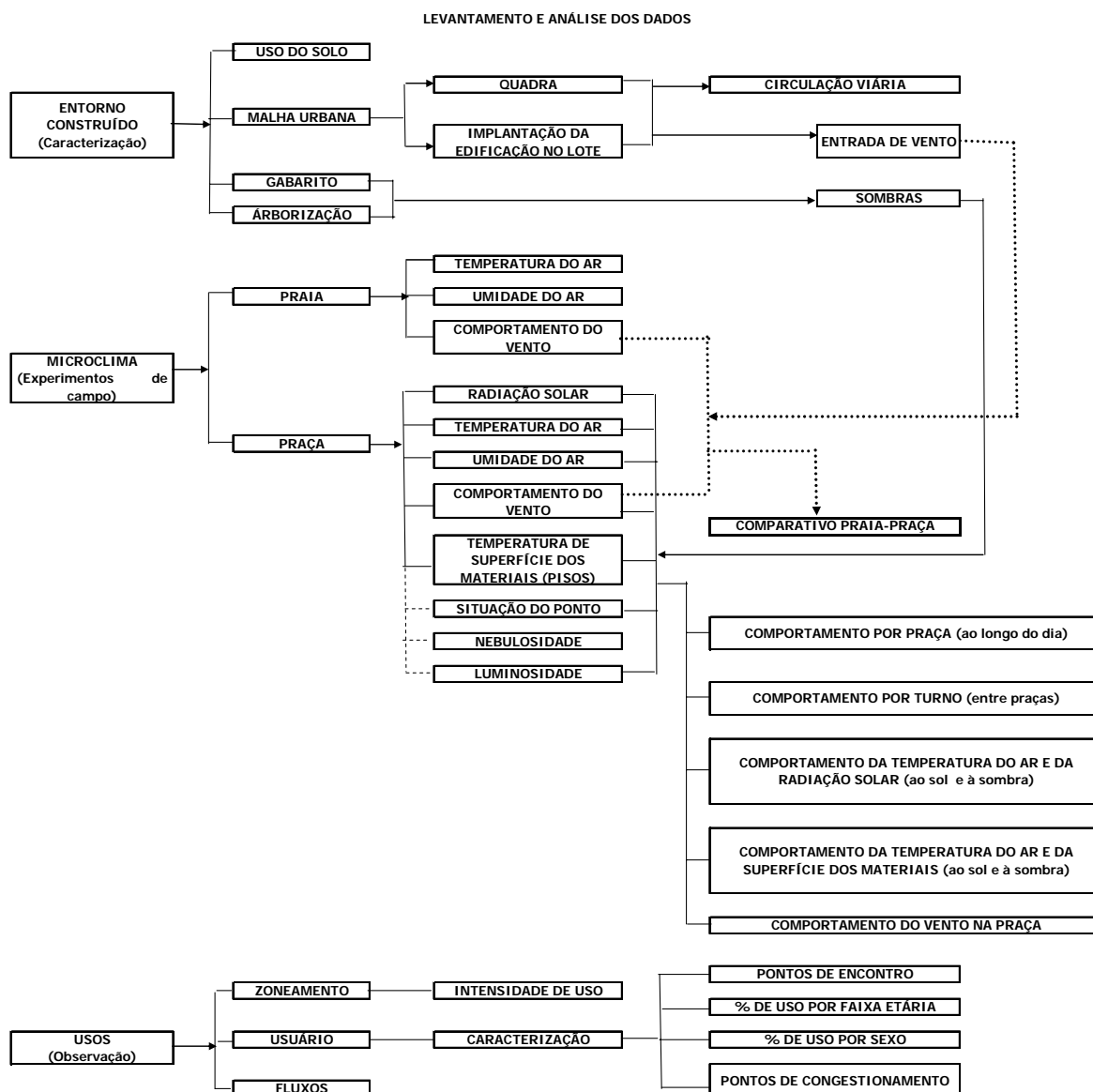


Figura 3 - Esquema proposto para o levantamento e análise de dados

4. PONTOS E INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

Em cada praça, foram determinados cinco pontos de medição (ao sol e à sombra), com base no estudo de sombras e no zoneamento de usos de cada praça. Os pontos foram visitados duas vezes em cada turno, por um período de cinco minutos, sendo quatro para a estabilização dos aparelhos e um minuto para as medições propriamente ditas. Por questões de segurança da equipe de medição, não foram realizadas medições noturnas. Desta forma, os turnos determinados (manhã, meio-dia e tarde) obedeceram aos horários das 9h, 12h e 15 h, respeitado o horário de verão vigente para a Cidade do Rio de Janeiro.

O levantamento contou com uma equipe formada por professores e bolsistas de Iniciação Científica, que foi treinada para a compreensão dos objetivos e da importância do estudo, o manuseio dos instrumentos e preenchimento das planilhas previamente confeccionadas.

Nas praças foram utilizados: *dataloggers* para o registro da temperatura do ar e da umidade relativa do ar; solarímetro, para a radiação solar; termômetro de não contato, para a temperatura de superfície dos materiais e anemômetro térmico, para a velocidade do vento. Para o registro da direção do vento foi amarrado um fio de lã no aparelho e utilizada uma bússola corrigida. Da mesma forma, foram usados *dataloggers* na praia e um anemômetro de ventoinha para a velocidade do vento. Para o uso dos *dataloggers* foram confeccionadas

DESCRIÇÃO CLIMÁTICA DOS PONTOS NA PRAÇA IRMAOS BERNARDELLI - 07/02/2006 (VERAO)											
PONTO	HORA	SITUAÇÃO DO PONTO	NEBULOSIDADE (condição do céu)	TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DOS MATERIAIS (°C)		TEMPERATURA DO AR (°C)	UMIDADE (%)	VENTO		RADIÇÃO SOLAR (w/s²)	LUMINOSIDADE (lux)
								VELOCIDADE (m/s)	DIREÇÃO (predominante)		
1	10:00	SoA	2	x	x	29.5°	68,6	1,2	120° - NO - O	150	200
1'	10:25	SoA	2	terra	28,1°	29,1°	64,8	1,5	270° - E	62	2300
2	10:05	SoAEd	2	x	x	29,0°	69,3	2,2	120° - NO - O	100	150
2'	10:30	SoEd	2	concreto	28,3°	28,9°	70,3	2,3	300° - SE - E	14,5	210
3	10:10	Sol	2	pedra port vermelha	39,7°	30,4°	60,4	2,5	0° - S	750	80000
3'	10:35	Sol	2	pedra port vermelha	40,8°	31,3°	70,9	1,7	330° - SE - S	744	84000
4	10:15	SoEd	2	paralelepipedo	34,1°	29,9°	60,4	1,8	270° - E	82	11200
4'	10:40	SoEd	2	paralelepipedo	29,2°	30,2°	60,8	4,5	270° - E	110	6400
5	10:20	Sol	2	concreto	44,3°	29,8°	62,7	1,4	330° - SE - S	755	70000
5'	10:45	Sol	2	concreto	45,4°	30,3°	56,8	1,2	330° - SE - S	805	75000
1	13:00	SoA	3	terra	27,8°	30,0°	62,0	1,5	270° - E	102	6000
1'	13:25	SoA	3	terra	29,5°	30,4°	56,2	1,5	270° - E	163	3400
2	13:05	SoEd	3	concreto	29,8°	29,6°	63,2	1,7	270° - E	23,5	270
2'	13:30	SoEd	3	concreto	29,3°	29,5°	57,3	2,0	270° - E	25,5	360
3	13:10	Sol	3	pedra port vermelha	49,3°	32,8°	64,6	1,0	0° - S	750	83000
3'	13:35	Sol	3	pedra port vermelha	47,8°	31,4°	57,4	2,0	0° - S	575	61000
4	13:15	Sol	3	paralelepipedo	46,2°	30,3°	54,5	1,5	270° - E	745	75000
4'	13:40	Sol	3	paralelepipedo	45,4°	29,4°	54,5	1,8	270° - E	455	43000
5	13:20	Sol	3	concreto	48,4°	30,9°	53,5	1,9	270° - E	440	50000
5'	13:45	Sol	3	concreto	47,4°	29,9°	55,9	1,5	270° - E	390	43000
1	16:00	SoA	3	terra	28,8°	28,3°	66,8	1,0	330° - SE - S	130	4900
1'	16:25	SoA	3	terra	28,7°	28,7°	51,2	0,5	270° - E	53	2500
2	16:05	SoEd	3	concreto	29,8°	28,4°	68,6	0,5	270° - E	10,5	120
2'	16:30	SoEd	3	concreto	29,7°	28,6°	57,7	0,5	0° - S	9,5	160
3	16:10	Sol	3	pedra port vermelha	49,7°	30,4°	63,8	1,0	0° - S	705	82000
3'	16:35	Sol	2	pedra port vermelha	48,9°	29,8°	57,7	0,5	0° - S	457,5	52000
4	16:15	Sol	3	paralelepipedo	49,1°	31,0°	63,8	0,5	0° - S	790	83000
4'	16:40	SoA	2	paralelepipedo	42,7°	29,1°	54,9	0,2	0° - S	345	12000
5	16:20	Sol	3	concreto	51,9°	31,3°	48,1	0,5	0° - S	570	70000
5'	16:45	Sol	2	concreto	47,1°	30,7°	52,8	0,3	0° - S	445	45000

LEGENDA:
SITUAÇÃO (do ponto) na praça:
SoA = à sombra de árvore; SoEd = à sombra de edificação; SoAEd = à sombra de árvore e edificação e Sol = ao sol
NEBULOSIDADE (condição do céu):
5 = totalmente nublado (5% limpo); 4 = nublado (5 a 20% limpo); 3 = claro médio (20 a 70 % limpo); 2 = claro (70 a 90 % limpo) e 1 = totalmente claro (> 90 % limpo)

Figura 6 – Descrição climática dos pontos (modelo Praça Irmãos Bernardelli – verão)

DESCRIÇÃO DA VELOCIDADE E DA DIREÇÃO DO VENTO NA PRAIA E NA PRAÇA IRMAOS BERNARDELLI											
PRAIA - 07/02/2006			PRAÇA - 07/02/2006			PRAIA - 05/07/2006			PRAÇA 05/07/2006		
ANEMOMETRO DE VENTONHA (ponto fixo)			ANEMOMETRO TERMICO (pontos móveis)			ANEMOMETRO DE VENTONHA (ponto fixo)			ANEMOMETRO TERMICO (pontos móveis)		
HORA	VELOCIDADE (m/s)	DIREÇÃO (predominante)	PONTO	VELOCIDADE (m/s)	DIREÇÃO (predominante)	HORA	VELOCIDADE (m/s)	DIREÇÃO (predominante)	PONTO	VELOCIDADE (m/s)	DIREÇÃO (predominante)
10:00	0,2	120° - O-NO	1	1,2	120° - O-NO	9:00	2,7	135° - NO	1	2,0	135° - NO
10:25	0,6	150° - O-NO	1'	1,5	270° - E	9:25	3,0	135° - NO	1'	0,9	135° - NO
10:05	1,5	150° - O-NO	2	2,2	120° - O-NO	9:05	2,0	135° - NO	2	0,5	0° - S
10:30	0,5	150° - O-NO	2'	2,3	300° - E - SE	9:30	3,4	135° - NO	2'	0,5	0° - S
10:10	0,3	150° - O-NO	3	2,5	0° - S	9:10	1,7	135° - NO	3	0,8	135° - NO
10:35	0,5	150° - O-NO	3'	1,7	330° - S-SE	9:35	2,3	150° N-NO	3'	0,9	135° - NO
10:15	0,6	150° - O-NO	4	1,8	270° - E	9:15	2,0	135° - NO	4	1,0	180° - N
10:40	0,7	150° - O-NO	4'	4,5	270° - E	9:40	1,6	135° - NO	4'	0,7	135° - NO
10:20	0,6	150° - O-NO	5	1,4	330° - S-SE	9:20	1,9	135° - NO	5	0,2	0° - S
10:45	0,7	150° - O-NO	5'	1,2	330° - S-SE	9:45	2,7	135° - NO	5'	0,8	0° - S
13:00	8,1	270°-E	1	1,5	270° - E	12:00	2,1	300° - E - SE	1	0,8	315° - SE
13:25	4,5	270°-E	1'	1,5	270° - E	12:25	6,5	300° - E - SE	1'	1,7	315° - SE
13:05	5,2	270°-E	2	1,7	270° - E	12:05	2,9	300° - E - SE	2	0,3	315° - SE
13:30	5,5	270°-E	2'	2,0	270° - E	12:30	5,7	300° - E - SE	2'	0,5	315° - SE
13:10	6,5	270°-E	3	1,0	0° - S	12:10	4,7	300° - E - SE	3	1,0	0° - S
13:35	4,2	270°-E	3'	2,0	0° - S	12:35	3,9	300° - E - SE	3'	2,5	0° - S
13:15	5,9	270°-E	4	1,5	270° - E	12:15	3,3	300° - E - SE	4	0,5	315° - SE
13:40	4,2	270°-E	4'	1,8	270° - E	12:40	5,3	300° - E - SE	4'	1,1	0° - S
13:20	5,1	270°-E	5	1,9	270° - E	12:20	4,9	300° - E - SE	5	0,2	0° - S
13:45	5,0	270°-E	5'	1,5	270° - E	12:45	4,8	300° - E - SE	5'	0,3	315° - SE
16:00	1,5	30° - S - SO	1	1,0	330° - S-SE	15:00	15,6	30° - S-SO	1	1,9	315° - SE
16:25	1,7	0° - S	1'	0,5	270° - E	15:25	16,5	30° - S-SO	1'	2,5	270° - E
16:05	2,3	0° - S	2	0,5	270° - E	15:05	16,0	30° - S-SO	2	2,0	300° - E - SE
16:30	1,0	0° - S	2'	0,5	0° - S	15:30	15,8	30° - S-SO	2'	2,7	270° - E
16:10	1,0	0° - S	3	1,0	0° - S	15:10	13,5	30° - S-SO	3	2,5	0° - S
16:35	0,9	0° - S	3'	0,5	0° - S	15:35	15,0	30° - S-SO	3'	2,7	0° - S
16:15	0,5	0° - S	4	0,5	0° - S	15:15	13,3	30° - S-SO	4	2,7	240° - E-NE
16:40	1,5	0° - S	4'	0,2	0° - S	15:40	14,5	30° - S-SO	4'	3,0	270° - E
16:20	0,8	0° - S	5	0,5	0° - S	15:20	15,4	30° - S-SO	5	2,5	300° - E - SE
16:45	1,5	0° - S	5'	0,3	0° - S	15:45	15,5	30° - S-SO	5'	2,3	315° - SE

Figura 7 – Descrição do comportamento do vento

Desse trabalho, resultaram, ainda, tabelas e gráficos, que permitem verificar: o comportamento das variáveis ao sol e à sombra e estabelecer correlações entre o desempenho das variáveis nas três praças analisadas, no verão e no inverno, o comportamento das variáveis nos turnos, nos seis dias estudados, a conduta das variáveis na praia e nas praças e o comportamento do vento nas praças e entre as praças e a praia.

A partir do cruzamento dessas foi possível identificar os elementos que interagem na análise bioclimática dos espaços para finalmente, estabelecer critérios de projeto visando ao conforto térmico dos ambientes externos em cidades de clima tropical quente e úmido.

5. COMENTÁRIOS GERAIS

A partir dos resultados obtidos na pesquisa, observa-se que, o comportamento do vento, a temperatura do ar, e a radiação solar são os principais elementos de análise para o conforto térmico dos em cidades de clima tropical quente e úmido.

No entanto, todas as variáveis devem ser tratadas isoladas e em conjunto, observando-se, sempre, que as características físico-espaciais do espaço devem considerar, principalmente, a malha urbana, o gabarito em altura das edificações e sua relação com as dimensões da área e seu fator visível de céu. É importante destacar, também, os percentuais de sombreamento por árvores e pelas edificações do entorno imediato, assim como as características das espécies especificadas no projeto paisagístico. Essa especificação deve respeitar as características físicas e biológicas das espécies e as características locais. Deve-se distribuí-las de forma equilibrada no espaço (horizontal e vertical), utilizando, sempre que possível, espécies de copas densas e largas.

Outro elemento de igual importância a observar é o uso que cada área vai abrigar, assim como as principais características do usuário, visando a melhorar as condições de conforto do ambiente exterior.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função do exposto, apresenta-se um organograma (Figura 8) com as principais variáveis que devem ser verificadas em cada categoria de análise se relacionam entre si, buscando estabelecer ferramentas de auxílio ao projeto bioclimático dos espaços exteriores.

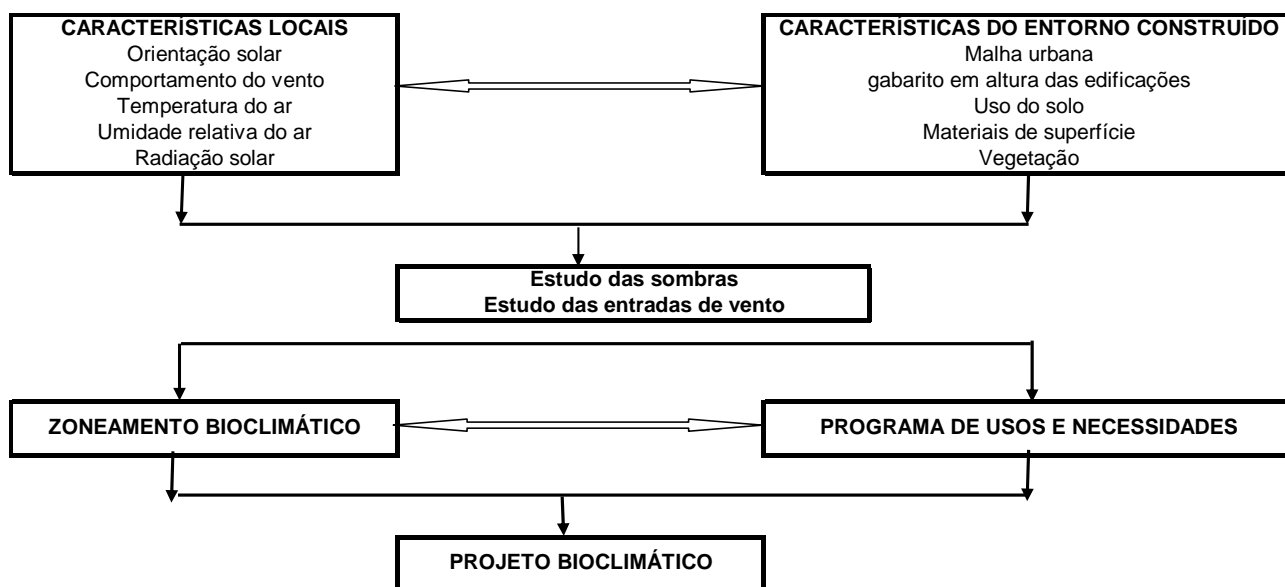


Figura 8 – Roteiro metodológico proposto

Neste modelo, verifica-se que a partir do estudo das variáveis climáticas e da caracterização do entorno construído (imediato) podem ser traçados os estudos de sombra e de entrada de vento nas praças. E, a partir desse ferramental, pode-se estabelecer o zoneamento bioclimático do espaço que, por sua vez, aliado ao programa de usos e necessidades detectado e delineado pelo arquiteto, paisagista ou urbanista, conduz ao projeto bioclimático dos espaços exteriores.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHIRARA, Yoshinobu. (1981) "El Diseño de Espacios Exteriores". Editora G. Gilli. Barcelona.

ASSIS, Eleonora Sad de. (1990) *Mecanismos de desenho urbano apropriados à atenuação da ilha de calor urbana: análise de desempenho das áreas verdes em clima tropical*. Dissertação de Mestrado, PROARQ, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFRJ. Rio de Janeiro.

BITTENCOURT, Leonardo. (1990) *Uso das cartas solares. Diretrizes para arquitetos*. Fundação Universitária de Desenvolvimento de Extensão e pesquisa – FUNDEPES. Maceió – Alagoas.

- BRANDÃO, Ana Maria de P. M. (1996) *O Clima urbano da Cidade do Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado em Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo - São Paulo.
- BROWN, Robert D. e GILLESPIE Terry J. (1995) "Microclimatic Landscape Design. Creating Confort and Energy Efficiency". John Wiley & Sons, Inc. Nova Iorque.
- BUSTOS ROMERO, Marta Adriana. (2001) *Arquitetura Bioclimática do Espaço Público*. Editora da Universidade de Brasília.
- ___ (1988) *Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano*. Projeto Editores Associados. Ltda. São Paulo.
- CORBELLA, O. D. (1995) *Reconstrução e análise de dados de radiação solar e horas de brilho solar para a Cidade do Rio de Janeiro*. Anais do III Encontro Nacional e I Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, págs. 167 a 172, Gramado (RS).
- CORBELLA, O. D. (1998) *Dados consolidados de energia solar global diária em plano horizontal para a Cidade do Rio de Janeiro, Brasil*. Revista Cadernos de Geociências, do IBGE, nº 16, pág. 131 a 168 - 288 p.
- CORBELLA, O. *Notas de Aula. (2003) Energia Solar e Projeto de Arquitetura – PROARQ- UFRJ – Curso de Doutorado*. Rio de Janeiro.
- CORBELLA, O. D. E YANNAS, Simos. (2003) *Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental..* Editora Revan Ltda. Rio de Janeiro 287p.
- ___ (1997) . *Posto 3. Copacabana. Rio de Janeiro*. IV ENCAC -Salvador – Bahia – Brasil.
- CORBELLA, O.D. e STANGENHAUS, C. R. (1998) *Características térmicas de materiais de construção usados no Rio de Janeiro*. Cadernos PROARQ - nº 6. FAU/UFRJ/ PROARQ – Rio de Janeiro.
- DEL RIO, Vicente (1990). *Introdução ao Desenho Urbano no Processo de Planejamento*. Ed. Pini, S. Paulo.
- FUNDAÇÃO PARQUES E JARDINS. *Acervo técnico*.
- FURTADO, Adma Elias. (1994) *Simulação e análise da utilização da vegetação como anteparo às radiações solares em uma edificação*. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. PROARQ-UFRJ. Rio de Janeiro.
- GANDEMER, Jacques e GUYOT, Alain. (1976) "Intégration du phénomène vent dans lla conception du milieu bati. Guide méthodologique et conseils pratiques". Ministère de L'Équipement Direction de L'Aménagement Foncier et Urbanisme, Paris.
- ___ (1981) "La protection contre le vent. Aérodynamique dès brise-vent et conseils pratiques". Centre Cientifique et Technique du Batiment". Paris.
- GIVONI, Baruch. (1969) "Man, climate and Architecture".Elsevier Publishing Company Ld. Amsterdam
- ___ (1989) "Urban design in different climates". World Meteorological Organization. TRn.346.
- ___ (1991) "Urban design for hot humid and hot dry regions". In: ALVAREZ S et alli (org.) Architecture and urban space. Holand, Kluwer Academic Publishers.
- GOUVÊA, Luiz Alberto. (2002) *Biocidade. Conceitos e critérios para um desenho ambiental urbano em localidades de clima tropical de planalto*. Nobel, São Paulo. 174p.
- IZARD, J. L. & GUYOT, A. (1984) "Arquitetura bioclimática". Gustavo Gilli Ed., Barcelona.
- LANDSBERG, H. E. (1981) "The urban climate". Academic Press, New York.
- LARCHER, Walter. (2004) *Ecofisiologia vegetal*. RiMa Editora, São Carlos, São Paulo.
- LOMBARDO, Magda A. (1995) *Qualidade ambiental e planejamento urbano: considerações de método*. São Paulo. Tese de Livre Docência, departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da USP. São Paulo.
- ___ (1990) *Vegetação e clima*. in: FUPEF/UFPR. Anais do III encontro Nacional Sobre Arborização urbana, 3. Curitiba. p. 01-13
- MACHADO, Cecília Pentangna B. e SHIAVO Júnior, Paulo. (1996) *Espécies recomendadas para a arborização urbana no Rio de Janeiro*. In: VASCONCELLOS, V. M. N. de; TERRA, Carlos G. e TRINDADE, Jeanne A. da. (orgs.). Anais do 1º Seminário de Arborização Urbana no Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 192 p.

- MELO FILHO, Luiz Emygdio (1985) Arborização urbana. In: SANCHOTENE, Maria do Carmo C. (org.) *Anais do 1º Encontro Nacional sobre Arborização Urbana*, Porto Alegre. p. 117-127.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de F. (1976) *Teoria e clima urbano*. Tese de Livre Docência. Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, IGEO – USP – Série teses e Monografias nº 25. S. Paulo.
- OKE, T.R. (1978) “Boundary Layer Climate”. Methuen & CO. London
- OLGYAY, Victor. (1963) “Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism”. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.
- PEIXOTO, Maria Clara, LABAKI Lucila C. e SANTOS, Rozely F. (1995) *Conforto térmico em cidades: avaliação do efeito da arborização no controle da radiação solar in ENTAC*, 1995. Rio de Janeiro. Artigo técnico p. 629 a 634.
- PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. *Aerofotogrametria*. IPLAN – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Folhas 287 e 287.
- ____ (1994) *Anuário Estatístico da Cidade do Rio de Janeiro (93/94)*. Rio de Janeiro. Editora IPLAN-RIO.
- RANGEL, Luciana Batista Azevedo. (2000) *Conforto ambiental urbano: as praças como elemento fundamental*. Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, PROARQ, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFRJ. Rio de Janeiro.
- RUANO, Miguel. (1999) “Eco Urbanismo. Entornos Humanos Urbanos Sostenibles: 60 Proyectos”. Editorial Gustavo Gilli, AS, Barcelona.
- SILVA, Carlos Abrantes de Souza e. (2003) *Critérios de aquisição e análise de dados microclimáticos urbanos em espaços abertos visando o conforto ambiental*. Dissertação de Mestrado. PROARQ – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFRJ. Rio de Janeiro. 180 p.
- SPIRN, A. W. (1995) *O jardim de granito*. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- TRANCIK, Roger. (1985) “Finding Lost Space: Theories of Urban Design”. Van Nostrand Reinhold. New York .
- VASCONCELLOS, V. M. N. de; TERRA, Carlos G. e TRINDADE, Jeanne A. da. (orgs.) (1996) *Anais do 1º Seminário de Arborização Urbana no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro. 192 p.
- VASCONCELLOS, V. M. N. de *O entorno construído e o microclima de praças em cidades de clima tropical quente e úmido: uma contribuição metodológica para o projeto bioclimático*. Tese de Doutorado. PROARQ – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFRJ. Rio de Janeiro. 263 p.
- VIEIRA, Fernanda Marques. (1994) *Proposta de roteiro para análise e concepção bioclimática dos espaços externos urbanos. Estudo de caso: praças*. Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, PROARQ, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFRJ. Rio de Janeiro.
- VIEIRA, Maria Helena Merege. (1998) *O espaço da praça*. São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Mackenzie. São Paulo.
- WHYTE, William H.(1980) “The Social Life of Small Urban Spaces”. The Conservation Foundation. Washington, DC.
- SITES:
- www.ibge.gov.br
www.rio.rj.gov.br
www.cide.rj.gov.br
www.inmet.gov.br
www.cptec.inpe.br
www.infotempo.com
www.2.rio.gov.br
<http://portalgeo.rio.rj.gov.br>