

## PROPOSTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL DE ESPAÇOS URBANOS RESIDUAIS EM CLIMA TROPICAL ÚMIDO

**Cristina Malafaia(1); Leopoldo E.G. Bastos(2)**

(1)Doutora, Professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Gama Filho-RJ, arqdt@ugf.br

(2)Doutor, Professor do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura PROARQ-FAU/UFRJ,

[leopoldobastos@gmail.com](mailto:leopoldobastos@gmail.com)

UGF- Rua Manoel Vitorino 369 –Prédio AR – térreo- Piedade CEP:20748-900 –RJ –RJ. Tel(21) 2599-7177

### RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma metodologia para o projeto ou avaliação de áreas segregadas por assentamentos viários existentes ou em processo de implantação em clima tropical úmido, e que tem por base os fundamentos físico-ambientais e sociais. São consideradas portanto, as condições climáticas; o conforto ambiental ( higrotérmico, acústico e visual); o perfil e preferências dos usuários; e as características do entorno (paisagem, acessos e circulações). O modelo proposto criou uma padronização para a análise da qualidade ambiental de espaços urbanos, de forma integrada dos elementos de avaliação de conforto higrotérmico, visual e acústico e em consequência o estabelecimento de recomendações projetuais adequadas às situações de estudo. Um caso exemplo é apresentado para um espaço remanescente no entorno da via expressa “Linha Amarela” localizada no Rio de Janeiro.

Palavras-chave: 1. Conforto ambiental 2. Espaços urbanos segregados 3. Qualidade ambiental urbana

### ABSTRACT

This aim of this paper is to present, an aid-project process methodology related with the impact of high-ways on cities, oriented to new projects or for a site refurbishment. This methodology has a multicriteria focus and employs several architectural design tools (charts, computer codes, etc). As input data, is required informations about the physical environmental (noise, landscape, albedo, topography, etc), social panorama and enquires to people preferences. As a result, is shown an application of this methodology on segregated space around the expressway “Linha Amarela” located in Rio de Janeiro city.

Key- words: 1. Out-doorl comfort 2.Segregate urban spaces 3. Urban environmental quality

### 1. INTRODUÇÃO

Muitas intervenções recentes no espaço urbano brasileiro decorreram de interesses políticos e econômicos, produzindo-se diversas situações de segregação sócio-espacial e de áreas remanescentes carentes de um planejamento voltado à questões sociais e ambientais relacionadas com o espaço urbano em que se insere.

Conforme apresenta Ribeiro (2005), ainda nos primeiros anos do século XXI é possível constatar-se a segregação sócio-espacial gerada nas regiões metropolitanas. Além das questões econômicas responsáveis por essa segmentação, outra forma de segregação física decorre de intervenções urbanas que modificam as características físicas, funcionais e culturais de regiões da cidade, como por exemplo, as provenientes da implantação de novos corredores viários.

A via expressa urbana aparece inicialmente como um recurso estruturação do tráfego urbano. Entretanto, a via expressa também tem seus efeitos perversos. Panerai (2006) considera que pior que o incômodo sonoro é o seccionamento do território, gerando um paradoxo, ao mesmo tempo em que conecta pontos relativamente distantes, a via expressa também isola áreas do entorno imediato.

Tais eixos viários frequentemente modificam a qualidade dos espaços urbanos, principalmente aqueles localizados em clima quente úmido. Nestas regiões, o aumento do tráfego de veículos e a ampliação de superfícies pavimentadas elevam os índices sonoros e a temperatura ambiente radiante, afetando conseqüentemente a qualidade ambiental das edificações limítrofes e do entorno imediato.

Outra ocorrência identificada após a inserção de tais eixos expressos é o surgimento de espaços abertos remanescentes nas áreas limítrofes que contribuem para ampliação da segregação espacial da região. A situação decorre, provavelmente, do processo de análise macro do espaço urbano durante a definição da área de assentamento da via e da ausência de estudos pontuais adequados ao contexto local.

A partir destas considerações, destaca-se a necessidade da identificação dos problemas causados pelas inserções de novos eixos viários no contexto urbano consolidado. Para tanto, é importante um instrumento que identifique as características físico-ambientais e sociais da região de assentamentos viários existentes ou em processo de implantação, traduzida em uma metodologia de análise das condições de qualidade ambiental de espaços remanescentes, permitindo recomendações projetuais adequadas para as situações de estudo.

A abordagem desenvolvida neste trabalho está em consonância com a crescente preocupação de pesquisadores com a qualidade ambiental das cidades e com os problemas provocados por intervenções inadequadas à realidade social e ambiental destes espaços urbanos (NIKOLOPOULOU, 2004; ROMERO, 2007).

A proposta para o desenvolvimento deste estudo surgiu a partir da relevante mudança física observada nestas áreas de entorno, resultando, por vezes, na criação de novos espaços urbanos abertos. Estes, com grande frequência, transformam-se em ambientes segregados, conduzidos à degradação, principalmente nas regiões onde são implantados viadutos ou elevações de terra. Nestes casos, além de uma efetiva ruptura horizontal, surge o elemento vertical, verdadeiro obstáculo visual, possível limitador de adequadas condições de ventilação e insolação, observando-se áreas de sombreamentos indesejáveis.

Também através de levantamento realizado na literatura aberta, foi observada uma carência de estudos metodológicos relativos à qualidade ambiental de áreas limítrofes às vias expressas em contextos urbanos (BONNEAUD, 2004). Assim são requeridos estudos aprofundados para cidades com altas taxas de crescimento como o Rio de Janeiro, pois as vias de circulação se saturam rapidamente, requerendo novos eixos viários e que em consequência acarretarão novos espaços segregados.

## **2. OBJETIVO**

O presente trabalho tem por objetivo propor uma metodologia e um instrumento de auxílio com o enfoque na sustentabilidade, para a tomada de decisões referentes a futuros assentamentos cortados por vias urbanas ou para soluções mitigadoras voltadas para espaços remanescentes das várias intervenções nas cidades. Procura-se integrar nesta proposta, através da consideração dos aspectos quantitativos e qualitativos, as condições de conforto higrotérmico, acústico e visual, com o perfil e as preferências dos usuários relacionados com estes espaços.

Para a elaboração da metodologia proposta foram analisados documentos e publicações nacionais e internacionais relacionadas com o ambiente urbano e que enfocam a integração das condições de conforto humano: acústico, higrotérmico, visual com os fatores sócio-culturais.

Como referências foram utilizadas os modelos e ferramentas apresentados por Nikolopoulou (2004) e por Romero (2001; 2007), para a avaliação do conforto higrotérmico, os trabalhos de Fanger (1970; 2002) e as referências normativas para avaliação da sobrecarga térmica nos usuários dos espaços, utilizando o índice de bulbo úmido e temperatura de globo (IBUTG) (ISO 7243,1989; NR15,1978), as pesquisas de Reis-Alves (2006), Niemeyer (2007) e Vasconcellos (2006) foram também considerados, pois analisam espaços abertos em clima tropical úmido e utilizam alguns dos métodos aqui citados em suas referências. A elaboração dos questionários foi realizada com base em Lee (1977), que aborda métodos de medição e avaliação de respostas humanas no ambiente construído.

O roteiro metodológico proposto abrange a catalogação de dados em fichamentos que contém um inventário físico, informações coletadas em campo e a avaliação da qualidade ambiental. O inventário físico ordena a catalogação das características ambientais e morfológicas do espaço urbano analisado, permitindo identificar elementos que possam interferir na qualidade ambiental. As informações coletadas em campo são realizadas através de medições físicas ambientais e o registro relacionado com a percepção dos usuários. A avaliação da qualidade ambiental é realizada considerando os dados ambientais e as respostas dos usuários coletadas em campo.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Roteiro metodológico

A estrutura da metodologia foi definida em quatro etapas: Inventário físico, Registros e catalogação dos dados coletados em campo, Análise da qualidade ambiental e Avaliação dos resultados e recomendações.

Com a finalidade de obter uma padronização na compilação e na avaliação dos dados coletados, optou-se pela elaboração de fichas padrões para cada etapa da análise (Figura 1).

No processo de elaboração dos fichamentos para catalogação das informações, considerou-se que as análises nos espaços urbanos abertos poderiam ocorrer durante o planejamento de assentamentos de eixos viários em contextos consolidados ou em espaços remanescentes após a conclusão da via expressa.

Considerou-se ainda no desenvolvimento dos fichamentos do inventário físico e do registro e catalogação de informações, identificar quais dados poderiam ser observados, registrados por medições, entrevistas ou simulações, e como estas informações poderiam ser sintetizadas, complementando o estudo.

As fichas destinadas à análise da qualidade ambiental foram estruturadas de modo a permitir a inserção das medições coletadas em campo, das sínteses dos votos e perfil dos usuários, de registros meteorológicos e de simulações de predição de conforto. A estruturação permite ainda a comparação dos dados dos confortos higrotérmico, acústico e visual, entre os diversos pontos de medição escolhidos no espaço estudado e em períodos do dia ou em épocas do ano.

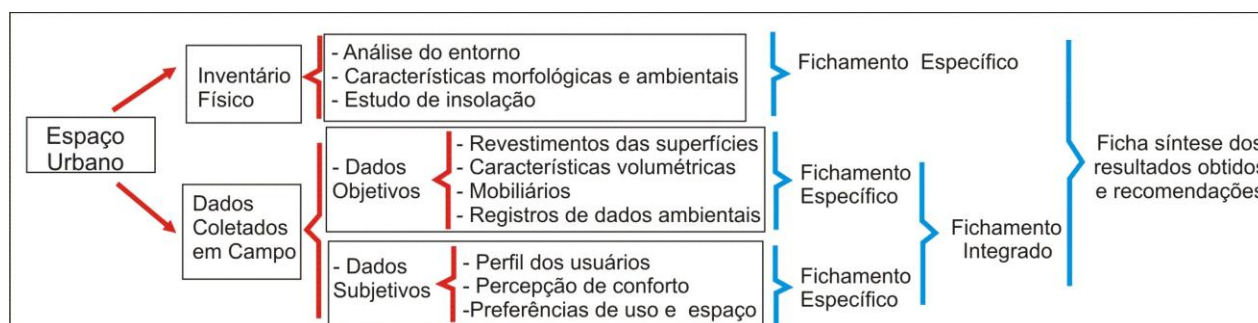


Figura1 – Diagrama esquemático da metodologia proposta

#### 3.2. Fichamento

##### 3.2.1.- Inventário físico

O inventário físico organiza, a catalogação das características ambientais e morfológicas do espaço urbano analisado, permitindo identificar elementos que possam interferir na qualidade ambiental. Estes dados são obtidos, principalmente, através de levantamentos de plantas cadastrais, mapeamento da região através de foto-satélite e registros fotográficos, utilizando os programas *AutoCad* e *Google Earth*<sup>1</sup>.

A coleta do material iconográfico em fase anterior ao levantamento de registros em campo permite a localização da área para análise no contexto urbano, elaboração de desenhos em escala, definição de pontos para coleta de medições ambientais, identificação das características das superfícies, presença e localização de elementos microclimáticos, como vegetação, água e topografia, simulações da volumetria de entorno para estudo de efeitos aerodinâmicos do vento e de sombreamento do espaço urbano selecionado, desenvolvidas no programa computacional *Sketch Up*<sup>2</sup>.

As três fichas utilizadas apresentam as seguintes configurações:

- **Ficha de análise do entorno:** identifica as características do entorno imediato, volumetria das edificações, principais vias de acesso e limites, através de registros fotográficos, simulação da volumetria, informações relativas ao uso do solo e tráfego de veículos e fluxo de pedestres (Figuras 3 e 4)

- **Ficha das características morfológicas e ambientais:** apresenta desenho da área estudada através de mapa de figura-fundo, indicando as principais dimensões e cotas de nível, localização dos pontos de medição e características das superfícies (Figuras 5 e 6)

- **Ficha de estudo de insolação:** apresenta através de simulação computacional o estudo de sombreamento das superfícies para as diferentes épocas do ano e período do dia (Figura 7)

<sup>1</sup> Disponível em: <http://earth.google.com/>

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www.sketchup.com/>

### 3.2.2 - Registros e catalogação das informações coletadas em campo

Para organização dos dados definidos para registro e catalogação, estruturou-se uma tabela, baseada nos estudos do projeto RUROS (Nikolopoulou, 2004) distribuindo as informações em dados registrados nos questionários (detalhes observados, perfil dos usuários, votos de preferências), dados ambientais monitorados e dados calculados.

- **Ficha de coleta de dados subjetivos e perfil do usuário:** para registro, através de observações e entrevistas, do perfil da população local, quais suas percepções de satisfação quanto ao conforto higrotérmico, acústico e visual, suas necessidades, preferências e possíveis usuários em diferentes épocas do ano e períodos do dia. (Figuras 9 e 10)

- **Ficha de coleta de dados objetivos:** para identificação dos diferentes tipos de materiais de revestimentos de pavimentação, das volumetrias e do mobiliário e de tratamento paisagístico. Medições dos níveis de pressão sonora, de temperatura do ar e superficial dos materiais de revestimento, umidade do ar, velocidade dos ventos e iluminamento, visando futuras comparações com as recomendações dos dados qualitativos e normas pesquisadas, para posterior análise das condições de conforto no ambiente avaliado (Figura 8)

### 3.2.3 - Análise da qualidade ambiental

A análise da qualidade ambiental é então realizada considerando os dados físico-ambientais, sociais, percepções dos usuários coletados em campo e simulações computacionais, comparados com os parâmetros referenciais de conforto higrotérmico, acústico e visual.

A avaliação de conforto higrotérmico é obtida a partir da comparação das medições climáticas e percepções dos usuários com a predição de conforto higrotérmico simulada<sup>3</sup> através do cálculo do Voto Médio Estimado (PMV) e da Porcentagem Estimada de Insatisfeitos (PPD), conforme estipulado na norma ISO 7730(1994).

A inclusão nas fichas de resultados do índice IBUTG (índice de bulbo úmido e temperatura de globo), conforme as recomendações da ISO 7243(1989) e NR15(1978), permite o cálculo da estimativa da sobrecarga térmica nos indivíduos situados nas áreas avaliadas, conforme as sugestões da Organização de Medicina Esportiva Australiana<sup>4</sup>, visando correlacionar esta recomendação à prática de atividades físicas nestes espaços e possíveis intervenções que permitam melhorar as condições de conforto higrotérmico.

A avaliação do conforto acústico é realizada comparando as medições em campo dos níveis de ruído com os votos dos usuários, face aos critérios estabelecidos pela norma NBR-10151(2000) – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. A avaliação do conforto visual relaciona os níveis de iluminação medidos em campo com os votos de sensação luminosa e resultados obtidos nas pesquisas do RUROS (Nikolopoulou, 2004) que apresentam valores como apropriados para níveis de iluminamento horizontal entre 10 a 50 klux em áreas ensolaradas e entre 25 klux a 60klux em áreas sombreadas.

Ainda referente à avaliação de conforto visual, considera-se a satisfação do usuário quanto à percepção da paisagem, permitindo uma avaliação subjetiva que contempla sugestões e preferências dos usuários pelo espaço estudado.

Os questionamentos sobre perfil do entrevistado, uso e preferências de elementos existentes no espaço, e indicações de sugestões podem nortear as propostas mitigadoras para adequação do espaço urbano analisado às necessidades da população de possíveis usuários.

A síntese dos dados coletados para análise da qualidade ambiental são apresentados em fichas subdivididas em:

- **Ficha de resultados:** apresentando uma tabela comparativa entre os registros das medições, os votos percebidos pelos usuários, o cálculo da predição de conforto higrotérmico, recomendações das normas brasileiras, e variações entre os períodos de medições e época do ano. (Figura 11)

- **Ficha-Síntese de análise do espaço urbano:** apresenta um conjunto dos registros fotográficos, de medições, entrevistas, simulações gráficas e observações que sintetizam a avaliação da qualidade ambiental do espaço urbano estudado, considerando características ambientais, espaciais e sociais. (Figura 12)

## 4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

A metodologia apresentada é aplicada em três espaços abertos remanescentes nas áreas de entorno da Av. Governador Carlos Lacerda – Linha Amarela no Rio de Janeiro

<sup>3</sup> Desenvolvido na linguagem Delphy, versão5, seguindo os mesmos algoritmos apresentados na norma ISO 7730.

<sup>4</sup>Sports Medicine Australia (SA Branch) disponível em: <http://www.smasa.asn.au/> (acesso: 15 de junho de 2007)



Figura2 - Indicação dos espaços urbanos segregados para análise e Região de estudo<sup>5</sup>

A região situada no bairro do Méier foi escolhida para estudo dos espaços remanescentes pois as intervenções espaciais realizadas foram mais invasivas que em outros bairros, devido ao maior adensamento urbano. A inserção da via expressa alterou completamente o sistema viário, a paisagem e por fim criou espaços segregados tanto pelos limites horizontais gerados pela via, como verticais devido a composição dos viadutos. É apresentado a seguir o fichamento e a análise realizada na área 2 indicada na figura 2.



Figura 3 - Ficha de análise do entorno



Figura 4- Ficha de análise do entorno

<sup>5</sup> Foto montagem do autor (imagem original Google Earth – disponível em <http://earth.google.com/>)

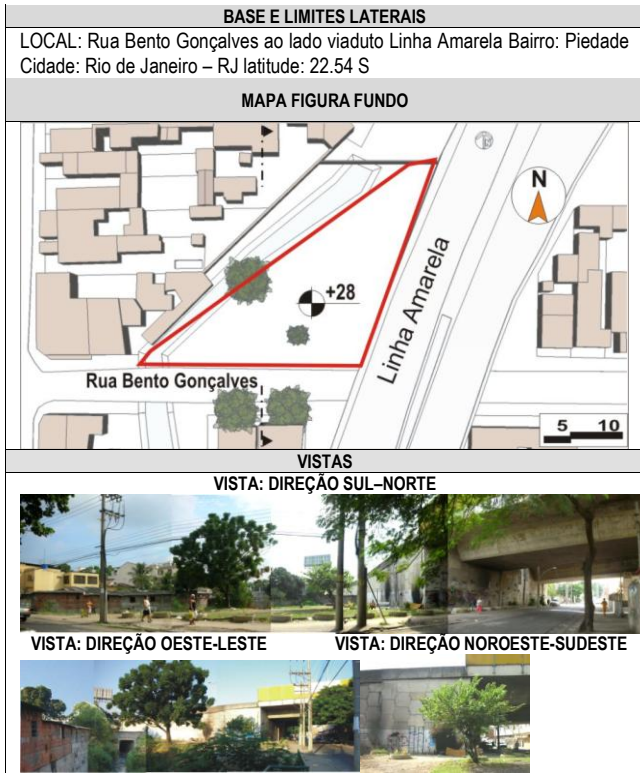


Figura 5- Ficha das características morfológicas e ambientais



Figura 6 - Ficha das características morfológicas e ambientais

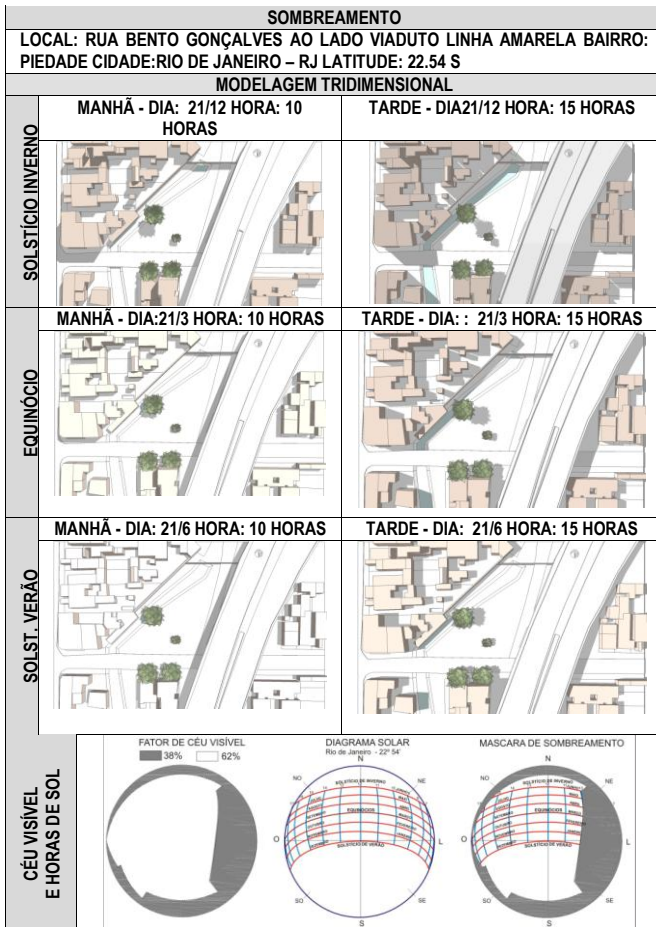


Figura 7- Ficha de estudo de insolação

LOCAL: Área Rua Bento Gonçalves - Entorno LA - Viaduto DATA: 18/05/07 HORA: 15h/16h  
 BAIRRO: Piedade CIDADE: Rio de Janeiro UF: RJ LATITUDE: 22.54 S

**DADOS AMBIENTAIS:**

	Ponto 1 sol ☐ sombra ☒	Ponto 2 sol ☒ sombra ☐	Ponto 3 sol ☐ sombra ☒	Observações
Nebulosidade: ☐ claro ☐ parcialmente nublado ☐ nublado ☐ chuva				
Temp. Globo (°C)	29.6	33.6	28.2	
Temp. Bulbo Seco (°C)	26.8	27	26.1	
Temp. Bulbo Úmido (°C)	23	23.8	22.6	
Umidade Relativa (%)	69.2	67.3	73.2	
Vel. Vento (m/s)	1.0 /SO	0.8 /SO	1.5 /SO	
Direção:				
Nível Ilumin. (klux)	11	25	9	
N. P. Sonora LAeq (dBA)	68.3	63.7	64.5	
N. P. Sonora LAmax (dBA)	84.2	69.6	79.1	
N. P. Sonora LAmin (dBA)	59.5	61.3	60.3	
N. P. Sonora L10 (dBA)	71.6	65.2	67.6	
N. P. Sonora L90 (dBA)	61.3	62.3	62.1	

**TEMPERATURA SUPERFICIAL DOS MATERIAIS:**

	Ponto 1 sol ☐ sombra ☒	Ponto 2 sol ☒ sombra ☐	Ponto 3 sol ☐ sombra ☒	Observações
BASE	Piso: Terra Cor: bege t°: 29.8°C	Piso: Terra Cor: bege t°: 31.6°C	Piso: Terra Cor: bege t°: 29.6°C	Entorno Rua asfalto (sombra)= 33.2°C Rua asfalto (sol) = 35.4°C água Rio Faria (sombra)= 23.6°C
LIMIT. V		Parede: concreto Cor: cinza claro t°: 34.8°C		
MOB. D		Tipo: barra de ferro Cor: cinza esc. t°: 25.4°C		
		Tipo: banco concreto Cor: branco t°: 25.4°C		

Figura 8- Ficha de coleta de dados objetivos

**QUESTIONÁRIO: Observações**

LOCAL: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_  
 BAIRRO: \_\_\_\_\_ CIDADE: \_\_\_\_\_ UF: \_\_\_\_\_ LATITUDE: \_\_\_\_\_ Ponto: \_\_\_\_\_

**QUADRO 01: DADOS PESSOAIS**

SEXO Masculino  Feminino  Solteiro  Acompanhado  Com animal   
 IDADE <16  17-24  25-34  35-44  45-54  > 55

**QUADRO 02: TIPO DE ATIVIDADE NESTE MOMENTO (met)**

Sentado relaxado (1,0)  Sentado lento / escrevendo (1,2)  Atividades esportivas (4,0)  Trabalho em pé / Andando (2,4)   
 Em pé (1,6)  Brincando c/ criança (2,0)  Sentado consumindo (1,2)  Jogos sociais (1,2)


**QUADRO 03: VESTIMENTA (clo)**

Sem camisa / short / descalço  Saia curta ou bermuda / camiseta / sapato (0,30)  Saia ou calça comprida / camisa ou sandália (0,15)  manga curta/ sapato (0,50)   
 Saia longa ou calça comprida / camisa manga comprida / casaco / sapato / (1,0)

**COR DA ROUPA SUPERIOR:** PARTE clara  Média  Escura   
 PARTE INFERIOR: clara  Média  Escura

Bonê/chapéu  Óculos escuros  Fone de ouvido

**QUADRO 04: OBSERVAÇÕES**

O Entrevistado está fazendo algum movimento de proteger os olhos durante a entrevista  não  sim   
 O Entrevistado está observando alguma coisa distante antes da entrevista  não  sim   
 Obs: \_\_\_\_\_  
 Que direção o entrevistado está olhando no momento da entrevista 

Mapa do estudo de caso (com indicação dos pontos de medição e entrevista) \_\_\_\_\_ Direção do vento: \_\_\_\_\_

Figura 9- Ficha de coleta do perfil do usuário e de dados subjetivos

**QUADRO 05: SENSÇÃO DE CONFORTO / DESCONFORTO**

**1- O QUE VOCÊ ACHA DESTA ESPAÇO?**  
 Excelente  Muito bom  Bom  Ruim  Muito ruim  Péssimo

**2- COMO VOCÊ PERCEBE ESTE ESPAÇO?**  
 Tranquilo  Seguro  Limpo  Amplo  Agradável   
 Agrado  Inseguro  Sujo  Pequeno  Desagradável  Outro

**3- NO MOMENTO VOCÊ ESTÁ SENTINDO...**  
 Muito frio  Frio  Leve Frio  Neutro  Leve calor  Calor  Muito calor

**4- COMO VOCÊ ESTÁ SE SENTINDO EM RELAÇÃO À TEMPERATURA LOCAL?**  
 Muito confortável  Confortável  Desconfortável  Muito desconfortável  Intolerável

**5- COMO VOCÊ PERCEBE O VENTO NESTE MOMENTO?**  
 Não há vento  Há uma leve brisa  Há vento suficiente  Há vento demais

**6- O QUE VOCÊ ACHA DA CLARIDADE NESTE ESPAÇO (luminosidade)?**  
 Muito escuro  Escuro  Neutro  Claro  Muito claro

**7- ALGUMA SUPERFÍCIE PARECE ESTAR LHE CAUSANDO INCÔMODO NOS OLHOS (ofuscamento)?**  
 Não  Sim  Piso  Parede  Mobiliário  Céu/ cobertura  vegetação  outo

**8- A VISÃO DA PAISAGEM QUE VOCÊ TEM DA SUA POSIÇÃO É?**  
 Ruim  Boa  Neutra  Por que? \_\_\_\_\_

**9- COMO VOCÊ PERCEBE SOM NESTE ESPAÇO?**  
 Muito silencioso  Silencioso  Neutro  ruidoso  Muito ruidoso

**10- CLASSIFIQUE OS SONS QUE VOCÊ PERCEBE NESTE ESPAÇO DE ACORDO COM:**  
 Incômodo (I) Neutro (N) Agradável (A) (marcar apenas o que se relaciona com este espaço)

Canto dos pássaros (1) (N) (A) Pessoas falando (1) (N) (A) Veículos passando (1) (N) (A)  
 Som de água (1) (N) (A) Pessoas jogando (1) (N) (A) Música tocada na rua (1) (N) (A)  
 Buzinas de veículos (1) (N) (A) Crianças gritando (1) (N) (A) Som do vento em árvores (1) (N) (A)

**QUADRO 06: DÊ SUAS IMPRESSÕES SOBRE O ESPAÇO**

POR QUE VOCÊ VEM A ESTE LUGAR? \_\_\_\_\_  
 VOCÊ VEM A ESTE LUGAR: todo dia  1 vez por semana  1 vez por mês  raramente  1ª vez   
 POR QUE VOCÊ NÃO PERMANECE NESTE LOCAL? \_\_\_\_\_  
 VOCÊ MORA NESTE BAIRRO: sim  não  CASO NÃO, ONDE? \_\_\_\_\_  
 CITE 2 COISAS QUE VOCÊ GOSTA NESTE LOCAL? \_\_\_\_\_  
 CITE 2 COISAS QUE VOCÊ NÃO GOSTA NESTE LOCAL? \_\_\_\_\_  
 O QUE VOCÊ ACHA QUE FALTA NESTE ESPAÇO? \_\_\_\_\_

INSTRUÇÃO Fundamental  Médio  Superior   
 OCUPAÇÃO Estudante  Trabalhador  Aposentado  Outro: \_\_\_\_\_

Figura 10- Ficha de coleta do perfil do usuário e de dados subjetivos

LOCAL: Área -Entorno LA – Viaduto de Piedade		End. Rua Bento Gonçalves		
BAIRRO: Piedade		CIDADE: Rio de Janeiro UF: RJ LATITUDE: 22.54 S		
Período	M= MANHÃ (09:00-11:59) <input type="checkbox"/>	MD= MEIO DIA (12:00-14:59) <input type="checkbox"/>	T= TARDE (15:00-17:59) <input checked="" type="checkbox"/>	N= NOITE (18:00-21:00) <input type="checkbox"/>
Local da medição	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	
Período: M, MD, T, N	Tarde	Tarde	Tarde	
SoF= S Sombra= Sb	Sol	Sol	Sombra	
Nebulosidade	claro	claro	claro	
Vestimenta (clo)	0,5	0,5	0,5	
Atividade (met)	1,2	1,2	1,2	
H I G R O T E R M I C O	Temp. G(°C)	29,6	33,6	28,2
	Temp. BS (°C)	26,8	27	26,1
	Temp. BU (°C)	23	23,8	22,6
	U. R. (%)	69,2	67,3	73,2
V. Vento (m/s)	1.0 / SO	0.8 / SO	1.2 / SO	
Direção:				
PMV	0,25	1,21	0,1	
PPD (%)	6 - N	36 - LQ	5 - N	
PMV/c	0,15	0,73	0,06	
PPDc (%)	5	16	5	
Calc. Sensação higrômica	Neutro	Lev. Quente	Neutro	
Voto sensação higrômica	75% -Co 25% -D 75% -N 25% -L Ca	50% -Co 50% -D 25% -N 75% -L Ca	100% -Co 100% -N	
IBUTG	24,7	26,1	24,3	
V I S U A L	Nível Ilumina. (lux)	11	25	9
	Voto sensação luminosa	75% -Neutro 25% -Claro	100% -Claro	100% -Neutro
	Voto sens. visual (ambiência)	Muito Ruim	Muito Ruim	Muito Ruim
A C Ú S T I C O	N. P. Sonora LAeq (dBA)	68,3	63,7	64,5
	N. P. Sonora LAmax (dBA)	84,2	69,6	79,1
	N. P. Sonora LAmin (dBA)	59,5	61,3	60,3
	N. P. Sonora L10 (dBA)	71,6	65,2	67,6
	N. P. Sonora L90 (dBA)	61,3	62,3	62,1
	Voto sensação acústica	100% -Ruidoso	50% -N 50% -R	25% -N 75% -R
Laeq - NCA	+8,3	+3,7	+4,5	
L10 - L90	+10,3	+2,9	+5,4	
Registros meteorológicos (Estação: Maracanã)	HORA: 15h Temperatura: 27 °C		HORA: 15h Velocidade: 1.4 m/s dir.: SO	
			HORA: 15h Umidade relativa: 63 %	

Figura 11 - Ficha de resultados

LOCALIZAÇÃO: Rua Bento Gonçalves ao lado viaduto Linha Amarela		BAIRRO: Piedade	CIDADE: Rio de Janeiro	UF/RJ	LATITUDE: 22.54 S	DATA: 2007	
ENTORNO	VISTA AÉREA	SITUAÇÃO E AMBIÊNCIA: Área limítrofe ao viaduto da via expressa. Quarteirão de contexto residencial e algum comércio. TRAFEGO DE VEICULOS: Linha Amarela –fluxo intenso de veículos. Rua Bento Gonçalves– mão única, com tráfego médio e ônibus. ELEMENTOS DE OBSTRUÇÃO E ACESSOS: A Linha Amarela não impede o acesso –viaduto libera a passagem. O viaduto é um grande elemento de obstrução visual. ACESSIBILIDADE: fácil acesso para veículos e pedestres. Sem acesso estruturado para portadores de necessidades especiais.	VOLUMETRIA	SOM: Principal fonte de ruído: tráfego na rua Bento Gonçalves, e reflexões sonoras nas superfícies inferiores do viaduto. VENTO: circulação de ar sem obstruções vindos das direções norte, oeste e sul. O viaduto é um elemento de barreira SOL: viaduto causa sombreamento na rua e no espaço de manhã.	VISTAS GERAIS Vista: direção norte-sul		
	ÁREA DO ESPAÇO: 775m <sup>2</sup> USO DO SOLO: Residencial e algum comércio ZR: ZR 4, edificações unifamiliares e multifamiliares, aceita alguns tipos de edificações de uso comercial. Níveis de ruído aceitáveis (NBR 10151) são 60dB durante o dia e 55dB a noite. USUÁRIO: Rua de passagem de moradores da região. A área de comércio existente transforma o entorno em uma área de grande fluxo de pedestres	VENTOS DOMINANTES: Manhã: O, Tarde: S/S/E. Velocidade média anual: 1m/s GABARITO: média 2 pavimentos e edificações com máximo quatro pavimentos.		CARACTERÍSTICA DA PAISAGEM: Espaço urbano em rua parcialmente arborizada com rio no limite noroeste do espaço. A volumetria de grande porte configurada pelo viaduto da Linha Amarela e a falta de preocupação com elementos paisagísticos e de saneamento tornaram este espaço em um terreno baldio obstruído pelo fechamento lateral do viaduto que se tornou área de pichações. Sem elementos de interesse arquitetônico.			
BASE E LIMITES VERTICAIS	MAPA FIGURA-FUNDO / ESTUDO DE INSOLAÇÃO	HIGROTÉRMICA/VISUA Radiação direta/difusa/refletida: direta em quase todo o espaço. Refletida na parede do viaduto. Áreas de sombreamento: lateral ao viaduto no período da manhã e sob a árvore de grande porte. Topografia: plana, sem obstrução de ventos, acessos ou priorização de sombreamentos. Presença de água: pequeno córrego poluído no limite noroeste do espaço (Rio Faria) SONORA Campo sonoro: reflexões sob o viaduto (intermitente) Características das superfícies dos materiais: maior reflexão sonora superfície de concreto da parede do viaduto	QUALIDADE AMBIENTAL HIGROTÉRMICA Pavimentações: terra e pequenos trechos com grama Vegetação: Uma árvore de grande porte e uma de porte pequeno. A árvore na divisa oeste promove sombreamento no período da tarde, devido a sua localização e dimensão Mudanças sazonais: não apresenta. Limitada às temperaturas mais amenas no período de inverno. VISUAL Obstruções visuais: viaduto da Linha Amarela (volume monolítico de 8 metros de altura) Cor e material predominante das fachadas: cinza (placas de concreto do fechamento lateral do viaduto) Mobiliário: banco único e barra fixa para exercícios. Não existe sistema de iluminação para uso noturno. Ambiência: espaço segregado pelo viaduto e falta de saneamento e intervenção paisagística. ACESSIBILIDADE: terreno plano de fácil acesso, mas s/ preocupação p/ portadores de necessidades especiais.	PLANTA DO ESPAÇO ESTUDADO			
	CORTE ESQUEMÁTICO	QUESTÕES SOCIAIS: O Local foi considerado inseguro, mal conservado, e sem requisitos de mobiliário e paisagismo que levem a permanência de qualquer tipo de usuário no espaço. Apesar deste espaço urbano ser localizado em região essencialmente residencial e em uma rua principal do bairro. Inexistência de planejamento, de saneamento no rio, de iluminação artificial assim como a falta de mobiliários urbanos e definição de ambientes apropriados às características locais também gera a sensação de insegurança para o espaço, ampliando a segregação do entorno já provocado pelo fechamento do limite leste pelo embasamento do viaduto. Demanda de espaços urbanos: Na região não existem áreas livres públicas para atividades de lazer. Censo de 2000 (IBGE): a área livre por habitante na região da Piedade é igual a 0,0m <sup>2</sup> hab.	VISTA				
	CORTE ESQUEMÁTICO		Vista: direção sudoeste-nordeste				
	CONFORTO ACÚSTICO	CONFORTO VISUAL	CONFORTO HIGROTÉRMICO				
Votos/ medições: L <sub>Aeq</sub> (dB <sub>A</sub> ): P1: 68,3 – Ruídos/ P2: (L <sub>Aeq</sub> ) 63,7 – Neutro/ Ruídos/ P3:(L <sub>Aeq</sub> ) 64,5 – Ruídos Sons agradáveis: nenhum Sons desagradáveis: veículos passando Recomendações: ZR = 60dB durante o dia e 55dB a noite. Tratamento acústico sob o viaduto e na parede lateral.	Votos/ medições (luminosidade): P1(klux): 11 – Neutro / P2(klux): 25 - Claro / P3(klux): 9 - Neutro Ofuscamento: Votos sensação visual (ambiência): Ruim Recomendações: Implementação de mobiliário, paisagismo, paginação de piso e elementos de definições de ambientes. Iluminação artificial p/ período noturno de uso. Saneamento do rio Faria e integração ao espaço urbano. Proposta paisagística para a parede do viaduto prevendo integração com o espaço urbano e redução de reflexões sonoras e de luz.	Votos/ Cálculo PMV: P1: Confortável (PMV< - Neutro) / P2: Confortável / desconfortável (50%) / PMV< - Lev. Quente/ P3: Confortável (PMV< - Neutro) Umidade relativa (%): P1: 69,2 / P2: 67,3 / P3: 73,2 Vento (m/s): P1: 1,0 / P2: 0,8 / P3: 1,2 Temperaturas superficiais(°C): base: terra: 31,6 (sol) 29,6 (sombra) Recomendações: a área sombreada é suficiente e os obstáculos existentes não podem ser mudados. Propor piso que mantenha as características de permeabilidade do solo.					

Figura 12 – Ficha Síntese de análise do espaço urbano

## Análise da qualidade ambiental (espaço 2):

As medições realizadas confirmaram questões observadas anteriormente na realização do inventário e na entrevista. Os dados de tipo de atividade e vestimenta foram fundamentais para as avaliações de conforto higrotérmico, principalmente para simulações do PMV e tolerância aos níveis de iluminação.

As medições sonoras apresentaram resultados sempre acima dos níveis recomendados pela legislação (NBR 10151 – ZR4 - 60dB -dia), apresentando índices maiores no ponto 1, conforme também registrado nas entrevistas, confirmando a observação feita no inventário físico sobre as maiores reflexões sonoras sob o viaduto da Linha Amarela.

O efeito de barreira aos ventos locais observado durante o inventário, provocado pelo viaduto no espaço urbano analisado, foi confirmado nas medições realizadas, ficando o ponto 2, mais próximo do muro lateral do viaduto, com média da velocidade do vento inferior aos pontos 1 e 3.

A influência do vento e do sombreamento na redução da temperatura pode ser comparada entre os dados registrados do ponto 1 (1m/s), ponto 2 (0,8m/s) e ponto 3 (1,5 m/s), pontos 1 e 3 em área sombreada e ponto 2. em área de sol. Os votos e as simulações utilizam o modelo do PMV adaptado também apontam para menor desconforto higrotérmico no ponto 3, onde registrou-se maior velocidade de ventos.

O estudo de insolação para todos os períodos do ano mostrou que independente da época do ano, o espaço possui sombreamento limitado. A exposição de quase toda a base do espaço e principalmente o limite leste, composto pela parede em concreto do viaduto influencia na elevação de temperatura local.

Outros valores de temperatura superficial dos materiais, como o rio (água = 23.6°C) próximo ao ponto 3 e a rua (asfalto = 35.4°C) próxima ao ponto 2, confirmam as possíveis influências nas temperaturas do ar registradas nos diferentes pontos.

Os dados subjetivos relacionados à qualidade visual do espaço pôde confirmar em conjunto com as medições que os níveis de maior iluminamento localizam-se próximo ao ponto 2, em função da reflexão da iluminação promovida pelo sol que incide diretamente no período da tarde na parede lateral do viaduto.

A avaliação subjetiva dos usuários confirma a sugestão do modelo do projeto RUROS (NIKOLOPOULOU, 2004), onde valores entre 10 a 50klux de iluminamento horizontal podem ser considerados apropriados para espaços urbanos. Na avaliação realizada todos os votos enquadraram-se entre neutro e claro (pontuação de 0 e 1, respectivamente)

Registra-se ainda que apesar das avaliações de conforto higrotérmico e lumínico apresentarem resultados de neutralidade para 2 de seus três pontos avaliados, a percepção visual do usuário perante o espaço observado, influenciou diretamente na sua qualificação como ruim.



## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após a aplicação da metodologia desenvolvida nos espaços selecionados, pôde-se observar que a flexibilidade de preenchimento das *fichas de resultados* permite trabalhar de forma integrada ou individual os elementos de avaliação de conforto higrotérmico, visual e acústico relacionando ainda com períodos distintos do dia ou época do ano.

Destacam-se alguns pontos referentes à metodologia proposta:

- A ficha síntese, atendendo a sua proposta, relacionou de forma compacta todos os dados coletados, permitindo em uma rápida análise, identificar os elementos que influenciam a configuração do espaço, realizar comparações entre as avaliações obtidas, o resumo da análise da qualidade ambiental e as recomendações que podem nortear intervenções para adequação dos espaços estudados ao perfil climático e social da região.

- O questionário referendou as necessidades e sensações dos usuários, promovendo, uma inicial validação dos pressupostos apontados nos modelos teóricos como o PMV adaptado para climas quentes e aplicado na análise de espaços abertos, apesar da entrevista ter ocorrido em uma amostragem restrita.

- A ficha de estudo de insolação compactou os dados apresentados na simulação e associou o fator de céu visível à leitura direta de horas de sol no espaço estudado de acordo com a latitude local.

- A opção de destinar parte da entrevista para comentários direcionados dos usuários sobre suas impressões do ambiente foi eficiente, pois se identificou que os elementos indicados como positivos ou negativos se repetiram mesmo em espaços diferenciados e sem respostas previamente estabelecidas.

- O uso do programa computacional *Sketch Up* para simulação da volumetria do espaço e da trajetória aparente do sol permitiu completa avaliação dos elementos que podem interferir no sombreamento, ventilação ou na obstrução visual. Funcionando também como um elemento dinâmico de estudo projetual, pois permite modificações de acordo com alterações propostas no entorno imediato. Auxiliando por exemplo, em estudos que simulassem as possíveis intervenções viárias, analisando anteriormente à execução das obras, a futura volumetria do espaço e suas conseqüências na paisagem urbana.

- A utilização do PMV adaptado por Fanger e Toftum(2002) para climas quentes, conforme aplicação feita por Zambrano, Malafaia e Bastos (2006) pode sugerir uma metodologia que auxilie a análise de espaços externos com maior precisão, embora a pesquisa utilizando este método deva ser ampliada, comprovando sua eficiência. A comparação entre os votos coletados em campo, o PMV e o PMV adaptado (PMVc) simulado através do programa de computação desenvolvido para este estudo, apresentou resultados semelhantes às pesquisas realizadas por Scudo (2002) e Nicol (2004), indicando que existe maior tolerância ao calor em regiões tropicais. Entretanto, quanto ao conforto higrotérmico, não existe qualquer legislação direcionada à avaliação, normas ou recomendações para o espaço urbano com tal preocupação, essencial para cidades com clima tropical úmido.

- A inclusão do cálculo do IBUTG para verificação dos limites de tolerância humana de exposição ao calor registrou, em conjunto com os votos e simulações de sensação de conforto higrotérmico, a condição térmica dos ambientes distintos avaliados, gerando bases para medidas necessárias para as diversas atividades de lazer.

- A apresentação da ficha de resultados utilizando simultaneamente modelos de predição, votos de preferências ou dados de medidas em campo possibilitou a comparação imediata dos resultados obtidos e a verificação da validação dos modelos.

- A configuração de coleta de dados proposta neste modelo registrou também que existe no Rio de Janeiro uma legislação apropriada quando da avaliação e recomendação do conforto acústico na cidade, embora efetivamente pouco aplicada nas suas soluções urbanas. Além da viabilidade para uma avaliação da qualidade ambiental de espaços urbanos, a metodologia desenvolvida apresenta-se como um instrumento com grande potencial para o ensino dos conceitos teóricos de conforto ambiental e análise de soluções projetuais para alunos de graduação de arquitetura e urbanismo. Durante a realização das medições e entrevistas em um dos espaços estudados, os alunos participaram da aplicação dos modelos propostos em campo, e apresentaram: um rápido entendimento de conceitos relativos ao conforto ambiental; facilidade de observação dos elementos que configuram os espaços e as influências na sua qualidade, entre outros tópicos.

As associações do estudo de conforto ambiental com ferramentas computacionais geram também nos alunos maior interesse pelo tema, pois os programas utilizados de representação gráfica no modelo desenvolvido são também comumente usados por alunos e profissionais da área de arquitetura e urbanismo, o que facilita a compreensão e a aplicação prática dos conceitos de conforto de conforto ambiental.

O auxílio de profissionais da área de informática no desenvolvimento de programas simplificados que agilizem o registro e a análise dos dados coletados pode também ampliar a utilização de modelos de avaliação de espaços urbanos.

Outro item importante de destaque foi a ratificação da importância da paisagem na avaliação positiva da qualidade ambiental de espaços urbanos. Foi registrado em todas as entrevistas realizadas, que o fator inicial de avaliação de um ambiente ou de definição de permanência no mesmo, é feito pela sua qualidade visual, em detrimento do conforto higrotérmico e acústico.

Considerando o foco da avaliação em espaços segregados, é importante destacar que, entre as respostas fornecidas neste estudo de caso realizado, a via expressa e o viaduto foram sempre indicados como pontos negativos de observação, reforçando a hipótese de necessidade de estudo e melhor planejamento de espaços remanescentes nos centros urbanos.

Estudos atualizados e sistematizados sobre a estrutura física e social dos espaços urbanos, ainda são escassos, sendo necessária a criação de um sistema de indicadores que respondam a estas demandas de características mais locais, voltadas para o planejamento e projetos urbanos (ROMERO, 2007)

## 6. CONCLUSÕES

Através da metodologia desenvolvida para a análise da qualidade ambiental de espaços urbanos em clima tropical úmido consegue-se abranger em um único inventário, questões urbanas do espaço estudado, de volumetria, uso de solo, ambiência, influências climáticas, geográficas e sociais, e comparações de dados específicos obtidos através de simulações, votos de preferências e sensações dos usuários.

Embora a metodologia desenvolvida seja direcionada para a análise de espaços urbanos segregados por eixos viários em clima tropical úmido, a mesma pode ser utilizada para avaliação ou simulação da qualidade ambiental de espaços urbanos com outras características, pois foi estruturada considerando uma amplitude de aplicações.

A proposta de desenvolver um modelo utilizando fichamentos para realização do inventário físico e coleta de dados e comparação dos resultados, se apresentou eficiente para organizar, analisar e comparar os dados de um ou mais espaços estudados.

O presente trabalho de desenvolvimento metodológico, procura, de forma instrumental identificar parâmetros importantes que possam auxiliar na tomada de decisões para assentamentos futuros ou para espaços urbanos remanescentes das várias intervenções que sofrem as cidades, integrando nestes projetos soluções com usos específicos, diferentes atividades e interações sociais. Podendo, ainda, a partir do conhecimento sistemático, contribuir para o desenvolvimento sustentável das cidades do futuro.

## 7. REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-10151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro: 2000.
- BONNEAUD, Frédéric. *Ventilation naturelle de l'habitat dans les villes tropicales*. Thèse de doctorat de mécanique, thermique et génie civil. Université de Nantes. Nantes, 2004.
- FANGER, P. Ole; TOFTUM, J.. *Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates*. Energy and Buildings, n. 34, 2002
- FANGER, P. Ole. *Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering*. Copenhagen: Danish technical Press, 1970.
- ISO 7730. *Moderate thermal environments – determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*. Genebra: International Standards Organization, 1994.
- ISO 7243. *Hot environments – Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)*. Genebra: International Standards Organization, 1989.
- LEE, Terence. *Psicologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.
- NICOL, Fergus. *Adaptive thermal comfort standards in the hot-humid tropics*. Energy and Buildings, n. 36, 2004: 628-637. Disponível em: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) . (acesso em: 20/06/2006)
- NIEMEYER, Maria Lygia Alves de. *Conforto Acústico e Térmico, em Situação de Verão, de Ruas do Bairro de São Cristóvão - Um Estudo de Caso*. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2007.
- NIKOLOPOULOU, Marialena. *Designing open spaces in the urban environment: a bioclimatic approach*. Grécia: CRES, 2004. Disponível em: <http://alpha.cres.gr/ruros/> (acesso em: 15/05/2005)
- PANERAI, Philippe. *Análise urbana*. Brasília: UNB, 2006.
- REIS-ALVES, Luiz Augusto. *O pátio interno escolar como lugar simbólico. Um estudo sobre a inter-relação de variáveis subjetivas e objetivas do conforto ambiental*. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: PROARQ/UFRJ, 2006.
- RIBEIRO, Luiz César de Queiroz. *Transformações da estrutura sócio-espacial: segmentação e polarização na região metropolitana do Rio de Janeiro*. IPPUR/ UFRJ. Disponível em: [http://www.finteramericana.org/paises/brasil/documentos/publicac/brasil\\_pub1.htm](http://www.finteramericana.org/paises/brasil/documentos/publicac/brasil_pub1.htm) (acesso em: 17/09/2005)
- ROMERO, Marta Adriana B. *Arquitetura bioclimática do espaço público*. Brasília: Universidade de Brasília, 2001.
- \_\_\_\_\_. *Frentes do urbano para a construção de indicadores de sustentabilidade intra urbana*. In: PARANOA: cadernos de arquitetura e urbanismo – Indicadores de sustentabilidade urbana. Ano 6, nº 4. Brasília: FAU UnB, 2007
- VASCONCELLOS, Virginia Maria N. *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. Rio de Janeiro: PROARQ/UFRJ, 2006.
- ZAMBRANO, L., MALAFAIA, C., BASTOS, L.. *Evaluation of the Terms of Thermal Comfort in Outdoor Space of Tropical Humid Climate* In: *Proceedings of the 23rd Passive and Low Energy Architecture*. Genebra: Suíça. 2006.