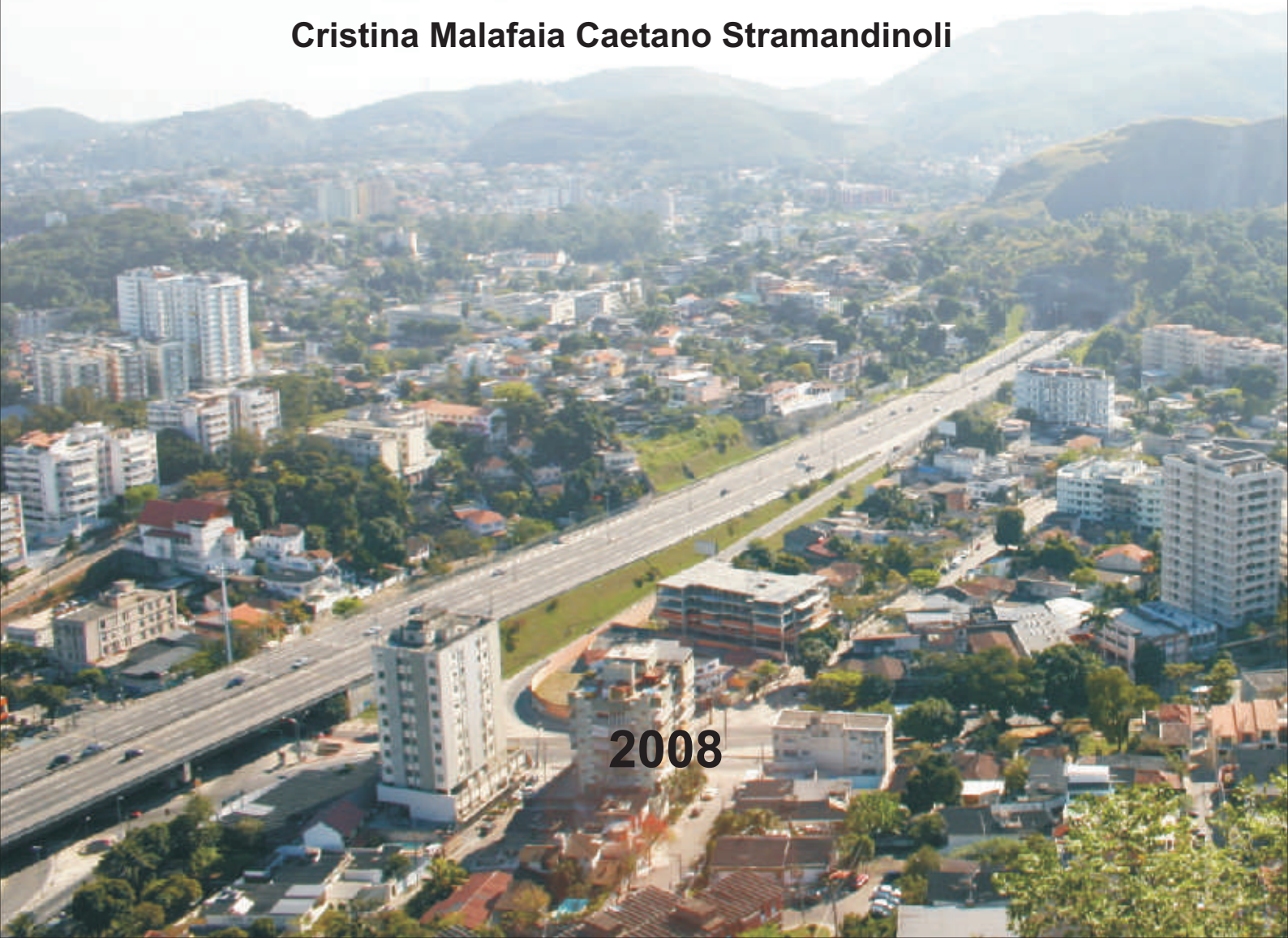
Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRJ

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL EM ESPAÇOS URBANOS DE CLIMA TROPICAL ÚMIDO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA ESPAÇOS RESIDUAIS

Cristina Malafaia Caetano Stramandinoli



2008

UFRJ

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

Cristina Malafaia Caetano Stramandinoli

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura – PROARQ, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Ciências de Arquitetura – Área de Conforto Ambiental.

Orientador: Prof. Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos, D.Sc.

Rio de Janeiro
Junho de 2008

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

Cristina Malafaia Caetano Stramandinoli

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura – PROARQ, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Ciências de Arquitetura – Área de Conforto Ambiental.

Aprovada por:

Prof. Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos, D.Sc. – Orientador

Profª Dra. Marta Adriana Bustos Romero, D. Sc.

Profª Dra. Virginia Célia Costa Marcelo, D. Sc.

Profª Dra Cláudia Mariz de Lyra Barroso-Krause , D. Sc.

Profª Dra Maria Lygia Alves de Niemeyer, D. Sc.

Rio de Janeiro

Junho de 2008

Stramandinoli, Cristina Malafaia Caetano

Análise da qualidade ambiental de espaços urbanos em clima tropical úmido: Uma proposta metodológica para espaços residuais/ Cristina Malafaia Caetano Stramandinoli – Rio de Janeiro: UFRJ/PROARQ, 2008.

xi, 281f: il.; 30cm

Orientador: Leopoldo Eurico Bastos

Tese (doutorado) - UFRJ/PROARQ/ Programa de Pós-graduação em Arquitetura, 2008.

Referências Bibliográfica: f. 22; 61-62;132-134; 175-176; 243; 250

1. Conforto ambiental 2. Espaços urbanos segregados 3. Qualidade ambiental I. Bastos, Leopoldo Eurico Gonçalves. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Arquitetura – PROARQ.

III. Título.

RESUMO

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

Cristina Malafaia Caetano Stramandinoli

Orientador: Prof. Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos, D.Sc.

Resumo da Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura – PROARQ, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Ciências de Arquitetura – Área de Conforto Ambiental.

Face aos problemas hoje vivenciados de mudanças climáticas em escala planetária, e a degradação dos ambientes urbanos, é necessário que o urbanismo contemporâneo se guie pelos princípios da sustentabilidade. O que se constitui sem dúvida num grande desafio, pois faz-se necessário considerar os distintos atores sociais envolvidos e suas relações com as questões energético-ambientais. Em passado recente, este enfoque holístico não era motivo de enfoque pelos urbanistas, mesmo com o avanço dos conhecimentos até então registrados. Observa-se que muitas intervenções ocorridas nas cidades brasileiras foram direcionadas por interesses políticos e econômicos, o que gerou diversas formas de segregação dos espaços urbanos, ampliadas pela degradação física e ambiental. A segregação física pode ser identificada em processos de intervenções urbanas que modificam as características funcionais, históricas e/ou sociais de regiões da cidade, como aquelas provenientes de novos eixos viários.

A presente tese de doutorado tem por objetivo desenvolver um instrumento que considere as características físico-ambientais e sociais de assentamentos viários existentes ou aqueles em processo de implantação. Para tanto, é construída uma metodologia que possibilite a análise sobre a qualidade ambiental de espaços urbanos segregados em clima tropical úmido. Onde são consideradas as condições climáticas; o conforto ambiental: higrotérmico, acústico e visual; o perfil e preferências dos usuários; e as condições do entorno: paisagem, acessos e circulações. Em decorrência será possível se estabelecer recomendações projetuais adequadas às situações de estudo.

A aplicabilidade da metodologia desenvolvida e do instrumento resultante é demonstrada através de estudo de caso selecionado: três espaços segregados no entorno da via expressa “Linha Amarela” localizada no Rio de Janeiro.

O trabalho realizado contribui com 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.

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

Rio de Janeiro

Junho de 2008

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL QUALITY OF URBAN SPACES IN TROPICAL HUMID CLIMATE: A PROPOSAL METHODOLOGY TO RESIDUAL SPACES

Cristina Malafaia Caetano Stramandinoli

Orientador: Prof. Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos, D.Sc.

Abstract da Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura – PROARQ, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Ciências de Arquitetura – Área de Conforto Ambiental.

Nowadays, due the climate change problems on a global scale today, and the deterioration of urban environments, it is necessary for the contemporary urban planning to be guided by the principles of sustainability. Undoubtedly this a great challenge, due the different social actors involved and their relationships with energy-environment issues. In the recent past, this sustainable holistic approach was not considered as a primary focus by the urban planners, despite the existence of available knowledge. In Brazil, many interventions in cities have been targeted by political and economic interests, which generate various segregation forms to the urban spaces, magnified by the physical and environmental degradation. The physical segregation is resultant from urban interventions (as those originated from a new road axis) that change certain characteristics of a city region, from the points of view: historical and / or social.

This aim of this research is to develop for the architecture planner, a methodology to aid the process of projects related with the impact of high-ways on cities, under new projects or for a site refurbishment. This methodology consists of a multicriteria analysis and employs several architectural design tools (charts, computer codes, etc). As input data, it is required the physical, environmental and social conditions (noise, landscape, albedo, topography, etc) and people preferences about ambience for the existing settlements. As a result, the application of this methodology for a given site, will furnish a picture about the environmental conditions and possible negative impacts for a people utilization for certain segregated space.

The applicability of the methodology developed and the resulting instrument is demonstrated by the case study selected: three segregated spaces around the expressway “Linha Amarela” located in Rio de Janeiro city.

The D. Sc thesis contributes with a methodology and an aid project instrument focus on sustainability, for decisions relating to future settlements cut off by urban roads or soothing solutions oriented to remaining areas of the various interventions in the cities.

Key- words: 1. Environmental comfort. 2.Segregate urban spaces 3. Environmental quality

Rio de Janeiro

Junho de 2008

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas que direta ou indiretamente me ajudaram a percorrer este caminho.

Um especial agradecimento a meu orientador, Prof. Leopoldo pela excelente orientação, dedicação e paciência nas inúmeras revisões feitas em todas as etapas desta pesquisa.

Aos amigos e colegas de trabalho que participaram do apoio “moral e braçal” nos levantamentos de campo, compilação de dados e sugestões: Cristina Matias, Claudia Alyne, Gustavo Jucá, José Leonardo, Lygia Niemeyer, Luciano Pacheco, Luiz Augusto, Maria Júlia, Maria da Guia, Neury Cardoso e William Bittar.

Aos membros da banca pela atenção e comentários no exame de qualificação que foram fundamentais na modelagem final da tese.

E a minha família, especialmente meu marido Fábio e minha mãe Orminda, pelo estímulo, apoio e paciência em todos os momentos, fáceis ou difíceis.

SUMÁRIO

Página

INTRODUÇÃO **14**

CAPÍTULO 1:
ESPAÇO URBANO, EIXOS VIÁRIOS E SEGREGAÇÃO NAS CIDADES **23**

1.1- INTERVENÇÕES URBANAS NO SÉCULO XX **25**
1.1.1- Intervenções urbanas no Rio de Janeiro **28**
1.2- CRESCIMENTO E SEGREGAÇÃO NAS CIDADES **31**
1.2.1- Inserções de eixos viários na cidade do Rio de Janeiro **32**
1.3 - ÁREAS SEGREGADAS POR VIAS EXPRESSAS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO **36**
1.3.1- Percepção dos espaços urbanos e interferências das vias expressas **38**
1.3.2- A segregação nos espaços urbanos por inserção de elementos verticais. **44**
1.4- O IMPACTO DA URBANIZAÇÃO **49**
1.5- SUSTENTABILIDADE URBANA E QUALIDADE AMBIENTAL **52**
1.5.1- Agenda 21 e os conceitos da sustentabilidade urbana **54**
1.5..2- Estratégias de sustentabilidade urbana e qualidade ambiental **55**
1.5.3 – Arquitetura, Urbanismo, sustentabilidade e qualidade ambiental **58**
- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **61**

CAPÍTULO 2:
QUALIDADE AMBIENTAL DE ESPAÇOS URBANOS EM CLIMA TROPICAL ÚMIDO **63**

2.1- CIDADES DE CLIMA TROPICAL ÚMIDO **67**
2.1.1- Caracterização climática **67**
2.1.2- Clima tropical úmido **69**
2.1.3 – Clima urbano **71**
2.1.4 - Microclima **74**
2.1.5- Espaços abertos urbanos **76**
2.2 - QUALIDADE AMBIENTAL DE ESPAÇOS ABERTOS URBANOS EM CLIMAS TROPICAIS ÚMIDOS **78**
2.2.1- Conforto higrotérmico **80**
2.2.1.1 – Avaliação das condições de conforto higrotérmico **82**
2.2.1.2 - Conforto higrotérmico no espaço urbano **91**
2.2.1.2.1 – Ação dos ventos **93**
2.2.1.2.2 – Propriedade térmica dos materiais **97**
2.2.2- Conforto acústico **99**
2.2.2.1- Propriedades do som **99**
2.2.2.2 - Conforto acústico no espaço urbano **104**
2.2.3-Conforto visual **114**
2.2.3.1- Conforto visual no espaço urbano **115**
2.2.4 – Áreas verdes nas cidades **118**
2.3- PLANEJAMENTO E EIXOS VIÁRIOS NO ESPAÇO URBANO CONSOLIDADO **123**
2.3.1- Zoneamento urbano **124**
2.3.2- Projetos viários e propostas mitigadoras para os espaços remanescentes **126**
- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **132**

CAPÍTULO 3:
PROPOSTA DE METODOLOGIA DE ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL DE ESPAÇOS URBANOS SEGREGADOS EM CLIMA TROPICAL ÚMIDO 135

3.1- MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL EM ESPAÇOS URBANOS 138
3.1.1- Arquitetura bioclimática do espaço público – ROMERO (2001) 138
3.1.1.1- Análise do método 143
3.1.2 - Projetos dos espaços abertos em ambiente urbano –RUROS 144
3.1.2.1- Análise do método 148
3.1.3 –Métodos de análise da qualidade ambiental de espaços urbanos em clima tropical úmido 150
3.2 - PROPOSTA DE METODOLOGIA DE ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL DE ESPAÇOS URBANOS SEGREGADOS EM CLIMA TROPICAL ÚMIDO 153
3.2.1.- Roteiro metodológico 156
3.2.1.1- Inventário físico 158
3.2.1.2- Registros e catalogação da informações coletadas em campo 162
3.2.1.3 - Análise da qualidade ambiental 167
3.2.1.4 – Conclusões parciais sobre a metodologia desenvolvida 172
- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 175

CAPÍTULO 4:
VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA ATRAVÉS DE ESTUDOS DE CASOS DE ESPAÇOS RESIDUAIS 177

4.1 - A CIDADE DO RIO DE JANEIRO 179
4.1.1- Região de estudo. 182
4.1.2 - Caracterização da área selecionada 188
4.2 – ROTEIRO DA AVALIAÇÃO 195
4.2.1- Espaço Urbano 1: Área saída 3 da Linha Amarela – Rua Guineza 198
4.2.1.1- Inventário físico 198
4.2.1.2- Fichas de medições 204
4.2.1.3- Fichas de resultados 205
4.2.1.4- Ficha síntese 206
4.2.1.5 - Avaliação da qualidade ambiental 207
4.2.2- Espaço Urbano 2: Área lateral viaduto Linha Amarela-Piedade –R. Bento Gonçalves 210
4.2.2.1- Inventário físico 210
4.2.2.2- Fichas de medições 216
4.2.2.3- Fichas de resultados 217
4.2.2.4- Ficha síntese 218
4.2.2.5 - Avaliação da qualidade ambiental 219
4.2.3- Espaço Urbano 3: Área lateral Linha Amarela – Água Santa – praça Rua Violeta. 222
4.2.3.1- Inventário físico 222
4.2.3.2- Fichas de medições 228
4.2.3.3- Fichas de resultados 230
4.2.3.4- Ficha síntese 231
4.2.3.5 - Avaliação da qualidade ambiental 232
4.3 - AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE OS ESPAÇOS ESTUDADOS 236
- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 243

CAPÍTULO 5:
CONCLUSÕES E SUGESTÕES **244**

- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **250**

ANEXOS **251**

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 1

Figura 1.1- Abertura da Av. Central (hoje Av. Rio Branco) **29**
Figura 1.2 – Propostas de Le Corbusier para a cidade de Rio de Janeiro **33**
Figura 1.3 – Foto Ramal Deodoro – Engenho de Dentro **34**
Figura 1.4 – Bairro do Catumbi - abertura do túnel Catumbi-Laranjeiras **35**
Figura 1.5 –Área de entorno do Viaduto Paulo de Frontin e Linha Amarela **36**
Figura 1.6 - Limite causado por barreira acústica instalada na "Linha Amarela" – Vista da rua de entorno da via –Bairro da Piedade **38**
Figura 1.7 – "Linha Amarela" – bairro de Água Santa **39**
Figura 1.8 – Fachada de escola estadual localizada na antiga Rua José dos Reis, atual "Linha Amarela" – trecho do viaduto no bairro de Pilares **40**
Figura 1.9 – Observação do entorno pelo usuário da via – Elevado da Perimetral **42**
Figura 1.10 – "Visão serial" observada pelos usuários da Perimetral **43**
Figura 1.11 – Degradação da paisagem e das condições de conforto global **44**
Figura 1.12– Modelos de barreiras de painéis metálicos ou de madeiras em vias canadenses **45**
Figura 1.13 – Barreiras percebidas como elemento divisor **46**
Figura 1.14 - Ilustração e maquete do viaduto Paulo de Frontin **47**
Figura 1.15 – Remoção de obstáculos visuais e humanização de muros com intervenção da comunidade **48**

CAPÍTULO 2

Figura 2.1- Fatores que influenciam na expressão arquitetônica **65**
Figura 2.2 –Mapa climatológico mundial **69**
Figura 2.3 – Mapa climatológico simplificado do Brasil **70**
Figura 2.4 – Temperaturas médias anuais brasileiras **70**
Figura 2.5 – Atmosfera sob influência urbana **73**
Figura 2.6 – Trocas de calor do corpo humano **80**
Figura 2.7 – Exemplos de atividades exercidas **81**
Figura 2.8 – Exemplos de tipo de vestimenta **82**
Figura 2.9 - Curva de correlação entre os índices PMV e PPD **84**
Figura 2.10 - Tela principal do Programa para cálculo do PMV e PPD **87**
Figura 2.11 - Esquema para cálculo de fator de céu visível **92**
Figura 2.12 – Gradientes da velocidade dos ventos **93**
Figura 2.13 – Diferentes efeitos do perfil da topografia no padrão do vento **94**
Figura 2.14– Visualizações de mudanças na direção do vento (linhas de correntes) de acordo com a volumetria urbana **94**
Figura 2.15 – Exemplos de efeitos aerodinâmicos do vento **95**
Figura 2.16 – Aumento da temperatura de conforto por diferentes velocidades do vento **96**
Figura 2.17 – Espaço urbano permeável e sombreado **96**
Figura 2.18 – Incidência sonora sobre uma superfície **100**
Figura 2.19 – Exemplos de ruídos no espaço urbano **104**
Figura 2.20 – Barreiras acústicas com o uso de topografia **108**
Figura 2.21 – Exemplos de reflexões sonoras no ambiente urbano **109**
Figura 2.22 – variação do nível de pressão sonora com a distância a partir da borda da via (tráfego de 2.000 veículos/ hora) para pontos do solo sem obstáculos em suas imediações **110**
Figura 2.23 – Fenômeno de difração do som. **113**
Figura 2.24 – Os vegetais têm sempre, no verão, um comportamento térmico notadamente superior que os dos materiais inertes **120**
Figura 2.25– Exemplo de hierarquização das vias em relação ao entorno **125**

Figura 2.26 – Exemplos de barreiras acústicas integradas ao contexto urbano **127**
Figura 2.27 – Propostas para edificações no entorno de vias expressas indicando o isolamento acústico promovido pela volumetria de edificações e setorização **128**
Figura 2.28 – Exemplos de projetos de espaço viário e entorno imediato **129**
Figura 2.29 – Projeção do túnel Ayrton Senna sob o Parque do Ibirapuera **130**
Figura 2.30 - Exemplos de diversos usos dos espaços limítrofes à Linha Amarela **131**

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 – O entorno, a base e a fronteira **139**
Figura 3.2 – Ficha bioclimática do espaço público **142**
Figura 3.3 – modelagem virtual dos espaços urbanos **145**

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 – Normais climatológicas da região metropolitana do Rio de Janeiro **181**
Figura 4.2 - Mapa de altimetria da região e localização da Linha Amarela **182**
Figura 4.3 – Polêmica na implantação da Linha Amarela **185**
Figura 4.4 – Região de estudo **187**
Figura 4.5 – Exemplos de áreas arborizadas limítrofes à Linha Amarela **189**
Figura 4.6 – Exemplos de espaços remanescentes **190**
Figura 4.7 – Indicação dos espaços urbanos segregados para análise **191**
Figura 4.8 – Localização e Vistas dos espaços selecionados **192**
Figura 4.9 -Área livre por habitante na Região Administrativa do Méier (RA XIII) **193**
Figura 4.10 – Vistas aéreas e indicação das áreas selecionadas para estudo **194**
Figura 4.11 – Equipamentos utilizados para os registros das medições em campo. **196**
Figura 4.12 – Níveis sonoros nos 3 pontos de medição **207**
Figura 4.13 – Comparação entre as medições de temperatura e ventos nos 3 pontos **208**
Figura 4.14 - Níveis sonoros nos 3 pontos de medição **219**
Figura 4.15 – Comparação entre as medições de temperatura e ventos nos 3 pontos **220**
Figura 4.16 – Níveis de iluminação registrados nos 3 pontos **221**
Figura 4.17 - Níveis sonoros nos 3 pontos de medição e no limite da via **233**
Figura 4.18 – Comparação entre as medições de temperatura e ventos nos 3 pontos **233**
Figura 4.19 – Comparações de medições realizadas em estações do ano e horários diferenciados **234**
Figura 4.20 – Gráfico comparativo entre as medições de temperatura coletadas nos 3 espaços estudados **238**
Figura 4.21 – Gráfico comparativo entre as medições de velocidade do vento coletadas nos 3 espaços estudados **239**
Figura 4.22 – Gráfico comparativo entre as medições de som coletadas nos 3 espaços estudados **240**

LISTAS DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 2

Tabela 2.1 – Escalas climáticas e raios de influência **71**
Tabela 2.2 – Mudança média dos elementos climáticos causados pela urbanização em geral **74**
Tabela 2.3: Escala psico-fisiológica de valores de sensação térmica **84**
Tabela 2.4 – Fator de expectativa para edificações não climatizadas artificialmente em climas quentes **85**
Tabela 2.5 – Sensação térmica e estresse fisiológico relacionado ao PMV e PET **86**
Tabela 2.6 – Relação entre o PMV e a sensação térmica **88**
Tabela 2.7 – Fórmula para cálculo de IBUTG para ambientes internos e externos **89**
Tabela 2.8 – Valores de referência de IBUTG e classe de taxa metabólica **90**
Tabela 2.9 – Relação entre o IBUTG e a possibilidade de estresse térmico, durante atividade esportiva, para situação de dia quente e úmido **90**
Tabela 2.10 – Relação entre conforto higrotérmico, umidade relativa e temperatura do ar **96**
Tabela 2.11 - Coeficiente de Absorção solar (α) e Emissividade (emissão infravermelho longo) (ε) **98**
Tabela 2.12 – Diferentes materiais e velocidade do som **101**
Tabela 2.13 – Conversão de dB para dB(A) **102**
Tabela 2.14 – Relação entre Pressão e Nível de Pressão Sonora em função da freqüência **103**
Tabela 2.15 – Níveis de Potência Sonora Médios para Veículos **105**
Tabela 2.16 – Ampliação nos níveis de potência sonora em função da aclividade **105**
Tabela 2.17 – Níveis Critério, em dB(A)para Ambientes Externos (NBR 10151/2000) **106**
Tabela 2.18 – Níveis (NCA), em dB(A), para Ambientes Externos (NBR 10151/2000) **107**
Tabela 2.19 - Coeficientes de absorção de materiais e tipos de solo **111**
Tabela 2.20 - Coeficientes (α) de Absorção Sonora **112**
Tabela 2.21 – Iluminâncias por classes de tarefas visuais **115**
Tabela 2.22 – Exemplos de albedo de materiais e superfícies urbanas típicas **116**

CAPÍTULO 3

Tabela 3.1 – Os elementos que confrontam o espaço **140**
Tabela 3.2 – Tipos de programas computacionais usados para análise da morfologia urbana **146**
Tabela 3.3 – Resumo dos aspectos analisados, métodos e instrumentos utilizados. **156**
Tabela 3.4- Modelo: Ficha de Análise do Entorno **159**
Tabela 3.5 – Modelo: Ficha das características morfológicas e ambientais **160**
Tabela 3.6 – Modelo: Ficha de estudo de insolação **161**
Tabela 3.7 – Informações e variáveis selecionadas para coleta no estudo de campo **162**
Tabela 3.8 – Modelo da Ficha de dados subjetivos e perfil dos usuários **164**
Tabela 3.9 – Modelo Ficha de Dados Objetivos **166**
Tabela 3.10– Modelo Ficha: Quadro comparativo dos registros em campo por período do dia e época do ano **169**
Tabela 3.11 – Modelo: Quadro comparativo dos registros em campo de diferentes épocas do ano **170**
Tabela 3.12 – Modelo: Ficha Síntese de análise do espaço urbano **171**

CAPÍTULO 4

Tabela 4.1 – Principais dados quantitativos **186**

LISTA DE ANEXOS

Página

ANEXO 1

- Exemplo de estudo de conforto higrotérmico em espaço urbano de clima tropical úmido utilizando a extensão do PMV proposto por Fanger e Toftum (2002) 253

ANEXO 2

- NR15: Atividades e operações insalubres /Anexo 3 – Limites de Tolerância para exposição ao calor 259

ANEXO 3

- Exemplo de preenchimento da Ficha para avaliação bioclimática do espaço urbano público proposta por Romero (2001) 262

ANEXO 4

- Exemplo de aplicação do método desenvolvido pelo projeto RUROS. 266

ANEXO 5

- Tabela de atributos proposta por Reis-Alves (2006) para análise ambiental, espacial e humana. 271

ANEXO 6

- Modelo de fichamento proposto por Niemeyer (2007) para avaliação do espaço urbano consolidado 272

ANEXO 7

- Roteiro proposto por Vasconcellos (2006) para estudo bioclimático 278

ANEXO 8

- Modelo proposto por Veloso (2006) para pesquisa sobre qualidade e vida urbana. 280

INTRODUÇÃO

> *"As cidades, do mesmo modo que seus habitantes, são uma mistura de coisas boas e ruins. Desde a invenção da escrita, há cerca de cinco mil anos, os registros criticando a cidade têm sido implacáveis. E mesmo assim as pessoas sempre se amontoaram em cidades e as suas qualidades também foram louvadas"* (RYKWERT, 2004 p.6)

A cidade, evidentemente, não pode ser analisada como um objeto ou uma obra de arte inserida em determinado lugar e elaborada por um único construtor. Quando de seu planejamento, devem ser considerados, além de fatores climáticos, valores éticos, sociológicos e filosóficos de cada cultura e civilização. A cidade não é apenas uma aglomeração de pessoas e construções num determinado território físico, é o local onde se processam as relações políticas, econômicas e sociais, em contínuas transformações.

A elaboração do espaço urbano[1] deve ser compreendida além da construção de uma paisagem. Afinal, questões da qualidade ambiental estão diretamente relacionadas a fatores comportamentais da sua sociedade.

> *"Paisagem e espaço não são sinônimos. A paisagem é o conjunto de formas que, num dado momento, exprimem as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza. O espaço é constituído destas formas mais a vida que as anima"* (SANTOS, 1999, p.83)

O conceito de espaço ainda pode ser discutido considerando-se a abstração do significado da palavra *espaço* em comparação com a natureza de experiência social do termo *lugar*.

Frampton (2006) sugere que o lugar pode também classificar um espaço, no plano concreto, com o estabelecimento de uma região claramente definida em que o homem pode passar a existir. Entretanto, pode apresentar-se essencialmente qualitativo, surgindo no plano simbólico com significação consciente de um sentido social, a partir da percepção sensorial de sua validade como lugar, dependendo de sua estabilidade cotidiana para os sentidos e da adequação e riqueza da experiência sócio-cultural que ele proporciona.

[1] Espaço urbano pode ser classificado espacialmente como quatro sistemas: gerais e locais de espaços livres, viários gerais e locais (Mopu - Ministério de Obras Públicas – Espanha. ROMERO, 2001).

Apesar dos indicadores sociais, culturais, ambientais, entre outros, para a elaboração das cidades, observa-se que nem todo espaço construído nos centros urbanos pode ser classificado como lugar, no sentido qualitativo. Muitas intervenções recentes no espaço urbano foram direcionadas por interesses do poder político-econômico, produzindo-se diversas situações que resultaram na segregação[2] sócio-espacial e de áreas remanescentes sem qualquer planejamento que atendam aos perfis sociais ou ambientais do espaço urbano que se insere.

> *"o poder é controlado por uma elite que atua em conjunto com o poder público local nos grandes projetos de reestruturação urbana na área central, aprofundando a segregação sócio-espacial"* (RIBEIRO,2005. p.4)

Conforme apresentado por Ribeiro (2005), nos primeiros anos do século XXI é possível ainda constatar-se a segregação sócio-espacial gerada nas regiões metropolitanas tendo como correlato espacial a segmentação social entre o núcleo e a periferia bem como entre a favela e o asfalto.

Além das questões econômicas responsáveis por essa segmentação, uma outra forma de segregação física pode ser identificada em processos 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 que alivia as vias existentes, assegurando os deslocamentos próximos e estruturando a aglomeração, supostamente permitindo ganho de velocidade e ligação mais eficaz entre os diversos pólos. Entretanto, a via expressa também tem seus efeitos perversos.

Panerai (2006) considera que pior que o incômodo sonoro é a secção produzida no território, gerando um paradoxo, ao mesmo tempo em que conecta pontos relativamente distantes, a via expressa também isola, seccionando o entorno imediato.

Os principais impactos ambientais urbanos provocados pelas novas inserções viárias, que interferem diretamente na qualidade das cidades, são a poluição atmosférica e

[2] Do ponto de vista etimológico segregar exprime a idéia de separação. Segregar deriva do latim ***segregare***, que significa separar, apartar, afastar, isolar. O substantivo correspondente ***segregatio*****, onis**, deu em português *segregação.* http://usuarios.cultura.com.br/jmrezende/secretar.htm

sonora, vibração, intrusão visual, segregação espacial e, em alguns casos, a destruição ou descaracterização do patrimônio histórico (TRINTA, 2001).

Tais eixos viários freqüentemente modificam a qualidade dos espaços urbanos, principalmente aqueles localizados em clima quente úmido. Nestas regiões, o aumento do tráfego de automóveis e a ampliação de superfícies pavimentadas elevam os índices sonoros e a temperatura ambiente radiante, transformando, na maioria das vezes, estas áreas urbanas em espaços quentes e ruidosos, afetando conseqüentemente a qualidade ambiental das edificações limítrofes, estendendo seus efeitos indesejáveis ao 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, principalmente para os habitantes das áreas limítrofes. Para tanto, é apresentado nesta tese 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. O projeto RUROS[3] (NIKOLOPOULOU, 2004), que envolveu pesquisadores de vários países pode ser citado como um exemplo no contexto europeu, que aborda com profundidade tal questão de gradativa complexidade no cenário das relações humanas em centros urbanos.

[3] RUROS - Rediscovering the Urban Realm and Open Space.

No Brasil, as pesquisas recentes evoluem com o enfoque principal na avaliação das condições higrotérmicas (MASCARÓ, 2001 e 2004); (LABAKI &; LOIS, 2001); (MONTEIRO & ALUCCI, 2007) e (VASCONCELLOS, 2006) ou ainda relacionadas ao conforto acústico (NIEMEYER, 2007) ou visual (REIS-ALVES, 2006) dos espaços abertos. São encontradas também pesquisas voltadas para um modelo mais abrangente que trata da qualidade de vida urbana (VELOSO, 2006), da arquitetura bioclimática do espaço urbano (ROMERO, 2001) e da construção de indicadores de sustentabilidade intra-urbana[4] (ROMERO, 2007) envolvendo dimensões sócio-econômicas, ambientais e individuais.

Dentro deste contexto, o presente trabalho tem por objetivo propor uma metodologia para a análise da qualidade ambiental de espaços urbanos residuais, remanescentes à implantação de novas vias expressas em contextos consolidados. Procura-se integrar, 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.

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 freqüência, 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.

Durante a revisão de literatura especializada, constatou-se que a maioria dos procedimentos teórico-empíricos de avaliação das condições de conforto ambiental em espaços urbanos está direcionada para regiões de clima temperado ou frio. Além disso, os estudos das áreas de entorno de vias expressas têm como principal objetivo desenvolver soluções visando uma proteção acústica.

A hipótese referente a presente pesquisa considera ser possível a realização de uma metodologia de análise que trate os elementos influentes sobre a qualidade ambiental

[4] O conceito de espaço intra-urbano é definido por Villaça (VILLAÇA, F. Espaço intra-urbano no Brasil. 2ª ed. São Paulo:FAPESP, 2001

em áreas remanescentes às vias expressas em contextos urbanos, através da integração de parâmetros ambientais, físicos e sociais. Esta metodologia também deve utilizar recursos facilmente disponíveis no contexto da arquitetura e urbanismo, expressando-se através de um instrumento de análise adequado às características regionais. Em conseqüência, auxiliará na tomada de decisões na procura de soluções mitigadoras ou na concepção de novos projetos urbanos.

As etapas de desenvolvimento da metodologia proposta nesta pesquisa são apresentadas em três partes. A Parte I refere-se ao estado da arte, onde foram priorizadas as questões de qualidade ambiental e sustentabilidade urbana, conforto ambiental, planejamento dos espaços urbanos e segregação, com ênfase nas áreas assentamentos de eixos viários. A seguir, na Parte II, desenvolve-se um método de análise para a qualidade ambiental de espaços urbanos em clima tropical úmido. Este é fundamentado nas normas e em pesquisas nacionais e estrangeiras que enfocam a avaliação de espaços urbanos em climas quentes úmidos. Na Parte III define-se e expõe-se a aplicação da metodologia em um estudo de campo realizado na cidade do Rio de Janeiro, visando testar sua pertinência e adequação aos pressupostos enunciados.

O trabalho de pesquisa realizado, a metodologia desenvolvida e sua aplicação são apresentados nesta tese sob a forma de cinco capítulos, assim distribuídos:

O capítulo 1 aborda os problemas das intervenções urbanas desde o início do século XX, com enfoque para as transformações de bairros e áreas limítrofes à implantação de vias expressas, como ferrovias e rodovias, utilizando como referência a cidade do Rio de Janeiro. São exemplificadas através das principais intervenções urbanas na cidade, iniciadas na administração do prefeito Pereira Passos (1902/1906), as propostas por Alfred Agache, durante a gestão Prado Júnior, entre 1926 e 1930, os utópicos estudos realizados entre 1929 e 1936, por Le Corbusier, e pelo plano Doxiadis, durante a década de 1960, até intervenções mais recentes ocorridas nas décadas de 1970 e 1990.

A segregação é abordada a partir de questões sociais e espaciais, considerando o crescimento das cidades e o surgimento de novas perspectivas da cidade e espaços urbanos oriundos das intervenções viárias. Fechando o capítulo, é abordado o impacto

da urbanização e as estratégias de sustentabilidade para obtenção da qualidade ambiental urbana através das novas intenções de planejamento no ambiente contemporâneo.

O Capítulo 2 apresenta os subsídios para a compreensão das condições ideais de conforto ambiental em cidades de clima tropical úmido. Inicialmente são consideradas as principais características climáticas e geográficas, a configuração do clima urbano, as condicionantes de conforto ambiental e a influência das intervenções físicas no microclima local e a importância dos espaços abertos urbanos e áreas verdes.

A qualidade ambiental é abordada com o foco na obtenção de conforto higrotérmico, acústico e visual, relacionando-os às características dos espaços urbanos, como tipos de superfícies, volumetria, perfil e preferências da população. Inclui-se, também, questões de planejamento viário, zoneamento urbano e propostas mitigadoras para espaços remanescentes.

O Capítulo 3 trata dos modelos teórico-empíricos para uma avaliação ambiental, principalmente aqueles relacionados a espaços urbanos abertos em clima tropical úmido e da proposta de metodologia de análise da qualidade ambiental em espaços urbanos segregados em clima tropical úmido.

Considerou-se o estudo realizado por Nikolopoulou (2004), onde se definem instrumentos para análise de espaços abertos urbanos, combinando o ambiente físico (morfológico, microclimático, térmico, visual e acústico) com as necessidades e satisfações dos usuários. Utilizou-se, também, o trabalho de Romero (2001), que visa à incorporação dos princípios de arquitetura bioclimática ao desenho e à análise dos espaços públicos, e utiliza para a avaliação destes uma ficha bioclimática contendo seus componentes espaciais de entorno, base e superfície fronteira e os componentes ambientais.

Na busca de uma avaliação adequada às características do clima tropical úmido, incluiu-se na pesquisa propostas recentes de avaliação em ambientes abertos (REIS-ALVES, 2006); (NIEMEYER, 2007); (VELOSO, 2006) e (VASCONCELLOS, 2006), desenvolvidas sob o mesmo perfil climático.

A metodologia desenvolvida visando à análise da qualidade ambiental de espaços urbanos residuais em clima tropical úmido, fundamentada no embasamento teórico

dos conceitos abordados neste capítulo e nos modelos e pesquisas analisadas, utiliza também como referência a elaboração dos questionários e os estudos de Lee (1977), que aborda os métodos de medição e avaliação de respostas humanas no ambiente.

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 registro relacionado com a percepção dos usuários. A avaliação da qualidade ambiental é realizada considerando os dados ambientais e as percepções dos usuários coletados em campo comparados com os parâmetros referenciados.

A aplicação da metodologia, objeto de proposição, é apresentada no Capítulo 4 com objetivo de verificar a adequação e viabilidade da proposta. A análise realizada da qualidade ambiental considerou três espaços abertos remanescentes nas áreas de entorno da Av. Governador Carlos Lacerda – Linha Amarela no Rio de Janeiro. A escolha dos espaços urbanos nesta região fundamenta-se na hipótese apresentada da inexistência de estudos com enfoque na qualidade ambiental de áreas limítrofes às vias expressas em contextos urbanos. As previsões da ONU comprovam tal afirmativa (BONNEAUD, 2004) que indicam a necessidade de pesquisas em cidades que apresentam índices elevados de crescimento mundial, como o Rio de Janeiro.

As conclusões e sugestões são apresentadas no Capítulo 5 sobre a metodologia proposta referente à sua adequação na avaliação da qualidade ambiental pretendida, definida em termos dos confortos higrotérmico, acústico e visual, relacionados a espaços urbanos e associada às características da população local, suas preferências e necessidades, registradas através de dados coletados nas medições ambientais e votos dos usuários dos espaços.

A presente pesquisa, portanto, considera possível a construção de uma metodologia de análise que identifique elementos de influência na qualidade ambiental em áreas remanescentes às vias expressas em contextos urbanos, integrando parâmetros ambientais, físicos e sociais. E que seja utilizada como um instrumento auxiliar para decisões adequadas em futuras intervenções ou na elaboração de novos projetos ou planos diretores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

FRAMPTOM, K. *Uma leitura de Heidegger.* In: Nesbitt, Kate (org.) *Uma nova agenda para a arquitetura: antologia teórica (1965-1995)*. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

LABAKI, Lucila; LOIS, Erica.. *Conforto térmico em espaços externos: uma revisão.* In: Anais do VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. ENCAC: São Pedro, 2001.

LEE, Terence. *Psicologia e meio ambiente.* Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

MASCARÓ, Lucia. *Ambiência urbana.* Porto Alegre: +4 editora, 2004

____. *Vegetação Urbana*. Porto Alegre: Pini, 2001.

MONTEIRO, L.; ALUCCI, M. *Conforto térmico em espaços abertos com diferentes abrangências microclimáticas. Parte 1: verificação experimental de modelos preditivos*. In: Anais do IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. ENCAC: Ouro Preto, 2007.

_____. *Conforto térmico em espaços abertos com diferentes abrangências microclimáticas. Parte 2: proposição de calibração de modelos preditivos*. In: Anais do IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. ENCAC: Ouro Preto, 2007.

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.

TRINTA, Z.A. *Contribuição ao estudo das travessias urbanas de pequeno e médio porte por rodovias de longo curso.* Dissertação de Mestrado. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2001

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 (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

RYKWERT, Joseph. *A sedução do lugar: a história e o futuro da cidade.* São Paulo: Martins Fontes, 2004.

SANTOS, Milton. *A natureza do espaço*. São Paulo: Hucitech, 1999.

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.

VELOSO, Maisa. Qualidade de vida urbana em Natal: mitos e realidades. Natal: EDUFRN, 2006.

CAPÍTULO 1

ESPAÇO URBANO, EIXOS VIÁRIOS E SEGREGAÇÃO NAS CIDADES

Os problemas das cidades agravaram-se no período pós-revolução industrial, ao longo do século XIX, quando o urbanismo foi utilizado para atender as transformações necessárias à realidade então caótica das cidades daquele período. Até hoje, mesmo com a evolução dos conceitos do urbanismo alcançados no século XX, conservam-se ainda as premissas enfocadas nos aspectos funcionais e estéticos em detrimento das condições sociais e ambientais.

> *A urbanização da segunda metade do século XX mudou ainda mais radicalmente a paisagem; o volume das próprias edificações, seu modo de implantação, as técnicas utilizadas indicam uma ruptura. As urbanizações recentes parecem escapar à lógica das cidades tradicionais e, por isso mesmo, desafiar os meios de análise de que nos valemos para explicá-las.* (PANERAI, 2006, p.11)

Considerando que a cidade é o objeto de estudo do urbanismo e nela a sociedade interage, as intervenções urbanas não devem se limitar às técnicas de arquitetura ou engenharia no espaço físico. Segundo BONET CORREA (1989), a cidade pode ser caracterizada como o resultado dos valores éticos, sociais e filosóficos de cada cultura e época. Assim, o urbanismo deve ser considerado além da ótica de uma técnica de estudo e intervenção física do espaço, pois quando se intervém na morfologia deste, é necessário o estudo e planejamento com base nos aspectos sociais, culturais, ambientais, históricos, entre outros.

As cidades, quaisquer que sejam suas virtudes ou seus defeitos, estão sempre em processo de mudança. A velocidade da mudança vem aumentando nos últimos cento e cinqüenta anos e está se acelerando ainda mais à medida que a globalização afeta todo o tecido urbano (RYKWERT, 2004). O sucesso de uma cidade não pode ser avaliado somente em termos de crescimento econômico, mas também na configuração dos seus espaços urbanos e da sua disponibilidade para as diversas atividades sociais que moldam a vida dos seus habitantes.

1.1- INTERVENÇÕES URBANAS NO SÉCULO XX

A industrialização das cidades e a ampliação de suas escalas propiciaram novos modelos de vida urbana, como novos sistemas de comunicações, com a abertura de vias e de espaços verdes. Na base dessas transformações, associadas a uma série de demandas do modo de produção industrial, estão importantes reformulações e questionamentos filosóficos nos mais diversos campos, incluindo o urbanístico (MOREIRA, 2004). Esses rebatimentos no pensamento intelectual provocaram discussões durante todo o século XX relacionadas com a proposta de *tabula rasa* ou de preservação dos espaços urbanos.

A expressão *tabula rasa* pode ser entendida segundo Moreira (2004) tanto como o termo filosófico, como estado de indeterminação completa, de vazio total, que caracteriza a mente antes de qualquer experiência, ou como substantivo na variante "tábua rasa", que significa superfície plana preparada para receber uma inscrição, porém onde nada ainda se gravou.

No urbanismo este termo pode ter como sentido a intenção de transformar a cidade e de criar algo "novo", de decidir sobre seu presente e futuro. O uso da *tabula rasa* como modelo urbano pode ser exemplificada nas propostas modernistas de urbanização mundial.

> *"A arquitetura moderna, na forma da renovação urbana, devastou os centros históricos das cidades. "Espaços abertos" amplos e indiferenciados, que pretendiam sugerir liberdade, substituíram o domínio público tradicional e simbólico. O automóvel mudou o ritmo de vida na cidade e rasgou em pedaços o espaço dimensionado para o pedestre com a construção de vias expressas"*. (KOOLHAAS, 2006, p.357)

Segundo Koolhaas (2006) os arquitetos do movimento moderno negligenciaram a complexidade dos seus projetos urbanos, imaginando que pudessem prontamente conciliá-los a também complexa vida cotidiana sem interferir nas características da cidade.

Na década de 1960, sob influência da teoria da cidade modernista, várias áreas urbanas em diferentes países, sofreram intervenções radicais que dilaceraram o tecido urbano a ponto de torná-lo irreconhecível (NESBITT, 2006).

A crítica aos conceitos da cidade moderna iniciada neste mesmo período, desencadearia inúmeras propostas para a cidade contemporânea, que se estendiam desde projetos utópicos, às reconstruções em grandes proporções, às teorias prescritivas e codificações da forma urbana, entre outras.

Uma das novas idéias sobre os problemas da construção no contexto da cidade definiu-se como 'contextualismo"[1]. Esta nova idéia preconizava a necessidade de finalizar a destruição das áreas do centro da cidade em conseqüência de novas edificações, propondo um meio-termo entre um passado irrealista congelado, que não admite nenhum desenvolvimento, e a renovação urbana que destrói toda a estrutura da cidade (SCHUMACHER, 2006).

Outra idéia apresentada, oposta às propostas urbanas do contextualismo e de reconstrução das cidades, surgiu dos estudos de Rem Koolhaas[2], tendo como base o interesse em dar continuidade ao projeto moderno introduzindo revisões, em vez de abandoná-lo totalmente (NESBITT,2006). Sua pesquisa trata a "cidade contemporânea" a partir das novas formas de arquitetura que vem despontando na cidade, principalmente nos espaços urbanos dos subúrbios e periferias, destacando a importância dos espaços vazios.

> *A qualidade sublime dos espaços verdes poderia nos propiciar uma nova concepção de cidade que não seria mais defendida por seus espaços construídos, mas pela ausência destes ou pelos espaços vazios."* (KOOLHAAS, 2006, p.364)

Seguindo uma das inúmeras correntes que surgiram com a crise do movimento moderno, na linha que busca o envolvimento da sociedade participando do processo de construção da cidade, pode-se citar como exemplo no Brasil, os estudos voltados para a apropriação dos espaços urbanos, como o trabalho apresentado pelo Arquiteto

[1] Manifesto de Colin Rowe e seus alunos do Atelier de Desenho Urbano da Cornell University, 1970.
[2] Arquiteto holandês que situa sua pesquisa no pólo oposto das propostas urbanas pós-modernas de Colin Rowe (cidade-colagem), de Aldo Rossi (A cidade analógica) e de Leon Krier (a reconstrução da cidade européia), que tomam como paradigma, de diferentes maneiras, a cidade européia pré-moderna.

Carlos Nelson dos Santos (1985)[3]. Neste modelo, segundo Moreira (2004), o arquiteto torna-se um profissional que interage e dá assistência aos processos de construção, assumindo um papel de agente na interface entre população e governo, em que a arquitetura como disciplina tem sua função social ampliada.

Dentre as correntes alternativas ao modelo modernista, a linha de pesquisa mais aplicada na prática do planejamento urbano refere-se a busca e reorganização dos elementos históricos e tipológicos na arquitetura e na cidade.

Kevin Lynch pode ser indicado como um dos urbanistas que estudou os princípios organizativos da cidade e não apenas tipologias e formas, criando métodos simples para abordar qualidades na construção do espaço urbano, examinando sua materialidade e a experiência do espaço por seus usuários. Sua pesquisa se fundamenta na necessidade de uma ordem visual no entorno humano capaz de ser guardada na memória (PANERAI, 2006).

A análise proposta por Lynch (1997) baseia-se na forma que o homem orienta-se no ambiente, diferenciando caminhos, limites, nódulos, bairros e pontos de referência na paisagem, estudando assim a questão da forma da cidade e sua relação com os habitantes, criando categorias que possibilitem aferir a qualidade destes espaços urbanos.

Pode-se indicar ainda que a preservação do patrimônio nas cidades, como monumentos, conjuntos urbanos, sítios arqueológicos, entre outros que apresentem valores sob o ponto de vista da arte e da ciência, assumiu parte importante no pensamento e da prática urbana no século XX. Indo mais uma vez em contraposição ao conceito de *tabula rasa.*

Cabe ressaltar que além do patrimônio material citado anteriormente, a noção de patrimônio inclui também o patrimônio imaterial, ou seja, as manifestações culturais e de vida tradicionais, que envolvam seus habitantes e suas origens. O patrimônio histórico material e imaterial passa a ocupar uma importante função econômica na cidade, onde sua “valorização” pode significar tanto um reconhecimento dos valores artísticos, históricos e de ancianidade, ou ainda realmente de mais-valia, que agrega valor econômico ao patrimônio (CHOAY, 2001)

[3] Quando a rua vira casa (SANTOS, 1985).

A preservação das cidades através da reabilitação urbana, fundamentada também em princípios ecológicos e socioeconômicos, ganha destaque como discurso urbano ao final do século XX. O debate ecológico começa a ser entendido como uma dimensão necessária para o controle da expansão da cidade e garantir sua sustentabilidade.

No final do século XX os desejos de *tabula rasa* ou de preservação já não concorrem em lados distintos, ambos fazem parte das estratégias de planejamento urbano da construção da cidade contemporânea. (MOREIRA, 2004). A contínua ampliação dos centros urbanos para a periferia, como modelo de expansão em várias cidades do mundo, permite, diversas formas de intervenções considerando a integração entre a *tabula rasa* e a preservação.

Entretanto, a necessidade de deslocamentos cada vez maiores e a crescente valorização do automóvel como meio de transporte, promove também a ampliação das vias expressas nas cidades e conseqüentemente os problemas de segregação espacial e qualidade ambiental.

1.1.1 - Intervenções urbanas no Rio de Janeiro

O Rio de Janeiro, apesar de ter mais de três séculos de existência, somente na segunda metade do século XIX surgiram preocupações relacionadas com a qualidade de vida nos centros urbanos, geradas a partir da gravidade dos problemas de salubridade na cidade. Com a administração do prefeito Pereira Passos (1902/1906), o urbanismo aqui ensaiou as primeiras intervenções, seguindo as teorias higienistas /urbanísticas européias[4] .

[4] Segundo Pechman (1996): o enquadramento de tudo e de todos na lógica higienista da circulação e diferenciação; renovação urbana a partir dos princípios de melhoramento e embelezamento (cenário urbano), e principalmente, a construção de uma imagem de capital civilizada como paradigma, projetando-se por todo o país e espalhando-se pelo resto do mundo.

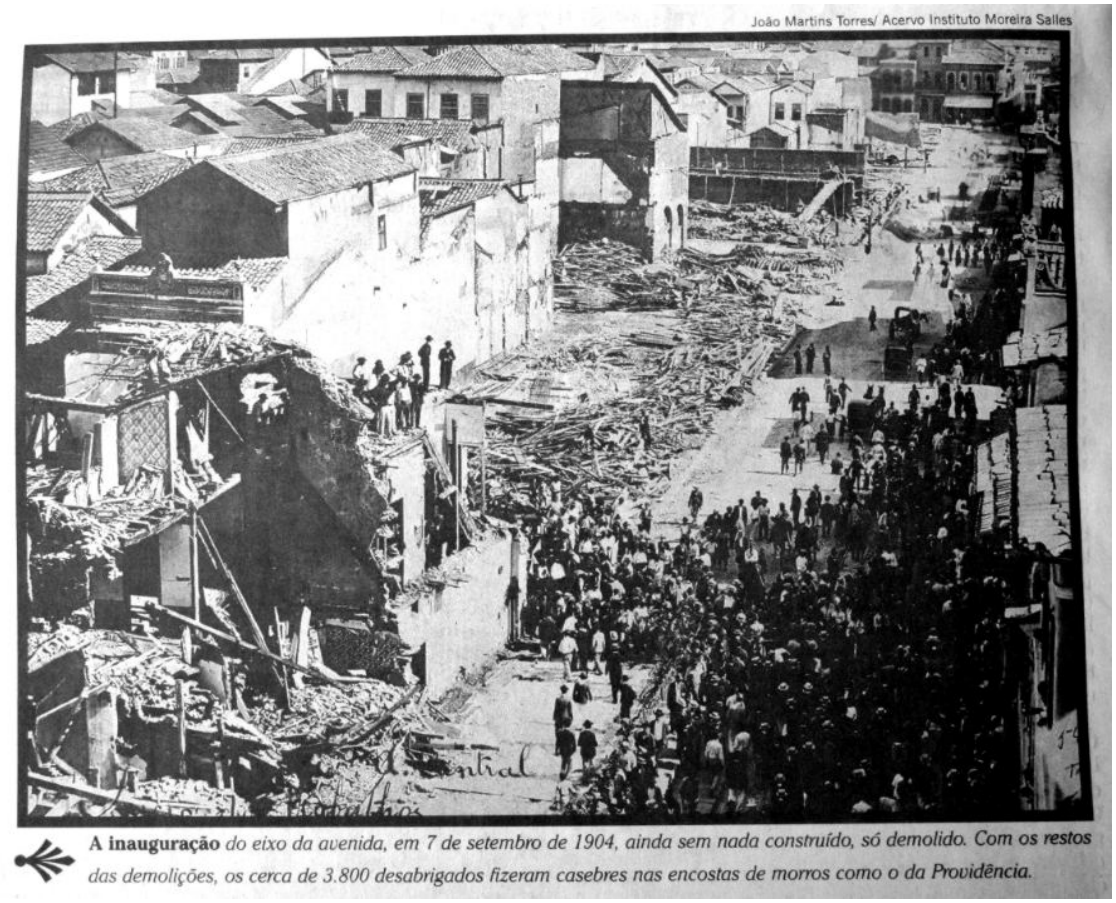


Figura 1.1- Abertura da Av. Central (hoje Av. Rio Branco)[5]

Na década de 1920, um plano mais abrangente foi apresentado reforçando o interesse nos estudos franceses sobre urbanismo desenvolvidos inicialmente pelo Museu Social[6] e por algumas intervenções na cidade propostas ou implementadas por outros franceses como Grandjean de Montigny ou Glaziou (Passeio Público e Campo de Santana).

Em 1927 Alfred Agache[7] foi convidado a realizar estudos de urbanização, com ênfase à região do desmonte do Morro do Castelo, resultando o Plano de Remodelação, Embelezamento e Extensão, entregue no início da década de 1930. No período de 1929 a 1936, Le Corbusier, realizaria para a cidade vários estudos sobre a forma urbana e sua arquitetura, que também influenciariam aos profissionais nas futuras intervenções e planejamento de diversas cidades brasileiras.

[5] Foto reprodução jornal "O Globo" de 5/11/05. João Martins Torres/ Acervo Instituto Moreira Salles
[6] Fundação privada, criada em 1884 na França que procurava uma solução prática para a questão social que eclodiu nas cidades devido à industrialização e à urbanização
[7] Foi membro da Seção de Higiene Urbana e Rural do Museu Social, fundador da Societé Française dês Urbanistés e partícipe na elaboração de Planos de Remodelação para diferentes cidades do mundo.

Segundo Pechman (1996) os modelos urbanistas foram introduzidos no Brasil de forma autoritária sem a preocupação com questões sociais

> *"A importação de um modelo de urbanismo disciplinador, normalizador, regulamentador, que faz cidade mas não faz cidadãos, chegou para nós importado aleijado de sua parte mais nobre, a sua vertente includente, isto é, aquela que forjava as condições do direito do trabalhador à cidade. Neste período a sociedade ainda não reconhecia a questão social, presa a uma dinâmica agro-exportadora submetida à lógica do capital mercantil. ...Nascendo portanto entre nós nos anos 1920, entre estertores da derrubada de um muro (o Castelo) e os exageros de um plano mirabolante. Curiosa parição, que, pelas mãos de um 'gringo', gerava, ali no 'core' da cidade, transpassado de morte, a vida de um país, que, para comemorar o centenário de sua independência, abatia seu marco histórico primeiro, e deixava no lugar um enorme vazio..." (PECHMAN,1996. p. 332)*

Nas décadas seguintes a política de reurbanização da cidade continuaria com outras intervenções de grande porte, como a abertura da Av. Presidente Vargas inaugurada em 1944, perimetrais, elevados, novos túneis, eixos viários que ampliaram as "cicatrizes" na nossa cidade.

1.2- CRESCIMENTO E SEGREGAÇÃO NAS CIDADES

O crescimento e as desindustrializações das regiões metropolitanas geraram mutações nas estruturas sócio-ocupacionais em várias cidades no mundo. Tanto São Paulo como o Rio de Janeiro seguiram estas características. Estas tendências têm como correlato espacial a segmentação social entre o núcleo e a periferia metropolitana e entre favela e não-favela, concentrando principalmente as camadas superiores e médias da estrutura social na região metropolitana, enquanto que a periferia tende a concentrar as categorias de baixa renda.

Na cidade do Rio de Janeiro pode-se notar que neste modelo atual de segregação sócio-espacial, favelas e periferia são marcadas pela retração do antigo tecido associativo e pela expansão de formas criminosas e perversas de sociabilidade. Tal mudança reforça a disseminação da cultura do medo que reconstrói os significados sociais, culturais e políticos destes espaços: deixam de ser territórios de valores e signos positivos, referências de identidades coletivas, e passam crescentemente ao papel de estigmatizadores dos pobres, na medida em que se busca enunciá-los como o lugar e a origem da chamada violência urbana. (RIBEIRO, 2005)

Esta segregação física e social tem gerado cada vez mais práticas separatistas como aparatos imobiliários, muros, regras institucionais e valores culturais separando crescentemente a população em *shopping-centers*, "camelódromos", "condomínios fechados", "favelas", "bairros", "baixadas", etc. Categorias espaciais servem cada vez mais à construção de uma linguagem que, classificando e estigmatizando os grupos sociais, produz um efeito naturalizador das diferenças e das práticas discriminatórias de apropriação dos territórios da metrópole. (RIBEIRO, 2005)

Dentro destas segregações pode existir ainda a separação em grupos de mesma classe social e regional gerada por rivalidades e limites criados por espaços físicos, entre bairros, morros, colégios, etc. Neste foco mais detalhado pode-se observar que estas separações dos espaços urbanos podem ocorrer devido à existência ou inserção de limites físicos ou imaginários como a topografia e eixos viários inseridos implementando a expansão urbana ou posteriormente como facilitador de acessos entre regiões da cidade.

Considerando como foco de estudo a segregação dos espaços por inserção de eixos viários expressos, pode-se ter como exemplo no Rio de Janeiro, os eixos ferroviários na região suburbana da cidade. Seu objetivo principal tratava da locomoção da classe proletária ligando a nova região de moradia ao centro comercial da cidade. Quase um século após sua implantação em 1859 (ABREU, 1997), consolidou-se esta segregação de espaços com a construção monolíticas de muros por toda a sua extensão em meados do século XX.

Entre exemplos de eixos rodoviários, ampliando e facilitando o acesso ao centro da cidade, destaca-se a Av. Brasil, que literalmente mutilou a morfologia de bairros que foram por ela interceptados.

Além dos eixos viários inseridos com objetivo de expansão da cidade, o Rio de Janeiro assim como outras metrópoles, sofreu posteriormente à sua consolidação urbana, grandes interferências no seu traçado rodoviário que mudaram significativamente o contexto do seu entorno. Como exemplo podem ser apontadas as intervenções nas últimas cinco décadas: Elevado da Perimetral, Elevado Paulo de Frontin, Linha Vermelha e Linha Amarela (Av. Governador Carlos Lacerda).

1.2.1- Inserções de eixos viários na cidade do Rio de Janeiro

O “modismo” de intervenções urbanas, assim como as inserções de eixos viários na cidade do Rio de Janeiro sem considerar questões sociais ou culturais, foi herdado do Urbanismo Moderno. Suas premissas consideravam que as intervenções urbanas deveriam ser feitas com o intuito de eliminar os “males” provenientes do processo de urbanização como se fossem “ações cirúrgicas”, simplesmente eliminando espaços degradados ou transformando-os em belos e salubres. Este pensamento se adequaria a uma corrente denominada progressista (CHOAY, 1965) que desconsiderava elementos sócio-culturais e históricos, na busca por uma cidade ideal.

Neste período de proposições para uma “urbanização modernista” da cidade do Rio de Janeiro, pode-se apontar como intervenções baseadas nestas premissas as propostas sugeridas por Le Corbusier no período de 1929 e 1936, conforme apresenta a simulação do projeto feita por Yannis Tsiomis, sobre foto da década de 1920 (figura 1.2).

Observa-se nesta imagem a sugestão de “viadutos moradias”, apontando como foco a questão das vias expressas na cidade desconsiderando principalmente questões relativas ao conforto ambiental, como sombreamento, limitação dos ventos e de visualização das áreas limítrofes.

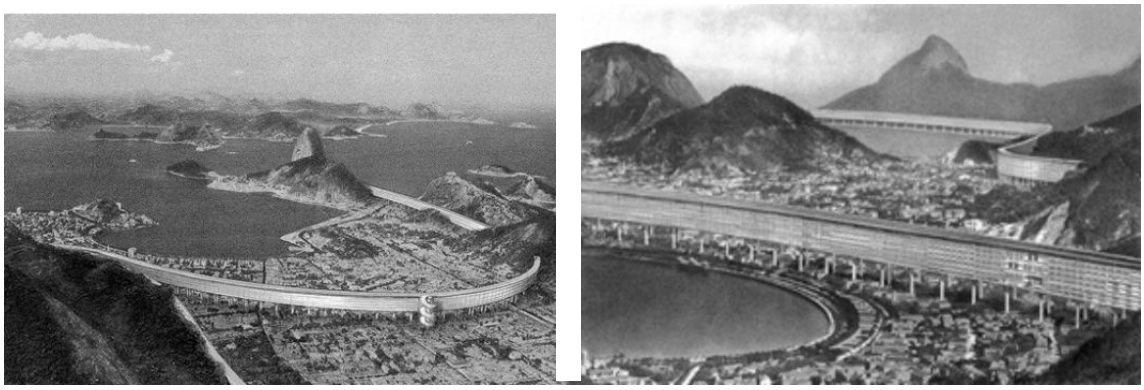


Figura 1.2 – Propostas de Le Corbusier para a cidade de Rio de Janeiro[8]

As intervenções em áreas já urbanizadas, as sucessivas modificações de ocupação e funções no núcleo metropolitano do Rio de Janeiro até meados do século XX, ampliando as atividades econômicas, administrativas e financeiras do município, resultaram na expulsão da população mais pobre da cidade para regiões mais afastadas, os subúrbios, cujo acesso foi ampliado através da malha viária destinada ao uso dos meios de transporte a motor (ABREU, 1997).

Projetos de expansão da cidade foram implantados neste período e novos eixos viários passariam a ser observados como elementos integradores ao centro da cidade, como a abertura da Av. Brasil em 1946 e eletrificação da Rede Ferroviária Central do Brasil, a partir de 1935. A adoção de uma tarifa ferroviária única em todo o Grande Rio possibilitou o “acesso da massa trabalhadora a um meio de transporte barato e eficiente” (ABREU, 1997).

[8] Foto da década de 1920 do acervo da arquiteta Renata de Faria Pereira (Le Corbusier Rio de Janeiro 1929 1936 _CD-ROM – prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro – Secretaria Municipal de Urbanismo – Centro de Arquitetura e Urbanismo do Rio de Janeiro, 1998 (edição brasileira) Riff International Production)

Figura 1.3 – Foto Ramal Deodoro – Engenho de Dentro[9]

A implantação da indústria automobilística no país, durante a década de 1950, consolidou de vez o modelo viário urbano, provocando transformações significativas na cidade. No Governo de Carlos Lacerda[10], desenvolveu-se uma política de construção de viadutos e vias expressas, intensificando-se a ação sobre o espaço público, com obras como o Aterro do Flamengo, abertura do Túnel Catumbi-Laranjeiras, Via Perimetral e o Plano Doxiadis[11].

[9] Foto do autor
[10] Carlos Werneck de Lacerda, primeiro Governador (1961-65) do então recém-criado Estado da Guanabara.
[11] Plano de Urbanização para o Rio de Janeiro, de autoria do urbanista grego Constantinos Doxíadis, no qual se traçaram as chamadas Linhas policrômicas, entre as quais a Vermelha e a Amarela – únicas efetivamente construídas, nos anos 80/90 –, e a estrada litorânea Rio-Santos, atual Avenida das Américas.

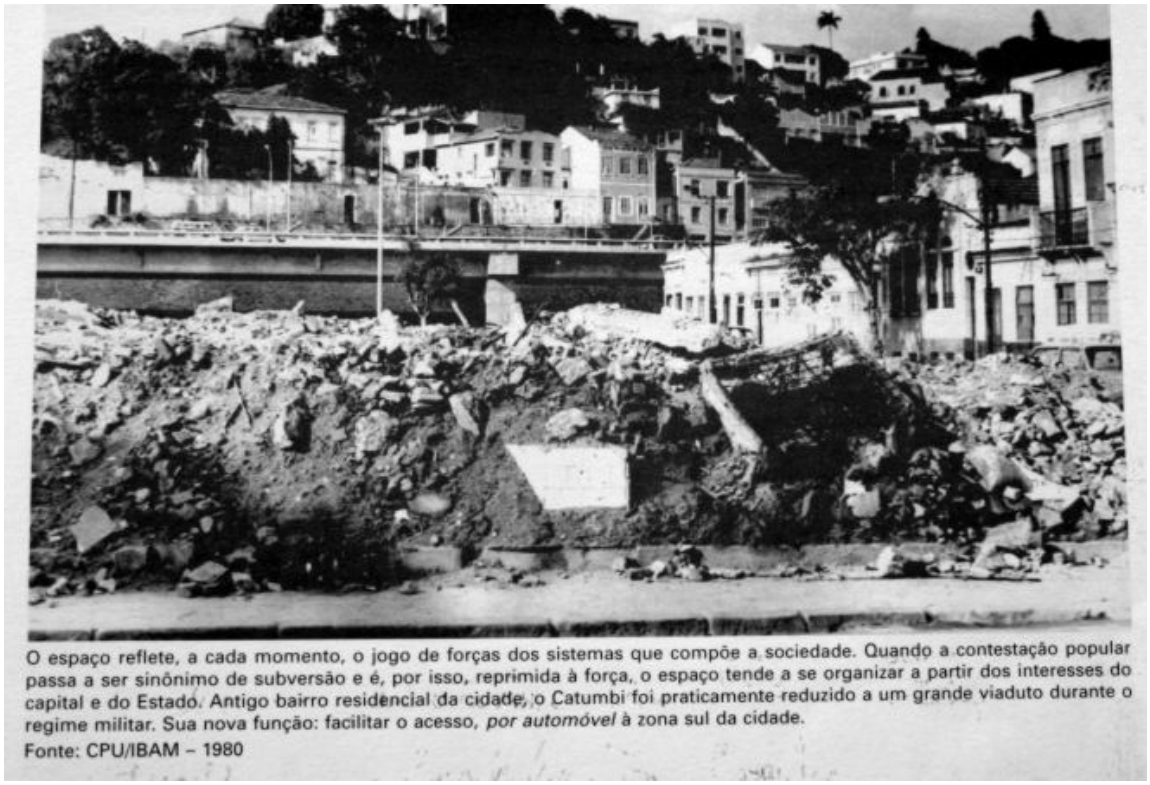


Figura 1.4 – Bairro do Catumbi - abertura do túnel Catumbi-Laranjeiras[12]

Este último, elaborado pelo escritório Doxiadis Associates, conferia prioridade absoluta à construção de um sistema de "vias expressas", consistindo em 403 km de *freeways* e 517 km de vias principais, que ocupariam cerca de 5,5% da área total do município do Rio de Janeiro, complementado por 80 km de linha do metrô (SILVA, 1992).

O plano definia seis principais vias circulações expressas denominadas “linhas policrômicas”: Amarela, Vermelha, Verde, Azul e Marrom. Deste grupo apenas duas foram implantadas, mais de vinte anos após a sua elaboração.

Posteriormente, no período conhecido como “milagre econômico brasileiro”, na década de 1970, iniciou-se uma outra fase de intervenções viárias com a construção de novos eixos rodoviários que mudariam definitivamente a configuração urbana no Rio de Janeiro: a construção da Ponte Rio-Niterói, o elevado da av. Paulo de Frontin e a expansão da Av. Perimetral. Na década de 1990 registrou-se a conclusão de duas linhas do Plano Doxiadis: Vermelha (1992) e Amarela (1997).

[12] Foto reprodução ABREU,1997. p. 31 (Fonte: CPU/IBAM – 1980)

1.3 - ÁREAS SEGREGADAS POR VIAS EXPRESSAS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Embora os planos urbanísticos para a cidade do Rio de Janeiro tenham sido elaborados sob uma declarada racionalidade "técnica e científica", o que ocorreu quanto à inserção de eixos viários, em alguns casos, foi a criação de espaços urbanos segregados, tanto pela separação física como pelo surgimento de novas áreas limítrofes às vias sem planejamento de inserção no novo contexto espacial. Ruas antes arborizadas de pouco fluxo, deram lugar a largas vias expressas, ora transformadas com viadutos em superposição, impedindo uma integração visual e física do espaço urbano, criando áreas de insegurança para a população tanto de dia como a noite devido a uma ambiência sempre de menor iluminação que seu entorno, ou ao contrário áreas descampadas e desocupadas, sem planejamento paisagístico associado às questões climáticas e sociais, transformadas muitas das vezes em espaços insalubres (figura 1.5).

Figura 1.5 – Área de entorno do Viaduto Paulo de Frontin e Linha Amarela[13]

Dentre os eixos viários inseridos no Rio de Janeiro, a Av. Governador Carlos Lacerda, conhecida como “Linha Amarela”, inaugurada em 1997, última das grandes inserções de vias expressas, pode ser citada como uma das intervenções mais polêmicas dos últimos anos. Seu objetivo maior indicava a necessidade de integrar a Barra da Tijuca, zona oeste da cidade que mais cresceu nos últimos anos, além de importantes centros

[13] Foto do autor

comerciais, de serviço e indústrias como Méier, Del Castilho, Bonsucesso, Inhaúma até a Ilha do Fundão, facilitando o acesso ao Aeroporto Internacional.

A sua implantação tornou mais atrativos bairros vizinhos que há muito não despertavam o interesse da população, por ficarem distantes de centros comerciais e de lazer. Após a implantação da via o aumento do custo dos aluguéis e o valor dos imóveis em bairros como Água Santa e Encantado foram significativos. O tempo de percurso da Barra da Tijuca à Ilha do Fundão com trânsito não congestionado, que durava cerca de uma hora, passou a ser realizado em torno de 25 minutos.

Entretanto, vários pontos negativos foram notados: o impacto ambiental causado pelo desmatamento de áreas verdes, a formação de um novo vetor de poluição do ar e sonora em uma região que anteriormente não registrava esta interferência. O tráfego pouco significativo foi substituído por um movimento intenso dia e noite, afetando principalmente os proprietários e usuários de edificações que não foram desapropriadas e se localizam muito próximas à via, estando expostas demais a estes agentes poluidores, além da perda de privacidade e do desconforto causado pelas luzes dos automóveis no período noturno.

Para minimizar alguns dos problemas, foram implantadas barreiras acústicas em vários pontos da via, o que em alguns casos, ampliou a segregação já causada pela “Linha Amarela”, uma vez que estas barreiras são elementos verticais que impedem a integração visual destes espaços.

Figura 1.6 - Limite causado por barreira acústica instalada na “Linha Amarela” – Vista da rua de entorno da via –Bairro da Piedade[14]

1.3.1 - Percepção dos espaços urbanos e interferências das vias expressas

A forma das cidades atuais, de um modo geral, ainda revela uma total sujeição do urbanismo à rentabilidade do solo e à especulação fundiária, quando na verdade, a morfologia urbana deveria ser resultado de dados habitualmente recolhidos por diferentes disciplinas como economia, sociologia, história, geografia, arquitetura, entre outras (LAMAS, 1993).

Esta observação se reflete na forma física da cidade quando ela torna-se o produto de uma ação e a solução de um problema (LAMAS, 1993). No caso do presente trabalho de tese, a problemática de espaços urbanos segregados é gerada pela inserção de

[14] Idem

vias expressas na cidade, visando melhor locomoção, desestruturando a hierarquia de traçados e escalas da forma urbana, no momento que se modificam traçados anteriores, recortando quarteirões, ruas de bairros ou referenciais consolidados.

Figura 1.7 – “Linha Amarela” – bairro de Água Santa[15]

Estas interferências podem transformar negativamente a percepção destes espaços, mudando a forma de reconhecimento comparada aquela do contexto original.

Cada indivíduo seleciona, cria e assume sua própria imagem do espaço, mas apesar desta individualidade existe um consenso substancial entre os observadores. E é essa imagem de grupo que deveria interessar aos planejadores urbanos dedicados à criação dos ambientes usados por muitas pessoas.

[15] Idem

Figura 1.8 – Fachada de escola estadual localizada na antiga Rua José dos Reis, atual “Linha Amarela” – trecho do viaduto no bairro de Pilares[16]

Segundo Lynch (1997), essas *imagens públicas* podem ser definidas como imagens mentais comuns a vastos contingentes de habitantes de uma cidade, ou ainda como áreas consensuais que surjam da interação de uma única realidade física, de uma cultura comum e de uma natureza fisiológica.

Sua forma visual, suas dimensões, relação de proporção com o entorno, cor e texturas são apresentadas por Rapoport (1978) como qualidades que influenciarão na percepção dos limites espaciais da sua forma e conseqüentemente, sua integração ou destaque no contexto em que será inserida.

No espaço urbano de uma cidade, os elementos físicos devem ter a função de reforçar o seu significado, de orientar e ou limitar seus espaços. Lynch (1997) classifica estes elementos em **cinco**: as vias, os limites, os pontos nodais, os bairros e os marcos.

As vias e os limites são elementos que necessitam de maior abordagem, pois estão associados a questões de segregação discutidas neste trabalho.

As vias podem possuir várias configurações, desde pequenas alamedas até grandes pistas de automóveis e ferrovias. Independente de sua forma, são na verdade canais de circulação, através dos quais os habitantes observam sua cidade e percebem as diferentes paisagens, à medida que se locomovem por ela.

[16] Idem

As pesquisas apresentadas por Lynch (1997) mostram que o entorno tem influência para o motorista, onde detalhes de arborização e fachadas com características especiais são descritos positivamente para a identidade e a imagem do sistema viário. Ou, ainda, no caso de vias ocultas por cortes no terreno ou taludes arborizados, muitos entrevistados no caso de usuários do entorno falavam como se essas vias expressas não estivessem ali.

Os limites são elementos lineares, que criam fronteiras mais ou menos penetráveis que separam uma região da outra, e que podem funcionar como referências laterais. Podem ser elementos horizontais como praias, margens de rios, até cortes de uma ferrovia e elementos verticais como muros e paredes, criando mais ainda as fronteiras entre duas faces, podendo ser trabalhados de acordo com a característica do entorno para o qual está voltada.

No caso de vias expressas, a observação por parte de seus usuários durante seu percurso pode ser considerada menos “impactante” que a do morador/usuário do entorno, uma vez que o usuário da via tem apenas uma breve observação deste entorno, e não vivencia as interferências físicas geradas pela inserção da via expressa.

Apesar dos usuários das vias sofrerem uma menor interferência visual, a observação da paisagem também pode se tornar fragmentada mudando o reconhecimento do ambiente urbano e gerando visões parciais da cidade. Este fato pode ser exemplificado com os registros feitos no Elevado da Perimetral, onde a principal observação é de parte das edificações, limitando-se basicamente a “vistas” de telhados e coberturas (figura 1.9), além de uma perspectiva também fracionada (figura 1.10).

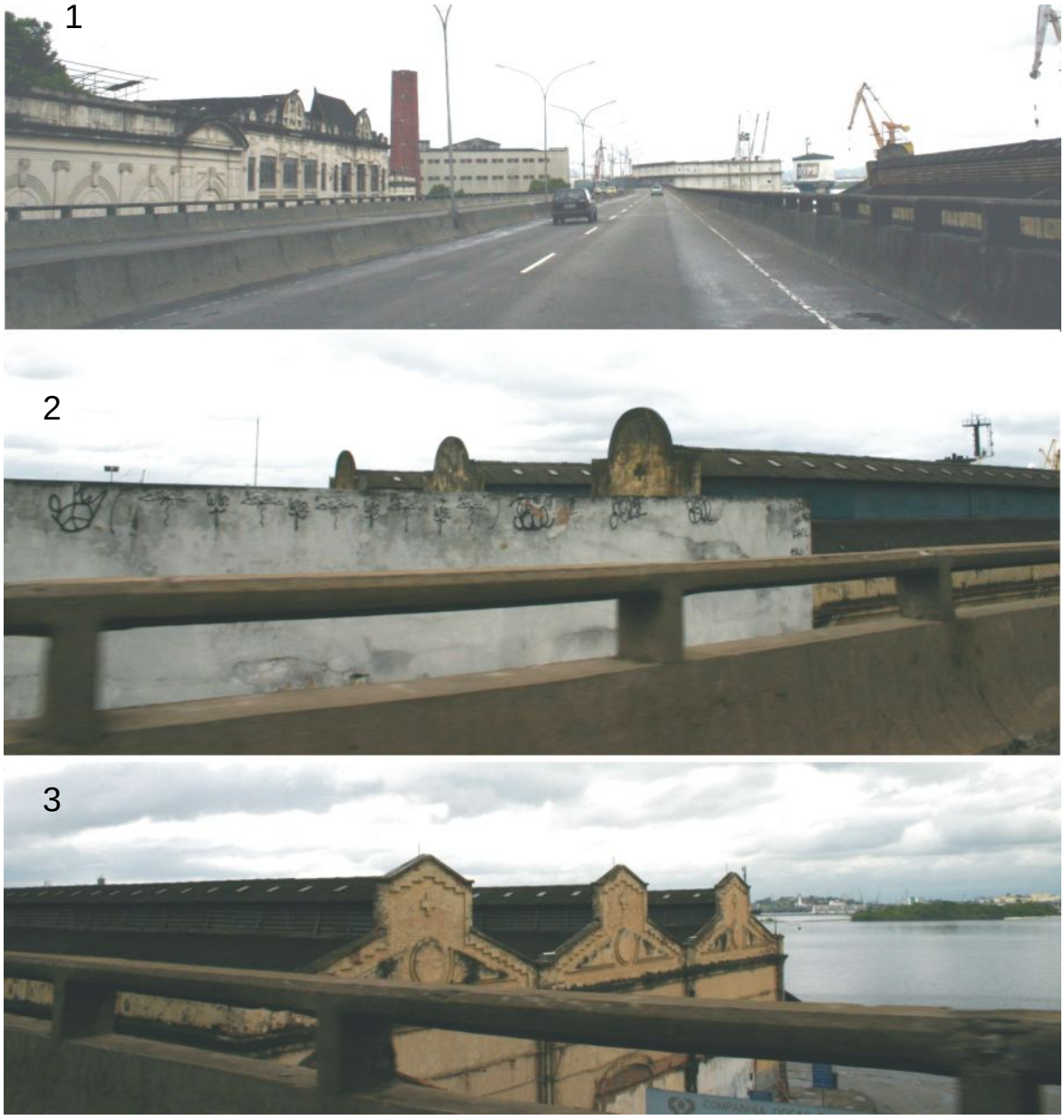


Figura 1.9 – Observação do entorno pelo usuário da via – Elevado da Perimetral[17]

[17] Idem

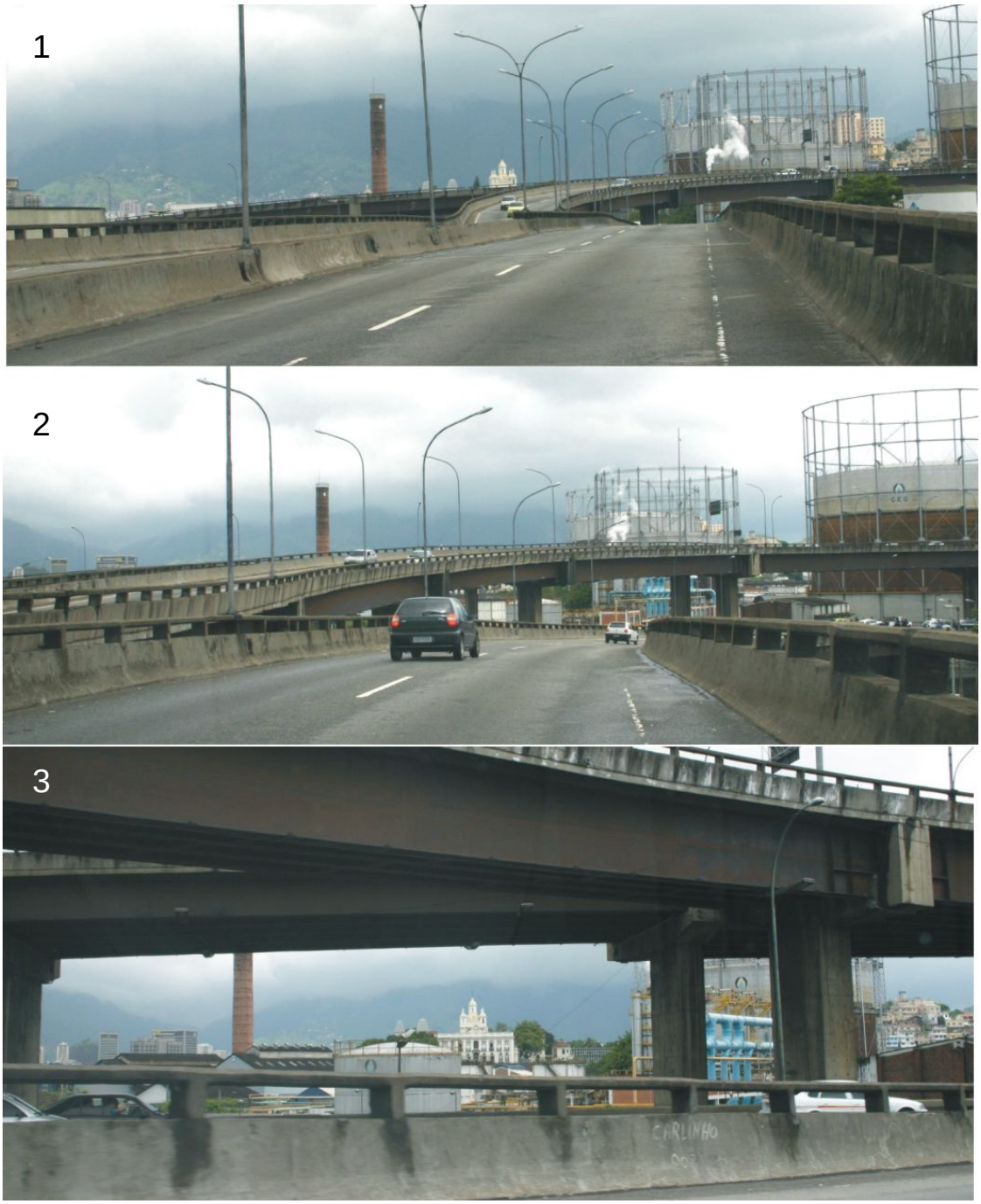


Figura 1.10 – “Visão serial” observada pelos usuários da Perimetral[18]

[18] Idem

Para os usuários deste entorno, a via expressa e seus elevados, como elemento *limite,* entrará também como uma nova fronteira negativa criando obstáculos de observação visual, segregação de espaços, interferindo diretamente na qualidade destas áreas limítrofes.

Figura 1.11 – Degradação da paisagem e das condições de conforto global[19]

1.3.2 - A segregação nos espaços urbanos por inserção de elementos verticais.

Vias expressas inseridas posteriormente em contexto urbano já consolidado mudam radicalmente a percepção dos espaços originais, criam novos limites e áreas de segregação além de serem fatores de poluição do ar e sonora. Reverter, em algumas regiões, a transformação provocada por estas vias expressas, quanto aos impactos físicos e visuais, é praticamente impossível, ficando limitadas também às intervenções para redução das poluições do ar e sonora.

Entre os problemas citados, o surgimento de um eixo sonoro, com níveis de ruído que superam os 70 decibéis a 30 metros desta via expressa (CETUR,1981), tem sido alvo

[19] Idem

de maior preocupação e estudos, principalmente por causar incômodo imediato e igualmente percebido por parte da população usuária das áreas limítrofes.

Uma das possibilidades mais abrangentes de atenuação dos ruídos na hipótese de proteção da população residente no entorno é a utilização de barreiras acústicas implantadas entre as vias e as edificações.

Genericamente, o termo barreira acústica, abrange os muros verticais, as elevações de terra e as coberturas parciais ou totais das vias de circulação, tendo como objetivo principal a redução dos níveis sonoros das áreas afetadas com altos índices de ruído (CETUR, 1978). Em grande parte das propostas, as barreiras são obstáculos verticais entre a via e seu entorno, podendo ampliar a segregação dos espaços já prejudicados pelas vias expressas de grande altura e extensão localizados nas áreas limites às vias, que devido a esta configuração podem colaborar com o processo de ampliação da segregação espacial, interferindo de outro modo também na qualidade ambiental.

Nos estudos iniciais de utilização de barreiras acústicas, conforme ilustrado na figura 1.12, pode-se notar a preocupação exclusiva com questões sonoras, e mesmo após vários estudos sobre sua integração no espaço urbano, a barreira ainda pode ser percebida como um elemento “divisor” (figura 1.13).

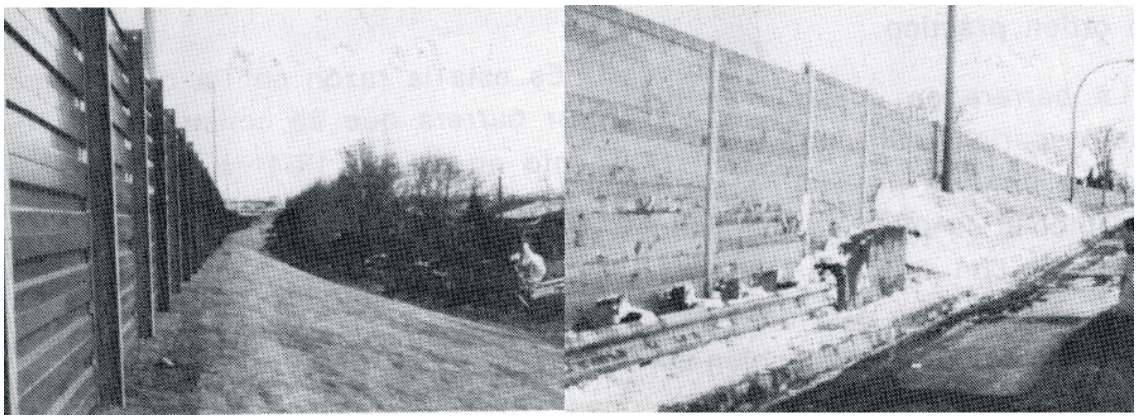


Figura 1.12 – Modelos de barreiras de painéis metálicos ou de madeiras em vias canadenses[20]

[20] BEHAR, Alberto. *Control de ruído de autopistas en Canadá*. In: Acústica em Foco, nº12. AVA: Rio de Janeiro, 1978. p. 12.

Figura 1.13 – Barreiras percebidas como elemento divisor[21]

Além da obstrução visual, a configuração da barreira acústica, como altura e extensão, pode gerar outras percepções como a exclusão social, gerando áreas isoladas, criados por acessos obstruídos ou limitados, separando-os da cidade original, principalmente se a via for a relação física e visual de conjunto da cidade.

A utilização de barreiras acústicas deve considerar além de questões sonoras, sua interferência física no espaço, principalmente no caso das barreiras verticais, pois como observado anteriormente, pode gerar grande área de obstrução visual (STRAMANDINOLI, 2000).

Assim como as barreiras acústicas, também os viadutos e elevados podem ser elementos ampliadores da segregação física e social e do desconforto nas áreas remanescentes. A volumetria gerada a partir de pilares, vigas, fechamentos verticais e elevações da própria via expressa, como ilustrado anteriormente nas figuras 1.5, 1.8, 1.9, 1.10 e 1.11, resulta em uma secção, tanto horizontal como vertical, de ruas e bairros, desfigurando a ambiência original, além da possibilidade de criação de “guetos” nas áreas sem definição de usos.

A segregação causada pela inserção de viadutos no contexto urbano é descrita por Carlos Nelson Santos (1985) em suas pesquisas nas décadas 1970 e 1980 no Rio de Janeiro:

[21] http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/4_type.htm

> *"A construção do viaduto seccionou ruas e relações sociais. O tecido urbano, destruído por este tipo de intervenção, perdeu-se juntamente com as diversas formas de apropriação que se tornavam possíveis. Em seu lugar, o complexo do viaduto instaurou um espaço de apropriação mais limitada, e predominantemente viária."* (SANTOS, 1985 p.60)

As intervenções públicas, que buscam erroneamente resolver muito mais as demandas de transporte privado que o transporte público, trouxeram para as cidades soluções urbanas desajeitadas e a eliminação de muitos vazios urbanos antes importantes. Os viadutos das capitais brasileiras passam quase sempre a ser enormes devoradores e desestruturadores de espaço, verdadeiros monstros urbanos que não guardam ligações com a cidade. (AGOSTINI, 2006)

A valorização das intervenções urbanas relacionadas às obras viárias nas cidades brasileiras, principalmente na década de 1970, consideravam como elemento de destaque urbano suas grandes vias expressas e seus viadutos, desprezando sua relação com entorno imediato, através de impactos visuais, acústicos, térmicos, entre outros, provocando mudança significativamente negativa da qualidade ambiental.

A priorização de valores referentes às obras viárias pode ser observada na figura 1.14, onde as soluções volumétricas e estruturais do projeto do viaduto Paulo de Frontin no Rio de Janeiro, apresentadas em ilustrações e maquetes não consideram a sua integração na paisagem urbana. Renegando todas as possíveis mudanças morfológicas e ambientais no contexto de sua inclusão.

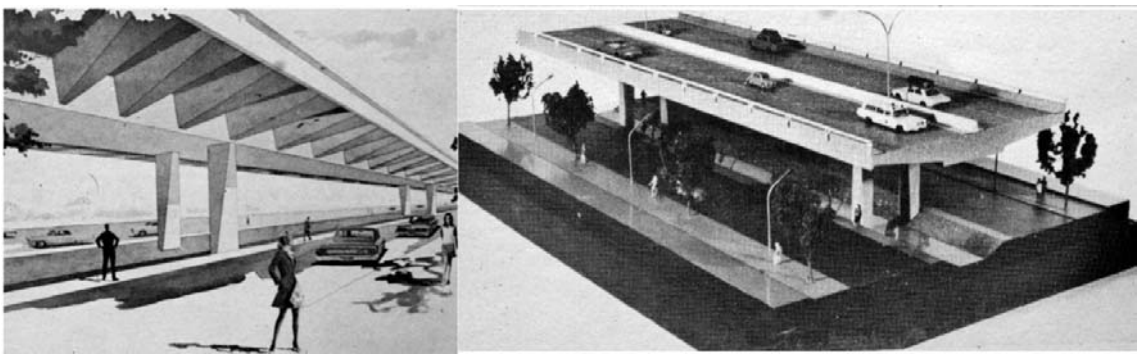


Figura 1.14 - Ilustração e maquete do viaduto Paulo de Frontin[22]

[22] DER – GB, 1970

A inserção de vias expressas na cidade do Rio de Janeiro, assim como em outros contextos já consolidados, modificam a paisagem urbana, segregam áreas e geram espaços algumas vezes insalubres, principalmente aqueles nas suas áreas limítrofes.

Tem sido observado em algumas pequenas intervenções recentes em áreas menos favorecidas da cidade, a preocupação com o resgate da paisagem urbana, tanto natural como construída (Figura 1.15).

Figura 1.15 – Remoção de obstáculos visuais e humanização de muros com intervenção da comunidade

A remoção de alguns obstáculos verticais em áreas do entorno de corredores viários, por exemplo, permite resgatar trechos da paisagem e a sensação de continuidade do espaço urbano, mesmo que apenas através da visualização, uma vez que se manteve a obstrução física dos ambientes seccionados pelas vias. Infelizmente estes instrumentos de intervenções ainda são pouco implementados na cidade.

1.4 - O IMPACTO DA URBANIZAÇÃO

O processo de transformação das cidades vem ocorrendo desde os primeiros assentamentos, entretanto, o seu crescimento descontrolado vem trazendo problemas e conseqüências imprevisíveis para o homem urbano.

Este crescimento alarmante da urbanização gera, além da interferência na qualidade ambiental das cidades, a redução dos ecossistemas e cada vez mais a perda das fontes de recursos naturais essenciais para a vida humana.

Conforme apresentado por Dias (2002), estimativas indicam que entre 1950 e 2050 a população urbana nos países de terceiro mundo terá aumentado quase 16 vezes, passando de 200 milhões de pessoas para 3.150 bilhões, somando 50% da população mundial.

O crescimento da população mundial em 70 milhões de habitantes por ano e os modelos de desenvolvimento econômico adotado por países industrializados, devasta rapidamente a cobertura vegetal da terra, ocasionando intensos processos de destruição de habitats, pressões crescentes sobre a biodiversidade, assoreamento de rios, erosão, perda de fertilidade do solo, entre outros fenômenos (DIAS, 2002).

O aumento da urbanização e os sintomas da perda da qualidade ambiental em várias partes do mundo se aceleraram devido o crescimento econômico após a segunda guerra mundial. Ainda na década de 1960, grandes centros urbanos apresentavam índices alarmantes de poluição atmosférica.

As cidades têm causado modificações profundas nas paisagens naturais, ampliando demasiadamente o consumo de recursos naturais. A cidade moderna, conforme definição de Odum (apud PILOTTO, 2003) é um parasita do ambiente rural, produz pouco ou nenhum alimento, polui o ar e recicla pouco ou nenhuma água e materiais orgânicos.

Grande parte do crescimento urbano deve-se a migração do meio rural, a população nas cidades cresce entre duas a três vezes mais rápido (DIAS, 2002), e geralmente a falta de planejamento traz conseqüências sociais, econômicas e ambientais, transformando, espaços anteriormente de vivência urbana em vias expressas para trânsito de veículos, não considerando o ambiente de entorno e ampliando as áreas

segregadas ou indefinidas das cidades, reduzindo ainda mais a qualidade ambiental dos espaços urbanos.

> *"A associação entre o despreparo institucional, a sistemática falta de informações sobre questões intra-urbanas e a desregulamentação da produção da cidade determinou seqüenciais falhas no diagnóstico e no equacionamento da produção informal do solo urbano, bem como no monitoramento da degradação dos espaços públicos".* (ROMERO, 2007, p.49)

A crescente perda da qualidade de vida tem sido mais observada nas cidades, segundo Dias (2002), em função principalmente da expansão dos "ecossistemas urbanos" que acarretam aumentos de consumo energético, dissipação de calor, impermeabilização dos solos, alterações microclimáticas, acumulação de carbono, poluição atmosférica e sonora, entre outros males.

Para Pilotto (2003), os problemas ecológicos passaram a ser globais, partiram do nosso cotidiano a uma esfera maior. As grandes cidades se tornaram símbolo de vida difícil, de desconforto e mal estar, local de concentração dos grandes males sociais do nosso tempo, tais como segregação social, insegurança, stress e a poluição em todas as suas formas.

O discurso de reabilitar, recuperar ou revitalizar as cidades tem se fundamentado cada vez mais nas premissas que não haverá desenvolvimento econômico e qualidade de vida se não garantirmos um ambiente sustentável.

> *"A batalha para alcançar a sustentabilidade, um equilíbrio entre a base dos recursos da terra e a demanda humana, será ganha ou perdida nas cidades do mundo, hoje responsáveis pela emissão de ¾ do gás carbônico mundial"* (DIAS, 2002, p.21)

Apesar dos esforços atuais empreendidos pela humanidade, no sentido de buscar formas mais compatíveis de relacionamento com o ambiente natural, os resultados obtidos até agora são tímidos, limitados pela visão fragmentada, ineficiência das instituições e da falta de decisões políticas coerentes.

O caminho para a sustentabilidade implica em uma mudança nos padrões de desenvolvimento e no estilo de vida da população. A temática da qualidade de vida urbana, principalmente na Europa, tem apresentado cada vez mais a participação da

sociedade. Atualmente, várias cidades européias, conforme o ranking mundial de 2004, se destacam pela qualidade de vida urbana. Resultado da reivindicação de seus cidadãos por várias décadas, de novas noções de humanidade, de harmonia e mesmo de convivência, estabelecidas através de mais espaços livres, áreas verdes e de mais comunicação e de socialização (REIS, 2004).

Inicialmente, na década de 1960, conforme exemplificado por Reis (2004), um movimento denominado “Cidades Saudáveis”, fundamentava-se em princípios de que as cidades poderiam gerar ambientes, aos seus cidadãos, com condições de vida mais saudáveis, através da visão ecológica para o meio urbano. A compatibilização das cidades com a sustentabilidade ambiental, surgiu de propostas urbanísticas como a permacultura, a ecovila e a ecocidade.

Mais recentemente, em 1999 na Itália, um movimento denominado *Slow Cities,* teve como objetivo diminuir a degradação da qualidade de vida nos centros urbanos, propondo a partir de incentivos fiscais, a construção de prédios inteligentes com energia solar e reaproveitamento de água, reciclagem do lixo, impedir a circulação de veículos, principalmente em áreas históricas, criação de áreas de ciclistas e pedestres, proibição de letreiros em néon, entre outros.

Estas iniciativas devem estender-se também aos países em desenvolvimento como o Brasil, integrando-se principalmente questões relacionadas à qualidade ambiental dos espaços urbanos, que atualmente em virtude da grande desigualdade sócio-econômica, a paisagem das cidades é repleta de diferenças morfológicas, de áreas com segregação sócio-espaciais e desconfortáveis para seus usuários.

1.5 - SUSTENTABILIDADE URBANA E QUALIDADE AMBIENTAL

> *As soluções para os problemas ambientais serão encontradas quando a humanidade deixar de tentar dominar a natureza e passar a encará-la como um modelo. Os arquitetos devem dispor-se a liderar equipes interdisciplinares voltadas para essa nova forma de solucionar problemas.* (MCDONOUGH, 2006, p.439)

Para McDonough (2006) o novo papel dos arquitetos é o de assumir a liderança do desenvolvimento de novas definições e medidas de prosperidade, produtividade e qualidade de vida, em termos que não se limitem à acumulação de bens materiais, fazendo as pazes com nosso lugar no mundo e da natureza. Se continuarmos destruindo florestas, queimando lixo e carvão, branqueando papel, destruindo solos, envenenando insetos, construindo sob os habitats naturais, represando rios, produzindo resíduos tóxicos e radioativos, estaremos criando uma vasta máquina industrial não para morar, mas para morrer.

A partir das propostas da cidade contemporânea e a preocupação com os problemas ambientais mundiais, inicia-se uma nova conceituação de planejamento das cidades associadas às questões de sustentabilidade.

Nas últimas três décadas do século XX vários acordos mundiais sobre o meio ambiente avançaram para propostas de sustentabilidade que poderão ser concretizadas neste século. Conforme apresentado por Edwards (2004) os principais acordos foram:

1972 – Conferência de Estocolmo sobre o meio ambiente humano

1979 – Convenção de Genebra sobre contaminação aérea (ONU)

1980 – Estratégia mundial para a conservação (IUCN)

1983 – Protocolo de Helsinki sobre a qualidade do ar

1983 – Comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento (ONU)

1987 – Protocolo de Montreal sobre a capa de ozônio (ONU)

1987 – Nosso futuro comum (Comissão Brundtland) (ONU)

1990 – Livro verde sobre o meio ambiente urbano (EU)

1992 – Cúpula da Terra (Rio de Janeiro) (ONU)

1996 – Conferência Habitat (ONU)

1996 – Conferência de Kioto sobre o aquecimento global (ONU)

2000 – Conferência de Haya sobre a mudança climática.

Entre os acordos citados, a Comissão de Brundtland é indicada como a principal referência para definição de desenvolvimento sustentável (EDWARDS, 2004). Elaborada em 1987 pela Comissão da ONU para o meio ambiente sob direção de Gro Harlam Brundtland, aborda as necessidades das gerações presentes e futuras e a utilização de recursos ambientais. A comissão define o desenvolvimento sustentável como aquele "que satisfaça as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades". Apesar da amplitude, esta definição possibilita uma série de subdivisões que respondem as necessidades particulares de cada setor da sociedade.

A proposta da Comissão de Brundtland para o desenvolvimento sustentável é baseada em três dimensões: a sustentabilidade ambiental, econômica e social. Anteriormente o desenvolvimento mundial baseava-se apenas em dimensões sociais e econômicas. A Comissão declarou que os sistemas econômicos e sociais não podem desligar-se da capacidade de recursos do ambiente.

A inclusão da questão ambiental para o desenvolvimento mundial, consolidou definitivamente a sustentabilidade como fator essencial para o gerenciamento e preservação de recursos naturais para as futuras gerações. O desejo de crescimento e bem estar social nas cidades deve equilibrar-se também com a manutenção ou promoção da qualidade ambiental, tanto nas edificações como nos espaços urbanos.

> *"o desenvolvimento e a conservação do meio ambiente devem constituir um binômio indissolúvel, que promova a ruptura do antigo padrão de crescimento econômico, tornando compatível duas grandes aspirações desse final de século: o direito ao desenvolvimento, e o direito ao usufruto da vida em ambiente saudável pelas futuras gerações"* (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000.p.4)

Essas premissas devem ser consideradas em todo pensamento do planejador do espaço urbano, evitando, como por exemplo, a repetição de equívocos que objetivavam propostas essencialmente funcionais, como sistemas viários eficientes, que desconsideraram questões sociais e ambientais e que marcaram as cidades brasileiras no último século.

No contexto das estratégias para o tratamento das questões urbanas ambientais, pode-se destacar:

> *"O desenvolvimento sustentável das cidades implica, ao mesmo tempo, crescimento dos fatores positivos para a sustentabilidade urbana e diminuição dos impactos ambientais, sociais e econômicos indesejáveis no espaço urbano."* (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000.p.9)

1.5.1 - Agenda 21 e os conceitos da sustentabilidade urbana

A Agenda 21 foi a denominação dada ao documento aprovado durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro no ano de 1992. Este documento estabelece um pacto pela mudança do padrão de desenvolvimento global para este século, assumindo pelos países signatários, o desafio de incorporar em suas políticas, metas que os coloquem a caminho do desenvolvimento sustentável. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000)

A Agenda 21 Brasileira foi construída através da metodologia de seleção de áreas temáticas que refletem a complexidade de nossa problemática sócio-ambiental e a proposição de instrumentos que induzam o desenvolvimento sustentável.

Foram escolhidos para a Agenda 21 Brasileira seis temas: agricultura sustentável, cidades sustentáveis, infra-estrutura e integração regional, gestão dos recursos naturais, redução das desigualdades sociais e ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável.

Entre as áreas centrais selecionadas, a temática "cidades sustentáveis", é enfatizada aqui por se tratar da temática abordada na presente pesquisa, envolvendo estudos que introduzam principalmente a dimensão ambiental e social na avaliação de espaços urbanos.

O conceito definido como marco teórico para o tema *Cidades Sustentáveis* (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000) considera como noções-chave a sustentabilidade ampliada e a sustentabilidade progressiva. A sustentabilidade ampliada trabalha a sinergia entre as dimensões ambiental, social e econômica do desenvolvimento, enquanto a progressiva trabalha a sustentabilidade como um processo pragmático de desenvolvimento sustentável.

A partir da delimitação do marco teórico, foram definidas dez premissas que nortearão o enfrentamento das questões urbanas: Crescer sem destruir; Indissociabilidade da problemática ambiental e social; Diálogo entre Agenda 21 brasileira e as atuais opções de desenvolvimento; Especificidade da Agenda Marrom[23]; Inovação e disseminação das boas práticas; Fortalecimento da democracia; Gestão integrada e participativa; Foco na ação local; Mudança de enfoque das políticas de desenvolvimento e preservação ambiental; e Informação para a tomada de decisão.

As premissas “Indissociabilidade da problemática ambiental e social” e “Inovação e disseminação das boas práticas” podem ser também destacadas, pois são questões abordadas na pesquisa desta tese, tendo como estratégias a combinação dinâmicas de promoção social com as dinâmicas de redução dos impactos ambientais no espaço urbano e ações mitigadoras dos impactos ambientais equilibradas com as ações voltadas para a inovação e a valorização das práticas urbanas que apresentem componentes de sustentabilidade.

1.5.2 - Estratégias de sustentabilidade urbana e qualidade ambiental

O Consórcio *Parceria 21,* responsável pela elaboração do documento *Cidades Sustentáveis*, procurou definir quatro estratégias para avançar na direção da sustentabilidade das cidades brasileiras, sistematizando e integrando as proposições recebidas de diferentes esferas da sociedade.

[23] Preocupa-se especialmente com a melhoria da qualidade sanitário-ambiental das populações urbanas.

Estratégia 1: Aperfeiçoar a regulamentação do uso e da ocupação do solo urbano e promover o ordenamento do território, contribuindo para a melhoria das condições de vida da população, considerando a promoção da eqüidade, a eficiência e a qualidade ambiental.

Estratégia 2: Promover o desenvolvimento institucional e o fortalecimento da capacidade de planejamento e de gestão da democrática da cidade, incorporando no processo a dimensão ambiental urbana e assegurando a efetiva participação da sociedade.

Estratégia 3: Promover mudanças nos padrões de produção e consumo da cidade, reduzindo custos e desperdícios e fomentando o desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis.

Estratégia 4: Desenvolver e estimular a aplicação de instrumentos econômicos no gerenciamento dos recursos naturais visando à sustentabilidade urbana.

Delimitando e associando novamente as estratégias de sustentabilidade urbana com a abordagem do trabalho aqui desenvolvido, pode-se especificar na proposta da primeira estratégia relação direta sobre o problema da qualidade ambiental em espaços urbanos.

> *Proposta geral da Estratégia 1: Melhoria da qualidade ambiental das cidades por meio de ações preventivas e normativas de controle dos impactos territoriais dos investimentos públicos e privados, do combate às deseconomias da urbanização, da elaboração de planos e projetos urbanísticos integrados com as ações de transporte e trânsito, da adoção de parâmetros e de normas voltadas para a eficiência energética, o conforto ambiental e a acessibilidade, da ampliação das áreas verdes e das áreas públicas das cidades, da conservação do patrimônio ambiental urbano, tanto o construído como o natural e paisagístico.* (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000, p.45).

A partir das propostas gerais de cada estratégia, foram definidas propostas específicas e ações recomendadas para obtenção dos objetivos sugeridos. A Estratégia 1, foi subdivida em quinze propostas específicas, afim de delimitar melhor

ações que a curto e médio prazo obtivessem resultados produtivos em nível local, regional ou nacional.

Dentre as ações apresentadas em *Cidades Sustentáveis* (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000, p.52), pode-se indicar como destaque de interesse para esta tese:

- Introduzir nos processos de planejamento estratégico nacional ou regional, a devida consideração das variáveis ambientais que afetam o uso e a ocupação do território, da região ou cidade, monitorando e avaliando os impactos, promovendo as ações que se façam necessárias para assegurar o uso sustentável dos recursos naturais e econômicos e a melhoria das condições de vida e de trabalho da população.

- Realizar investimentos indispensáveis, para a implantação do sistema viário, da infra-estrutura básica e das áreas livres de uso coletivo.

- Criar e/ou fortalecer órgãos e/ou setores de planejamento urbano e regional voltados para a prevenção, o controle e a mitigação dos impactos ambientais.

- Elaboração de planos de projetos urbanísticos integrados e coordenados com as ações de transporte e trânsito que otimizem a acessibilidade e o consumo de energia e tempo, contemplando, de forma especial, o controle dos “pólos geradores de tráfego” e suas interferências na cidade.

- Recuperar, utilizando técnicas de revitalização, áreas centrais históricas ou de ocupação irregular, ou ainda integrantes do patrimônio paisagístico ou natural das cidades, envolvendo as comunidades residentes desde o início do processo.

As ações selecionadas integram um conjunto de ações relacionadas à qualidade ambiental no espaço urbano que se são abordadas nesta pesquisa de tese, como a segregação espacial, a interferência provocada por eixos viários na cidade, a poluição ambiental e a participação do arquiteto e urbanista na avaliação e propostas mitigadoras adequadas a padrões urbanos, climáticos e culturais diferenciados.

A sustentabilidade deve-se instituir irreversivelmente como prioridade política aproveitando-se ao máximo da crescente consciência e apoio da população. O arquiteto tem importante responsabilidade em proporcionar alternativas para o futuro que permitam a humanidade viver em harmonia com seu anfitrião, o meio ambiente (EDWARDS, 2004).

1.5.3 – Arquitetura, urbanismo, sustentabilidade e qualidade ambiental.

A indústria da construção civil consome atualmente em torno de 50% de todos os recursos mundiais, convertendo-os na realização menos sustentável do planeta, a cidade contemporânea (EDWARDS, 2004).

Considerando esta questão, entende-se que deve ser revista a prática profissional da arquitetura e do urbanismo, pois como planejadores de edifícios e do espaço urbano, o arquiteto tem importante papel numa reformulação com propostas sustentáveis para as cidades.

O planejamento das cidades de forma sustentável envolve tanto a economia energética mediante o uso de recursos renováveis, como a criação de espaços que sejam salubres, viáveis economicamente e sensíveis às necessidades sociais (EDWARDS, 2004).

Uma das primeiras preposições para o estabelecimento de diretrizes éticas gerais para a elaboração de projetos arquitetônicos sustentáveis foi apresentada pelo grupo William McDonough Arquitetos (2006). Denominado “Os princípios de Hannover”, os itens sugeridos, resumem as recomendações anteriormente apresentadas em um texto de posicionamento ético[24], solicitado pela cidade de Hannover, na Alemanha, visando a Feira Mundial do Milênio[25].

O objetivo do documento era de gerar idéias a serem consideradas no complexo processo de planejar o ambiente contemporâneo. O grupo de McDonough sugere que o texto proposto seja considerado como um documento vivo, comprometido com a transformação e o entendimento da interdependência do homem com a natureza, de forma que possa adaptar-se à medida que o conhecimento humano do mundo evolui.

Outros princípios que podem subsidiar aos profissionais de arquitetura e urbanismo, são os sugeridos no código deontológico[26] da UIA (União Internacional de Arquitetos)[27], que se referem as obrigações com a população:

[24] “Design, ecology, ethics, and the making of things”. *Colonnade* 10, n.3, 1994, pp. 9-14
[25] *The Hannover Principles: Design for sustainability.* Nova York: William McDonough Architects, 1992. Apresentados pela primeira vez durante a Eco-92 no Rio de Janeiro.
[26] Tratado dos deveres ou ciência da moral
[27] Representação internacional de associações profissionais de arquitetura. Site oficial: http://www.uia-architectes.org/

> *Artigo 2: Os arquitetos têm a obrigação frente a sociedade de respeitar o espírito e as leis que regem seus assuntos profissionais, e de avaliar cuidadosamente o impacto social e ambiental de suas atividades profissionais.*
>
> *Cláusula 2.1: Os arquitetos devem respeitar e conservar os sistemas de valores e o patrimônio natural e cultural da comunidade em que desenvolvem seu trabalho. Devem melhorar o ambiente, a qualidade de vida e o habitat da comunidade de uma forma sustentável, sendo plenamente conscientes do efeito de seu trabalho sobre o conjunto maior construído por todos aqueles que irão utilizar ou desfrutar do produto do seu trabalho.* (In: EDWARDS, 2004, p.16)

Embora estas recomendações citadas já tenham sido explicitadas há mais de vinte anos, o processo visando uma ampla implantação desses princípios em projetos de arquitetura e urbanismo contemporâneos ainda é tarefa difícil.

Segundo Edwards (2004), a arquitetura é inevitavelmente influenciada por políticas do mercado livre, onde o individualismo se sobrepõe a valores coletivos. Embora as técnicas e tecnologias para o desenvolvimento de projetos sustentáveis encontram-se avançadas, é necessário ainda que os arquitetos priorizem as questões ecológicas e a indústria da construção civil priorize a sustentabilidade em todos os seus níveis de produção.

Neste novo panorama que se abre visando um ambiente urbano sustentável, a preocupação com especificidades culturais e ambientais de uma região, deve ser refletida em soluções de planejamento adequado às características locais, substituindo definitivamente alguns conceitos e padrões de modelos internacionais pré-determinados ainda existentes.

Considerando o enfoque da sustentabilidade relacionado com as questões de arquitetura e urbanismo, e a dificuldade ainda encontrada para o tratamento de diversas questões ao longo do processo de projeto, depreende-se que fica ressaltada a necessidade do desenvolvimento de metodologias de aplicação e ferramentas de auxílio aos projetistas.

No Brasil, em pesquisas recentes, Romero (2007) desenvolveu indicadores de sustentabilidade urbana, com o propósito de propor instrumentos de avaliação da cidade enquanto objeto urbano, que possa refletir de forma sintética uma preocupação social em relação ao meio ambiente e inseri-la coerentemente no processo de tomada de decisões projetuais.

Romero (2007) baseia sua pesquisa na necessidade de destacar e integrar a análise do espaço urbano aos conceitos de sustentabilidade, pois embora haja no contexto de sustentabilidade o cumprimento entre as questões social, ambiental e econômica, poucos são os teóricos que incorporam a dimensão do espaço intra-urbano como elemento de análise, e quando fazem atribuem-no um papel secundário.

No presente trabalho de tese, baseando-se na necessidade de incrementar a pesquisa dos atributos morfológicos e bioclimáticos do espaço urbano, a abordagem será restrita à proposição de uma metodologia para o enfoque da questão ambiental no espaço urbano aberto em clima tropical úmido.

O capítulo 2 a seguir, considera a situação climática do tropical úmido e apresenta os condicionantes para o conforto ambiental, a influência das intervenções urbanas no microclima local e sugestões mitigadoras. Os conceitos abordados neste capítulo embasam a elaboração do método de avaliação de qualidade ambiental de espaços urbanos que será apresentado a seguir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. A.. *Evolução Urbana do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Iplan/Zahar, 1997.

AGOSTINI, F.; CAJADO, L.; TEIXEIRA, C. *Projetos baixos de viadutos da via expressa leste-oeste.* Arquitetos. Disponível em: http://www.vitruvius.com.br/arquitetos/ . (acesso em: 25 /10/2006)

BONET CORREA, Antonio. *Las Claves del Urbanismo*. Barcelona: Ariel, 1989.

CETUR – Centre d'Éstudes des Transportes Urbaines. *Bruit et formes urbaines*. Propogation du bruit routier dans les tissus urbaines. França: Ministère de l'Urbanisme et du Logement, 1981.

____. *Guide du bruit des transportes terrestres.* Prevision des niveaux sonores. França: Ministère de l'Èquipement et de Lámenagement du Territoire, 1978.

CHOAY, Francoyse. *O Urbanismo, utopias e realidade, uma antologia*. Tradução de Dafene Nascimento. São Paulo: Perspectiva, 1965.

_____. *A alegoria do patrimônio.* São Paulo: UNESP/Estação Liberdade, 2001.

DER – GB –Departamento de estradas e rodagens. *Via expressa para a cidade universitária e aeroporto internacional.* Rio de Janeiro: Agência Jornalística Image, 1970.

DIAS, G. F.. *Pegada ecológica e sustentabilidade humana.* São Paulo: Gaia, 2002.

EDWARDS, Brian. *Guía básica de la sostenibilidad.* Barcelona: Gustavo Gilli, 2004.

FRANPTOM, K. *Uma leitura de Heidegger.* In: Nesbitt, Kate (org.) *Uma nova agenda para a arquitetura: antalogia teórica (1965-1995)*. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

KOOLHAAS, Rem. *Pós-escrito: introdução à nova pesquisa sobre "A cidade contemporânea".* In: Nesbitt, Kate (org.) *Uma nova agenda para a arquitetura: antalogia teórica (1965-1995)*. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

LAAR, Michael. *Mobilidade Urbana Sustentável.* In: Anais do Seminário para revitalização sustentável de cidades tropicais, pp.60-65. Rio de Janeiro: Inwent, 2002.

LAMAS, José M. R. G.. *Morfologia urbana e desenho da cidade.* Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1993.

LANG, Jon. *Designing for human behavior: Architecture and Behavioral Sciences*. Pennsylvania: Dowden, Hutchinson & Ross, 1974.

LYNCH, Kevin. *A imagem da cidade.* São Paulo: Martins Fontes, 1997.

MCDONOUGH, William. *Os princípios de Hannover.* In: Nesbitt, Kate (org.) *Uma nova agenda para a arquitetura: antalogia teórica (1965-1995)*. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Cidades sustentáveis: subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira.* Org. BEZERRA, Maria do Carmo L.; FERNANDES, Marlene A. Brasília: 2000. Disponível em: www.agenda21.org.br . (acesso em: 07/04/2002)

MOREIRA, Clarissa C.. *A cidade contemporânea entre a tabula rasa e a preservação: cenários para o Porto do Rio de Janeiro*. São Paulo: UNESP, 2004.

NESBITT, Kate. (org.). *Uma nova agenda para a arquitetura: antologia teórica (1965-1995).* São Paulo: Cosac Naify, 2006.

PANERAI, Philippe. *Análise urbana.* Brasília: UNB, 2006.

PECHMAN, Robert M. "O urbano fora do lugar? Transferências e traduções das idéias urbanísticas nos anos 20". In: Ribeiro, Luiz César et al (org.). *Cidade, Povo e Nação*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1996.

PILOTTO, Jane. *Rede verde urbana: um instrumento de gestão ecológica.* Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC. Florianópolis, 2003.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. *Em busca do desenvolvimento urbano sustentável: O caso do Rio de Janeiro.* Anais do Seminário Degradação Ambiental e Vulnerabilidade Urbana. Rio de Janeiro, 1993.

RAPOPORT, Amos. *Aspectos humanos de la forma urbana.* Barcelona: Gustavo Gili, 1978.

REIS, Patrícia O. *Incorporação de Diretrizes Bioclimáticas e de acessibilidade no projeto urbano. Estudo de caso na cidade de Jaboticabal, SP.* Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, U.F.São Carlos. São Carlos, 2004.

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 (acesso em: 17/09/2005)

ROMERO, Marta Adriana B. *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

RYKWERT, Joseph. *A sedução do lugar: a história e o futuro da cidade.* São Paulo: Martins Fontes, 2004.

SANTOS, Carlos Nelson F. *A cidade como um jogo de cartas*. Projeto & UFF, Rio de Janeiro, 1988.

_____. *Quando a rua vira casa.* São Paulo: Projeto, 1985.

SANTOS, Milton (org.) *O espaço interdisciplinar.* São Paulo: Nobel, 1986.

_____. *A natureza do espaço*. São Paulo: Hucitech, 1999.

SCHUMACHER, T.. *Contextualismo: ideais urbanos e deformações.* In: Nesbitt, Kate (org.) *Uma nova agenda para a arquitetura: antalogia teórica (1965-1995)*. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

SILVA, M. L. P.. *Os Transportes Coletivos na Cidade do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Prefeitura Municipal da Cidade do Rio de Janeiro, 1992.

STRAMANDINOLI. Cristina Malafaia. *BARREIRAS ACÚSTICAS: Um estudo para sua integração em contexto urbano.* Dissertação de M. Sc. Arquitetura. PROARQ/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.

TRINTA, Z.A. *Contribuição ao estudo das travessias urbanas de pequeno e médio porte por rodovias de longo curso.* Dissertação de Mestrado. COPPE/URFJ. Rio de Janeiro, 2001.

CAPÍTULO 2

QUALIDADE AMBIENTAL DE ESPAÇOS URBANOS EM CLIMA TROPICAL ÚMIDO

A qualidade de vida urbana é resultado da inter-relação de muitas variáveis o que dificulta uma avaliação sobre o bem-estar e a satisfação da população, pois estão envolvidas questões subjetivas, sócio-culturais e econômicas.

Veloso (2006) cita que a qualidade de vida urbana é configurada ainda, além da qualidade ambiental, por atributos como saúde, educação, tranqüilidade, segurança, custo de vida, disponibilidade de transportes, opções de lazer, tempo de deslocamento e ofertas de emprego. A qualidade de vida nas cidades relaciona-se diretamente à sustentabilidade urbana, e deve da mesma forma ser analisada a partir de dimensões ambientais, sócio-econômicas e individuais.

Embora a qualidade de vida urbana seja composta por diferentes atributos, questões ambientais interferem diretamente na qualidade dos espaços abertos urbanos e conseqüentemente nas diversas possibilidades de seu uso.

A questão ambiental da qualidade urbana tem sido nas últimas décadas objeto de estudos mais aprofundados de arquitetos, engenheiros, geógrafos, entre outros profissionais. As complexas variáveis envolvidas nesta temática, relacionam além de fatores climáticos e microclimáticos alterados pela degradação ambiental questões sócio-culturais, que devem ser vivenciadas pelos planejadores dos espaços urbanos objetivando resultados que mantenham ou ampliem a qualidade ambiental a ser proporcionada.

Perceber e conhecer o espaço onde se deseja interferir é essencial para uma análise correta de seus problemas. Não considerar na análise dos espaços os fatores culturais e fisiológicos (OLGYAY, 2004), impossibilita o pensamento do espaço como um meio do qual o homem faz parte e o reconhecimento das reais condições de conforto que devem ser criadas para seus usuários.

Ao considerar a integração das questões culturais e climáticas, Sawaya (1986) descreve que um espaço construído se caracteriza como um rearranjo que o indivíduo faz da natureza, numa aplicação de sua esfera de ação e de sua maneira de ser como homem. Sendo assim, as condições de qualidade proporcionadas por estes espaços podem ser motivadas ou não por diversos tipos de indicadores como: as sensações visuais da cor, forma, tato, olfato e audição, entre outros, além de como e por quem percebe este espaço.

As condições de qualidade ambiental almejadas nos espaços urbanos contemporâneos não devem se limitar à busca de soluções independentes de problemas acústicos, térmicos, de poluição do ar ou visual, que são comuns na maioria das cidades, mas também agregar estas soluções às outras atribuições que devem ser desempenhadas por estes espaços externos no contexto da vida urbana, como no âmbito funcional, social e cultural, adequados às necessidades dos seus habitantes (NIKOLOUPOLOU, 2004).

O conjunto de fatores culturais e fisiológicos que se relacionam com o comportamento humano e devem ser considerados no planejamento arquitetônico e urbano são apresentados de forma resumida por Olgyay (2004) conforme ilustrado na figura 2.1.

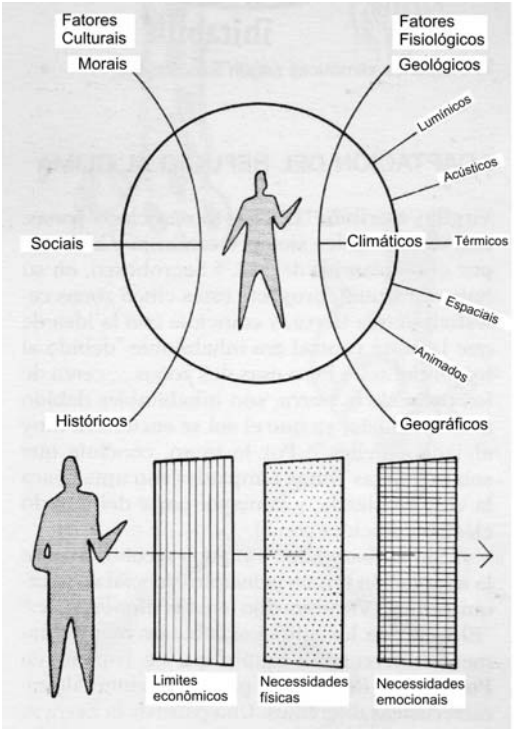


Figura 2.1- Fatores que influenciam na expressão arquitetônica[1]

Este conjunto de fatores uma vez considerados no planejamento dos espaços urbanos, pode promover o sentido de lugar, necessário para o reconhecimento e aceitação da população. Conforme cita Romero (2001), o lugar é uma porção concreta do espaço caracterizado por uma estrutura interna distintiva e na qual se distribui uma significação que evoca sempre uma resposta afetiva.

OLGYAY, 2004 p. 4

Além do sentido de filiação a um grupo social, o espaço urbano pode promover a qualidade ambiental através da organização de uma paisagem resultante de toda atividade sensorial do homem com o ambiente, sendo o instrumento e linguagem pelos quais uma cultura se expressa (ROMERO, 2001).

Para Lynch (1980), a paisagem se baseia no conceito de conjunto visual e funcional, onde a qualidade ambiental pode ser obtida através de uma paisagem organizada tecnicamente de maneira que suas partes se harmonizem, mas que sejam também coerentes com seus sentidos, sua vida e utilização.

A paisagem, enquanto conjunto visual, pode influenciar diretamente na qualidade do espaço urbano, uma vez que a percepção visual, pode ser considerada como o principal processo mental que atua como mediador na relação do homem com o seu entorno, integrando aferições sensoriais que vão construir a imagem do espaço observado adaptada ao seu esquema corporal, seu sentido de orientação e comportamento (GIBSON, 1966).

Além das questões de percepção visual, a composição espacial deve ser também considerada na promoção da qualidade higrotérmica dos espaços, principalmente em cidades de clima tropical úmido como o Rio de Janeiro, onde a ventilação constante nos ambientes internos e externos é essencial. A redução da umidade e de temperatura promovida pela ventilação, pode ocorrer em função do planejamento de edificações com grande permeabilidade aos ventos e espaços urbanos amplos e abertos, entretanto, esta solução arquitetônica gera conseqüentemente maior exposição à poluição do ar e sonora, acentuada nas áreas limítrofes às vias expressas.

Estas considerações sobre a composição da qualidade ambiental deveriam nortear as implantações dessas vias, como também às propostas de amenização dos impactos causados por sua inserção nos contextos urbanos consolidados. Segundo Roca (2004) o espaço viário é um dos elementos mais determinantes da forma urbana, e a nova arquitetura viária será um das principais influenciadoras da paisagem da cidade contemporânea. No entanto, em alguns casos, os assentamentos viários não têm a abrangência de análise citada, nem a preocupação com soluções de pontuais, ampliando a interferência provocada pela intervenção.

2.1- CIDADES DE CLIMA TROPICAL ÚMIDO

A preocupação com a sustentabilidade urbana é cada vez mais relevante, principalmente devido ao crescimento ininterrupto das grandes cidades. Estima-se que a população urbana mundial cresce a um ritmo anual de 1,3 por cento, traduzindo-se em 77 milhões de nascimentos. Cerca de 74% dos latino-americanos vivem em cidades, e no Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2001 (apud DIAS, 2002) indicou que 80% dos brasileiros vivem em cidades.

O crescimento populacional mais acentuado acontece em cidades do terceiro mundo, sendo a maioria localizada em regiões de clima tropical úmido (BONNEAUD,2004). Intervenções nestas áreas urbanas que geram poluição sonora, visual e do ar, elevação de temperatura entre outras, ampliam os problemas já existentes, levando a necessidade de estudos mais específicos por parte dos pesquisadores para cidades com este perfil climático.

A identificação, portanto, dos elementos que caracterizam uma região, é essencial para o resultado de futuros planejamentos ou de soluções mitigadoras para espaços urbanos.

2.1.1- Caracterização climática

O clima pode ser definido segundo Koenigsberger (1977) como uma integração no tempo dos estados físicos do ambiente atmosférico, característico de certa localidade geográfica.

A complexidade dos climas existentes na terra é gerada inicialmente pela distância em relação a equador, determinando localidades mais frias quanto mais afastadas e quentes as com menor latitude. A rotação da terra inclinada ao redor do sol marca o ritmo das estações, sua constante proximidade das regiões tropicais e os padrões de umidade e regime de ventos que se estendem pela superfície terrestre (OLGYAY, 2004)

A avaliação de um perfil climático em determinada região depende de quatro parâmetros: da temperatura do ar, da insolação, da umidade e do movimento do ar. Estes parâmetros indicam as características mais notáveis de uma região, entretanto,

dentro delas encontram-se infinitas variações, cada uma das quais dando lugar a um microclima (RIVERO, 1986).

Considerar as possíveis diferenças que os microclimas podem apresentar em relação ao perfil climático de uma região é essencial para a solução de espaços arquitetônicos diferenciados. As propriedades térmicas dos materiais de construção podem influenciar nos parâmetros microclimáticos de um centro urbano, ampliando os níveis médios de temperatura em relação a sua periferia. Em cidades de clima quente, o planejamento urbano deve considerar com atenção as intervenções que possam influenciar negativamente na qualidade higrotérmica dos ambientes.

O intenso processo de expansão das cidades que se situam em regiões de clima quente (BONNEAUD, 2004) transformam a cada dia o seu aspecto original, e reduzem a sua qualidade ambiental. Estas mudanças podem ocorrer, por exemplo, em função de aterros impróprios, destruição de áreas de vegetação, elevadas taxas de ocupação do solo ou modificações de traçados urbanos determinados pelos usos de veículos, entre outros.

As deformações geradas por intervenções em grande escala, além de acarretarem mudanças nos elementos do clima, influenciam significativamente no microclima, de acordo com a forma urbana implantada e com o perfil climático da região. Agravando-se ainda mais, o desconforto higrotérmico, onde mudanças como ampliação de áreas pavimentadas e limitações na ventilação natural nos espaços urbanos, podem elevar os índices de temperaturas em espaços remanescentes.

Para o estudo de um determinado clima é necessário compreender seus elementos e fatores geomorfológicos e espaciais que geram a definição de suas características. Objetivando uma proposta metodológica, Romero (1988) sugere a organização dos fatores e elementos do clima em fatores climáticos globais, fatores climáticos locais e elementos climáticos.

Os fatores climáticos globais são aqueles que condicionam, determinam e dão origem ao clima, ou seja, radiação solar, latitude, altitude, ventos e massas de água e terra. Os fatores climáticos locais são os fatores que condicionam, determinam e dão origem ao microclima, isto é, ao clima que se verifica num ponto restrito, tais como a topografia, vegetação e superfície do solo natural ou construído. E por último, os

elementos climáticos que representam os parâmetros relativos a cada tipo de clima, ou seja, a temperatura, umidade do ar, precipitações e movimento do ar.

As variedades entre climas quentes ou frios, úmidos ou secos, se configuram de acordo com a época do ano, a variação de altura do sol, a altitude e proximidade do litoral em relação a uma região continental.

2.1.2- Clima tropical úmido

De uma forma específica, a região dos "trópicos" se refere à zona da Terra que se situa entre os Trópicos de Câncer (23º27'N) e de Capricórnio (23º27'S). Corresponde aos limites de latitude onde o sol se apresenta zenitalmente, e consequentemente, recebe grande quantidade de radiação solar durante todo o ano, resultando em flutuações sazonais mínimas de temperatura (Figura 2.2).

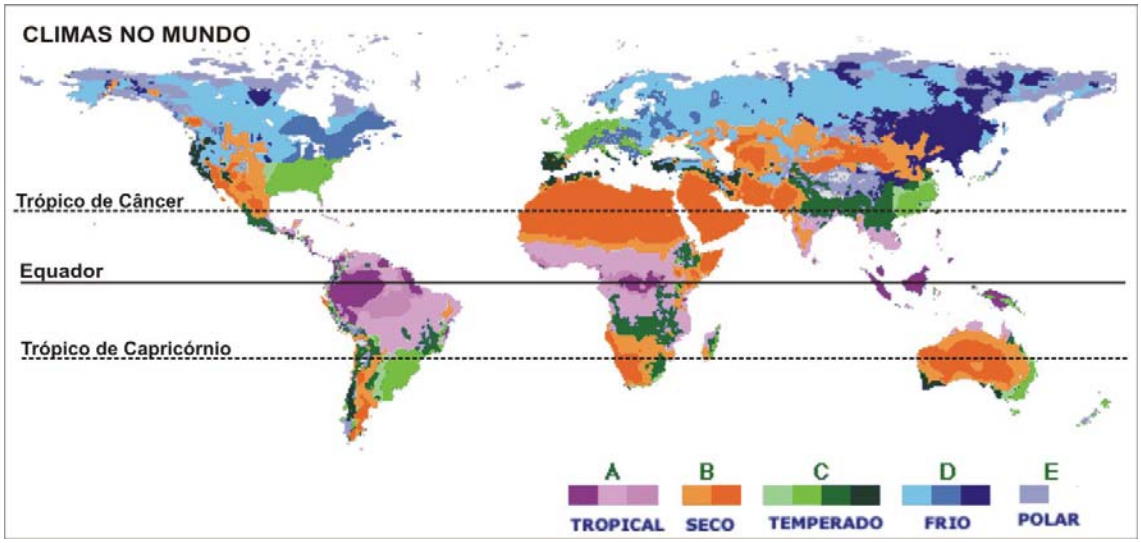


Figura 2.2 –Mapa climatológico mundial[2]

Segundo Ferreira (1965, apud ROMERO, 1988), os três principais climas encontrados na zona tropical são o quente-úmido, quente-seco e tropical de altitude. No Brasil, conforme ilustrado na figura 2.3, pode-se observar que nesta região tropical, a predominância é do clima quente e úmido, podendo ser também denominado como clima tropical úmido (ROMERO, 1988).

[2] Disponível em www.enciclopedia.com.pt (acesso: 10/07/2007)

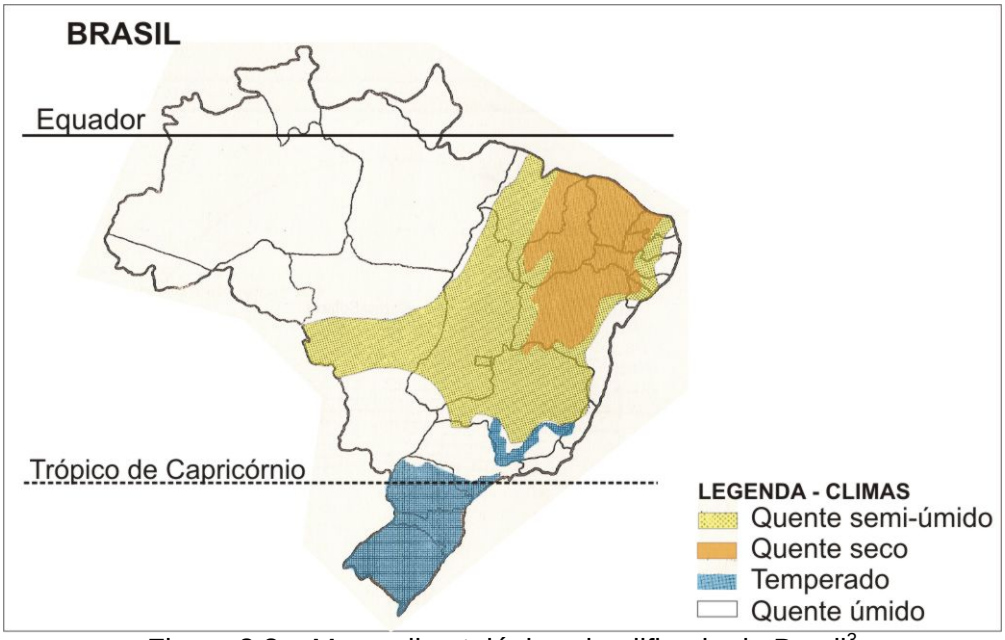


Figura 2.3 – Mapa climatológico simplificado do Brasil[3]

No clima tropical úmido as temperaturas, ainda que altas, são mais moderadas e mais constantes que as desérticas, com pequenas variações de temperatura entre as estações de verão e inverno. As nuvens e as chuvas são freqüentes durante todo o ano, com maiores precipitações no verão, a radiação é intensa e difusa e a umidade relativa do ar é elevada durante todo ano (SERRA, 2002) (Figura 2.4).

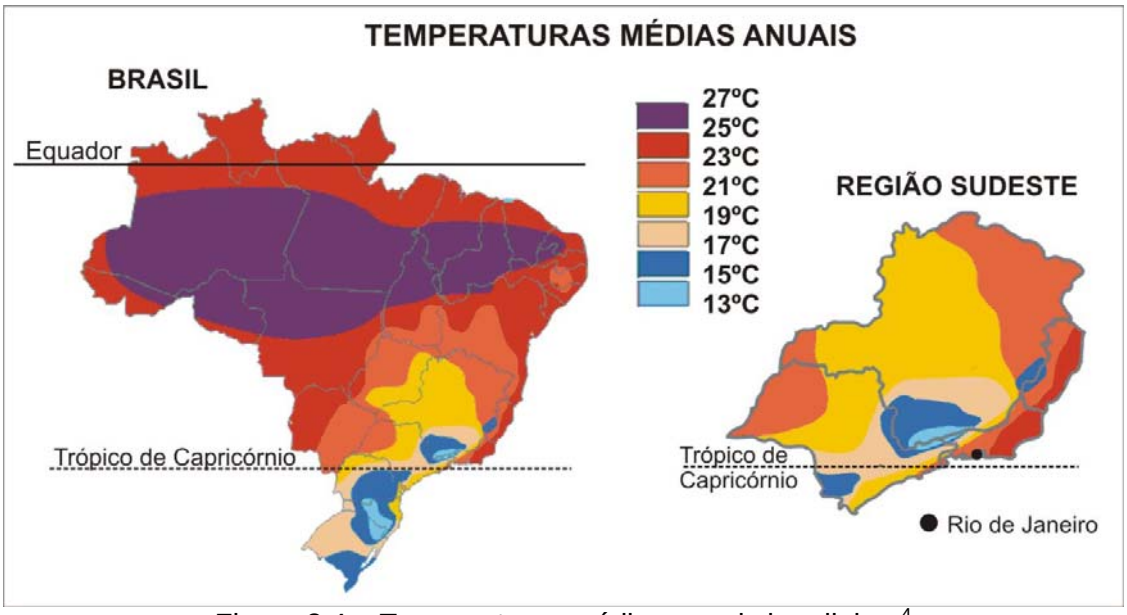


Figura 2.4 – Temperaturas médias anuais brasileiras[4]

[3] Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1978, apud FROTA, 1995.
[4] Disponível em www.climabrasileiro.hpg.ig.com.br/dados.htm (acesso: 10/07/2007)

Visando uma condição de conforto requere-se nas regiões de clima tropical úmido a proteção contra a excessiva radiação solar e permitir a evaporação da umidade através da ventilação (OLGYAY, 2004). A ação do vento deve ser considerada como condicionante da arquitetura neste perfil climático, uma vez que o movimento do ar está relacionado com a sensação térmica positiva (SERRA, 2002).

Também tem sido observado nas regiões de clima tropical úmido o impacto das cidades no processo de mudanças climáticas em decorrência de seus elementos, características formais e físicas, provocando modificações no macroclima regional, resultando o denominado clima urbano.

2.1.3 – Clima urbano

O clima urbano é resultante da interferência de todos os fatores que se processam no limite urbano correspondente a uma região metropolitana, tendo como subdivisões o mesoclima, o topoclima e o microclima. A área de abrangência das escalas climáticas foi proposta de forma simplificada por Oke (1978) indicando os diferentes raios de influência (Tabela 2.1)

Tabela 2.1 – Escalas climáticas e raios de influência[5]

Escala climática	Raio de influência
Macroclima	100km em diante
Mesoclima	10km a 200km
Topoclima	100m a 50km
Microclima	0,01m a 1km

As modificações impostas pela urbanização geram um clima específico nas cidades, tendo como principais causas as propriedades de radiação dos materiais das superfícies urbanas, pavimentações do solo, rugosidade, calor antropogênico e poluição atmosférica.

Segundo Monteiro (1976), seus efeitos mais diretos são percebidos pela população através de manifestações ligadas ao conforto higrotérmico, à qualidade do ar, à

[5] Adaptação OKE, 1978

pluviosidade e outras manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida dos seus habitantes.

As modificações climáticas podem ser tais que as áreas urbanas, notadamente as maiores, resultem em verdadeiras “Ilhas de Calor” (FROTA, 1995). Tais ilhas de calor são geradas, basicamente, a partir do aumento de temperatura na cidade devido à alta proporção de energia consumida, da modificação das características de absorção das superfícies urbana, notadamente pelo seu revestimento na maioria das vezes impermeáveis e de cores escuras, como o concreto e o asfalto.

A substituição da cobertura vegetal por elementos artificiais como edificações e áreas pavimentadas tem contribuído em grande parte para o aumento da temperatura das cidades, formando as chamadas “ilhas de calor” (LABAKI at alli, 2001)

A urbanização interfere diretamente na camada atmosférica adjacente à superfície das cidades. Para Oke (1978), podem-se distinguir duas camadas sob influência urbana, a camada limite urbana (*urban boundary layer*) e a camada de cobertura urbana (*urban canopy layer*) (Figura 2.5).

A camada limite urbana é a camada de ar situada imediatamente acima da cidade, criada em conseqüência da interação do vento com a rugosidade da superfície urbana. A camada de cobertura urbana (*urban canopy layer*) possui como limite uma linha imaginária ao nível da cobertura dos edifícios, apresentando características determinadas pela influência dos microclimas produzidos pelo entorno imediato.

Além das duas camadas existentes, pode-se destacar também a pluma urbana (*urban “plume”*), que seria a prolongação da camada limite urbana a sotavento da cidade sobre uma área rural, que variará de acordo com o regime de vento existente.

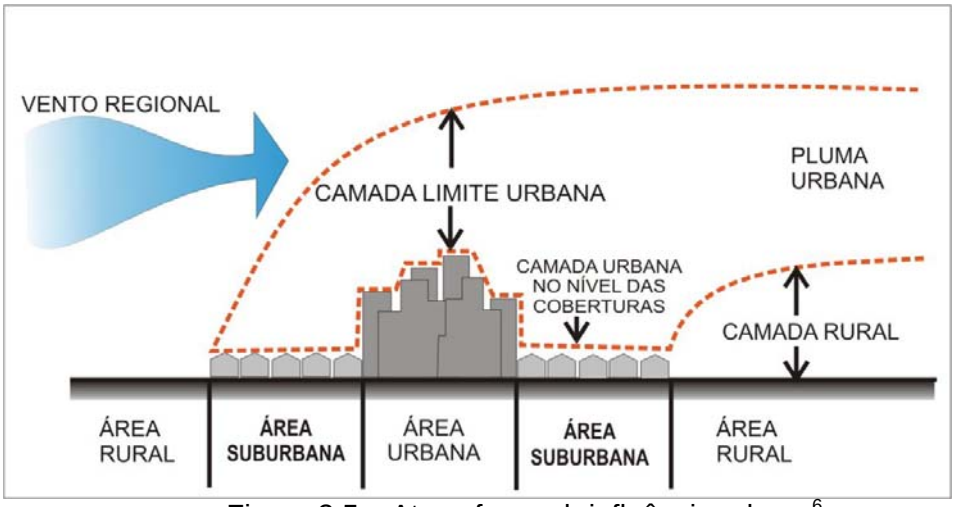


Figura 2.5 – Atmosfera sob influência urbana[6]

Segundo Koenigsberger (1977), alguns fatores que produzem a mudança no macroclima regional dando lugar ao clima urbano são os prédios que atuam como barreiras aos ventos, as superfícies dos revestimentos dos pisos e construções que reduzem a permeabilidade do solo e ampliam a absorção da radiação solar, o calor antropogênico produzido por equipamentos de refrigeração, ar condicionado dos edifícios, escape de dos motores e pela indústria.

O processo de urbanização, que ao substituir a cobertura vegetal original por construções e ruas pavimentadas, altera o equilíbrio do microambiente, produzindo distúrbios no ciclo térmico diário, relacionadas com a radiação solar recebida pelas superfícies construídas e a capacidade de armazenar calor pelos materiais de construção (ROMERO, 1988).

As mudanças apresentadas podem provocar nas cidades um diferencial térmico para o ar de 8ºC em relação ao campo circundante. A umidade relativa se reduz entre 5 a 10% devido ao rápido escoamento das águas de chuva nas zonas pavimentadas, de temperatura mais elevada. A velocidade do vento pode reduzir-se substancialmente em comparação a um campo aberto, entretanto, o efeito canalizador em ruas estreitas e edificadas ou através de passagens entre altos blocos de prédios pode duplicar a velocidade e também estabelecerem-se turbulências e redemoinhos nas arestas das obstruções. (KOENIGSBERGER, 1977)

[6] Idem

A Tabela 2.2 sintetiza as principais mudanças em decorrência da urbanização comparadas com um entorno rural.

Tabela 2.2 – Mudança média dos elementos climáticos causados pela urbanização em geral [7]

Elemento	Comparação com o entorno rural
Radiação	
Global	15 a 20% menor
Ultravioleta, inverno	30% menor
Ultravioleta, verão	5% menor
Duração de brilho do sol	5 a 15% menor
Temperatura	
Média anual	0,5 a 1ºC maior
Mínimo no inverno (média)	1 a 2ºC maior
Dias de maior calor	10% menor
Contaminantes	
Partículas e núcleos de condensação	10 vezes maior
Misturas gasosas	5 a 25 vezes maior
Velocidade do vento	
Média anual	20 a 30% menor
Rajadas de vento máximo	10 a 20% menor
Calmarias	5 a 20% maior
Precipitação	
Totais	5 a 10% maior
Dias com menos de 5 mm	10% maior
Quedas de neve	5% menor
Atmosfera	
Cobertura (do sol)	5 a 10% maior
Nevoeiro, inverno	100% maior
Nevoeiro, verão	30% maior
Umidade relativa	
Inverno	2% menor
Verão	8% menor

As alterações decorrentes no espaço urbano, sem dúvida provocam uma perda na qualidade ambiental, entretanto, as mudanças referentes às características higrotérmicas, podem prejudicar mais as cidades de clima tropical úmido, em virtude do aumento de temperatura.

2.1.4 - Microclima

A partir do conhecimento dos perfis climáticos e de suas mudanças em decorrência da urbanização, é possível se elaborar soluções arquitetônicas mais convenientes para cada região. Entretanto, deve-se considerar ainda que existem outros fatores que podem modificar este planejamento. Tão importante quanto o clima geral de uma região, o entorno próximo, denominado “microclima de um lugar” (SERRA, 2002),

[7] LANDSBERG, 1970, apud ROMERO, 1988. p.35.

também deve ser considerado no planejamento dos ambientes internos e externos. O microclima, dentro de uma escala climática segundo Oke (1978) (Tabela 2.1), possui um raio de influência de até 1 quilômetro.

Os fatores que segundo Koenigsberger (1977) influenciam o microclima são:

- A topografia: a inclinação, a orientação, a exposição, a elevação, as colinas e os vales nas imediações do lugar.

- A superfície do solo: se é natural ou artificial, seu albedo, permeabilidade e temperatura, já que estes fatores afetam a vegetação e esta por sua vez, afeta o clima (bosques, arbustos, pavimentos, água, etc.)

- Objetos tridimensionais: edifícios, muros, árvores e outros obstáculos, podem influir no movimento do ar, no sombreamento dos espaços e na subdivisão de área em unidades menores, mudando os aspectos climáticos característicos.

Diferente das áreas rurais, nas cidades, as condições climáticas gerais estão modificadas, transformando-se em um microclima característico destas áreas, denominado “microclima urbano”. Nas zonas centrais urbanas existe um maior aquecimento, conhecida como as “ilhas térmicas urbanas” ou “ilhas de calor”, geradas pela não dissipação noturna do calor acumulado durante o dia devido à presença do excesso de CO_2 na camada atmosférica.

O regime de ventos pode ser completamente modificado pelas variações do traçado urbano e volumetria do entorno, criando zonas de densidades variadas, em função do dimensionamento de ruas e edificações, espaços livres e zonas verdes, que podem modificar tanto a direção como a velocidade das correntes de ar, com efeitos favoráveis ou desfavoráveis.

A predominância de áreas pavimentadas sobre áreas de cobertura natural produz também uma superfície com elevada impermeabilidade, gerando grandes superfícies com rápido escoamento de águas com uma evapotranspiração quase nula.

A configuração das ilhas de calor nas cidades de clima tropical úmido são ainda mais prejudiciais que em climas secos, pois há a redução de dissipação do calor durante a noite em função da maior umidade do ar ou nebulosidade, elevando conseqüentemente as temperaturas locais.

2.1.5 - Espaços abertos urbanos

Segundo Lynch (1997), um ambiente não deve ser apenas bem organizado, mas também poético e simbólico. Ele deve falar dos indivíduos e de sua complexa sociedade, de suas tradições históricas, do cenário natural, dos complexos movimentos e funções do mundo urbano.

O espaço urbano deve ser planejado, portanto, cultural e ambientalmente apropriado a atender todas às necessidades dos indivíduos que nele vivem, pois é neste "lugar" que ocorrem as relações entre o homem e o ambiente. Proporcionando qualidade para seus usuários à medida que alcançam aos seus diferentes níveis de satisfação.

As modificações ambientais impostas pela urbanização, como níveis de som, de temperatura do ar e de poluição do ar elevados, baixa permeabilidade do solo e redução da velocidade dos ventos, entre outras, prejudicam a qualidade dos espaços abertos.

Contrariamente aos ambientes internos, os espaços abertos urbanos não podem ser totalmente climatizados artificialmente. Este fato limita a obtenção de conforto através, principalmente, de recursos naturais e passivos, reforçando a importância da produção de soluções urbanísticas adequadas ao clima local e seus benefícios rebatidos na promoção de conforto para as edificações e de qualidade ambiental para o sítio em questão.

A adequação do planejamento urbano às condicionantes climáticas e territoriais é denominada por Higueras (2006) como urbanismo bioclimático. Na sua proposta, o urbanismo bioclimático pode ser desenvolvido, em uma macro escala, através de:

- Um traçado viário estruturado que atenda a critérios relacionados com a insolação e ventos locais (hierarquia e seção transversal);

- Ruas adaptadas à topografia, buscando as melhores orientações relacionadas com a de insolação e vento local;

- Zonas verdes adequadas às necessidades de umidade, sombreamento e evaporação ambiental (em superfície, conexão e espécies vegetais apropriadas);

- Morfologia urbana de quarteirões que gerem fachadas bem orientadas e adequada proporção de pátios segundo o clima;

- Parcelamento que gere edifícios com fachadas e pátios bem orientados;

- Tipologia de edifícios variada e adequada às condições do sol e ventos do lugar.

Em uma escala menor a considerção de fatores que alteram o microclima, a ambiência sonora e visual, também pode influenciar na qualidade de espaços urbanos específicos.

O aproveitamento ao máximo dos recursos disponíveis e controle dos efeitos prejudiciais sobre o ambiente em várias escalas como: recursos climáticos, paisagísticos e socioeconômicos, preconizados também no urbanismo bioclimático, enquadram-no no planejamento do desenvolvimento sustentável das cidades.

Segundo Higueras (2006), existem numerosos caminhos para uma organização urbana equilibrada com seu ambiente, sendo essencial conhecer os recursos e potencialidades do território para que se alcance uma qualidade de vida para a população nos âmbitos social, físico e ambiental. Entretanto, de acordo com o lugar de cada projeto, se articularão as estratégias pormenorizadas para alcançar os objetivos específicos para cada espaço urbano.

No caso das cidades de clima tropical úmido, os objetivos propostos por Olgyay (1963) relativos ao conforto higrotérmico, como reduzir a produção de calor e os aumentos da emissão de radiação infravermelha e as perdas por evaporação, são importantes estratégias para o espaço urbano nesta região.

Para Masmoudi e Mazouz (2004), em regiões quentes, a radiação solar e a influência da geometria e da vegetação são uma das mais importantes dimensões para qualidade ambiental em espaços externos urbanos. Grandes áreas pavimentadas desprovidas de sombreamento que ampliam a temperatura radiante, transformam-se em espaços inabitados e deteriorados pela falta de conforto higrotérmico e consequentemente sem uso contínuo, limitando seu uso nas horas que correspondem aos períodos mais frescos como parte da manhã e noite.

Além da promoção do conforto higrotérmico, questões relacionadas ao ambiente acústico e à percepção do espaço como iluminação, dimensionamento e composição paisagística, também influenciarão na avaliação qualitativa de um espaço.

2.2 – QUALIDADE AMBIENTAL EM ESPAÇOS ABERTOS URBANOS DE CLIMAS TROPICAIS ÚMIDOS

A qualidade ambiental é um dos componentes que interferem na qualidade de vida urbana. De um modo geral, a qualidade ambiental é definida, segundo Veloso (2006), por uma série de atributos das propriedades físico-ambientais da cidade como proporção de áreas verdes, qualidade do ar e da água, disponibilidade de rede de esgoto, recolhimento de lixo, qualidades estético-visuais da paisagem natural e construída, e qualidade arquitetural e a capacidade de preservação do patrimônio natural e histórico edificado.

A qualidade em um determinado ambiente físico é formada pela integração de vários elementos, sendo possível descrever alguns constituintes deste entorno como: luz, som, clima, espaço, entre outros. Estes elementos incidem diretamente no corpo humano que reage tentando gerar um equilíbrio biológico, produzindo diversas reações físicas e psicológicas, que visam à obtenção de conforto de uma forma global.

Segundo Serra (1991), pode-se classificar *Conforto Global* em parâmetros de conforto do ambiente e fatores de conforto do indivíduo[8]. Os parâmetros de conforto do ambiente são definidos pelas sensações térmicas, acústicas e visuais e o conforto do indivíduo pelos fatores fisiológicos, níveis social e psicológico.

A criação de espaços salubres é gerada englobando o conforto higrotérmico, acústico e visual, obtendo a sensação de comodidade através do equilíbrio correto entre temperatura, umidade e ventilação, luz suficiente, ambiência sonora e visual, garantido a promoção de espaços adaptados e estimulantes (EDWARDS, 2004).

Considerando que o bem estar passa por uma dimensão psicológica, os arquitetos têm a responsabilidade de criar ambientes que respondam às necessidades dos usuários, considerando tanto fatores quantitativos como qualitativos, obtendo resultados que envolvam qualidades de conforto comparadas entre valores pré-estabelecidos e suas características culturais.

[8] Subdivididos em: Parâmetros de conforto do meio ambiente específicos– aqueles que afetam todos os sentidos (térmico, acústico e visual) e gerais – aqueles que agem sobre vários sentidos, simultaneamente, e que podem ser medidos em termos de dimensão, tempo ou espaço.
Fatores de conforto do indivíduo: fisiológicos, níveis social e psicológico

Segundo Olgyay (2004), no pensamento do planejamento arquitetônico e urbanístico contemporâneo existem numerosas influências desde a psicologia humana como a estética, entretanto, a interpretação do clima como fator principal é justificado se o entorno climático influi diretamente na expressão arquitetônica. No caso de espaços urbanos de clima tropical úmido, afetados constantemente pelos elevados índices de temperatura e umidade durante todo o ano, o clima certamente é fator essencial para o planejamento e obtenção da qualidade ambiental.

Diferente de outras regiões, as cidades de climas quentes têm nos espaços urbanos importante influência no modo de vida de seus habitantes que não é limitado ao interior dos edifícios em diversos meses do ano, transformando-os em constantes ambientes de encontros, lazer, e outras diversas atividades (MASMOUDI e MAZOUZ 2004). Considerando este fato, as soluções para projetos urbanos em climas tropicais devem priorizar a diversidade de combinações dos elementos climáticos, alcançando resultados equilibrados de acordo com o perfil da região estudada e com a paisagem visual e sonora produzida.

Baseando-se na premissa aqui apresentada que a qualidade dos espaços é influenciada principalmente pelo conjunto de fatores relacionados ao conforto higrotérmico, acústico e visual, bem como visando estabelecer critérios para análise e avaliação da qualidade ambiental em espaços urbanos de clima tropical úmido, a seguir são abordadas questões de conforto que podem nortear planejamentos ou soluções mitigadoras para estes ambientes.

2.2.1 - Conforto higrotérmico

Pode-se dizer que o homem está em conforto higrotérmico quando se produz um equilíbrio entre as perdas e ganhos energéticos do corpo humano em relação ao ambiente, ou quando existe “uma condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico” (ISO 7730, 1994).

A temperatura basal do corpo humano deve permanecer equilibrada e constante em torno de 37ºC. Com objetivo de manter a temperatura neste nível, toda sobretaxa de calor deve ser dissipada no ambiente. O corpo perde calor para o ambiente por convecção, radiação e evaporação e em menor proporção por condução (KOENIGSBERGER, 1977) (Figura 2.6).

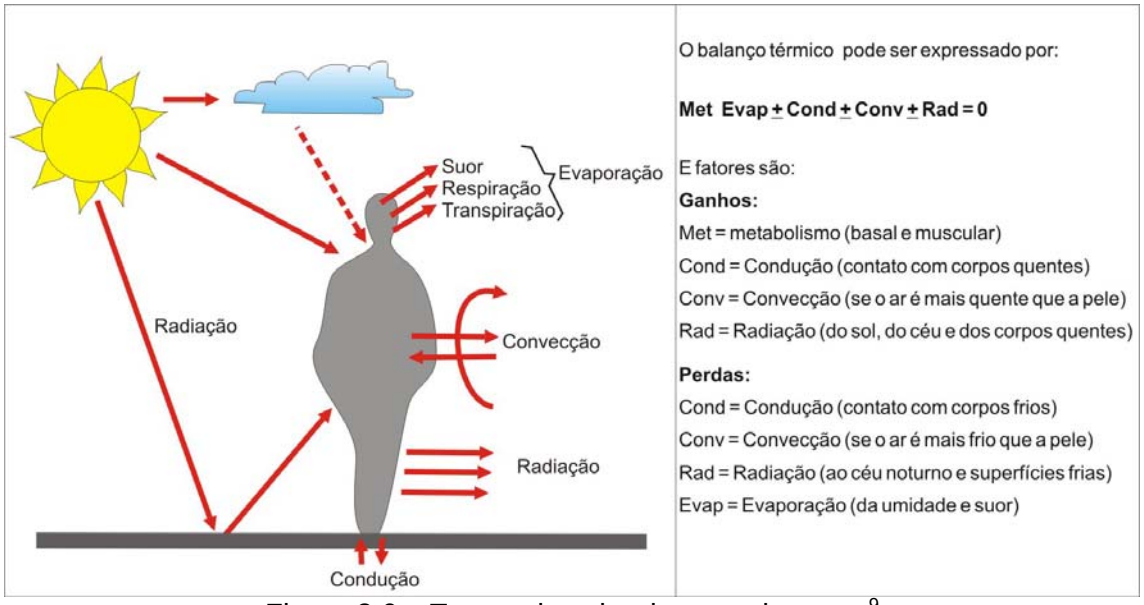


Figura 2.6 – Trocas de calor do corpo humano[9]

Quando o equilíbrio térmico não ocorre, o organismo humano aciona mecanismos termo-reguladores[10], que permitem, até um certo limite, manter em condições climáticas adversas, o equilíbrio térmico necessário para o bem-estar fisiológico. Apesar destes mecanismos serem um meio natural do organismo se adaptar ao clima, em excesso, este esforço extra, pode representar uma queda de potencialidade de

[9] KOENIGSBERGER, !977. p.60 .

[10] Ao sentir desconforto térmico, o primeiro mecanismo fisiológico a ser ativado é a regulagem vasomotora do fluxo sangüíneo da camada subcutânea, através da vasodilatação ou vasoconstrição, reduzindo ou aumentando, respectivamente, a resistência térmica dessa camada. A vasodilatação seria em razão do calor e a vasoconstrição do frio. Outro mecanismo de termorregulação da pele é a transpiração ativa (suor) (FROTA & SCHIFFER,1995).

trabalho, causando mal-estar (físico e psíquico), fadiga, falta de concentração, entre outros.

A sensação de bem estar de uma pessoa, é portanto, resultado de fatores externos e internos, combinando variáveis ambientais e humanas. Considerando o balanço de energia, podem ser definidas como seis principais variáveis para o equacionamento do conforto higrotérmico: a atividade (metabolismo), a vestimenta (isolante térmico), as temperaturas do ar (bulbo seco, bulbo úmido e de globo), a velocidade do ar e a umidade relativa do ar.

Estas variáveis podem ser apresentadas em dois grupos: das variáveis humanas e das variáveis climáticas. As variáveis humanas são: taxa metabólica (M) (1 met = 58W/m2) e resistência térmica da vestimenta (Icl) (1 clo = 0,155 m^2.K/W)[11] (Figura 2.7 e 2.8). As variáveis ambientais são a radiação solar[12] (direta, difusa e refletida), a temperaturas do ar (temperatura de bulbo seco, de bulbo úmido e radiante), a umidade relativa do ar e a velocidade do ar (ISO 7730,1994).

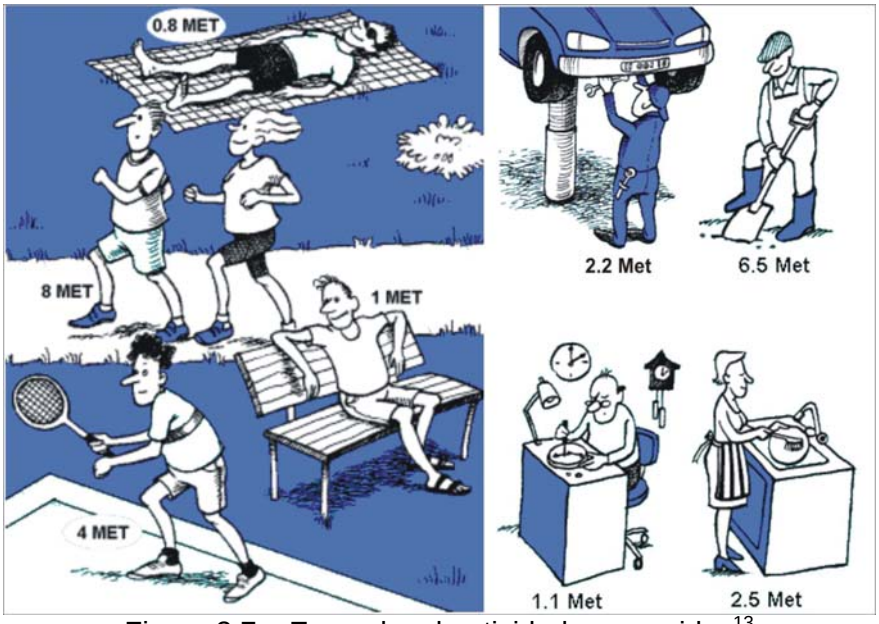


Figura 2.7 – Exemplos de atividades exercidas[13]

[12] A radiação solar deve ser contemplada quando o espaço a ser analisado for externo.
[13] Imagens disponíveis em http://www.innova.dk/ (acesso 25/10/2005)

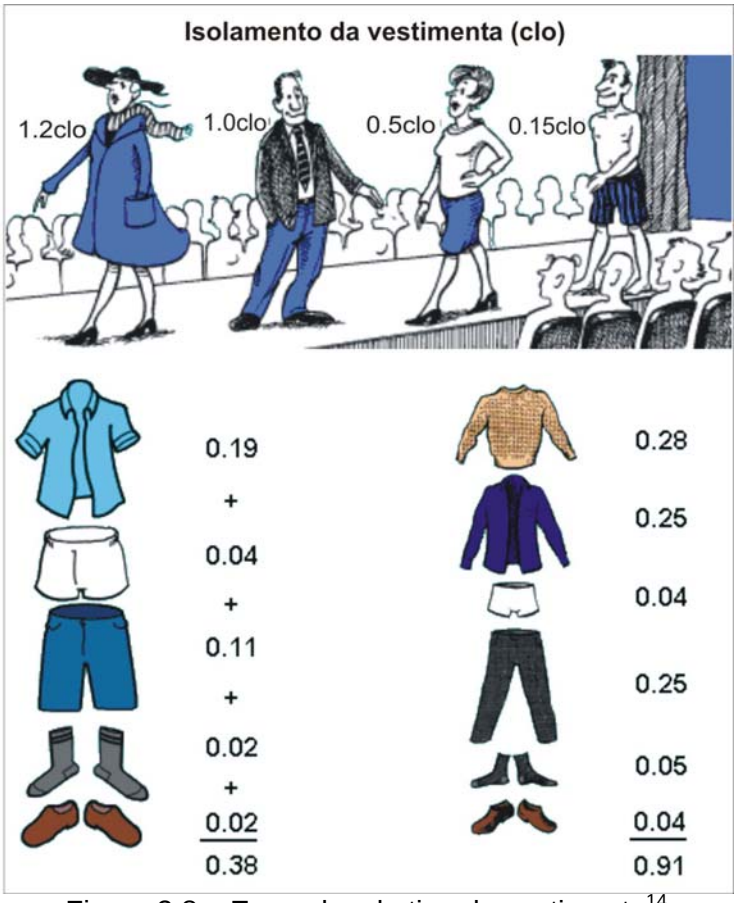


Figura 2.8 – Exemplos de tipo de vestimenta[14]

As variáveis ambientais e humanas registradas são utilizadas para subsidiar cálculos e modelos teóricos-empíricos de estimativas para o conforto higrotérmico. Em geral, são desenvolvidos fixando um tipo de atividade (met) e vestimenta (clo) utilizada pelo indivíduo (homem idade média, peso normal e saudável) para, a partir daí, relacionar as variáveis do ambiente e reunir, sob a forma de cartas ou nomogramas, as diversas condições ambientais que proporcionam respostas iguais por parte dos indivíduos.

2.2.1.1 – Avaliação das condições de conforto higrotérmico

A avaliação higrotérmica de um ambiente é realizada cumprindo-se os requerimentos recomendados nos padrões normativos. Os requerimentos para instrumentação e métodos de medição são especificados no ASHRAE[15] Standard 55 e ISO Standard 7730 (OLESEN, 1993).

[14] Idem
[15] American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engeneers.

Um ambiente térmico aceitável é definido como um ambiente onde no mínimo 80% dos ocupantes o consideram termicamente aceitável. A aceitação deste ambiente e a percepção de conforto e de temperatura são relacionadas à produção metabólica de calor, as perdas térmicas para o ambiente e aos ajustes fisiológicos da temperatura do corpo e sudação (OLESEN, 1993).

Entre os modelos desenvolvidos para o cálculo de estimativas de conforto higrotérmico, o modelo de voto médio estimado (PMV - predict mean vote) desenvolvido por Fanger (1970) é ainda nos dias de hoje muito aplicado para a avaliação de conforto higrotérmico, sendo base para a Norma Internacional sobre conforto térmico (ISO *Standard* 7730, 1994) e constando da ASHRAE Handbook – Fundamentals (1997).

O modelo de Fanger considera ambientes internos, climatizados artificialmente, baseando-se em critérios subjetivos e medidas físicas para determinar a influência dos parâmetros ambientais e individuais (balanço térmico entre o homem e o ambiente), considerando a sensação analítica de conforto térmico sugerida pelos indivíduos consultados, ou o "voto médio estimado" (PMV – Predicted Mean Vote) e do "porcentagem estimada de insatisfeitos" (PPD - Predicted Percentage of Dissatisfied). Fanger estabeleceu por meio de procedimentos teórico-empíricos, as expressões para o cálculo do PMV e do PPD, conforme descritas a seguir:

PMV = [0,303.exp (-0,036.M) + 0,028] L

onde:

PMV = voto médio estimado, ou sensação analítica de conforto térmico (admensional)

M = Taxa metabólica da produção de calor (W/m²)

L =carga térmica atuando sobre o corpo (W/m²)

PPD = 100 – 95.exp [- (0,03353.PMV^4 + 0,2179.PMV²)]

O modelo considera os votos fornecidos e sugere uma escala de sete pontos (Tabela 2.3), desde muito quente até muito frio, combinando parâmetros individuais: metabolismo e resistência da vestimenta, e ambientais: temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do ar e temperatura radiante. Atualmente, também podem ser utilizados

programas computacionais disponíveis na Internet (De DEAR, R.; BRAGER,G, 1999), onde tais dados são inseridos e a resposta inclui a previsão do PMV e do PPD.

Tabela 2.3: Escala psico-fisiológica de valores de sensação térmica[16]

PMV	Sensação térmica
+3	muito quente
+2	quente
+1	levemente quente
0	neutro
-1	levemente frio
-2	frio
-3	muito frio

A correlação entre o voto médio estimado (PMV) de sensação térmica e a porcentagem estimada de pessoas insatisfeitas (PPD) pode ser observada em um diagrama gráfico (Figura 2.9).

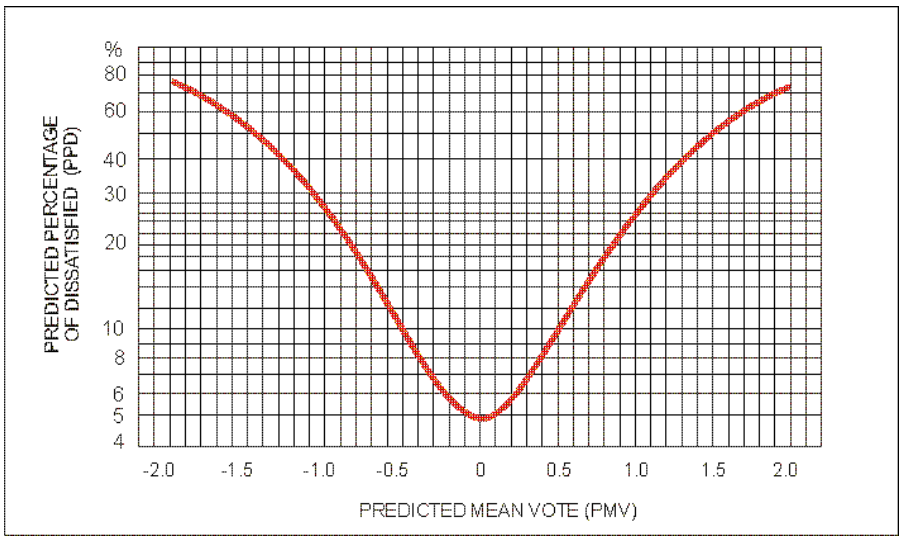


Figura 2.9 - Curva de correlação entre os índices PMV e PPD

Segundo Fanger (1970), encontram-se insatisfeitas, conforme os votos estimados, as pessoas que votaram +3, +2, -3, -2 na escala de sensações. Os votos +1 e -1 não caracterizavam pessoas insatisfeitas com o ambiente.

Recentemente, considerando as divergências encontradas na aplicação deste modelo em climas quentes, foi apresentado pelo próprio Fanger e Toftum (2002) uma correção do PMV para este perfil climático.

[16] ISO 10551-95

A proposta de Fanger e Toftum (2002) do modelo do PMV para climas quentes, é feita através da correção do valor do PMV multiplicando-o por um fator de expectativa de acordo com o tipo predominante de climatização (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 – Fator de expectativa para edificações não climatizadas artificialmente em climas quentes[17]

Expectativa	Classificação das edificações não climatizadas artificialmente		Fator de expectativa - ***e***
Localização		Períodos quentes	
Alta	Regiões onde edifícios climatizados são comuns	Breve durante o verão	0.9 – 1.0
Moderada	Regiões com alguns prédios climatizados	Período de verão	0.7 – 0.9
Baixa	Regiões com poucos prédios climatizados	Todas as estações	0.5 - 0.7

Estudos realizados por Nicol (2004) apresentam também como resultados a discrepância entre os valores obtidos pelo PMV sem ajustes aos climas quentes. As predições do PMV apontam para pessoas com mais calor do que realmente estão, fator justificado pela adaptação fisiológica ao calor da população residente em climas tropicais (De DEAR, R.J.; LEOW, K.; AMEEN, A., 1991).

As pesquisas de Nicol (2004) apresentam comparações entre a temperatura de conforto para climas temperados, quente seco e quente úmido e resultados que comprovam a tolerância de 2 a 3°C a mais nas zonas de conforto em climas quentes, considerando ainda que, no caso de umidade relativa elevada (acima de 75%), o valor da temperatura média aceitável, para situação de calor, fica sempre em torno de 1°C inferior em relação à umidade relativa baixa (inferior a 64%), apresentando também a possibilidade de ampliação da temperatura de conforto promovida pela ação do vento.

Em outro estudo associado ao PMV, Scudo (2002) apresenta resultados também com variações de sensações térmicas entre habitantes de regiões européia e tropical. Existindo menor tolerância ao frio e maior ao calor em regiões tropicais (tabela 2.5)

Tabela 2.5 – Sensação térmica e estresse fisiológico relacionado ao PMV e PET[18]

PMV	PETºC	SENSAÇÃO TÉRMICA CLIMÁTICO EUROPEU	SENSAÇÃO TÉRMICA CLIMÁTICO TROPICAL	GRAU DE ESTRESSE FISIOLÓGICO
		Muito frio	Extremamente frio	Extremamente frio
-3,5	4			
		Frio	Muito frio	Fortemente frio
-25	8			
		Fresco	Frio	Frio moderado
-1,5	12			
		Levemente fresco	Fresco	Leve frio
-0,5	16			
	20	Neutro		Sem estresse térmico

[17] Adaptado de FANGER; TOFTUM (2002) p. 534
[18] SCUDO (2002)

05	24		Neutro	
		Levemente calor		Calor moderado
1,5	28		Levemente calor	
		calor		Fortemente calor
2,5	32		calor	
		Muito quente		
3,5	36		Quente	
	40		Muito quente	

A tolerância às temperaturas mais elevadas para habitantes de regiões de clima quente e úmido também é indicada por Ahmed (2003) em estudos que apresentam resultados de conforto higrotérmico em pessoas vestindo roupa de verão, com atividade sedentária, em ambiente ao ar livre sem vento, com umidade relativa de 70%, temperatura média do ar entre 28,5ºC e 32ºC e temperatura radiante entre 28,7ºC e 32,6ºC.

Nas pesquisas para esta tese, não foi identificado qualquer modelo desenvolvido especificamente para espaços abertos em clima tropical úmido. Em um estudo recente realizado por Zambrano, Malafaia e Bastos (2006) para análise das condições de conforto higrotérmico de espaço urbano com este perfil climático, aplicou-se o modelo de PMV adaptado para regiões de climas quentes (FANGER & TOFTUM, 2002), obtendo-se predições próximas aos votos coletados no estudo de campo (Anexo 1).

A opção de Zambrano, Malafaia e Bastos (2006) em aplicar o modelo de Fanger e Toftum(2002) foi decidida, porque inicialmente, utilizou-se o programa computacional desenvolvido por De Dear(1999) no estudo realizado, e os resultados obtidos nas predições de conforto higrotérmico apresentavam discrepâncias com os votos dos usuários coletados em campo, gerando simulações de PMV(FANGER, 1970) sempre com predições mais quentes que os votos das entrevistas para situação de temperaturas acima da faixa de conforto.

Baseado nas medições e simulações computacionais de PMV já obtidas, aplicou-se o fator de correção que prevê uma situação com períodos de calor em todas as estações do ano (Tabela 2.4), selecionado, pois simula a situação mais próxima das características dos espaços abertos urbanos em clima tropical úmido.

Prevendo a ampliação de pesquisas de conforto higrotérmico em espaços abertos de clima tropical úmido, foi desenvolvido um programa computacional[19] de acordo com a ISO7730(1994), que inclui o fator de expectativa para climas quentes sugerido por

[19] Desenvolvido por Prof. MSc. Neury Nunes Cardoso na linguagem Delphy, versão5, seguindo os mesmos algoritmos apresentados na norma ISO 7730.

Fanger e Toftum (2002), permitindo mais facilmente a comparação direta dos resultados.

Este modelo adaptado foi aplicado na metodologia desenvolvida nesta tese e aplicado nas predições de conforto higrotérmico nos espaços estudados.

Os dados de entrada necessários para a predição de conforto higrotérmico e os resultados obtidos podem ser observados na figura 2.10 que ilustra a tela principal do programa computacional.

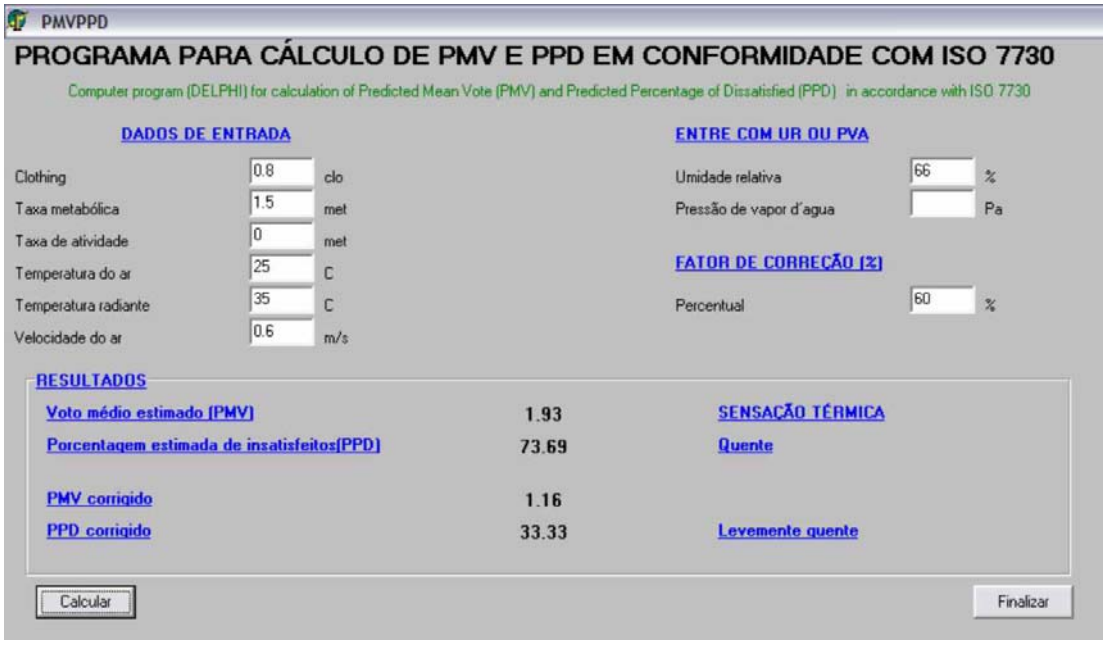


Figura 2.10 – Tela principal do Programa para cálculo do PMV e PPD

Os dados de entrada referentes ao tipo de vestimenta (clo) e Taxa Metabólica (met) seguem os valores estabelecidos pela ISO7730(1994), conforme anexos E e A respectivamente. O trabalho externo (taxa de atividade) (met) adota o valor 0 (zero), conforme indicado no algoritmo da ISO. A temperatura do ar (ºC), temperatura radiante (ºC), velocidade do ar (m/s), umidade relativa do ar (%) ou pressão de vapor d`água (Pa) são obtidas nos registros em campo e o fator de correção (%) é utilizado conforme indicado por Fanger e Toftum (2002)[20].

Os resultados apresentados ilustram os valores do PMV e do PPD e as sensações térmicas equivalentes às faixas sugeridas no algoritmo da ISO7730 (1994) (Tabela

[20] Tabela 2.4

2.6), como também os valores finais da predição de votos médios e percentual de insatisfeitos com a correção para climas quentes, classificados em PMVc e PPDc.

Tabela 2.6 – Relação entre o PMV e a sensação térmica

PMV	Sensação Térmica
PMV>+2,5	Muito quente
+2,5≥PMV< +1,5	Quente
+1,5≥PMV< +0,5	Levemente quente
+0,5≥PMV≤ -0,5	Neutro
-0,5<PMV≤ -1,5	Levemente frio
-1,5<PMV≤ -2,5	Frio
PMV< -2,5	Muito frio

Apesar da evolução dos estudos de conforto higrotérmico tanto para ambientes internos como externos, ainda não existe uma normatização para predição de conforto higrotérmico especifico para espaços urbanos de clima tropical úmido, embora sua urgência já tenha sido mencionada por Nicol (2004) em estudos recentes.

As normatizações desenvolvidas são direcionadas para avaliação higrotérmica de ambientes internos. No caso dos espaços externos, ainda são restritos os estudos. Várias pesquisas também aplicam o modelo do PMV, e em alguns casos, foram feitas adaptações ou desenvolvidos novos modelos de predição de conforto higrotérmico, como o modelo proposto pelo projeto RUROS (ASV – Actual Sensation Vote) (NIKOLOUPOPOU, 2004), indicado para região da Europa.

No Brasil, algumas pesquisas buscam analisar índices existentes de avaliação de conforto higrotérmico e sua aplicação no clima tropical. Labaki (LABAKI & LOIS, 2001) apresenta uma revisão sobre os estudos de conforto higrotérmico em espaços externos, onde descreve alguns índices utilizados e analisa os aspectos envolvidos na qualidade do ambiente para seus usuários, tanto em atividades de trabalho e lazer. E indica também a necessidade de avanços nas pesquisas na região tropical uma vez que a maioria dos estudos revela maior preocupação com o clima frio.

Em outra pesquisa, Monteiro e Alucci (2007a) verificaram a aplicabilidade de diversos modelos preditivos de conforto térmico em espaços abertos. O método adotado foi o indutivo experimental (levantamento de campo) e dedutivo (simulação com modelos),

correlacionando o resultado dos levantamentos empíricos com simulações em vinte modelos e trinta e dois índices. Após a análise dos resultados, foram então propostas calibrações para tais modelos preditivos, visando à possibilidade de seu uso para verificação da adequação térmica de espaços abertos na cidade de São Paulo.

A avaliação de conforto higrotérmico de espaços abertos em climas quentes deve considerar a abordagem associando condições ambientais que levem a ocorrência de sobrecarga térmica, pois a exposição às temperaturas elevadas pode prejudicar tanto as pessoas que realizam atividades de lazer como também a parte da população que exerce atividade de trabalho em espaços abertos urbanos.

A estimativa de estresse no ambiente estudado pode seguir as referências normativas que já possuem índices para avaliação e determinação do estresse térmico[21].

Entre os índices existentes, o índice de bulbo úmido e temperatura de globo (IBUTG[22]), pode ser utilizado, pois é referência normativa para a avaliação e determinação de sobrecarga térmica.

A ISO 7243(1989)[23] e a NR15[24](Anexo 2), fornecem métodos que podem ser facilmente utilizados em ambientes internos e externos, utilizando o índice IBUTG, que permite um rápido diagnóstico do espaço analisado. Em ambas as normas o cálculo do IBUTG é feito a partir de fórmulas, conforme indicado na Tabela 2.7.

Tabela 2.7 – Fórmula para cálculo de IBUTG para ambientes internos e externos[25]

Ambientes internos ou externos sem radiação direta do sol
IBUTG = 0,7.t_{bun} + 0,3.t_g
Ambientes externos com radiação solar direta
IBUTG = 0,7.t_{bun} + 0,2.t_g + 0,1.t_a
Onde: t_{bun} = temperatura de bulbo úmido natural t_g = temperatura de globo t_a = temperatura de bulbo seco do ar

Os valores do IBUTG calculados são comparados com tabelas que apresentam taxas

[21] O stress térmico, pode ser considerado como o estado psicofisiológico a que está submetida uma pessoa, quando exposta a situações ambientais extremas de frio ou calor
[22] Internacionalmente conecido como WBGT - Wet bulb globe temperature
[23] Ambientes quentes - Estimativa do stress por calor sobre o trabalhador, baseado no IBUTG - (bulbo úmido e temperatura de globo).
[24] NR 15 (1978) Atividades e operações insalubres - Anexo 3 da norma- Limites de tolerância de exposição ao calor. Segue a norma internacional (ISO7243,1989)
[25] ISO 7243(1989)

metabólicas de acordo com as atividades desempenhadas (Anexo 2), e seus respectivos IBUTG de referência (Tabela 2.8)

Tabela 2.8 – Valores de referência de IBUTG e classe de taxa metabólica[26]

Classe de taxa metabólica	Valores de referência de IBUTG			
	Pessoas aclimatadas ao calor (ºC)		Pessoas não aclimatadas ao calor (ºC)	
0 - Descanso	33		32	
1 – baixa taxa metabólica	30		29	
2 – moderada taxa metabólica	28		26	
3 – alta taxa metabólica	Sem mov. de ar sensível	Com mov. de ar sensível	Sem mov. de ar sensível	Com mov. de ar sensível
	25	26	22	23
4 – muito alta taxa metabólica	23	25	18	20

A identificação da existência de sobrecarga térmica permite gerar recomendações para prática de atividades de trabalho ou esportivas nos espaços externos, conforme descrito na norma NR15 ou nas sugestões do "Guia para climas quentes" desenvolvido pela Organização de Medicina Esportiva Australiana[27], onde é sugerida uma relação entre o índice do IBUTG obtido e o risco de estresse por calor em atividades esportivas para situação de umidade elevada (acima de 60%)(Tabela 2.9). É proposta também uma escala de pontuação[28], envolvendo idade, preparo físico, tempo de duração, tipo de superfície, temperatura de bulbo úmido, entre outros, que resultam em recomendações para realização das atividades esportivas ou até mesmo a suspensão ou adiamento no caso de competições ou eventos oficiais.

Tabela 2.9 – Relação entre o IBUTG e a possibilidade de estresse térmico durante atividade esportiva para situação de dia quente e úmido[29]

1. IBUTG	2. POSSIBILIDADE DE ESTRESSE TÉRMICO
< 20	Baixa
21 – 25	Moderada a alta
26 – 29	Alta a muito alta
30 >	Extrema

[26] Idem
[27] Sports Medicine Australia (SA Branch) disponível em: http://www.smasa.asn.au/ (acesso: 15 de junho de 2007)
[28] http://www.smasa.asn.au/resources/hotweather.htm
[29] http://www.smasa.asn.au/resources/downloads/hotweatherguidelines05_06.doc

2.2.1.2 – Conforto higrotérmico no espaço urbano

O estudo das condições higrotérmicas em ambientes externos nas grandes cidades é essencial para avaliação e recomendações em projetos urbanísticos e de arquitetura, principalmente nas cidades de clima tropical úmido, onde estes espaços são utilizados durante todo ano e possuem maior interferência de temperatura e umidade elevadas. A qualidade destes espaços pode contribuir para a qualidade de vida da população ou, por outro lado, gerar o isolamento e o abandono social. (ZAMBRANO; STRAMANDINOLI; BASTOS, 2006)

A análise microclimática de um espaço urbanoreferente aohigrodeve considerar condicionantes como a incidência solar e as trocas radiativas[30], direção e intensidade dos ventos, topografia, vegetação e presença de água. Além destes fatores, o traçado urbano, a morfologia das edificações, a característica das superfícies e o comportamento dos indivíduos, são também fatores que influenciam as condições térmicas destes espaços.

A morfologia e a escolha de materiais determinam as trocas radiativas e convectivas, que são aspectos fundamentais para o estabelecimento da condição de conforto de uma pessoa num espaço aberto. As trocas convectivas devem-se a dois diferentes fatores: a ação dos ventos; e as diferenças de temperatura e pressão, que estão ligadas à presença de diferentes materiais no mesmo espaço urbano (DESSI, 2002).

A radiação solar que chega à superfície da terra varia com a altura do sol, atingindo seu máximo quando faz um ângulo de 90º (ROMERO, 1988). A radiação pode chegar ao ambiente urbano de forma direta e difusa, sendo parcialmente refletida e absorvida, de acordo com as propriedades físicas dos materiais e superfícies existentes.

A quantidade energia térmica acumulada e irradiada no espaço urbano é caracterizada principalmente pelo albedo[31], absorção e emissividade das superfícies.

O albedo nas cidades tropicais tende a ser mais elevado devido, principalmente ao uso de cores claras nas fachadas das edificações, embora o adensamento e a verticalização das cidades possam contribuir na redução do albedo do conjunto.

[31] razão entre a quantidade de radiação solar refletida pelo entorno de uma região e a radiação que incide sobre ele.

A verticalização das cidades também interfere no fator de céu visível (ψ). A parcela visível do céu que pode ser observada desde o piso de um ambiente, ou seja, a parte que não está obstruída pelas superfícies verticais urbanas, determina a taxa de arrefecimento radiativo do local (MONTEIRO, 1990 apud MASCARÓ, 2004).

O cálculo de fator de céu visível para determinado espaço urbano pode ser feito através do sistema de projeções estereográficas, onde são projetados os ângulos formados nos planos horizontal e vertical, com origem no ponto mais central da área estudada até as arestas das edificações existem no entorno imediato, conforme ilustrado na figura 2.11.

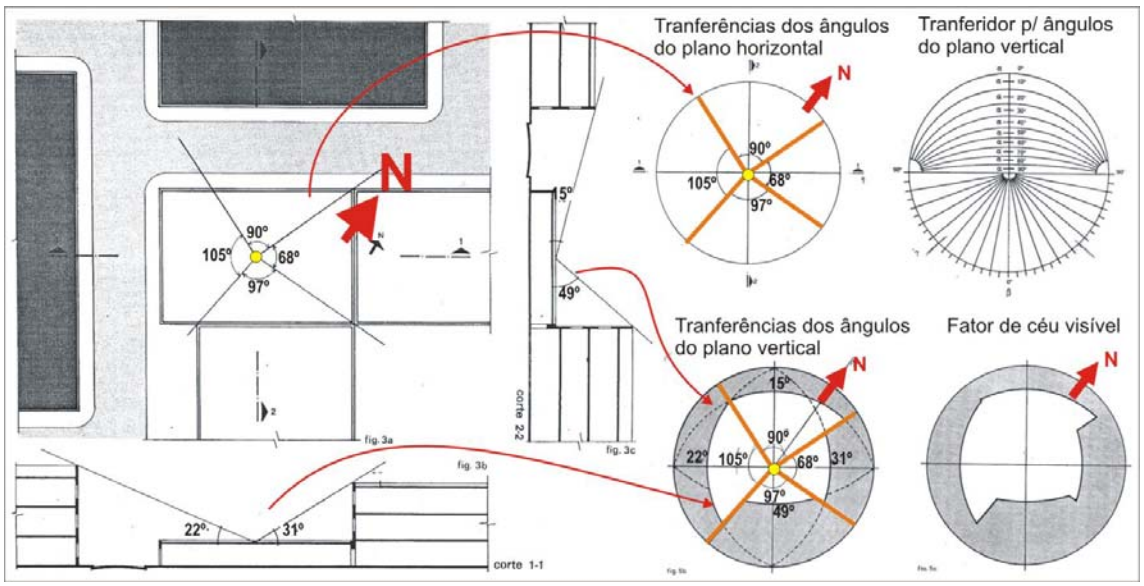


Figura 2.11 – Esquema para cálculo de fator de céu visível[32].

A mascara resultante do fator de céu visível pode ser aplicada sobre o gráfico de insolação correspondente a latitude do espaço urbano estudado, permitindo a identificação das áreas ensolaradas de acordo com a época do ano e período do dia.

[32] Manual técnico de iluminação zenital. Colorplast, s/d.

2.2.1.2.1 – Ação dos ventos

O vento ao incidir paralelamente com uma superfície terrestre tem sua velocidade reduzida de acordo com o grau de rugosidade desta superfície (Figura 2.12). Ao longo de um eixo vertical a esta superfície, a velocidade varia de zero, na superfície, até uma velocidade igual à do fluxo livre de obstruções, gerando o que se chama de gradiente da velocidade do vento.

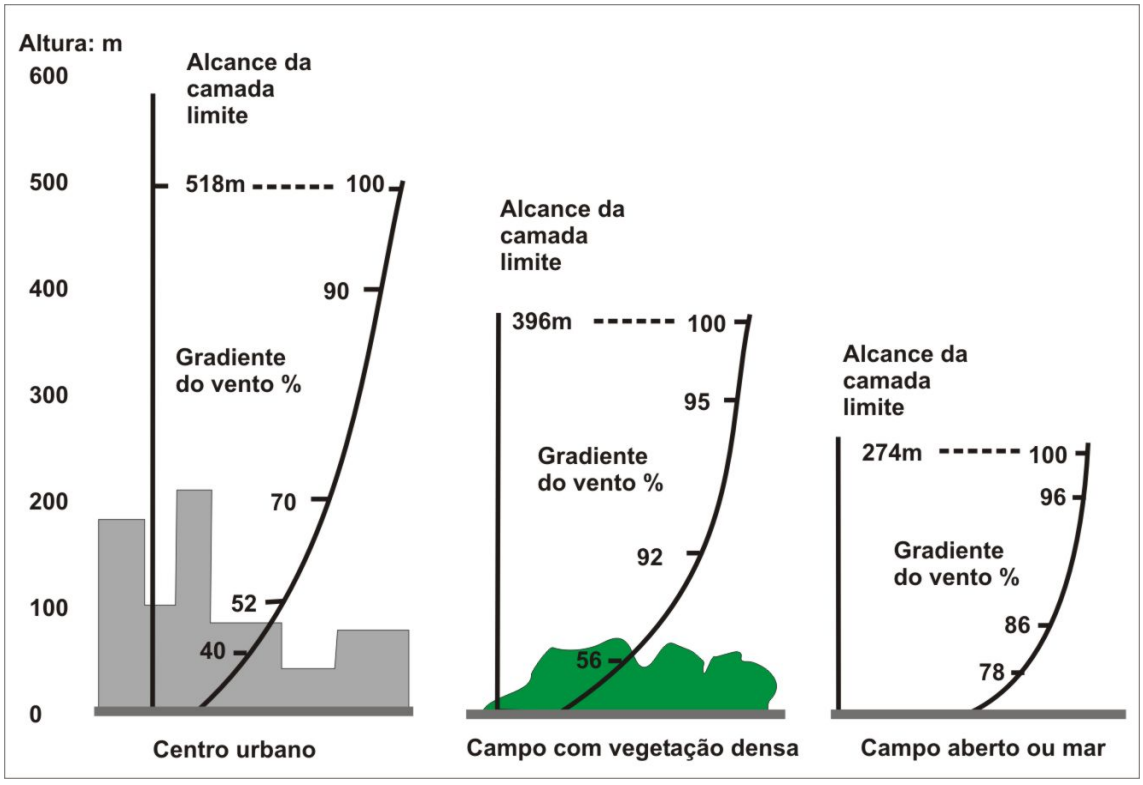


Figura 2.12 – Gradientes da velocidade dos ventos[33].

A configuração da topografia local também pode alterar a direção e velocidade do vento e umidade regional. No caso de barreiras íngremes e velocidades do vento relativamente altas, podem ocorrer a formação de zonas turbulentas de recirculação do ar (BITTENCOURT,2005). Já em regiões de vales, pode ocorrer a canalização da corrente de ar, distorcendo a velocidade e direção (Figura 2.13)

Segundo Romero & Souza (2007) os atributos essenciais para análise da ventilação urbana são a densidade, a rugosidade, a porosidade, a ocupação do solo e a morfologia da arquitetura.

[33] KOENIGSBERGER, !977. p.53

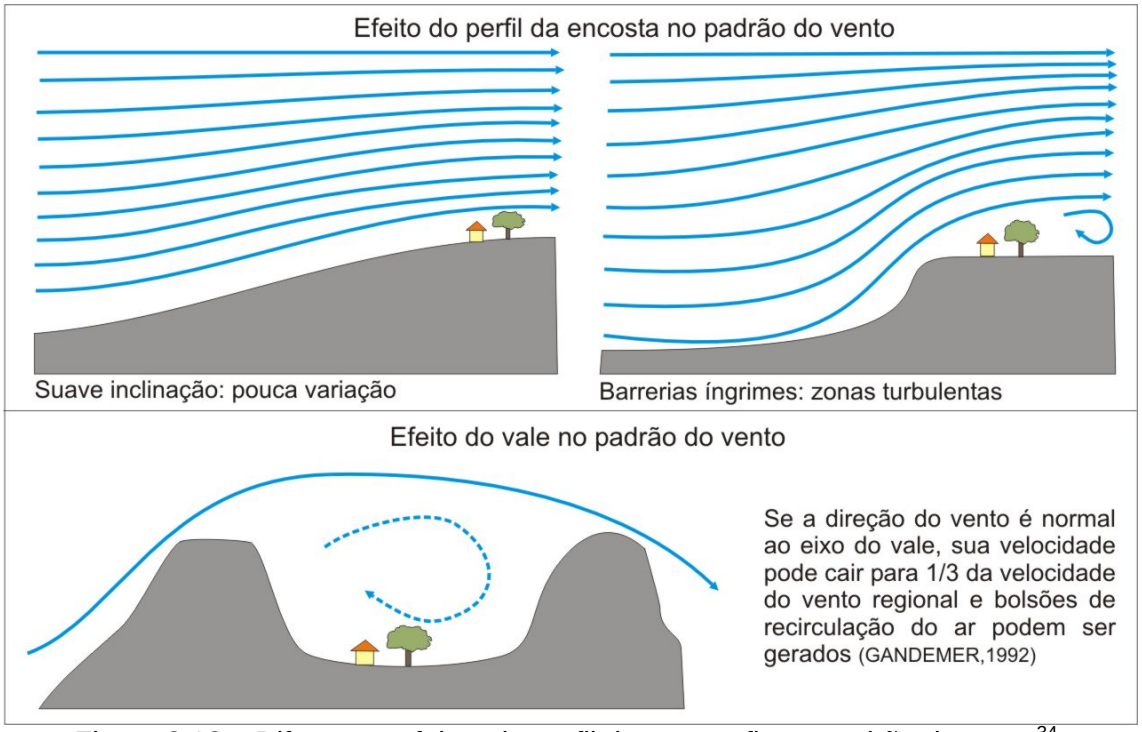


Figura 2.13 – Diferentes efeitos do perfil da topografia no padrão do vento[34].

As cidades apresentam maior rugosidade em relação a outros espaços, como áreas rurais, vales, entre outros. A densidade da malha urbana, a altura das edificações, a largura das ruas e a orientação em relação aos ventos dominantes também interferem no grau de rugosidade da cidade e nas mudanças da direção dos ventos (Figura 2.14).

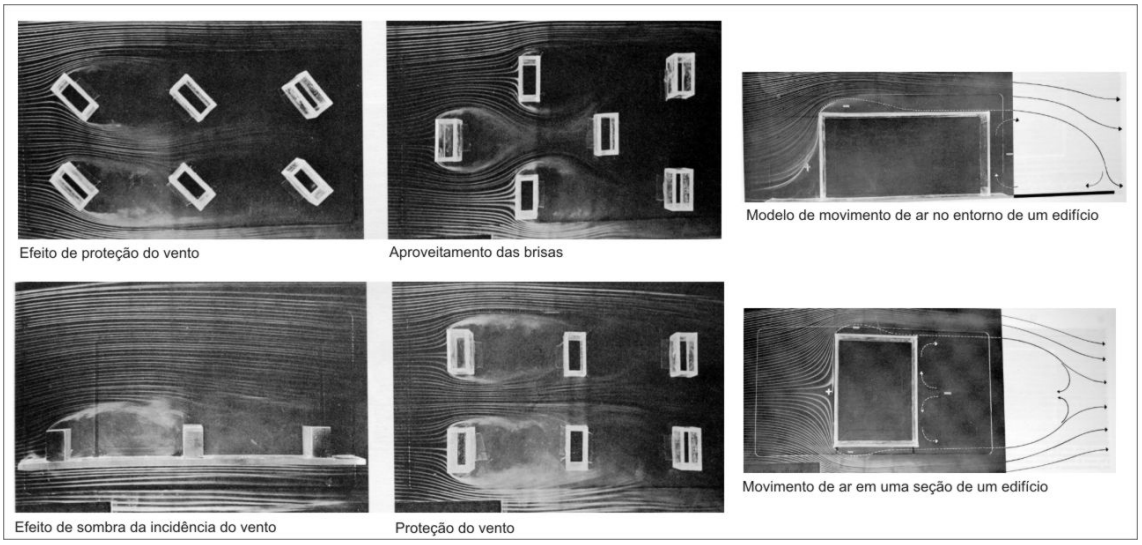


Figura 2.14– Visualizações de mudanças na direção do vento (linhas de corrente) de acordo com a volumetria urbana[35]

[34] Adaptado de BITTENCOURT,2005 p.36
[35] OLGYAY, 2004 p. 101 e 103

Em algumas situações excepcionais, devido ao elevado grau de rugosidade e a forma das edificações pode ocorrer o aumento da velocidade do vento, gerando efeitos aerodinâmicos no espaço urbano como o efeito de canalização, de barreira, entre outros (Figura 2.15)

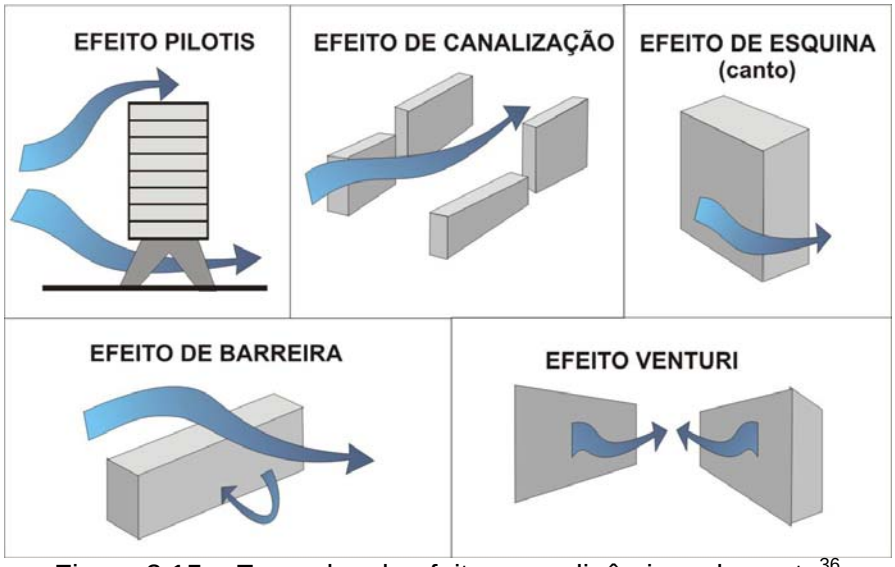


Figura 2.15 – Exemplos de efeitos aerodinâmicos do vento[36]

Nas regiões tropicais, por causa do elevado nível de umidade, é difícil o corpo humano perder calor por transpiração, com isso o movimento de ar pode promover o conforto higrotérmico por incrementar a perda de calor pelo corpo, sendo portanto, importante estratégia de conforto higrotérmico para as regiões de clima tropical úmido (ROMERO & SOUZA, 2007). A ventilação produz uma sensação de alívio em relação à temperatura, ou seja, uma temperatura aparentemente mais baixa que a real, onde o resultado desse efeito da ventilação é uma sensação térmica aparente de até aproximadamente menos 4º (HERTZ, 1998).

O benefício da ação do vento no conforto higrotérmico em clima tropical úmido, pode ser observado na Figura 2.16, onde Nicol (2004) apresenta a possibilidade da elevação da temperatura de conforto, a partir do aumento da velocidade do ar.

[36] Desenho do autor

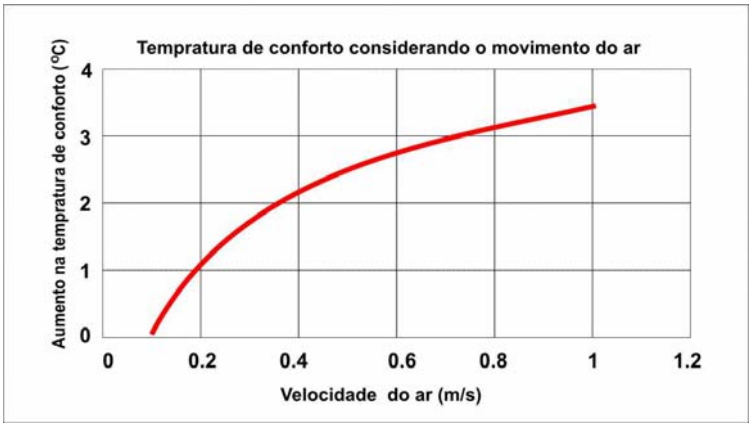


Figura 2.16 – Aumento da temperatura de conforto por diferentes velocidades do vento[37]

A sensação de conforto higrotérmico pode variar ainda em função da umidade relativa, de acordo com o tipo de vestimenta e velocidade do vento (tabela 2.10)

Tabela 2.10 – Relação entre conforto higrotérmico, umidade relativa e temperatura do ar[38]

Umidade (%UR)	Condições de conforto durante o dia -Temperatura do ar (ºC)		
	Limite superior de conforto Ventilação de 1m/s	Conforto Com roupas leves	Limite inferior de conforto Com roupas grossas
0-30	32,5 -29,5	30,0 -22,5	22,5 -18,8
30-50	30,5 -28,5	28,5 -22,5	22,5 -18,0
50-70	29,5 -27,5	27,5 -22,5	22,5 -18,0
70-100	29,0 -26,0	27,0 – 22,5	22,5 -18,0

A estrutura urbana em clima tropical úmido deve privilegiar, sempre que possível, o aproveitamento máximo dos ventos, garantindo a porosidade no conjunto das edificações, evitando grandes massas compactas que se comportem como barreiras para os ventos dominantes, utilizando também ruas e avenidas largas, alternando áreas pavimentadas com canteiros e árvores sombreando o leito carroçável e os passeios (Figura 2.17). Evitando, entretanto, o uso de elementos vegetais ou construídos que dificultem a ventilação e de equipamentos urbanos com cores escuras que possuam coeficiente de absorção elevada. (IPT, 1986).

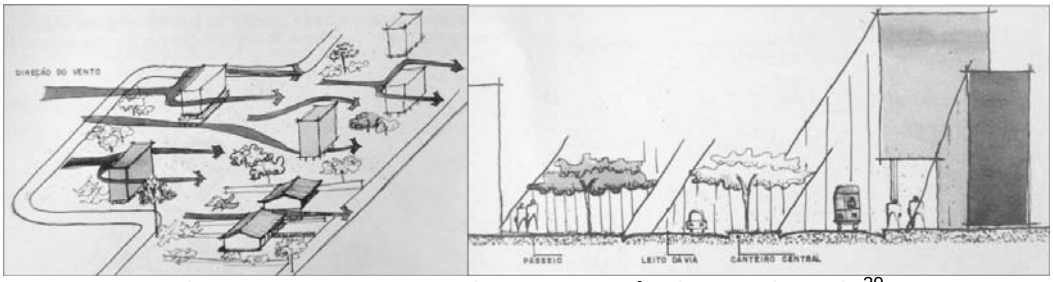


Figura 2.17– Espaço urbano permeável e sombreado[39]

[37] Adaptação NICOL, 2004, p. 633.
[38] Adaptação de EVANS, 1980 (apud HERTZ,1998)

2.2.1.2.2 – Propriedade térmica dos materiais

No espaço urbano, as oscilações térmicas não dependem somente das variações da temperatura equivalente sobre as superfícies, mas também da capacidade térmica dos materiais de construção (RIVERO, 1986), que compõem a maior parte dos revestimentos das cidades, além do solo natural, vegetação e massas de água.

Os diferentes tipos de revestimento das superfícies têm papel fundamental na constituição dos microclimas, uma vez que suas características podem apresentar variáveis graus de permeabilidade e capacidade de absorver e refletir energia térmica.

Em cidades de clima tropical úmido, as árvores e edifícios, por exemplo, podem distribui-se de forma a criar zonas de sombra, reduzindo a radiação solar direta, e conduzir as correntes naturais de ar (EDWARDS, 2004).

A vegetação é reconhecida como elemento estratégico para obtenção de conforto higrotérmico em cidades de clima tropical úmido, em virtude de sua função controladora de temperatura[40].

Outro fator de influência para controle da temperatura, é o revestimento do solo em volta das construções e ao longo dos percursos de pedestres. Conforme visto anteriormente, a radiação que é recebida nas superfícies do espaço urbano será refletida e absorvida em função do coeficiente de reflexão (ρ) e absorção (α) solar dos seus materiais (FROTA, 1995).

O fator de absorção solar dos materiais que revestem tanto o solo como as edificações no espaço urbano depende da sua cor e textura. De modo geral, materiais de cores claras e superfícies polidas são bons refletores, e materiais porosos são bons absorventes, tanto térmicos como acústicos.

As características térmicas de alguns materiais utilizados nos espaços urbanos podem ser observados na tabela 2.11, apresentando exemplos de coeficiente de Absorção solar (α) e Emissividade (emissão infravermelho) (ε).

---

[39] IPT, 1986. p.16 e 20.
[40] No item sobre áreas verdes nas cidades (2.3.4) são explanados todos os benefícios relativos ao uso da vegetação.

Tabela 2.11-Coeficiente de Absorção solar (α) e Emissividade (emissão infravermelho longo) (ε)[41]

PROPRIEDADES FRENTE À RADIAÇÃO DAS SUPERFÍCIES -ACABAMENTO SUPERFICIAL OPACO					
Coeficiente de	Absorção Solar (α)	Emissão Infravermelho(ε)	Coeficiente de	Absorção Solar (α)	Emissão Infravermelho(ε)
INDICAÇÃO GERAL PARA CORES DE PINTURAS			PINTURAS		
Branco, caiação ou mate	0,20 – 0,40		Preta	0,85 – 095	0,90 – 0,98
Cinza-claro para escuro	0,40 – 0,50		Branca	0,30	0,90
Verde, vermelho e marrom	0,50 – 0,70		Branca (ZnO)	0,18	0,95
Marrom-escuro até azul	0,70 – 0,80		Branco de chumbo	0,29	0,89
Azul-escuro até preto	0,80 – 0,90		Verde-claro brilhante (óleo)	0,50	0,95
			Cinza e verde-escuro (óleo)	0,75	0,95
			Caiações	0,20 – 0,50	0,85 – 0,95
			Betuminosas	0,85 – 0,98	0,95
			Pintura de alumínio	0,55	0,55
MATERIAIS DE FACHADAS E REVESTIMENTOS			PAVIMENTOS E CHÃO		
Tijolo vermelho aparente	0,70 – 0,80	0,85 – 0,95	Asfalto	0,93	0,93
Tijolo amarelo-escuro	0,50 – 0,70	0,85 – 0,95	Pavimento de asfalto	0,95	0,90
Tijolo amarelo-claro	0,30 – 0,50	0,40 – 0,60	Terra	0,75	0,75
Concreto aparente (limpo envelhecido)	0,55 / 0,70 – 0,80	0,90	Borracha, preta, dura		0,90 – 0,95
			Borracha, parda, áspera		0,86
Pedra escura aparente	0,65 – 0,80	0,85 – 0,95	Grama	0,67	
Pedra calcária clara	0,57	0,95	Lajotas e azulejos (claros)	0,25 – 0,40	0,90 – 0,95
Mármore claro	0,46	0,95	Areia seca	0,82	0,91
Reboco claro	0,30 – 0,50	0,85 – 0,95	Superfície da água (incidência solar 80º - 90º)	0,53	
Madeira de Pinho	0,60	0,95			
Madeira de Carvalho		0,90	Superfície da água (incidência solar 50º)	0,90	
Maderit	0,80	0,95			
			Absorção da floresta (claro)	0,85	
			Absorção da floresta (escuro)	0,95	
MATERIAIS DE COBERTURA			REVESTIMENTOS METÁLICOS		
Telhas de barro, moldadas	0,65 – 0,80	0,85 – 0,95	Alumínio fosco (galvanizado)	0,40 – 0,65	0,20 – 0,30
Telhas de barro, cor vermelha	0,65 – 0,80	0,85 – 0,95	Folha de alumínio, polido	0,15	0,08
Telhas de barro, cor bege	0,30 – 0,50	0,40 – 0,60	Folha de alumínio, oxidado	0,20	0,11
Telhas de concreto natural	0,65	0,90	Alumínio e cromo, polidos	0,10 – 0,40	0,02 – 0,04
Telhas de concreto, pint. de preto	0,90	0,90	Latão e cobre, polidos	0,30 – 0,50	0,02 – 0,05
			Latão e cobre, sujos	0,60	0,20
Chapas galvanizadas, novas	0,40 – 0,60	0,20 – 0,30	Zinco, oxidado	0,40 – 0,65	0,11
Chapas de fibrocimento, sujas	0,70	0,95	Aço, polido	0,40 – 0,65	0,20 – 0,30
Impermeabilização	0,90	0,95	Ferro galvanizado	0,40 – 0,65	0,20 – 0,30
Laje volterrana	0,70	0,90	Chapa de ferro galvanizado, enferrujada	0,90	0,28
Telha de madeira	0,60	0,92			
Ardósia	0,89				

A escolha dos materiais para o revestimento dos espaços urbanos, deve ter seu desempenho térmico associado ao clima local, considerando ainda que estes materiais podem também influenciar no ambiente sonoro das cidades.

[41] CORBELLA & YANNAS, 2003 p. 267

2.2.2- Conforto acústico

O som já é parte tão comum no nosso dia a dia que raramente percebemos a sua fundamental importância, entretanto, a sensação sonora atua também sobre o bem estar humano, assim como as sensações térmicas, lumínicas e de outro tipo. (SERRA, 2002).

Possuindo diferentes características e níveis, o som pode estar ou não adequado ao ambiente em que se propaga. Esta adequação pode ser definida como “paisagem sonora”, ou seja, estar em um determinado local e desejar ouvir especialmente um tipo de som.

A identificação das paisagens sonoras, como a marca sonora do espaço habitado, a característica sonora das relações interpessoais, a freqüente produção de excitação dos sentidos e de valores simbólicos unidos à percepção e às ações sonoras cotidianas, pode ser desvendada, segundo Augoyard (s/d apud ROMERO, 2001) pelo reconhecimento do contexto espacial. A organização e a morfologia do espaço podem promover, por exemplo, a reverberação, a ressonância, golpes súbitos sonoros, filtragem natural, entre outros.

O excesso de som, tanto em quantidade quanto em altura, e em locais inadequados, torna-se desagradável, chamando-se então de “ruído”. O quanto este ruído pode incomodar dependerá, entretanto, da condição em que ele está relacionado com o dia a dia das pessoas.

2.2.2.1- Propriedades do som

O som pode ser transmitido, refletido e absorvido em um meio elástico (sólido, gasoso ou líquido), variando de acordo com a freqüência sonora e das propriedades de absorção e tamanho dos elementos existentes no ambiente em que ele se propaga (Figura 2.18). Conhecer as características de propagação, isolamento e reflexão dos principais elementos que compõem o espaço urbano auxiliará na identificação de problemas acústicos ou propiciará a sugestão de espaços sonoros mais adequados aos seus usos.

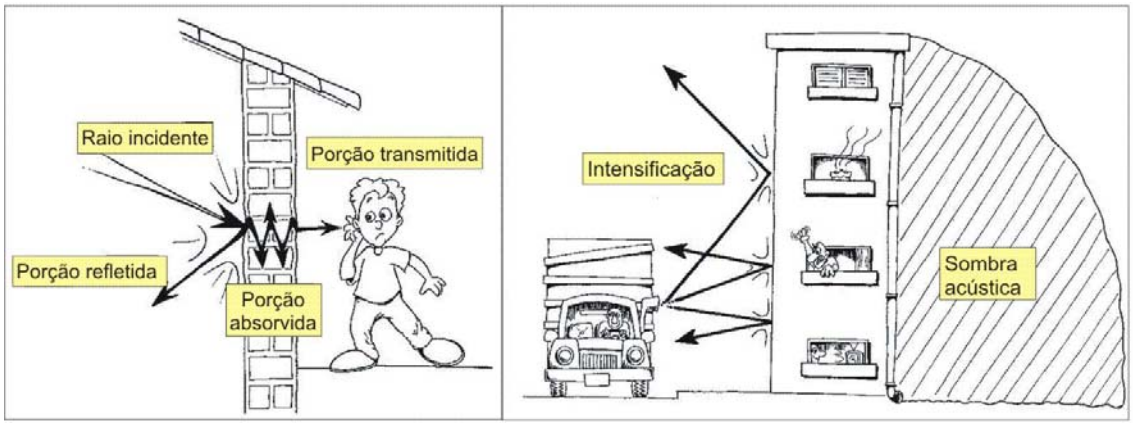


Figura 2. 18 – Incidência sonora sobre uma superfície[42]

A ambiência sonora de um espaço pode ser configurada principalmente de acordo com:

1- Reflexão: As reflexões sonoras da mesma maneira que os raios luminosos, trocam de direção no momento em que encontram uma superfície, sendo o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência.

Podem-se também, estabelecer outras conseqüências da reflexão, consideradas a partir da forma de superfície refletora do som. Em superfícies planas, o som se difunde com ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência, em superfícies convexas, existirá um aumento da difusão sonora; já em superfícies côncavas, será produzida uma concentração sonora, definida como foco.

Conseqüências imediatas da reflexão do som são o eco e a reverberação. O eco é a repetição de um som que chega a um ouvido por reflexão 1/15 de segundo ou mais, depois do som direto, o que corresponde a um trajeto de 22m realizado pelo som. Porque a persistência da impressão timpânica do ouvido humano não pode distinguir nitidamente dois sons breves e sucessivos separados por este tempo.

Já a reverberação é o fenômeno pertinente às reflexões múltiplas, ou seja, está vinculada ao volume e a capacidade de absorção dos materiais constituintes deste espaço.

[42] SOUZA, 2006, p.36 e 57

2 - Absorção : A qualidade de absorção de cada material é indicado pelo coeficiente de absorção sonora (α). Os materiais fibrosos e porosos permitem a penetração da onda sonora e conseqüentemente sua propagação no seu interior. Após sucessivas reflexões neste material, a energia sonora é dissipada sob a forma de calor.

A relação entre a quantidade de energia sonora absorvida e a incidente definirá o seu coeficiente de absorção. A medida desta absorção sonora é o sabine[43]. Os valores da absorção sonora (α) variam de 0 (material totalmente reflexivo) a 1 (material totalmente absorvente), variando também para cada faixa de freqüência.

3 - Transmissão: A transmissão ocorre quando uma onda sonora atinge um obstáculo e este obstáculo vibra transformando-se em uma nova fonte. Entretanto, após a onda atingir este obstáculo, o som percebido sofrerá uma atenuação e terá seu espectro modificado. A capacidade de se opor à transmissão do som depende do coeficiente de transmissão do material (τ)

4 – Difração: Fenômeno que ocorre quando uma fonte sonora emite na direção de uma abertura ou pequenos obstáculos, onde o som passará entre eles e se difundirá do outro lado em ondas esféricas, tendo como centro a referida abertura.

5 -Velocidade: a velocidade das ondas sonoras pode variar de acordo com o meio em que se propaga. O som possui uma velocidade muito maior na água e nos sólidos do que no ar, podendo variar conforme a homogeneidade e elasticidade do corpo que o propaga, como mostra o exemplo na tabela 2.12 a seguir:

Tabela 2.12 – Diferentes materiais e velocidade do som[44]

Material	Velocidade do Som (m/s)
ar (20°C)	340
água	1.460
madeira	1.000 a 2.000
concreto	3.500
tijolo	2.500
aço	5.000 a 6.000
vidro	5.000 a 6.000
chumbo	1.320
cortiça	450 a 500
borracha	40 a 150

[43] Homenagem a Wallace Sabine, um dos percursores da acústica.

[44] DELEBECQUE,R. e ROMAGNOLI, 1975.

Outros elementos que também interferem nas características sonoras de um espaço são a freqüência e o nível de potência sonora.

A freqüência do som (f), é o número de vezes por segundo em que as partículas de ar vibram em torno de sua posição de equilíbrio, que é medido em Hertz(Hz) ou ciclos por segundos. Quanto maior o número de vibrações em um segundo, mais alta é a freqüência. As altas freqüências são características de sons agudos (1400 a 16000Hz) e as baixas freqüências de sons graves (20 a 360 Hz). Um período (T), é o tempo para que a onda sonora complete um ciclo.

A potência sonora corresponde à energia acústica emitida pela fonte por unidade de tempo, caracterizada em Watts. O nível de potência sonora (NPS) da energia produzida por uma fonte sonora é a medida em decibéis (dB).

De uma forma geral, o nível de ruído pode ser avaliado em função da pressão sonora. A pressão sonora é a variação da pressão do ar, em relação à pressão estática. A faixa de percepção do ouvido humano está compreendida entre 2 x 10^{-5} e 20 Pascal(Pa)[45].

A escala Decibel (dB), é utilizada para expressar o nível de pressão sonora correspondente à sensação de um ouvido humano[46]. Os valores expressos na escala decibel (0 a 130 dB) correspondem ao limiar de audibilidade e de dor.

A escala Decibel (dB) pode ainda ser adaptada pela percepção do ouvido humano, uma vez que a sensibilidade é diferente de acordo com as freqüências. Neste caso é utilizada a curva"A" que realiza a conversão de dB para dB(A) através da adição ou subtração de valores, por faixa de freqüência, aos resultados obtidos nas medições, de acordo com a tabela 2.13:

Tabela 2.13 – Conversão de dB para dB(A)

63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
-25	-15	-8	-3	0	+1	+1	-1

[45] 1 Pa = 1N/m² (Newton por metro quadrado).
[46] A partir de estudos dos cientistas alemães Ernest Weber e Gustave Fechner, descobriram que, aproximadamente, as sensações humanas são proporcionais ao logaritmo da intensidade da fonte.

Essa relação numérica entre as escalas decibel e Pascal e quanto esses valores podem ser associados a uma “paisagem sonora”, ou seja, sons que são familiares ou ouvido humano, desde o limite da audição e o limiar da dor, pode ser vista tabela 2.14.

Tabela 2.14 – Relação entre Pressão e Nível de Pressão Sonora[47]

IMPRESSÃO SUBJETIVA	DESCRIÇÃO	PRESSÃO (Pa)	NPS (dB)
ESTRONDOSO	**PERIGO DE RUPTURA DO TÍMPANO** Fogo de artilharia Avião a jato a 1 m	200	140
	LIMIAR DE DOR Avião a jato a 5 m Tambor de graves a 1 m	63	130
	LIMIAR DO DESCONFORTO AUDITIVO Avião a pistão a 3 m Broca pneumática	20	120
MUITO BARULHENTO	Metrô Próximo a rebitador	6,3	110
	Indústria barulhenta Dentro de um avião	2	100
BARULHENTO	**INSALUBRIDADE** Banda ou orquestra sinfônica Rua barulhenta	0,63	90
	Interior de veículo em alta velocidade Escritório barulhento Aspirador de pó	0,2	80
MODERADO	Rua de barulho médio Pessoa falando a 1 m	0,063	70
	Escritório de barulho médio Rádio com volume médio	0,02	60
TRANQÜILO	Restaurante tranqüilo Escritório paisagem com tratamento acústico	0,006	50
	Sala de aula (ideal) Escritório privado (ideal)	0,002	40
SILÊNCIO	Teatro vazio Quarto de dormir	0,0006	30
	Movimento de folhagem Estúdio de rádio e TV	0,0002	20
MUITO SILÊNCIO	Deserto ou região polar (sem vento) Respiração normal	0,00006	10
	LIMIAR DE AUDIBILIDADE Laboratório de acústica (câmara anecóica)	0,00002	0

Estudos da Organização Mundial de Saúde (WHO,1995) mostram que pessoas expostas diariamente a ruídos de aproximadamente 70dB não sofrem danos auditivos, até este limite, mas para níveis de ruídos acima, já são notados problemas. No Brasil, as leis trabalhistas estabelecem limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente[48].

[47] GONZALEZ, s/d
[48] NR - 15 - Anexo 1 - CLT - Consolidação das Leis Trabalhistas Ministério do Trabalho (1978)

2.2.2.2 - Conforto acústico no espaço urbano

A exposição demasiada ao ruído, quanto aos altos índices produzidos e a sua periodicidade como acontece nas grandes cidades, pode trazer efeitos negativos fisiológicos e psicológicos em todo o organismo e que não são percebidos rapidamente.

> *Na nossa sociedade moderna, a acústica arquitetônica tem tomado um sentido completamente distinto do que se tinha historicamente. O que antes era um problema de reprodução de som, quando interessava que estes sons se difundissem de maneira adequada (palavra ou música), na atualidade foi convertido basicamente em um problema de proteção contra o ruído.* (SERRA, 2002. p. 57)

A poluição sonora é indicada como a perturbação nos grandes centros urbanos que envolve o maior número de incomodados, alcançando a terceira prioridade entre as doenças ocupacionais. (PIMENTEL-SOUZA)[49]

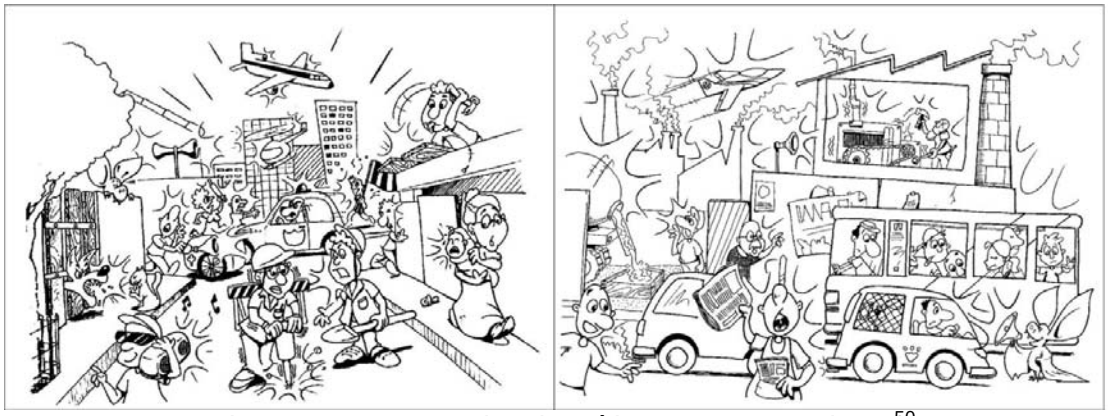


Figura 2.19 – Exemplos de ruídos no espaço urbano[50]

Atualmente, nas grandes cidades, os níveis de ruído estão cada vez mais elevados. A média dos ruídos urbanos provocados, principalmente, pelo tráfego urbano está na faixa de 65 a 90dBA (CETUR, 1978), muito acima dos 55dBA de pressão sonora geralmente recomendados para os espaços externos (NBR 10151/2000). Em pesquisas realizadas pela Organização Mundial de Saúde (WHO,1995), mais de 56% dos entrevistados identificou o ruído do tráfego como o maior causador de incômodo

[49] PIMENTEL-SOUZA . *Efeitos da poluição sonora no sono e na saúde em geral – ênfase urbana.* Internet: www.icb.ufmg.br/lpf/2-1.htlm. Acessado em 15/02/1999
[50] SOUZA, 2006, p. 23 e 48

sonoro. Cerca de 80% do ruído urbano total, provém da circulação de veículos automotores (CETUR, 1978).

Quando se analisa o ruído urbano exclusivamente provocado pelo tráfego rodoviário nos grandes centros urbanos, vários fatores relacionados às características físicas das cidades podem agravá-lo, como a topografia acidentada e as condições de tráfego podem acarretar o aumento dos níveis de ruído em uma cidade.

As alterações nos níveis de potência sonora no espaço urbano provocadas pelas características das vias urbanas, como condição de tráfego, tipo de veículos e declividade podem ser observadas nas Tabelas 2.15 e 2. 16

Tabela 2.15 – Níveis de Potência Sonora Médios para Veículos[51]

CONDIÇÕES DE TRÁFEGO	**Nível de Potência Sonora em dB**	
	LEVES	PESADOS
50 km/h, rua, fluxo livre, desaceleração	98 a 100	110
50 km/h, aceleração	104	115
Via Rápida Urbana	103	115
Auto-estrada	105	112

Tabela 2.16 – Ampliação nos níveis de potência sonora em função da aclividade[52]

Aclive longitudinal em %	0	2	4	6
Correção em dB(A)	0	+1	+2	+3

Vários países do mundo vêm atuando, para que se criem medidas que amenizem os efeitos negativos fisiológicos e psicológicos já cientificamente reconhecidos do ruído na população urbana. A Europa[53], Canadá[54] e Estados Unidos[55] possuem estudos contínuos visando um melhor controle e qualidade ambiental sonora para a população.

[51] CETUR (1980)
[52] Ossipov apud JOSSE (1975)
[53] *Cuidad y medio ambiente*. Cuaderno central nº5. Barcelona.
[54] Internet - www.city.vancouver.bc.ca/fire/info/new/urbnoise.htlm (acesso: junho/ 1999)
[55] "Information on levels of environmental noise requisite to protect health and welfare with an adequate margin of safety", EPA 550/9-74-004, march, 1974, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. 20460.

No Brasil, na esfera federal, o controle da poluição sonora do meio ambiente é regido pela CONAMA[56], aplicando-se para a avaliação de impacto sonoro a NBR 10151[57].

O método de avaliação do ruído baseia-se na comparação entre o Nível de Pressão Sonora Corrigido (L_C) com o Nível Critério de Avaliação (NCA) (Tabela 2.17). O Nível Corrigido (Lc) para ruído sem caráter impulsivo[58] e sem componentes tonais[59] corresponde ao Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq})[60].

Tabela 2.17 – Níveis Critério, em dB(A)para Ambientes Externos (NBR 10151/2000)

TIPOS DE ÁREAS	DIURNO	NOTURNO
Áreas de sítios e fazendas	**40**	**35**
Vizinhanças de hospitais (200 metros além da divisa)	**45**	**40**
Área estritamente residencial urbana	**50**	**45**
Área mista, predominantemente residencial, sem corredores de trânsito.	**55**	**50**
Área mista, vocação comercial e administrativa, sem corredores de trânsito.	**60**	**55**
Área mista, vocação recreacional, sem corredores de trânsito.	**65**	**55**
Área mista até 40 metros ao longo das laterais de um corredor de trânsito	**70**	**55**
Área predominantemente industrial	**70**	**60**

No Rio de Janeiro, a padronização dos procedimentos de fiscalização da poluição sonora é regida pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, através da Resolução nº 406[61] estabelecendo, por similaridade, níveis de ruído ambiental permitidos entre a NBR 10151 e o Zoneamento Municipal (Tabela 2.18).

[56] Resolução nº 1 do CONAMA -Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 8 de março de 1990.
[57] NBR 10.151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Norma recentemente revisada e os critérios e métodos de medição por ela estabelecidos estão em conformidade com os padrões internacionais.
[58] É todo o ruído que contém picos de energia acústica, como bate-estacas, tiros e explosões.
[59] É o ruído que contém apitos, chiados ou zumbidos.
[60] O Nível de Ruído Ambiente corresponde ao Nível de Ruído Equivalente (L_{Aeq}) registrado na ausência do ruído gerado pela fonte potencialmente causadora de impacto sonoro. "Se o nível de ruído ambiente, L_{ra}, for superior ao valor da Tabela para a área e o horário em questão, o NCA assume o valor do L_{ra}" (NBR 10151/2000).
[61] Resolução SMAC N.º 406 de 28 de NOVEMBRO de 2005

Tabela 2.18 – Níveis (NCA), em dB(A), para Ambientes Externos (NBR 10151/2000)

TIPOS DE ÁREAS	PERÍODO DIURNO	PERÍODO NOTURNO	ZONEAMENTO MUNICIPAL[62] (por similaridade)
Áreas de sítios e fazendas	**40**	**35**	Zonas de preservação e conservação de unidades de conservação ambiental e zonas agrícolas ZA , ZCVS, ZPVS, ZCA, ZE 6
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	**50**	**45**	ZRU, ZE 1, ZE 2
Área mista, predominantemente residencial.	**55**	**50**	ZR 1, ZR 2, ZR 6, ZOC, ZE 4
Área mista, com vocação comercial e administrativa	**60**	**55**	ZR3, ZR 4, ZR 5, ZUM, CB de ZR, ZC, ZCS, ZRM, ZE 3, ZE 7, ZE 8
Área mista, com vocação recreacional	**65**	**55**	ZT, AC, ZP, ZTE, CB de ZT, ZECcultural
Área predominantemente Industrial	**70**	**60**	ZI, ZIC, CB de ZI, ZEE, ZEI, ZPI, ZUPI
Obs: Os níveis máximos de sons e ruídos permitidos em ZE serão verificados de acordo com os usos previstos em cada sub-zona em correlação com a tabela acima. Período diurno entre 7:00 e 22:00 horas do mesmo dia Período noturno entre 22:00 horas de um dia e 7:00 horas do dia seguinte (Decreto nº 5.412, 1985).			

A configuração do ambiente urbano, também influência na propagação do som, permitindo, muitas das vezes, a multiplicação das reflexões sonoras, amplificando ainda mais os níveis de ruído encontrados.

Vários elementos ambientais e morfológicos que influenciam as características microclimáticas do espaço urbano, também têm um papel importante na propagação do som.

[62] LEGENDA: AC (1,2) - área central; CB - centro de bairro; ZA (1,2) – zona agrícola; ZC (1,2,3) - zona comercial; ZUM - zona de uso misto; ZCS (1,2,3) - zona de comércio e serviço; ZE (1 a 10) - zona especial; ZEE – zona econômica exclusiva (Lei Comp. 16/92, Art. 221); ZECC – zona especial do corredor cultural (Lei 506/84); ZT (1,2) - zona turística; ZCVS - zona de conservação da vida silvestre; ZTE – zona turística especial (Lei 2.259/73); ZPVS - zona de preservação da vida silvestre; ZP - zona portuária; ZOC - zona de ocupação controlada; ZI (1,2) - zona industrial; ZCA (1,2) – zona de conservação ambiental; ZIC - zona de indústria e comércio; ZRU - zona residencial unifamiliar; ZEI – zona estritamente industrial; ZRM (1,2) - zona residencial multifamiliar; ZPI - zona predominantemente industrial; ZR 1, 2 , 3 - zona residencial (permite ensino em edificação exclusiva); ZUPI (1,2) – zona predominantemente industrial; ZR 4, 5 - zona residencial (permite comércio em edificação mista e pequena indústria); ZR 6 – Residencial e agrícola

Entre os elementos ambientais, pode-se destacar o vento e a vegetação. O vento, de acordo com sua velocidade e direção pode auxiliar ou limitar a propagação do som. Já a vegetação, auxilia na absorção e dispersão do som, diminuindo sua intensidade quando se encontra em sua trajetória, entretanto não é eficiente na função de isolamento do som.

Quanto à morfologia do espaço, pode-se destacar a topografia e as características geométricas dos elementos edificados, configurando o tamanho e a densidade da estrutura urbana.

A topografia de um espaço pode influenciar na propagação de um ruído, prolongando a permanência de um som devido a múltiplas reflexões, ou como elemento de obstrução, funcionando como uma barreira acústica natural, isolando o ruído em relação a outro espaço. (Figura 2.20).

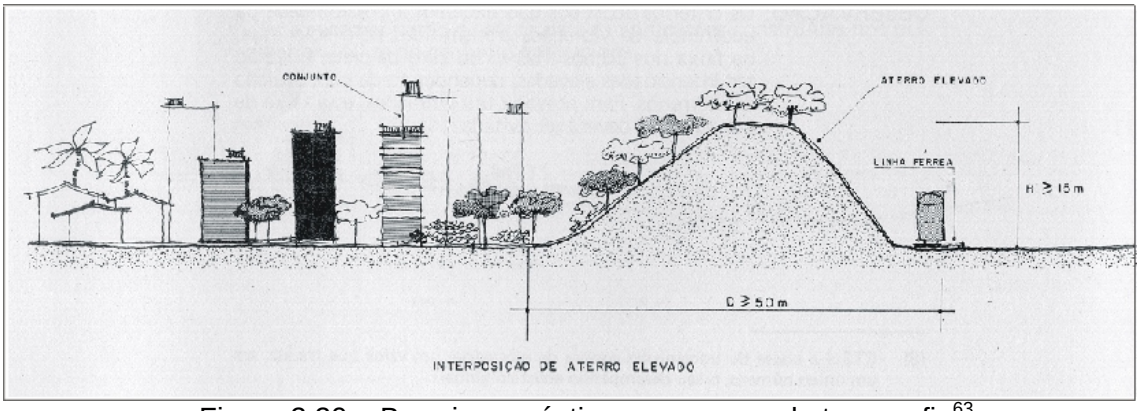


Figura 2.20 – Barreiras acústicas com o uso de topografia[63]

As características geométricas do espaço influenciam também nas múltiplas reflexões do som no ambiente urbano ou como elemento de barreira. De acordo com as alturas e afastamentos entre as edificações, o som poderá ser mais refletido ou dissipado. Na Figura 2.21, pode-se observar as múltiplas reflexões sonoras do ruído proveniente de uma via, a amplificação das reflexões sonoras em função do local da fonte sonora e da altura das edificações e o escalonamento de edificações ou entre elas permitindo a dissipação do som ou o funcionamento como barreira acústica.

[63] IPT,1986, p.64

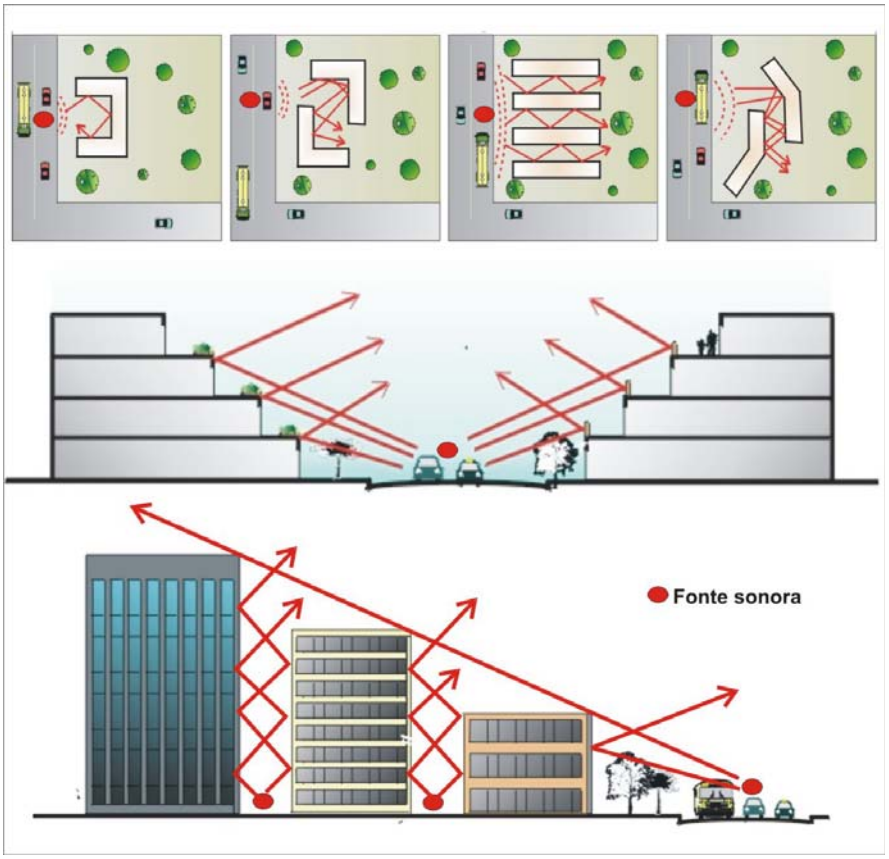


Figura 2.21 – Exemplos de reflexões sonoras no ambiente urbano[64]

Outros fatores que influenciam na ambiência sonora de um espaço urbano são as distâncias existentes entre as fontes sonoras e o receptor, as características de absorção sonora dos materiais de revestimento das superfícies e isolamento dos ambientes ruidosos.

A distância entra como importante meio de elemento de atenuação sonora no espaço urbano, uma vez que o ar possui uma velocidade menor entre outros meios de propagação de som (Tabela 2.12). Em um campo livre, a atenuação sonora é cerca de 6 dB para fontes pontuais ou 3 dB para fontes lineares, a proporção que a distância entre a fonte e o receptor é duplicada (EGAN, 1972).

A Figura 2.22 ilustra um exemplo de atenuação sonora em relação da distância e a fonte sonora (via de trânsito).

[64] Desenho do autor.

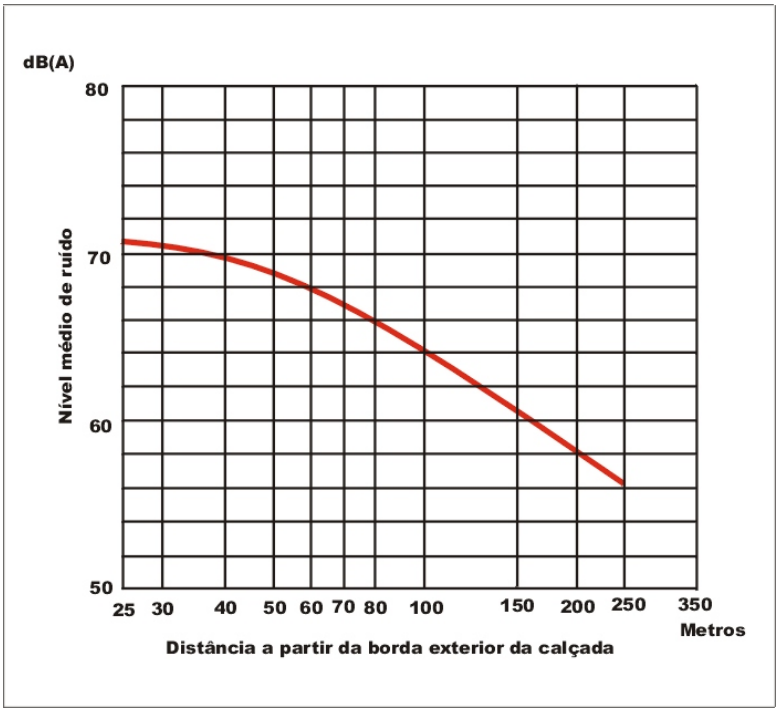


Figura 2.22 – variação do nível de pressão sonora com a distância a partir da borda da via (tráfego de 2.000 veículos/ hora) para pontos do solo sem obstáculos em suas imediações[65]

Entretanto, a distância não atua de forma isolada na atenuação sonora. O nível sonoro varia também em função das características geométricas do meio de propagação, conforme visto anteriormente, e dos coeficientes de absorção dos materiais de revestimento das superfícies refletoras. A atenuação se processa pela perda de energia sonora a cada reflexão, ou quando a onda sonora encontra um ângulo de escape para campo livre.

Em todo espaço urbano, a propagação do som está associada a várias reflexões, principalmente pelas características dos revestimentos do solo e das edificações, que funcionam como um plano refletor, uma vez que em sua maioria, possuem superfícies mais refletoras que absorventes.

Os materiais mais freqüentemente encontrados no revestimento ambiente urbano foram classificados pelo CETUR(1981), em cinco categorias de acordo com seu coeficiente médio de absorção sonora[66] (Tabela 2.19)

[65] Josse, 1975. p.85
[66] Média dos coeficientes de absorção sonora(α) para as frequências de 250, 500, 1000 e 2000 Hz.

Tabela 2.19 - Coeficientes de absorção sonora de materiais e tipos de solo[67]

Categoria	Coeficiente de absorção (α)	Tipo de material
1	Totalmente reflexivo $\alpha = 0$	espelho d'água laje de concreto chapa metálica mármore, granito madeira envernizada
2	Semi-reflexivo $\alpha = 0,2$	madeira sem polimento c/ juntas largas reboco placas de pedras regulares blocos de concreto rugoso solos revestidos de material betuminoso (ex: asfalto) resinas
3	Semi-absorvente $\alpha = 0,5$	madeira sem polimento, sem juntas
4	Absorvente $\alpha = 0,7$	solo natural c/ muitas irregularidades e vegetação densa
5	Totalmente absorvente $\alpha = 1$	Somente em hipótese teórica

Além dos coeficientes de absorção dos principais tipos de solo, outros materiais também devem ser destacados, pois revestem outros elementos do espaço urbano que também influenciam a propagação do som, como as edificações. Alguns destes materiais que podem ser utilizados como objetos para isolamento, absorção ou reflexão sonora são apresentados na Tabela 2.20 indicando seu coeficiente de absorção em função da faixa de freqüência sonora.

[67] CETUR, 1981, p.39

Tabela 2.20 - Coeficientes (α) de absorção sonora em função da freqüência[68]

MATERIAL	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Lã de rocha (densidade = 100 kg/m^2, espessura = 50 mm)	0,27	0,62	0,88	0,93	0,81	0,76
Fibra de madeira (densidade = 230 kg/m^2 e espessura = 20mm)	0,15	0,44	0,45	0,44	0,53	0,59
Gesso perfurado (diâmetro de perfuração = 6mm, espessura = 12mm) sobre lã mineral (espessura: 18mm)	0,10	0,19	0,42	0,74	0,57	0,34
Chapa metálica (20 % perfurada) sobre lã mineral (espessura = 10 mm)	0,61	0,75	0,73	0,70	0,76	0,67
Madeira envernizada	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Reboco	0,01	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05
Mármore	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Gesso	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
Tijolo aparente	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
Compensado de 5 mm à 20 mm da parede	0,07	0,12	0,28	0,11	0,08	0,08
Compensado de 5 mm à 50 mm da parede	0,47	0,34	0,30	0,11	0,08	0,08
Lã de rocha aglomerada (espessura = 40 mm)	0,30	0,70	0,88	0,85	0,65	0,60
Lã de rocha aglomerada (espessura = 40 mm) revestida de papel k*raft*	0,74	0,54	0,36	0,32	0,30	0,17
Lã de vidro (espessura = 25 mm)	0,15	0,58	0,60	0,64	0,62	0,62
Lã de vidro (espessura = 25 mm) sobre treliça metálica flutuante	0,45	0,45	0,45	0,50	0,52	0,52
Lã de vidro (espessura = 25 mm) revestida de tela	0,39	0,45	0,56	0,59	0,61	0,55
Argila expandida	0,40	0,90	0,90	0,80	0,75	0,85
Placas de pedra (10 cm)	0,09	0,13	0,13	0,16	0,27	0,49
Laje de concreto	0,06	0,06	0,06	0,09	0,16	0,25
Parede de tijolos estriados	0,05	0,27	0,23	0,13	0,21	0,46
Concreto aparente	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05
Blocos de concreto natural	0,36	0,44	0,31	0,29	0,39	0,25
Blocos de concreto pintado	0,10	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08

O isolamento de ambientes ruidosos no espaço urbano é de complexa execução. De um modo geral, o isolamento ocorre de acordo com o coeficiente de transmissão do material combinado com seu dimensionamento, ou seja, quanto maior for a sua superfície e espessura, maior será o isolamento. A complexidade ocorre devido ao

[68] CETUR (1981)

fenômeno da difração, que permite a difusão do som (Figura 2.23), reduzindo as possibilidades de isolamento, e a limitação de vedações totais ou parciais de ambientais que poderiam em algumas situações, causar reflexos nas condições de conforto higrotérmico e visual.

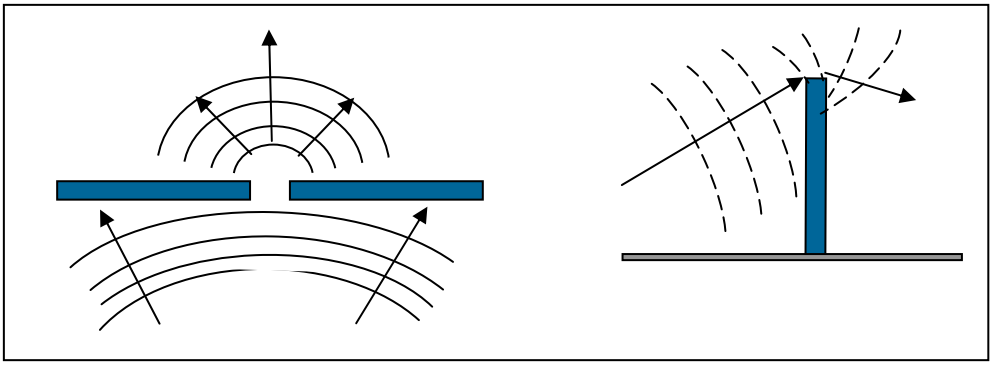


Figura 2.23 – Fenômeno de difração do som[69].

Especialmente em cidades de clima tropical úmido a preocupação com a redução sonora nos espaços externos deve ser destacada. Este fato relaciona-se com a necessidade de espaços amplos e abertos para promoção da ventilação constante em seus ambientes externos e internos, permitindo melhor controle higrotérmico, entretanto possibilitando também menor isolamento do som.

As principais sugestões para o controle de ruído neste perfil climático são: incrementar a absorção do som através revestimentos de superfícies com maior coeficiente de absorção (KOENIGSBERGER, 1977) e usar barreiras externas naturais ou artificiais, como topografia, vegetação, muros, etc. (SERRA, 2002).

Embora a barreira exclusivamente vegetal não apresentar isolamentos significativos, necessitando para redução sonora de bosques com mais de 30 metros de largura (EGAN, 1972), e a barreira composta por muros poder ter a redução sonora prejudicada pela difração, a combinação destes dois elementos, pode em alguns casos gerar uma barreira visual que amplia a sensação de estar também visualmente protegido, ajudando psicologicamente na percepção sonora do espaço (SERRA, 2002).

[69] Desenho do autor

2.2.3-Conforto visual

A visão é considerada como um dos sentidos mais solicitados para a comunicação, pois permite avaliar distâncias, distinguir cores, formas e volumes com precisão.

O conforto visual relaciona-se com a qualidade ou inteligibilidade de leitura de uma informação visual percebida, ou ainda em função da reação decorrente de conteúdos estéticos e psicológicos transmitidos através desta visualização.

Essa percepção é realizada pelo sistema visual, ou seja, grupo de estruturas orgânicas compreendendo o olho, o nervo ótico e partes do cérebro que transformam o estímulo provocado pela incidência de luz em um complexo de excitação de nervo, cuja correlação subjetiva é a percepção visual.

Para que se permita uma visão nítida de um espaço, são necessárias condições mínimas de iluminação. Pode-se dizer que uma pessoa está confortável visualmente em relação a um acontecimento ou fenômeno quando pode observá-lo sem preocupação ou incômodo, ou seja, quando o nível de luz que se precisa para ver os detalhes é correto, não se tendo grande contraste de luz nem ofuscamento produzido por zonas de luminosidade exagerada em relação ao restante do local (CORBELLA &YANNAS, 2003).

Os parâmetros que definem a qualidade da visão são, portanto, o campo visual, a acuidade, a adaptação e o contraste.

A caracterização de uma fonte luminosa é definida pela intensidade luminosa (I), pelo seu fluxo luminoso (Φ) e nível de luz (E) (ou iluminância ou iluminação)[70]. O tipo de tarefa que deverá ser desempenhada em um ambiente, é que definirá a quantidade de luz necessária, as cores e formas a serem utilizadas para que essa seja realizada com um bom desempenho visual. De acordo com as normas brasileiras (NBR5413/1992), cada ambiente requer um determinado nível de iluminância (E) mínimas, estabelecido de acordo com as atividades a serem ali desenvolvidas (tabela 2.21)

[70] Intensidade luminosa: é a quantidade de fluxo luminoso irradiado de uma fonte de luz em um ângulo infinitesimal (1 candela = lúmen/estereorradiano); Fluxo luminoso: quantidade de energia luminosa emitida por uma fonte de luz em uma unidade de tempo (lúmen); Iluminância: é a densidade de fluxo que incide sobre uma superfície (Lux = Lúmen/m^2)

Tabela 2.21 – Iluminâncias por classes de tarefas visuais[71]

	ILUMINÂNCIA (lux)	TIPO DE AMBIENTE / ATIVIDADE
CLASSE A Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais	20 - 30 - 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 - 75 - 100	Orientação simples para permanência curta
	100 - 150 - 200	Recintos não usados para trabalho contínuo;depósitos
	200 - 300 - 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
CLASSE B Iluminação Geral para área de trabalho	500 - 750 - 1.000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria escritórios
	1.000 - 1.500 - 2.000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas
CLASSE C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2.000 - 3.000 - 5.000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
	5.000 - 7.500 - 10.000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10.000 - 15.000 - 20.000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

2.2.3.1 – Conforto visual no espaço urbano

Os níveis de iluminação natural em espaços abertos são bem maiores que em espaços internos, podendo ultrapassar os 30.000 lux, superando consideravelmente os níveis mínimos de iluminação para a realização de tarefas visuais em ambientes internos, recomendados pela norma.

Embora estes valores, em algumas situações possam causar ofuscamento, níveis elevados de iluminação são considerados por usuários do espaço urbano como visualmente agradáveis ou apenas claros[72] (NIKOLOPOULOU, 2004). Este fato pode ser considerado uma vez que o olho humano se adapta melhor à luz natural que à artificial, e esta não reproduz as cores da luz natural, nem varia conforme as horas do dia, reduzindo a riqueza em cores e contrastes dos objetos iluminados (CORBELLA &YANNAS, 2003).

Estes elevados níveis de iluminamento dos espaços abertos são gerados pela luz natural, proveniente da radiação solar, que incide na superfície do espaço urbano de forma direta (luz direta) ou na forma de radiação difusa, refletida pelas camadas da atmosfera, nuvens e outros elementos da própria composição do ar (luz difusa).

Nas regiões tropicais úmidas a radiação solar incidente é alta, seja como radiação direta em dias ensolarados ou na forma de radiação difusa durante os dias nublados.

[71] NBR5413/1992
[72] A pesquisa apresentou como apropriados níveis de iluminamento horizontal entre 10 a 50klux em áreas ensolaradas e entre 25 klux a 60klux em áreas sombreadas

A radiação difusa é muito importante como parte da radiação global, devido ao alto índice de nebulosidade durante todo o ano (HERTZ, 1998).

Além dos níveis de iluminamento proveniente da radiação solar, que variam de acordo com a época do ano e período do dia, o albedo das superfícies que compõem o espaço urbano podem também influenciar na sua iluminação. De um modo geral superfícies claras e secas refletem mais a radiação solar (albedo maior) que superfícies mais escuras e úmidas (albedo menor) (Tabela 2.22).

Tabela 2.22– Exemplos de albedo de materiais e superfícies urbanas típicas.[73]

SUPERFÍCIE	Albedo –(α) (radiação solar)(%)
1-RUAS	
Asfalto	5 – 20
2-PAREDES	
Concreto	10 -35
Tijolo	20 -40
Pedra	20-35
Madeira	40
3-COBERTURAS	
Betume e cascalho	8-18
Telhas	10-35
Ardósia	10
Chapa metálica	10-16
4-JANELAS	
Vidro comum	
- altura do sol – 40º	8
-altura do sol + de 40º	9-52
5-PINTURAS	
Brancas, claras	50-90
Vermelha marrom, verde	20-35
Preto	2-15
6-ÁREAS URBANAS	
Variação	10-27
Média	15
7-OUTRAS	
Terra preta úmida	8-9
Terra preta seca	12-25
Areia seca	18-30
Erva seca	32
Deserto	24-28
Campos verdes	3-15
Bosques escuros	5
Pinha	20-29
Tijolos (segundo sua cor)	23-48

Como foi visto anteriormente, o albedo pode sofrer influência também da verticalização da cidade criando obstruções na incidência da iluminação natural direta e difusa dos espaços urbanos.

Estas obstruções interferem também na porção do céu visível (figura 2.11) e assim como outros elementos, que segregam e desconfiguram o espaço urbano, interferem na qualidade visual do espaço em relação à sua percepção.

[73] Adaptado de MASCARÓ, 2004, p.61

A iluminação artificial também deve ser considerada no conforto visual dos espaços urbanos, principalmente no período noturno. Além da necessidade de se gerar o nível de iluminação necessária para as atividades que poderão ser realizadas neste período, existe a possibilidade de utilizá-la como iluminação decorativa, promovendo uma percepção do espaço diferenciado daquela vista durante o dia. Deve-se ainda prever sua otimização, visando à eficácia da qualidade de um projeto de iluminação noturna, evitando desperdícios ou poluição visual.[74]

Além das condições de iluminação para realização de tarefas, o conforto visual também está associado às questões da paisagem. Segundo Smardon (apud HIGUERAS, 2006) a descrição da paisagem visual inclui seis variáveis básicas definidas pela cor, forma, textura, linha, configuração e escala.

A percepção visual pode ser considerada como o principal processo mental que atua como mediador na relação do homem com o seu entorno, integrando aferições sensoriais que vão construir a imagem do espaço observado adaptada ao seu esquema corporal, seu sentido de orientação e comportamento (GIBSON, 1966).

A cidade é vista sob todas as luzes e condições atmosféricas possíveis, gerando assim percepções sempre diferenciadas. A imagem que se obtém dos espaços públicos é, na maioria das vezes, de forma parcial não abrangente. Percebemos e interagimos com “trechos” da cidade. Sua forma visual, suas dimensões, relação de proporção com o entorno, cor e texturas são qualidades que influenciarão na percepção dos limites espaciais da sua forma e conseqüentemente, sua integração ou destaque no contexto em que será inserida.

Além das suas funções visuais, os elementos da forma associados à sua linha perceptiva e à sua natureza de organização, também transmitem noções de domínio e lugar, hierarquia e ordem.

Portanto, o estudo da paisagem em uma cidade é determinante para poder estimar as condições de integração e contraste entre todos os elementos que se observam. Considerando a importância da percepção visual, foi incluída na metodologia proposta itens de avaliação de conforto visual que abordem questões tanto de iluminação como também de pontos positivos e negativos dos espaços analisados.

[74]Conforme recomenda a *International Dark-Sky Association (IDA)* http://www.darksky.org . Acessado em 12/05/2007

2.2.4 – Áreas verdes nas cidades

As áreas de zonas verdes e espaços livres constituem a espinha dorsal de qualquer intervenção a favor do bem estar ambiental (HIGUERAS, 2006).

A quantidade e localização dos espaços livres e das zonas verdes são os elementos que articulam toda a proposta de organização espacial para as atividades relacionadas com os usos recreativos e de definição dos equipamentos urbanos, possibilitando, de acordo com as prioridades de uso, a ampliação da qualidade ambiental.

Este novo delineamento da natureza na cidade, tem como objetivos prioritários, desde a habitabilidade dos espaços livres para toda população, sua continuidade espacial dentro da cidade, até a biodiversidade das espécies.

Segundo Cencini (1984, apud HIGUERAS,2006), a correta implantação das áreas verdes nas cidades, deve relacionar-se com as múltiplas funções de ordem estética, urbanística, higiênica, ambiental, social recreativa. Independente de sua ordenação, as zonas verdes no contexto urbano, são a garantia da presença da natureza, tendo como benefícios os seguintes aspectos apresentador por Sukopp e Werner (1989, apud HIGUERAS, 2006):

- Ornamentação da cidade

- Proporcionar espaços recreativos para população e favorecer o contato com a natureza, através de usos de ócio, educativos, didáticos e recreativos.

- Melhorar as condições climáticas, de umidade e controle de temperatura, para estabelecer um microclima local adequado aos espaços abertos.

- Redução da contaminação ambiental, já que as folhas servem de depósito de partículas poluentes em suspensão.

- Servir como filtros e redutor da velocidade dos ventos

- Atenuação dos ruídos de baixa freqüência.

- Proporcionar espaços adequados para o desenvolvimento da vida animal

- Promover efeitos psicológicos benéficos sobre a população residente e visitante através da mudança da paisagem durante as estações do ano.

As áreas verdes podem contribuir também no ciclo hidrológico, favorecendo a infiltração das águas pluviais. Segundo Romero & Andrade (2007), o aumento do percentual de impermeabilização do solo urbano, aumenta o escoamento da água superficial, a poluição e o assoreamento dos rios e lagos causados pelo carregamento de detritos lançados nas ruas. O incremento das áreas verdes deveria fazer parte de uma estratégia abrangente para melhorar a qualidade do ar, reaproveitar a água das chuvas e, consequentemente, aumentar o conforto higrotérmico.

A vegetação pode ter papel de destaque com relação ao controle de temperaturas em regiões de clima quentes. O plantio vegetal em áreas urbanas é uma das estratégias aplicadas para a mitigação dos efeitos das ilhas urbanas de calor, funcionando como um significante regulador do clima urbano (YU e HIEN, 2006).

Estudos realizados por (LABAKI et alii, 2001) indicam a eficiência das árvores no controle da radiação solar incidente sobre os espaços urbanos, com resultados de atenuação que podem chegar em média entre 70% a 90%, dependendo do tipo da espécie arbórea.

Segundo Larcher (2000, apud VASCONCELLOS, 2006) a cobertura vegetal funciona como um sistema de assimilação, no qual as camadas de folhas estão sobrepostas e se sombreiam mutuamente interceptando e absorvendo a radiação solar.

A temperatura superficial das folhas do vegetal não é elevada apesar da quantidade de energia absorvida, por volta de 90% das lumínicas e 60% das infravermelhas, mantendo-se sempre abaixo da temperatura dos corpos inertes vizinhos (RIVERO, 1986). A temperatura sobre uma superfície de grama em dias ensolarados de verão fica reduzida entre 5° a 7°C em relação à superfície construída (HERTZ,1998)

Esta afirmativa é confirmada por Rivero (1986) em medições de temperaturas superficiais realizadas em áreas gramadas, tanto sombreadas como ao sol, apresentam valores sempre inferiores às superfícies pavimentadas (Figura 2.24)

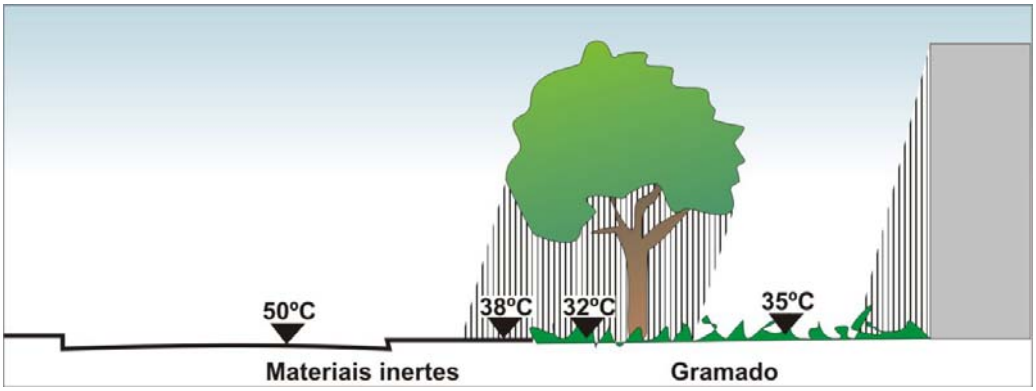


Figura 2.24 – Os vegetais têm sempre, no verão, um comportamento térmico notadamente superior que os dos materiais inertes[75]

Segundo os estudos em parques urbanos realizados por Yu e Hien (2006), o efeito de resfriamento provocado nas zonas verdes não se limitam as áreas com vegetação mas também podem alcançar e beneficiar o ambiente construído de entorno.

A vegetação também é destacada como elemento essencial no urbanismo bioclimático pelos seus aspectos benéficos, como suas características visuais, estabilização de taludes, retardo na erosão, influência na quantidade e qualidade da água, atua como atenuante do ruído e constitui o habitat de numerosas espécies de animais. Entretanto, a utilização da vegetação nestas áreas verdes deve ser estudada de acordo com o perfil climático da região, pois dentro dos seus benefícios no ambiente urbano como ação sobre a contaminação atmosférica, umidade ambiental, velocidade dos ventos e radiação solar, sua aplicação poderá ser diferenciada.

A ação da vegetação para controle da velocidade dos ventos é fator essencial para regiões de climas mais secos e frios, onde o vento pode ser caracterizado como indesejável, ao contrário, em regiões de clima quente e úmido, onde a velocidade dos ventos é habitualmente menor e as temperaturas são elevadas, este controle não será adequado.

A proteção da radiação solar nos espaços urbanos exercida pela vegetação é indicada como ideal para todo o período de temperaturas elevadas. Nas regiões de climas mais amenos que o tropical úmido, recomenda-se o uso de vegetação caduca para que no período de inverno, quando as árvores perdem as folhas, estes

[75] Adaptado de RIVERO, 1986 p.157

ambientes sejam aquecidos. O uso de vegetação caduca não é indicado para nas regiões tropicais, devido à inexistência de invernos rigorosos.

Independente do perfil climático da região, a atuação da vegetação sobre a poluição atmosférica e de proteção de ruídos é similar. O vegetal no ambiente urbano, segundo Smith e Dochinger (1976, apud MILANO, 2000) têm considerável potencial de remoção de partículas e gases poluentes da atmosfera. As folhas das árvores podem absorver gases poluentes e prender partículas sobre sua superfície e sua função clorofílica decompõe o dióxido de carbono, absorvendo-o e liberando oxigênio no ar[76] (HIGUERAS, 2006).

O uso exclusivo da vegetação como uma barreira acústica, sem o acréscimo de outros elementos, não apresenta resultados significantes quanto à redução nos níveis de ruído em pequenas distâncias. Segundo Egan (1972), para se conseguir uma redução de 7 a 11 decibéis é necessário um plantio de árvores de copas densas por uma extensão de aproximadamente 35 metros, considerando ainda que a escolha desta vegetação deve-se limitar às árvores perenes e não caducas, já que estas perdem as folhas no inverno, reduzindo, portanto o seu efeito de barreira.

A utilização da vegetação como componente visual é também de fundamental importância para os habitantes das cidades. A vegetação cria uma ambientação harmoniosa entre o natural e o construído, entre cheios e vazios, entre altos e baixos (VASCONCELLOS, 2006). Em muitos estudos sobre os aspectos paisagísticos da cidade, a vegetação foi freqüentemente citada com carinho e prazer pelos entrevistados LINCH (1997).

Para Nelson (1976, apud MILANO), a capacidade das árvores de criar e definir espaços, estabelecendo a idéia de escala de uma área e harmonizando o ambiente ao seu redor, é decorrente das suas qualidades físicas individuais, expressas pela linha ou forma, cor e textura.

[76] Um quilômetro quadrado de bosque gera aproximadamente 1.000 toneladas de oxigênio anuais

A composição paisagística de um espaço urbano deve considerar alguns parâmetros que classificam os vegetais. A classificação é feita basicamente pela configuração dos seus caules[77], seu porte, exposição ao sol, forma, densidade da folhagem, tempo de crescimento e época e coloração.

Esta classificação é importante para que se possibilitem escolhas de vegetais adequadas tanto para o tipo de clima da região estudada, resistência e fácil manutenção, como para o espaço disponível para o plantio, e a proposta na composição visual de suas formas e cores, além das possíveis modificações destas composições durante as estações do ano.

A implantação de áreas verdes deve seguir parâmetros que favoreçam o conforto e a qualidade de vida nas cidades, a partir da análise do perfil climático e microclimático e das possíveis atividades que deverão ser realizadas nestas áreas, visando (LABAKI, et alii, 2005)

O desenho ambiental adequado para as cidades contemporâneas deve associar, portanto, o conjunto de benefícios ambientais e psicosociais promovido pelas zonas verdes, combinando o perfil climático e cultural da região, a saúde física do indivíduo, bem estar mental e emocional e coesão social, alcançados através da promoção de um entorno sem poluição ambiental, ruídos, etc., da qualidade estética e da existência de elementos simbólicos de valor e referência e de espaços de relação social adequados.

No caso de espaços urbanos segregados por vias expressas, como os estudados neste trabalho, os benefícios citados anteriormente pela implantação de áreas verdes são essenciais não apenas para a criação de áreas livres limítrofes às vias permitindo maior afastamento para os habitantes do entorno e consequentemente redução da poluição e temperatura do ar e de níveis de ruídos, mas também pela possibilidade de criação de espaços livres destinados ao convívio social, reintegrando à cidade os espaços remanescentes das intervenções viárias que, em várias situações, marginalizam seu entorno imediato e sua população. Devendo, portanto, incluir na metodologia desenvolvida, a identificação de alguns itens como perfil climático, microclimático e social da região, características espaciais, de revestimento do solo e da arborização dos espaços urbanos e do seu entorno, entre outros.

[77] Definição botânica para haste, tronco ou talo. Dicionário brasileiro da língua portuguesa – O GLOBO, 1993.

2.3- PLANEJAMENTO E EIXOS VIÁRIOS NO ESPAÇO URBANO CONSOLIDADO

O planejamento das cidades prevê para um bom resultado qualitativo do seu espaço urbano, o estudo das variáveis relacionadas ao ambiente como radiação solar, vegetação, ventos, água e umidade do ar e geomorfologia, integrada as variáveis do meio urbano como rede viária, espaços livres, morfologia dos quarteirões e tipologia edílica (HIGUERAS, 2006). Entretanto, o que se observa em várias cidades do mundo é o sistema viário impondo-se sobre estas variáveis.

Segundo Roca (2004), o projeto do traçado viário é essencial para qualidade do espaço exterior da cidade, pois é ele que gera a forma urbana e uma intervenção com novos eixos viários tem repercussões evidentes no entorno físico e ambiental que devem ser estudados visando o menor impacto.

Apesar dos projetos viários englobarem estudos das características relacionadas ao entorno imediato, distinguindo os pontos de vista do caráter físico que define a área do assentamento e os vinculados à paisagem (ROCA et alii), esta intervenção tem caráter, na maioria das vezes, muito amplo, analisando de forma macro o espaço, sem identificação, estudo ou soluções de problemas pontuais para espaços remanescentes nas áreas de entorno.

Conforme apresentado no Capítulo 1, esta problemática dos espaços remanescentes pode ser observada, onde as inserções de vias expressas e viadutos no contexto da cidade interferem drasticamente na qualidade acústica, na paisagem e nas características sociais e físicas originais dos locais de sua implantação, modificando também as condições higrotérmicas.

As mudanças na qualidade acústica ocorrem em função dos ruídos provocados pelo trânsito nestes novos eixos viários, muito acima dos níveis considerados como recomendados, devido ao tráfego intenso, ampliando-se ainda pelo alto percentual de tráfego de veículos pesados, características das pistas de rolamento, conforme foi visto nas tabelas 2.15 e 2.16.

As mudanças nas condições higrotérmicas do microclima de entorno nos eixos viários, podem ser provocadas pela pavimentação das áreas com materiais com altas emissividades (ε) como o asfalto e o concreto (Tabela 2.11) que configuram o revestimento das vias e viadutos, bem como pela maior exposição à radiação solar

destas superfícies, devido a limitação de sombreamentos, ampliando a absorção solar e consequentemente liberando mais calor.

A inserção de viadutos com estrutura monolítica pode ainda, criar além da obstrução física e visual, uma alteração na direção dos ventos locais, limitando a circulação de ar, a perda de calor por convecção e eventualmente a redução na sensação de temperatura.

Embora a tendência dos eixos viários seja prejudicar a qualidade acústica, higrotérmica e visual dos espaços de entorno, em alguns casos a desobstrução vertical gerada pela “retirada” de edificações para implantação da via, pode ampliar e criar novos pontos de visualização da cidade e favorecer a circulação dos ventos, tão essencial para o clima tropical úmido. Apesar desse favorecimento, deve-se observar que o vento pode auxiliar ainda na propagação do som e da poluição do ar proveniente dos veículos que circulam na via expressa.

A identificação das mudanças na qualidade acústica, higrotérmica e visual em decorrência da implantação de eixos viários será realizada nesta metodologia através de registros de medições de níveis sonoros, de iluminação e de temperatura do ar das superfícies, de observações e entrevistas com os usuários dos espaços urbanos estudados.

2.3.1- Zoneamento urbano

A elaboração do zoneamento urbano visa o crescimento ordenado entre todos os setores da sociedade. Seu planejamento considera separação por zonas de uso, como residencial, comercial, industrial, gabaritos e afastamentos das edificações visando controle da poluição sonora e do ar e condições adequadas de ventilação para as edificações e no espaço urbano.

A hierarquização das vias urbanas em relação à definição do zoneamento de seu entorno (Figura 2.25), também podem auxiliar na promoção de conforto aos habitantes, uma vez que procura-se concentrar, sempre que possível, vias de maior poluição sonora e do ar com zonas industriais e comerciais.

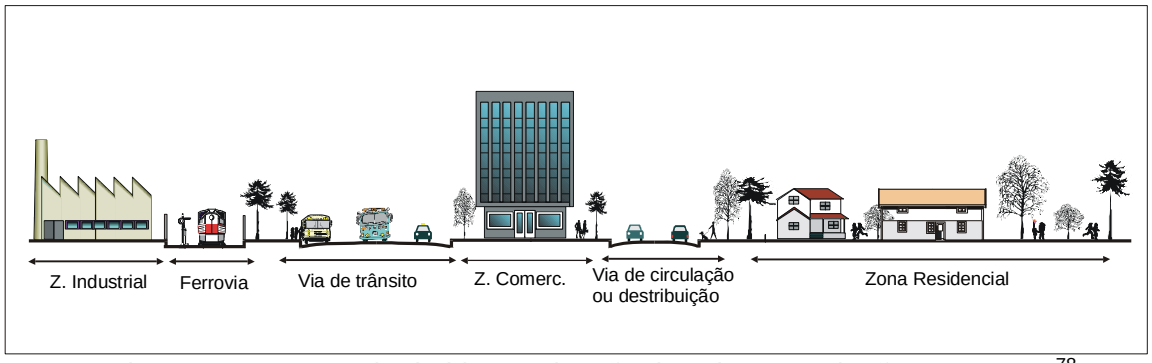


Figura 2.25– Exemplo de hierarquização das vias em relação ao entorno[78]

Além do zoneamento, outras estratégias e regulamentos também são criados visando um melhor controle dos diferentes tipos de poluição que afetam o ambiente urbano. Entre as medidas de controle, podem-se citar as normas relativas à poluição sonora, com destaque para a Norma Brasileira 10151(NBR 10151, 2000) para avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade, que indica os níveis aceitáveis de ruído associados às tipologias de uso das edificações locais (Tabela 2.17). Com os indicativos da norma, são geradas as recomendações para os zoneamentos municipais, como exemplificado na tabela 2.18 para a cidade do Rio de Janeiro.

Diferentemente do zoneamento e procedimentos para o controle de ruídos na cidade, não existem regulamentações próprias para o controle das condições de conforto higrotérmico e lumínico no espaço urbano.

As recomendações de gabaritos e afastamentos das edificações, larguras de vias, áreas livres, entre outras, relacionam-se com o adensamento populacional e tipos de uso para zonas específicas e não com o perfil climático da cidade, acarretando, por exemplo, regiões essencialmente residenciais ou de uso misto que não possuem áreas livres com zonas verdes.

Labaki (LABAKI et alii, 2005) observa que na legislação da cidade de São Paulo não existe preocupação em reservar parcelas do solo para áreas verdes antes da especulação imobiliária. E em casos raros que existiu o planejamento, estas áreas verdes foram geralmente implantadas em regiões de difícil utilização. Comenta ainda que a legislação prioriza um sistema viário eficiente, em nome da economia da cidade,

[78] Desenho do autor

e consequentemente, muitas das vezes, as áreas verdes são mutiladas e descaracterizadas.

A regulamentação para controle das condições de conforto higrotérmico e lumínico no Brasil, esta restrita à norma trabalhista NR15[79] (Anexo 2), que fixa os limites aos quais os trabalhadores podem ficar expostos a ambientes quentes e a NBR 5413/92 (tabela 2.21) que indica os valores médios mínimos de iluminâncias para ambientes internos de acordo com o tipo de atividades visuais exercidas.

Quanto aos limites de tolerância ao calor e aos níveis de iluminação em espaços urbanos, existem estudos em alguns países[80] que propõem recomendações para prática de atividades de trabalho ou esportivas nos espaços externos de acordo com os níveis de temperatura e umidade locais, e pesquisas[81] que indicam valores toleráveis de iluminação natural para estes ambientes[82].

Romero em suas pesquisas sobre indicadores de sustentabilidade urbana (ROMERO & SOUZA, 2007; ROMERO & ANDRADE, 2007) conclui que os indicadores urbanos reestruturam o modelo de planejamento, permitindo a construção de um novo projeto de cidade. Que a construção de indicadores associados à ventilação nos espaços públicos faz-se necessária para garantir leis urbanísticas de uso e ocupação do solo, visando à eficácia da ventilação para o conforto térmico e salubridade nas cidades, e que os sistemas de drenagem natural restabelecem o elo no ciclo hidrológico, evitando custos com medidas estruturais dispendiosas para as finanças municipais, além de melhorar o microclima local e possibilidade de convivência entre as pessoas.

2.3.2- Projetos viários e propostas mitigadoras para os espaços remanescentes

O planejamento para inserção de eixos viários inicia-se na identificação, segundo Roca et alii(2004), de onde realmente começa e acaba a necessidade de intervenção. A problemática sobre o estabelecimento do limite da intervenção no projeto do espaço viário, deriva da condição da “continuidade física do asfalto”, sua abrangência espacial, mudando e desequilibrando fluxos viários existentes e consequentemente suas relações sociais e físicas pré-existentes.

[79] NR 15 – Atividades e operações insalubres – Ministério do Trabalho do Brasil, 1978.
[80] Sports Medicine Australia (SA Branch) disponível em: http://www.smasa.asn.au/ (acesso: 15 de junho de 2007)
[81] Projeto RUROS (NIKOLOPOULOU, 2004)
[82] Ambos estudos são apresentados no capítulo 3.

No entanto, como foi apresentado no Capítulo 1, na história da evolução urbana das cidades, a implantação de novos eixos viários quase sempre desconsiderou sua integração com o entorno.

Em decorrência da grave interferência ambiental ocorrida, posteriormente a estas intervenções, soluções mitigadoras devem ser propostas com objetivo de amenizar os impactos mais intensos.

Geralmente, em função das limitadas possibilidades de novas intervenções e de contextos urbanos bastante consolidados, as soluções mitigadoras se restringem principalmente à proteção da população do entorno dos ruídos provenientes dos eixos viários por meio da utilização de barreiras acústicas.

Embora as barreiras acústicas verticais possam ser identificadas como um elemento de obstrução física (Capítulo 1), em alguns casos, sua inserção pode trazer benefícios como a proteção visual, geração de elementos paisagísticos ou proteção sonora sem obstrução visual através da utilização de painéis semi-transparentes ou translúcidos (STRAMANDINOLI, 2000) (figura 2.26)

Figura 2.26– Exemplos de barreiras acústicas integradas ao contexto urbano[83]

[83] FEDRAL HIGHWAY ADMISTRATION, 2000.

Além das preocupações de integração visual, no clima tropical úmido em especial, a inserção de barreiras acústicas deve prever aspectos como as características térmicas dos materiais de revestimento da barreira, evitando materiais de elevada absorção solar e emissividade (infravermelho), e a criação de obstáculos aos ventos.

Pesquisas recentes[84] indicam novos materiais para construção de barreiras acústicas, que envolvem desde a composição de isolamento com absorção acústica à utilização de materiais reciclados e vegetação, que podem ser aplicados mais adequadamente em barreiras acústicas localizadas em clima tropical úmido.

Além da utilização de barreiras acústicas verticais, outras sugestões são propostas como a implantação de novas edificações que tenham sua volumetria ou setorização organizada de forma que os usuários das edificações sofram menor interferência do ruído proveniente das vias expressas (figura 2.27)

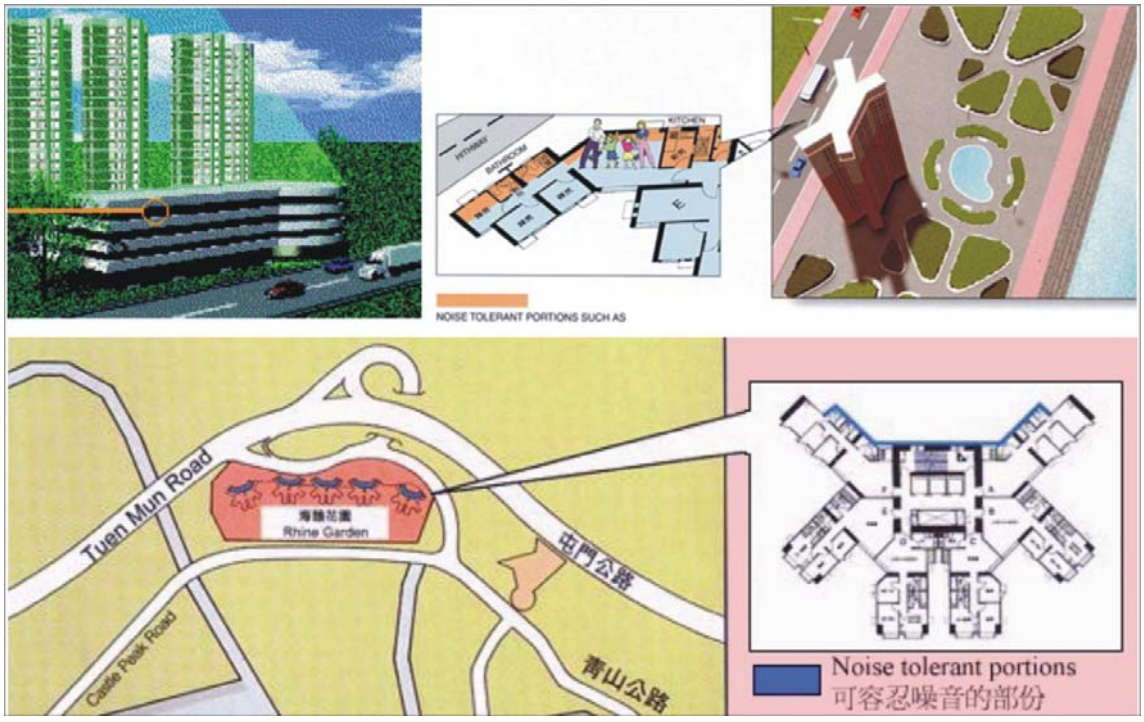


Figura 2.27– Propostas para edificações no entorno de vias expressas indicando o isolamento acústico promovido pela volumetria de edificações e setorização[85]

[84] ENVIRONMENTAL PROTECTION DEPARTMENT, 2003.

[85] ENVIRONMENTAL PROTECTION DEPARTMENT. Disponível em www.epd.gov.hk (acessado em 4 /05/ 2006)

Atualmente, o planejamento de novas vias expressas inseridas no contexto urbano consolidado busca maior integração com as soluções propostas para as áreas do entorno imediato remanescentes à intervenção. Estudos voltados para o projeto do espaço viário apresentam análises mais detalhadas e relacionadas com a nova configuração e usos dos espaços urbanos limítrofes às vias e com a proteção da população de entorno face a este novo vetor de poluição ambiental (Figura 2.28).

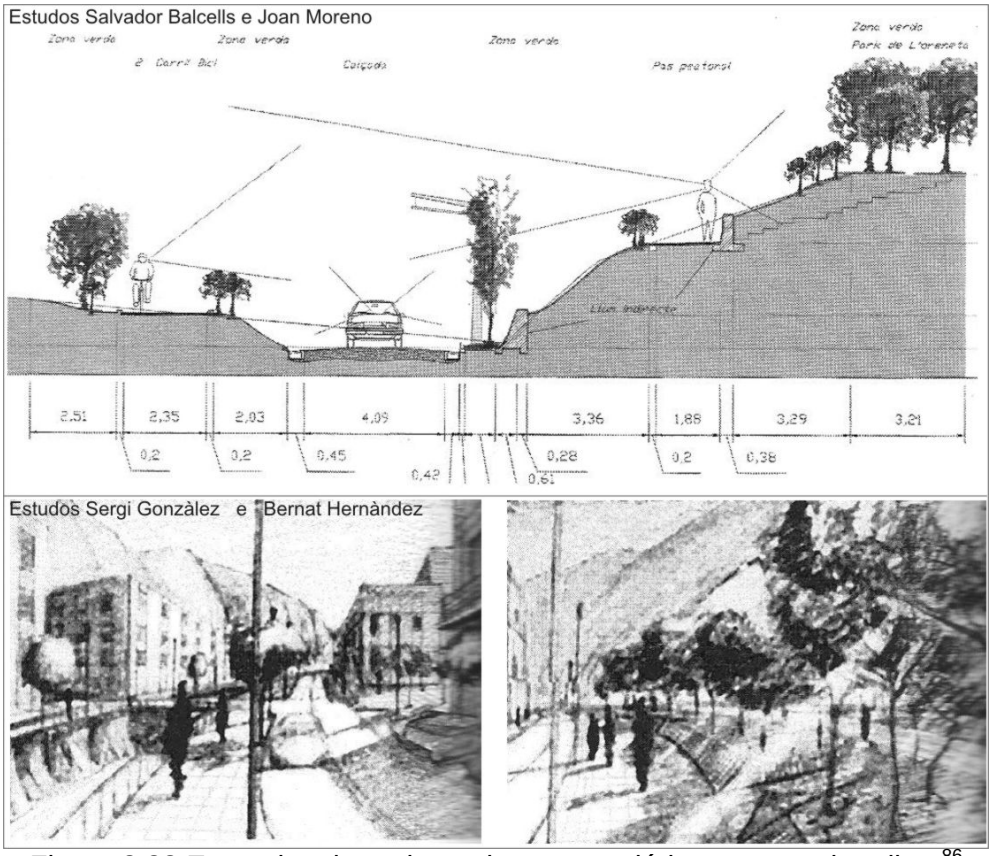


Figura 2.28 Exemplos de projetos de espaço viário e entorno imediato[86]

Os fundamentos propostos por Roca (ROCA et alii, 2004) para o projeto do espaço viário envolvem desde estudos dos parâmetros técnicos básicos de traçado viário à hierarquia viária, sua relação e integração com entorno, espaços destinados a ciclistas e pedestres, uso das áreas livres, vegetação e topografia, percepção dinâmica do entorno pelos usuários das vias, inserção de novas edificações no entorno e proteção das existentes, entre outros.

No Brasil, pode-se perceber que em alguns casos recentes de novos eixos viários houve a preocupação de uma menor interferência no traçado urbano já existente ou a

[86] ROCA et alii, 2004, p.146 e 170

criação de áreas livres limítrofes as vias destinadas ao uso para comunidade como espaço de lazer, ou como “zonas verdes” ampliando a permeabilidade do solo, reduzindo as emissões de radiação térmica e ruído.

Como exemplo de intervenções recentes, pode-se citar o Túnel Ayrton Senna em São Paulo que cruza o sob o Parque do Ibirapuera, interligando os principais eixos viários da região sem interferir no traçado já existente e nas áreas de entorno (figura 2.29)

Figura 2.29 – Projeção do túnel Ayrton Senna sob o Parque do Ibirapuera[87]

No Rio de Janeiro, o projeto da Avenida Governador Carlos Lacerda (Linha Amarela) previu nas áreas limítrofes à via expressa espaços de lazer para a comunidade de entorno e zonas verdes. Entretanto, em algumas regiões, devido indefinição de seus usos e a falta de controle do poder público, alguns espaços sofreram invasões ou se tornaram áreas insalubres (figura 2.30).

[87] Foto montagem do autor. (imagem original Google Earth – disponível em http://earth.google.com/)

Figura 2.30- Exemplos de diversos usos dos espaços limítrofes à Linha Amarela

Áreas limítrofes às vias expressas que não são reintegradas ao contexto urbano com espaços sem usos relacionados ao lugar que pertencem, tornam-se alvo de invasões ou simplesmente abandonados. Este fato é comumente identificado também em diferentes espaços urbanos nas cidades.

Analisar e propor usos ambiental e socialmente adequados às questões regionais para espaços remanescentes às reformulações urbanas, podem transformar áreas segregadas e negligenciadas em locais de referências sociais para bairros e comunidades.

O Capítulo 3, a seguir, visa apresentar métodos existentes de avaliação de espaços abertos e identificar em sua estruturação elementos que contribuam para formulação de uma metodologia que permita a análise da qualidade ambiental em espaços urbanos segregados de clima tropical úmido, que também é apresentada no próximo capítulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR-10151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade.* Rio de Janeiro: 2000.

____ *NBR-10152 – Níveis de ruído para o conforto acústico.* Rio de Janeiro: 1987.

____ *NBR 5413 – Iluminância de interiores*. Rio de Janeiro: 1992.

AHMED, K.S..*Comfort in urban spaces: defining the boundaries of outdoor thermal comfort for the tropical urban environments.* Energy and Buildings. V. 35, p.103-110, 2003. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science (acesso em: 17/11/2005). BITTENCOURT, L; CANDIDO, C. *Introdução à ventilação natural.* Maceió: EDUFAL, 2005.

BONNEAUD, Frédéric. *Ventilacion naturelle de l'habitat dans le villes tropicales.* Thèse de doctorat de mécanique, thermique et génie civil. Université de Nantes. Nantes, 2004.

BROWN, G. Z.; DEKAY, Mark. *Sol, vento e luz: estratégias para o projeto de arquitetura.* Porto Alegre: Bookman, 2004.

CETUR – Centre d'Éstudes des Transportes Urbaines. *Bruit et formes urbaines*. Propogation du bruit routier dans les tissus urbaines. França: Ministère de l'Urbanisme et du Logement, 1981.

____. *Guide du bruit des transportes terrestres.* Prevision des niveaux sonores. França: Ministère de l'Èquipement et de Lámenagement du Territoire, 1978.

CORBELLA, O. YANNAS, S..*Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental.* Rio de Janeiro: Revan, 2003.

De DEAR, R.; BRAGER,G *Human Heat Balance***.** Macquarie University. Atmospheric Science Group. Department of Physical Geography, Division of Environmental and Life Sciences. Sydney: 1999. In: http://atmos.es.mq.edu.au/~rdedear/pmv/ . Acesso em 14 de junho de 2005.

De DEAR, R.J.; LEOW, K.; AMEEN, A.. *Thermal comfort in the humid tropics – part 1: climate chamber experiments on temperature preferences in Singapore. Part2: climate chamber experiments on thermal acceptability in Singapore***.** ASHRAE Transactions, 97, 1991. p.874- 879, 880-886DESSI, V. *People's behaviour in an open space as design indicator.* In: Proceedings of the 19th Passive and Low Energy Architecture Conference. Toulouse: França, 2002.

DELEBECQUE,R. e ROMAGNOLI, J., *Confort de l'Habitat, Isolation Acoustique*, Ed. Delegrave,1975.

DIAS, G. F.. *Pegada ecológica e sustentabilidade humana.* São Paulo: Gaia, 2002.

DIMOUDI, Argiro. NIKOLOPOULOU, M. *Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits.* Energy and Buildings. V. 35, issue 1, p.69-76, janeiro, 2003. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science (acesso em: 17/11/2005).

EDWARDS, Brian. *Guía básica de la sostenibilidad.* Barcelona: Gustavo Gilli, 2004.

EGAN, M. David. *Concepts in architectural acoustics*. New York: McGraw-Hill, 1972.

ENVIRONMENTAL PROTECTION DEPARTMENT. *Guidelines on design of noise barriers.* Government of the Hong Kong SAR. Environmental Protection Department. Hong Kong, 2003. Disponível em http://www.epd.gov.hk (acesso em 4 /05/ 2006)

ETS -Environmental Tree Services. Disponível em http://www.etsluk.com (acesso em: 10 /04/ 2006)

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.

FEDRAL HIGHWAY ADMISTRATION. *Keeping the noise down: Highway traffic noise barriers.* U.S. Department of transportation, 2000. Disponível em: http://www.fhwa.dot.gov (acesso em: 15/05/2006)

FRANCO, Maria da Assunção R. *Desenho ambiental: uma introdução à arquitetura da paisagem com o paradigma ecológico.* São Paulo: Annablume, 1997.

FROTA, Anésia B. SCHIFFER, Sueli. *Manual de conforto térmico.* São Paulo: Studio Nobel, 1995.

GIBSON, John. *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton Mifflin, 1966

GIVONI, Baruch. *Man, climate and architecture***.** 2nd. ed. Londres: Applied Science Publishers, (edição original 1976) 1981.

GONZALEZ. M. F.. *Acústica* . Rhodia. São Paulo. s/d.

GONZALEZ, Eduardo; HINZ, Elke; OTEIZA, Pilar de; QUIROS, Carlos. *Proyecto, clima y arquitectura***.** Mexico: Gustavo Gili, 1986.

HENSEN, J.L..M. Literature *Review on Thermal Comfort in Transient Conditions*. Building and Environment, vol 25, no. 4, pp. 309-316. 1990.

HERTZ, John B. *Ecotécnicas em arquitetura. Como projetar nos trópicos úmidos do Brasil.* São Paulo: Pioneira, 1998.

HIGUERAS, Ester.*Urbanismo bioclimático.* Barcelona: Gustavo Gili, 2006.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Implantação de conjuntos habitacionais. In: *Recomendações para adequação climática e acústica.* São Paulo, 1986.

ISO 7730. *Moderate thermal environments – determination of the PMV and PPD índices anda specification of the conditions for thermal comfort.* Genebra: International Standads 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 Standads Organization, 1989.

JOSSE, R*. Acústica en la edificacion*. Barcelona: Gustavo Gili, 1975.

____ . *Acoustique.* Grenoble: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, 1980.

KANASHIRO, Milena. *A cidade e os sentidos.* Desenvolvimento e Meio Ambiente. N. 7 p.155-160. jan-jun. UFPR, 2003.

KOENIGSBERGER, O. H., et al.. *Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales.* Madrid: Paraninfo, 1977.

LABAKI, Lucila; LOIS, Erica. *Conforto térmico em espaços externos: uma revisão.* In: Anais do VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. ENCAC: São Pedro, 2001.

LABAKI, L.; BUENO-BARTHOLOMEI, C.; VIANNA, P. *Comportamento de diferentes espécies arbóreas quanto à atenuação da radiação solar.* In: Anais do VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. ENCAC: São Pedro, 2001.

LABAKI, L.; MORENO, M.; KOWALTOWSKI, D;. *Parâmetro para implantação efetiva de áreas verdes em bairro de autoconstrução .* In: Anais do VIII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. ENCAC: Maceió, 2005.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. *Eficiência energética na arquitetura***.** São Paulo: PW editores, 1997.

Les cahiers de la recherche architecturale. *Ambiances architecturales et urbaines*. Marseille: Parenthèses, 1998.

LYNCH, Kevin. *A imagem da cidade.* São Paulo: Martins Fontes, 1997.

____. *A Theory of Good City Form*. Cambridge: MIT Press, 1981

____. *La planificacion del sitio.* Barcelona: Gustavo Gili, 1980.

MASCARÓ, Lucia. *Ambiência urbana.* Porto Alegre: +4 editora, 2004

____. *Luz, Clima e Arquitetura*. São Paulo: Nobel, 1983.

____. *Vegetação Urbana*. Porto Alegre: Pini, 2001.

MASMOUDI, S.; MAZOUZ, S..*Relation of geometriy, vegetation and thermal comfort around buildings in urban settings, the case of hot arid regions.* Energy and Buildings. V. 36 p.710-719, 2004. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science (acesso em: 20/06/2006).

MILANO, M.]et alli. *Arborização de vias públicas.* Rio de Janeiro: Ligth, 2000.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Portaria 3.214 de julho de 1978. *Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho (NR15): atividades e operações insalubres.* Brasília, 1978.

MÖHR, Frank.. *Vegetação e cidade* In: Anais do Seminário para revitalização sustentável de cidades tropicais, pp.66-70. Rio de Janeiro: Inwent, 2002.

MONTEIRO, C. A. F. *Teoria e clima urbano.* Série Teses e Monografias, n^0.26. USP/IG. São Paulo. 1976.

MONTEIRO, L.; ALUCCI, M. *Conforto térmico em espaços abertos com diferentes abrangências microclimáticas. Parte 1: verificação experimental de modelos preditivos*. In: Anais do IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. ENCAC: Ouro Preto, 2007a.

_____. *Conforto térmico em espaços abertos com diferentes abrangências microclimáticas. Parte 2: proposição de calibração de modelos preditivos*. In: Anais do IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. ENCAC: Ouro Preto, 2007b.

NICOL, Fergus. *Adaptative thermal comfort standards in the hot-humid tropics*. Energy and Buildings, n. 36, 2004: 628-637. Disponível em: 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.* Grecia: CRES, 2004. Disponível em: http://alpha.cres.gr/ruros/ (acesso em: 15/05/2005)

OKE, T. *Boundary Layer Climates*. Londres: Methuen, 1978.

OLESEN, B. W.. Standards for Design and Evaluation of the Indoor Thermal Environment". *In: ASHRAE Journal*, august 1993.

OLGYAY, Victor. *Design with climate: a bioclimatic approach to architectural regionalism*. New York: Princeton University, 1963.

_____. *Arquitectura y Clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona: Gustavo Gili, 2004.

RIVERO, R. *Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural***.** Porto Alegre: Luzzato, 1986.

ROCA, E., MODOL, D., FRANCO, M. *El projecte de l´espai viari.* Barcelona: ETSAB, 2004.

ROMERO, Marta Adriana B. *Princípios bioclimáticos para o desenho urbano*. São Paulo: Projeto, 1988.

_____. *Arquitetura bioclimática do espaço público.* Brasília: Universidade de Brasília, 2001.

ROMERO, M. A. B.; SOUZA, V. M. B.. *Construindo um sistema de indicadores de sustentabilidade intra-urbano associados à ventilação nos espaços públicos.* In: PARANOA: cadernos de arquitetura e urbanismo – Indicadores de sustentabilidade urbana. Ano 6, nº 4. Brasília: FAU UnB, 2007

ROMERO, M. A. B.; ANDRADE, L. M. S.. *Construção de indicadores de eficiência hídrica urbana: desafio para a gestão ambiental urbana.* In: PARANOA: cadernos de arquitetura e urbanismo – Indicadores de sustentabilidade urbana. Ano 6, nº 4. Brasília: FAU UnB, 2007

SCUDO, G. *Thermal comfort.* COST C 11 Green structures and urban planning. Milan Oct 2002. Disponível em: www.map21ltd.com.COSTC11/comfort.htm .(acesso em: 15/06/2006)

SERRA, Rafael. *Arquitectura y climas.* Gustavo Gili: Barcelona, 2002

SERRA, Rafael et alli. "Summer confort in urban environment". In: Alvarez, S. et al (org). *Architecture and urban space*. Holand: Kluwer Academic, 1991.

SAWAYA, Sylvio B. *O espaço como objeto de trabalho.* In: Santos, Milton et al (org.) *O espaço interdisciplinar* . São Paulo: Nobel, 1986.

SILVA, Antônio M. P. Material composto com fibra de coco para uso em acústica arquitetônica: um estudo experimental. Dissertação de M. Sc., PROARQ-UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.

SOUZA, Lea C. L. *Bê-á-bá da acústica arquitetônica: ouvindo a arquitetura.* São Carlos: EdUFSCar, 2006.

STRAMANDINOLI. Cristina Malafaia. *BARREIRAS ACÚSTICAS: Um estudo para sua integração em contexto urbano.* Dissertação de M. Sc. Arquitetura. PROARQ/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.

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.

VELOSO, Maisa. *Qualidade de vida urbana em Natal: mitos e realidades.* Natal: EDUFRN, 2006.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Noise.*, Geneve, 1980

_____. *Community noise.* Geneve,1995

YU, CHEN; HIEN, WONG. *Thermal benefits of city parks*. Energy and Buildings. V. 38 p.105-120, 2006. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science (acesso em: 20/06/2006).

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.

CAPÍTULO 3

PROPOSTA DE METODOLOGIA DE ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL DE ESPAÇOS URBANOS SEGREGADOS EM CLIMA TROPICAL ÚMIDO

No contexto contemporâneo da sustentabilidade urbana, a qualidade ambiental vem suscitando o interesse dos profissionais ligados à área de conforto ambiental, na procura de metodologias adequadas a uma análise mais efetiva, atendendo, principalmente, às quatro estratégias traçadas para as cidades na agenda 21 brasileira (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000)[1], apresentadas no capítulo 2. Dentro deste âmbito, as questões ambientais, sócio-culturais e econômicas apresentam uma grande influência no estudo da qualidade dos espaços urbanos.

Para obtenção dos dados envolvidos, torna-se necessário o emprego de uma metodologia que tenha caráter amplo, de modo a considerar todas as variáveis intervenientes, mas que procure também contemplar especificidades locais.

Face a lacuna existente em relação aos estudos de qualidade ambiental em espaços segregados e a restrita metodologia de avaliação da qualidade ambiental de espaços urbanos de clima tropical úmido, a presente tese propõe uma metodologia que venha atender tais especificidades.

Dessa forma, faz necessário também pesquisar na literatura aberta, metodologias de avaliação voltadas para a qualidade ambiental de espaços urbanos que estejam relacionadas à realidade brasileira.

Dentre as diversas tipologias de espaços urbanos, os espaços segregados, oriundos principalmente de áreas remanescentes de intervenções viárias no contexto urbano consolidado, são cada vez mais freqüentes, mas pouco estudados em relação a outros espaços de uso público projetados durante o planejamento das cidades.

Para a elaboração da metodologia proposta nesta tese, 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.

A elaboração da metodologia proposta teve como base os modelos e ferramentas apresentados por Nikolopoulou (2004)[2] e por Romero (2001)[3].

---

[1] Estas iniciativas visam a melhoria da qualidade ambiental por meio de ações preventivas, normativas e projetos urbanísticos voltados para o conforto ambiental, como a ampliação da acessibilidade, áreas verdes, áreas públicas, conservação do patrimônio ambiental urbano, tanto o construído como o natural e paisagístico.

[2] no Guia *Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach*

O guia de Nikolopoulou (2004), desenvolvido no contexto europeu, ilustra todas as etapas de análise em campo, indicando programas computacionais utilizados e exemplos de aplicação prática, avaliando no ambiente urbano os confortos higrotérmico, visual e sonoro, a morfologia e considerações sociais que resultaram na forma de utilização e no desenho dos espaços abertos.

A análise e tratamento ambiental do espaço urbano apresentados por Romero (2001), através de quadros resumidos dos aspectos e elementos do espaço, e da ficha bioclimática do espaço, embasam a proposta para o modelo de fichamento dos dados observados nos estudos de campo.

Foram também utilizadas como referências, especialmente para a avaliação do conforto higrotérmico, os trabalhos de Fanger (1970; 2002), que apresentam propostas de adaptações associadas ao clima quente úmido, aplicando-se, portanto, ao perfil climático estudado, em contraposição ao índice para avaliação de conforto higrotérmico considerado por Nikolopoulou (2004). Também utilizou-se as referências normativas (ISO 7243,1989 e NR15,1978), para avaliação da sobrecarga térmica nos usuários dos espaços, utilizando o índice de bulbo úmido e temperatura de globo (IBUTG).

Os resultados apresentados nas pesquisas de Reis-Alves (2006), Niemeyer (2007) e Vasconcellos (2006) foram considerados, pois também analisam espaços abertos em clima tropical úmido e utilizam alguns dos métodos aqui citados em suas referências.

A metodologia de Veloso (2006) para avaliação da qualidade ambiental, embora tenha como abrangência toda a cidade, apresenta uma relação de atributos que servem, na sua maioria, como referência para a metodologia aqui proposta.

Por fim, os trabalhos desenvolvidos pelo Departamento de Proteção Ambiental de Hong Kong[4] foram utilizados como referências de avaliações e intervenções de áreas limítrofes a vias expressas em contexto urbano, pois apresentam pesquisas recentes direcionadas ao planejamento urbano e projeto de edificações nas áreas de entorno de novos eixos viários associadas à proteção acústica em clima quente úmido.

---

[3] *Arquitetura bioclimática do espaço público*
[4] Disponível em www.epd.gov.hk

3.1- MÉTODOS DE ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL EM ESPAÇOS URBANOS

Os métodos de análise da qualidade ambiental em ambientes fechados ou abertos, têm como objetivo a organização, identificação e registro dos elementos necessários para embasamento da avaliação ambiental e futuras propostas mitigadoras para os espaços estudados.

A avaliação torna-se mais complexa em ambientes abertos, principalmente devido à diversidade de elementos diretamente interferentes na qualidade do espaço.

As informações que instrumentalizam uma proposta de análise ambiental do espaço urbano, segundo Romero (2001) podem ser aglutinadas em dois grupos: elementos físico-ambientais, compostos pelo clima, som e luz e a base da materialização da forma urbana: materiais, mobiliário urbano, tratamento do solo, vegetação, iluminação, elementos informativos, serviços, instalações e elementos arquitetônicos.

A identificação destes elementos permitem a análise dos espaços com conseqüente identificação de problemas e a proposição de soluções mitigadoras e decisões projetuais para melhorar a qualidade ambiental.

Para construir e fundamentar a metodologia proposta foram analisados estudos recentes sobre o tema em questão, que a seguir são apresentados.

3.1.1- Arquitetura bioclimática do espaço público –ROMERO (2001)

O objetivo do trabalho apresentado por Romero (2001) é o estudo das relações existentes no espaço público[5], incorporando os aspectos ambientais no processo de avaliação e construção do espaço, identificando, sistematizando e consolidando tanto elementos do próprio espaço como elementos práticos e instrumentais que permitam recriar, no seu desenho urbano, sua adequação a cada meio, cultura e realidade.

A pesquisa focaliza a dimensão ambiental do espaço público, propondo uma concepção bioclimática para modelagem deste espaço, alcançada a partir da

[5] Romero (2001) classifica como espaço público, os espaços urbanos de uso público onde acontecem as relações humanas.

concepção sensorial polivalente, na qual a água, a luz, o som e a cor sejam elementos ordenadores como estímulos dimensionais.

A ênfase da pesquisa privilegia a dimensão que trata os elementos do ambiente, embora também considere as dimensões espaciais relacionadas com as análises sintática, funcional e plástica.

A proposta de uma concepção bioclimática do espaço público de Romero (2001) visa obter, na escala urbana, o que a arquitetura bioclimática consegue com o edifício, isto é, transformá-lo em um mediador entre o clima externo e o ambiente no interior do espaço público emoldurado.

São considerados na análise, os elementos formais mais relevantes do espaço público do edifício e do espaço urbano, subdivididos em *entorno, base e superfície fronteira.* O entorno compreende o espaço urbano mais imediato do espaço público em questão; a base corresponde ao espaço sobre o qual se assenta o espaço público; a superfície fronteira corresponde ao espaço que forma o limite ou marco do espaço arquitetônico que interessa ao estudo (Figura 3.1).

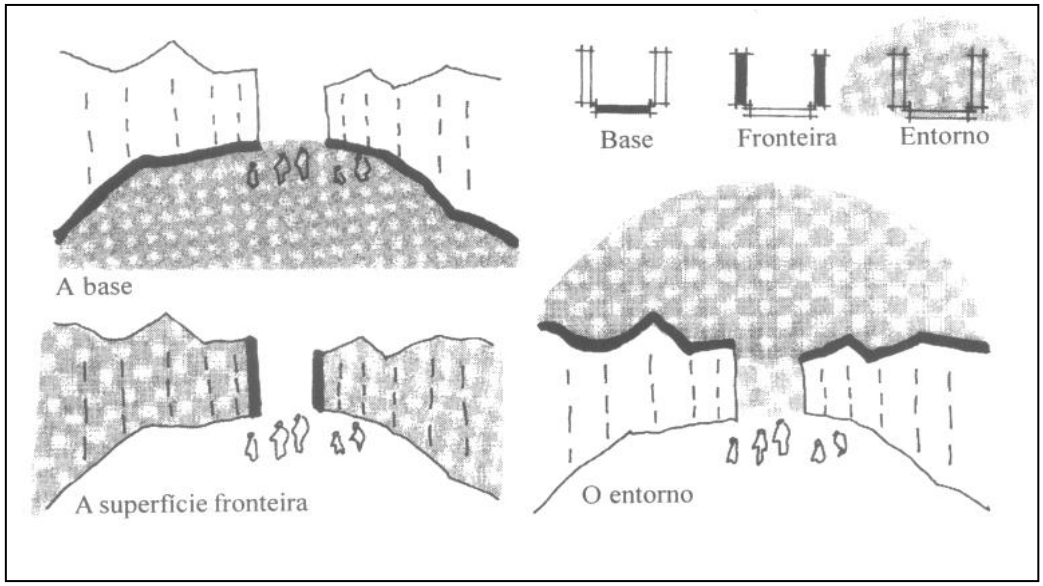


Figura 3.1 – O entorno, a base e a fronteira[6]

[6] ROMERO, 2001 p.154

Os elementos que configuram os componentes espaciais e ambientais analisados por Romero(2001), são apresentados na tabela 3.1, organizados pelas características do entorno, da base e da superfície fronteira.

Tabela 3.1 – Os elementos que confrontam o espaço[7]

Características do entorno Orientação: Sol, ventos, som; Continuidade da massa: Grau de adjacência/compacidade; Altura do espaço cotado; Condução dos ventos do entorno imediato (entradas não intencionais de ar).
Características da base Equilíbrio da radiação e luz natural; Natureza dos elementos superficiais (propriedades físicas, cores); Albedo: reflexão e absorção da radiação incidente; Elementos componentes do espaço público: - Coberturas (toldos, tendas, pérgulas); - Pavimentos; - Vegetação (tipo, altura, tamanho das copas); - Mobiliário; - Água (presença da água: lâminas, fontes, cortinas, estanques, em forma natural).
Características da superfície fronteira Convexidade; Continuidade da superfície. Grau de adjacência . Porosidade; Detalhes edificatórios que afetam as condições externas (pórticos, tribunas, marquises, galerias); Textura; Propriedades físicas dos materiais; Aberturas; Tensão, progressão e regressão da fachada; Tipologia arquitetônica; Cores; Transparência, opalescência; Área total da envoltura: perdas e ganhos de calor; Céu; Número de lados do espaço cotado; Grau de confinamento.

[7] Idem p. 155

Romero (2001) considera que os componentes espaciais indicados devem ser tratados simultânea e respectivamente com as propriedades físicas dos materiais construtivos, inclusive a qualidade superficial destes. E também é essencial observar as inter-relações sensoriais dos componentes espaciais com cada um dos componentes ambientais, em especial com o entorno climático, a estética da luz, as sensações da cor e o espaço sonoro, isto é, devem ser tratados sob a concepção bioclimática que procura atender ao compromisso entre a arquitetura, o lugar, a cultura e o bem estar dos indivíduos.

A seguir, é apresentada na Figura 3.2 a ficha analítica proposta por Romero (2001) que permite, de forma sistemática, registrar os dados coletados em campo ou dados empíricos, no caso de projetação ambiental sensível do espaço. Na ficha, os elementos espaciais e os ambientais estão agrupados tematicamente, existindo entre eles uma correspondência gerada pelas características inerentes ao entorno, à base e à superfície fronteira. Como a análise proposta deve estar constituída tanto de uma parte discursiva como de uma parte gráfica, a ficha permite o registro de ambos, o que possibilita uma rápida apreciação das características essenciais do espaço analisado.

A validade da proposta teórica foi demonstrada mediante a aplicação dos conceitos elaborados a espaços públicos diversificados nas cidades de Brasília e Barcelona, subdividindo em espaços do cotidiano, do simbólico e de passagem, classificados de acordo com as atividades dos usuários[8] (Anexo 3).

[8] No espaços do cotidiano, as principais atividades desenvolvidas são passear, tomar sol, desfrutar de sombra, descansar, conversar, reunir-se, etc.. Nos espaços do simbólico são desenvolvidas atividades de caráter simbólico como manifestações, comemorações, passeatas, observação ou admiração dos símbolos do poder público, etc.. Por fim, os espaços de passagem, como o próprio nome já apresenta, a principal atividade é a passagem de pessoas embora possam existir neles elementos que permitam permanência no espaço.

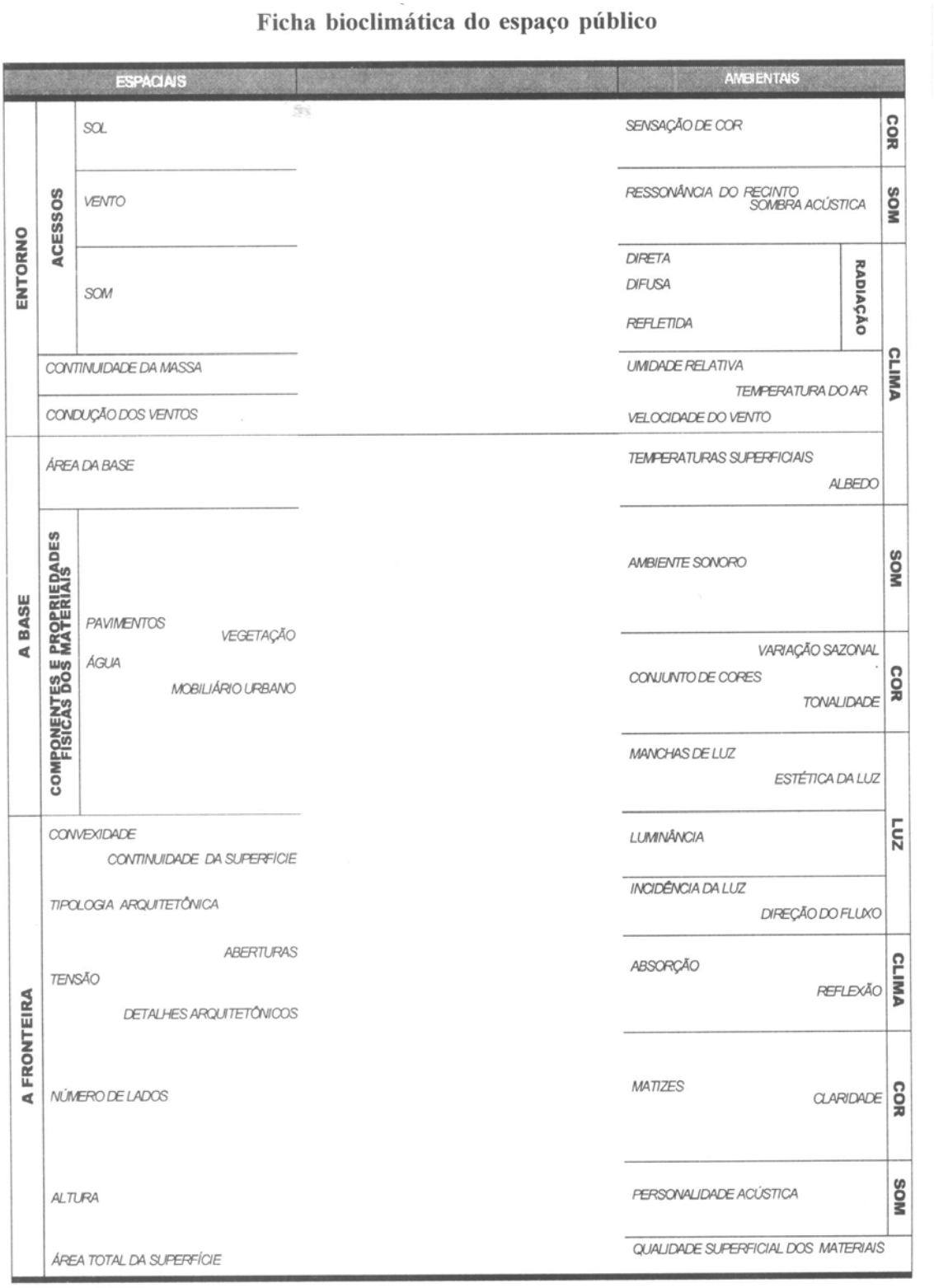


Figura 3.2 – Ficha bioclimática do espaço público[9]

[99] ROMERO, 2001 p. 158

3.1.1.1- Análise do método

A ficha proposta por Romero (2001) tem como principal vantagem a organização e síntese de dados espaciais e ambientais, facilitando a concepção do espaço estudado, embora não indique relação com dados objetivos como medições coletadas em campo.

A apresentação da ficha, sugerindo áreas específicas de observação e registros de dados definidas por entorno, base e fronteira, permite uma melhor identificação dos elementos formais que compõem o espaço.

A proposta de análise perceptiva do espaço auxilia na elaboração de uma metodologia de projetos de espaços públicos, uma vez que a ficha relaciona os principais elementos para uma análise do ambiente urbano, identificando-os a partir de observações e não somente de medições ambientais.

Esta metodologia pode também contribuir para o entendimento e avaliação dos espaços urbanos por arquitetos e urbanistas e outros profissionais que trabalham diretamente em projetos e intervenções urbanas e não possuem formação específica na área ambiental.

Entretanto, uma avaliação exclusivamente subjetiva pode gerar uma interpretação direcionada sob a ótica de uma avaliação pessoal do espaço estudado. Um recurso que ampliaria a imparcialidade seria a inclusão de áreas específicas nas fichas para indicação de variáveis ambientais e resultados estimados para as condições de conforto ambiental, possibilitando a correlação de elementos subjetivos identificados a partir de observações visuais a valores objetivos também coletados no mesmo local.

A análise dos espaços estudados utiliza como principal recurso para visualização das imagens croquis e desenhos de perspectivas. A utilização de registros fotográficos locais poderiam ilustrar mais precisamente o entorno, as principais vistas, questões da cor, tipologia e detalhes arquitetônicos, entre outros.

3.1.2- Projetos de espaços abertos em ambiente urbano – RUROS

O projeto RUROS (**R**ediscovering the Urban Realm and **O**pen **S**paces (NIKOLOPOULOU, 2004), coordenado por Marialena Nikolopoulou, foi desenvolvido especificamente para análise de espaços abertos de uso público, com variação em termos de contexto urbano, morfologia, parâmetros sócio-econômicos e condições climáticas européias.

Os parâmetros subjetivos foram obtidos a partir da análise da população no seu ambiente natural através de observações e entrevistas. Os parâmetros objetivos de investigação do ambiente foram obtidos através das medições de temperatura do ar, radiação solar, vento, umidade, utilizando termômetro de bulbo seco e úmido, juntamente com temperatura de globo e velocidade do vento. Além das medições higrotérmicas, foram realizadas medições de luminância e níveis de pressão sonora para análise do conforto visual e acústico. Os modelos propostos no projeto RUROS foram organizados em oito itens[10].

Os modelos de conforto higrotérmico desenvolvidos consideraram os condicionantes ambientais, tipos de atividades e vestimentas, escolhas pessoais, memória e expectativas e adaptações ao perfil climático local.

Aplicou-se a avaliação de sensação individual dos usuários, em entrevistas estruturadas contendo questionários padrões, razões para uso e freqüência, avaliação pessoal higrotérmica do ambiente e satisfação, em escala de 0 a 5 pontos, variando de muito frio a muito quente, sendo definida como “voto de sensação atual” (*ASV – Actual Sensation Vote*) e correlacionadas com os parâmetros microclimáticos existentes.

Baseado nos dados coletados nas entrevistas foi desenvolvido um modelo “adaptativo” para os espaços abertos utilizando dados meteorológicos públicos disponíveis. A equação desenvolvida pode ser modificada de acordo com a cidade pesquisada na Europa, podendo também configurar-se como um modelo único europeu[11].

---

[10] Os modelos propostos na pesquisa foram reunidos e apresentados no guia *Designing open spaces in the urban environment: a bioclimatic approach,* organizado pelo Centro de Fontes Renováveis de Energia da Grécia (NIKOLOPOULOU, 2004),

[11] Equação para o modelo único europeu: ASV= 0.049Tair_met +0.001Sol_met –0.051V_met -0.014RH_met -2.079. Parâmetros: temperatura do ar *(Tair_met, °C),* a radiação solar global *(Sol_met, W.m^{-2}),* velocidade do vento *(V_met, m.s^{-1})* e umidade relativa *(RH_met,%).*

As considerações sobre o vento em espaços urbanos são abordadas a partir de suas variações influenciadas pela tipologia da paisagem regional e local e de variações sazonais, obtidas em estações meteorológicas e através de estudos sobre as mudanças de velocidade dos ventos de acordo com a rugosidade da superfície.

A avaliação das condições radiantes em espaços urbanos é proposta no guia através da utilização do programa computacional *Solene*[12], que permite avaliar as condições de conforto térmico através da variação da Temperatura Radiante Média (MRT), em função do uso de diferentes materiais e morfologias.

Segundo as pesquisas apresentadas no projeto, o estudo da morfologia urbana pode auxiliar inicialmente para análise da temperatura, da insolação, da ventilação e da propagação de ruído no espaço urbano. O processo de análise morfológica através de modelos tridimensionais simulados em programas computacionais foram utilizados, correlacionando diversos fatores.

A variação dos parâmetros geométricos e seu relacionamento com o microclima urbano são discutidos em várias imagens computacionais que simulam as alturas das edificações, suas projeções de sombras e variações durante o ano (Figura 3.3)

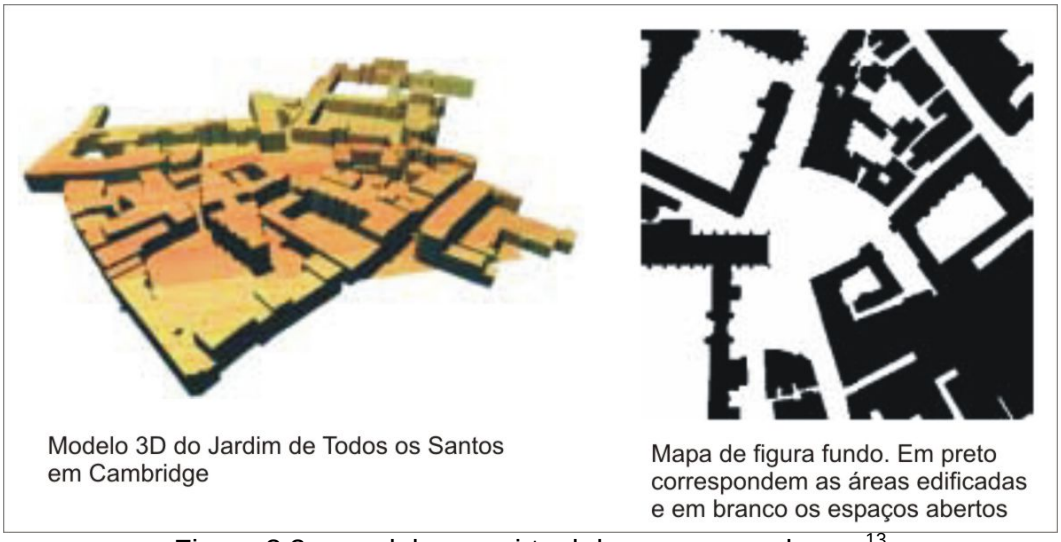


Figura 3.3 – modelagem virtual dos espaços urbanos[13]

As simulações apresentadas para os estudos propostos utilizaram diferentes tipos de programas computacionais. A tabela 3.2 apresenta o resumo das tarefas executadas e os programas utilizados.

[12] SOLENE++ Guide d'Utilisation, Laboratoire CERMA,École d'Architecture de Nantes.
[13] NIKOLOPOULOU, 2004, p.17

Tabela 3.2 – Tipos de programas computacionais usados para análise da morfologia urbana

Tarefa	Tipo de programa	Exemplo
Modelagem 3D	Ferramenta de desenho	AutoCAD
Modelagem das elevações e áreas construídas e livres	Renderização em 3D, processamento de imagem	3D Studio Max,Maya, Lightwave, Adobe Photoshop, Corel PhotoPaint, Matlab
Fator de visão do céu, porosidade dos ventos, mapa de campo de visão	Processamento e análise de imagens	Matlab
Mapa de projeção de sombras, mapeamento de horas de insolação	Renderização em 3D ou processamento de imagem	3D Studio,Maya, Lightwave, Adobe Photoshop, Corel PhotoPaint, Matlab
Zonas de sombreamento de ventos	Simulações físicas	Flovent, Fluent, Maya, 3D Studio Max
Mapeamento de diversidade	Processamento de imagens	Matlab, Adobe Photoshop, Corel PhotoPaint.

A pesquisa relativa ao conforto visual no espaço urbano foi desenvolvida baseada nas características microclimáticas da luminosidade do ambiente medida ao nível do solo e as reações observadas nos usuários simultaneamente.

A percepção do usuário é obtida a partir de uma escala de cinco pontos, denominada Voto de Sensação Luminosa (LSV- Luminous Sensation Vote), variando de “muito escuro” até “muito claro”, e as condições de insolação avaliadas em uma escala de três pontos, variando de ‘muito sol” até “prefiro mais sol”.

Confrontando os dados obtidos nas entrevistas com o voto de cada usuário, foram feitas correlações empíricas do nível de iluminamento. Como resultado da pesquisa, os valores de LSV entre 0,5 e 1[14] podem ser considerados como apropriados, com níveis de iluminamento horizontal entre 10 a 50klux em áreas ensolaradas e entre 25 klux a 60klux em áreas sombreadas.

O ambiente sonoro e o conforto acústico em espaços urbanos são avaliados no projeto considerando tanto os aspectos físicos do som, como também os aspectos sociais, psicológicos e fisiológicos.

O modelo de análise envolve quatro partes principais. A primeira descreve as características nominais de cada fonte sonora, como nível de pressão sonora, espectro, condições temporais, localização, movimento e características psicológicas/

[14] Percepção da luminosidade ambiental :-2=muito escuro, -1=escuro, 0=nem escuro nem claro, +1=claro, +2=muito claro

sociais. A segunda parte apresenta os efeitos acústicos no espaço, como reverberação, sons percebidos no entorno, ruído de fundo e padrões de reflexão. A terceira parte, os aspectos sociais, como as características sociais dos usuários e as condições sonoras residenciais e no trabalho e experiências acústicas. Por último, a quarta parte considera outros aspectos, como temperatura, umidade, iluminação, paisagem, características arquitetônicas e tipo de atividade exercida no local.

As análises sonoras são feitas principalmente através de medições, observações e entrevistas em campo, a predição da propagação sonora no ambiente urbano, através da utilização de programas computacionais como CADNA[15] e Raynoise[16], e o tempo de reverberação em espaços urbanos com superfícies difusoras e a distribuição de som de uma fonte pontual utilizando fórmulas[17] que calculam o tempo de reverberação e a distribuição de som de uma fonte pontual.

De acordo com o resultado de níveis de ruídos encontrados nas análises realizadas[18], são geradas sugestões projetuais como criação de atividades ou elementos que se destaquem positivamente na paisagem sonora, mudanças em materiais, dimensões e superfícies ou ainda implantação de barreiras acústicas.

A pesquisa relativa às considerações sociais para o desenho de espaços abertos correlaciona o resultado de experiências sociais na vida urbana contemporânea com as propriedades físicas características dos espaços abertos.

O conjunto de informações quantitativas e qualitativas dos espaços abertos foram coletadas em quatro etapas, registrando a significância urbana do espaço, a significância do espaço para comunidade, os usos atuais do espaço e as categorias de usuários.

Concluindo o trabalho, o guia apresenta uma avaliação das ferramentas desenvolvidas aplicada em uma rua de pedestres, selecionada como “estudo de caso”, realizando avaliações e propostas mitigadoras para os problemas encontrados durante as pesquisas. A análise é apresentada em tópicos separadamente, descrevendo as

[15] DATAKUSTIK,(2003). **CadnaA: Software Program for Noise Prediction**. Munich
[16] LMS Numerical Technologies (2003). **Raynoise User’s Manual**. Leuven
[17] KANG, J. MENG, Y. BROWN, G. (2003) **Sound propagation in micro-sacle urban areas: simulation and animation.** Acustica/acta acustica, 89, S68-69.
[18] As análises realizadas no projeto RUROS, indicam o nível de pressão sonora de 65dBA como o máximo aceitável para ruído de fundo no espaço urbano, considerando o nível de ruído equivalente de 90% (Leq90)[18].

avaliações de conforto térmico, ventos predominantes, condições de radiação, morfologia, ambiente visual, ambiente acústico e parâmetros sociais (Anexo 4).

3.1.2.1- Análise do método

Conforme observado em trabalhos apresentados em congressos científicos internacionais, como o PLEA[19] entre outros, o projeto RUROS foi, nos últimos anos, a pesquisa mais ampla sobre a avaliação da qualidade ambiental, resultando em metodologias e ferramentas que possibilitam a análise dos espaços urbanos nos âmbitos ambiental e social.

A organização e apresentação dos métodos propostos possibilitam identificar facilmente todos os itens necessários para elaboração de um estudo de qualidade ambiental urbana, independente das características regionais das áreas selecionadas.

Entre as metodologias sugeridas, a maior parte pode ser inserida facilmente em estudos de análise urbana, embora alguns recursos computacionais específicos de simulação ambiental não sejam amplamente encontrados ou disponibilizados, como os programas Cadna A e o Raynoise.

A predição de conforto higrotérmico em espaços abertos a partir da utilização de equações modelo e gráficos previamente configurados é uma ferramenta fundamental para a projeção de novas áreas no contexto urbano. Entretanto, observa-se que no contexto de clima tropical úmido como apresentado por Zambrano, Malafaia e Bastos (2006), o modelo desenvolvido pelo projeto RUROS não se adequou a uma avaliação de conforto higrotérmico. (Anexo 1)

Apesar disso, a metodologia do RUROS pode ser seguida quanto aos parâmetros de levantamento em campo, como identificação dos principais pontos para medições, aplicação de entrevistas com escalas de conforto higrotérmico e preferências, e observações sobre perfil do usuário, atividades, entre outros.

O estudo da ventilação no sítio, conforme indicado no RUROS, que envolve programas computacionais específicos tipo CAD (Computer Aided Design) e especialistas em mecânica de fluídos, ainda não se enquadra na realidade da prática profissional existente.

[19] Conference on Passive and Low Energy Architecture

No entanto, observações em campo e coleta de dados em estações meteorológicas próximas as áreas de estudo, como também foi sugerido no guia, são recursos mais facilmente obtidos e aplicados.

Uma verificação importante na pesquisa do RUROS foi o resultado das condições de conforto lumínico nos espaços externos, que apesar das recomendações mínimas estejam entre 100-1000 klux, a pesquisa identificou, através dos votos da população, níveis bem superiores aos recomendados, sem caracterizá-los como áreas de ofuscamento. Tais resultados permitiram estabelecer novas escalas de nível de iluminação adaptados aos espaços urbanos.

A utilização de recursos gráficos digitais tem se estabelecido como ferramenta essencial para análise da volumetria na atividade projetual. A indicação no projeto RUROS de algumas simulações feitas em programas mundialmente usuais entre os profissionais da área arquitetura e urbanismo, como o AutoCAD, 3D Studio, Corel Draw e Photo Shop, facilita a interação com as áreas de análise da qualidade ambiental.

A indicação no RUROS sobre a possibilidade de utilização de fórmulas simplificadas ou de medições e observações em campo que identifiquem os níveis de ruído, facilitam o estudo e a avaliação qualitativa da paisagem sonora, uma vez que os programas de predição acústica não são disponibilizados amplamente como outros recursos computacionais.

A pesquisa através de uma escala de preferências sonoras, é interessante, pois pode-se comparar os resultados obtidos entre os votos da população e os níveis de pressão sonora recomendados pelas normas nacionais, bem como às adaptações dos usuários.

O estudo detalhado da população dominante e tipo de atividade realizada nos espaços abertos é essencial para avaliação da qualidade ambiental, identificação de problemas e sugestão de soluções mitigadoras que possibilitem adequações espaciais e ambientais que atendam às necessidades dos usuários atuais ou criem opções de novos usos para uma demanda populacional existente.

3.1.3 – Métodos de análise da qualidade ambiental de espaços urbanos em clima tropical úmido

Além dos métodos indicados anteriormente como referência, pode-se observar também os resultados obtidos por Reis-Alves (2006), Niemeyer (2007) e Vasconcellos (2006), onde desenvolvem propostas de avaliação de ambientes abertos na cidade do Rio de Janeiro, ou seja, em clima tropical úmido.

Reis-Alves (2006), em uma extensa pesquisa sobre o simbolismo do lugar, propõe uma inter-relação de variáveis subjetivas e objetivas do conforto ambiental na avaliação de pátios escolares. A análise do ambiente considera os atributos espaciais, ambientais e humanos a partir da percepção dos usuários, aplicando entrevistas, identificou suas sensações em relação ao espaço, como o voto de conforto higrotérmico, entre outras questões.

O trabalho desenvolvido por Reis-Alves (2006) apresenta excelente organização dos atributos que serão analisados, dividindo em tabelas de atributos espaciais, ambientais e humanos e seus respectivos aspectos, métodos e instrumentos utilizados (Anexo 5). Esta metodologia gera, por fim, um relatório bem estruturado, de fácil compreensão, e tabelas-sínteses dos dados coletados em campo e análise perceptiva.

O trabalho enfoca principalmente questões subjetivas, identificadas tanto pelo autor como pelos usuários. Alguns dados objetivos como velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa, nível de iluminação e de pressão sonora poderiam também ter sido coletados durante a pesquisa em campo para ratificar os resultados perceptivos apresentados, como usuários indicando sensações higrotérmicas mais tolerantes ao calor devido a sua aclimatação.

Niemeyer (2007) apresenta em sua tese, um roteiro de avaliação do espaço urbano consolidado, utilizando como estudo de caso áreas no bairro de São Cristóvão. A proposta enfoca a avaliação de conforto higrotérmico e acústico e o roteiro metodológico que envolve quatro etapas: Inventário Físico, Medições em Campo, Avaliação de Conforto Térmico e Acústico e Análise dos Resultados (Anexo 6).

A organização da metodologia descreve atributos espaciais, ambientais e humanos, entretanto não são realizadas entrevistas com os usuários, mas são registradas medições em campo que auxiliaram na comparação de dados subjetivos observados.

Niemeyer (2007) utiliza em sua metodologia o modelo desenvolvido por Bustos Romero (2001) e as adaptações propostas por Zambrano, Malafaia e Bastos (2006) para o modelo de extensão do PMV, desenvolvido por Fanger e Toftum (2002)

Vasconcellos (2006) pesquisa em sua tese as influências que o entorno construído provoca no microclima de praças, com objetivo de determinar subsídios que possam oferecer condições mínimas de conforto higrotérmico aos usuários. Apresenta também um roteiro metodológico para projetos dos espaços exteriores visando o projeto bioclimático, onde são destacadas as categorias de análises estudadas. As categorias de análise são independentes e complementares, trabalhadas de acordo com a escala de intervenção: cidade, bairro e praça.

A sua metodologia envolve uma detalhada confecção de inventário, análise e diagnóstico da região de estudo, apresentando como sugestão um roteiro metodológico para levantamento e análise de dados para o estudo bioclimático (Anexo7)

Programas computacionais usuais, como o Autocad, Sketch Up e Google Earth também foram utilizados para o desenvolvimento da metodologia, tornando-a, assim como as propostas metodológicas de Reis-Alves (2006) e Niemeyer (2007), acessíveis a estudantes e profissionais da área de arquitetura e urbanismo.

Considerando ainda outras referências de avaliação da qualidade ambiental, pode-se citar as pesquisas de Veloso (2006) em Natal (RN), cidade localizada na região Nordeste do Brasil e o Departamento de proteção ambiental de Hong Kong, na China.

Veloso (2006) realiza uma pesquisa sobre qualidade e vida urbana em Natal, e dentro da dimensão ambiental, considera que a mesma pode ser avaliada a partir dos seguintes aspectos: tamanho da cidade; paisagem natural; qualidade do ar; qualidade da água; temperatura do ar; ventilação natural; luminosidade natural; arborização geral da cidade; pavimentação das ruas; iluminação noturna das vias; aparência geral da cidade (estética); paisagem construída (arquitetura); nível sonoro (ruídos); oferta de praças e parques; limpeza em geral; e saneamento básico. Estas questões são avaliadas através de entrevistas com respostas em escalas de seis pontos, variando de péssimo a excelente.

Além dos aspectos citados, são também realizadas entrevistas indicando as características pessoais, escolaridade, profissão, tipo de vestimenta e sensações térmicas, medições de temperatura do ar, umidade relativa, velocidade e direção dos ventos e condições do céu (Anexo 8).

A metodologia sugerida por Veloso (2006) envolve principalmente a avaliação qualitativa da cidade, registrada através de dados subjetivos dos entrevistados. Embora indique a realização de pesquisa na área de conforto ambiental urbano, suas medições em campo se limitam às condicionantes de conforto higrotérmico.

O Departamento de proteção ambiental de Hong Kong[20], apresenta estudos relacionados ao planejamento urbano, assentamentos ambientais, ao lixo, a água, poluição do ar e sonora. No conjunto de informações disponibilizado, encontra-se um estudo direcionado à poluição sonora nas cidades, proveniente de diversas fontes de ruído, entre elas, o ruído do tráfego. Como a pesquisa em questão aborda a análise da qualidade ambiental em áreas limítrofes aos eixos viários expressos nos centros urbanos, as considerações apresentadas auxiliam na elaboração de roteiro de avaliação dos espaços, planejamento e soluções mitigadoras.

Os estudos do Departamento resumem em cinco itens as orientações para a redução do impacto do ruído de trânsito viário: o planejamento de uso do solo, o tratamento das fontes sonoras, as medidas de mitigação de propagação de ruído, planejamento do *layout* das edificações e o isolamento acústico da edificação como último recurso.

[20] www.epd.gov.hk

3.2 - PROPOSTA DE METODOLOGIA DE ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL DE ESPAÇOS URBANOS SEGREGADOS EM CLIMA TROPICAL ÚMIDO

A presente pesquisa de tese apresenta uma metodologia que identifique os principais aspectos que caracterizam o espaço aberto urbano e influenciam nas suas possibilidades de uso. O método engloba um modelo de inventário realizado através de fichamentos que registra os dados físico-ambientais e socais da região e do espaço urbano estudado, e que posteriormente são resumidos em uma ficha síntese, permitindo identificar e comparar os principais registros de dados objetivos e subjetivos para avaliação dos confortos higrotérmico, visual e acústico, perfil do usuário e preferências de uso.

O inventário proposto deve contemplar registros de medições físico-ambientais coletadas no sítio estudado, como níveis de ruído, de iluminação, temperaturas de bulbo seco, bulbo úmido e de globo e umidade do ar, temperatura superficial dos materiais de revestimento, além dos dados meteorológicos locais. As informações sobre as percepções humanas quanto às sensações ambientais e espaciais, como sensações de conforto ou desconforto sonoro, higrotérmico e visual podem ser estudadas através de modelos teórico-empíricos ou obtidos através de entrevistas.

A espacialidade local é identificada através de registros fotográficos, análise de imagens de satélite, plantas cadastrais da região, além de aplicação de entrevistas à população local.

O conjunto dos dados levantados através do inventário permite a elaboração de simulações computacionais para visualização do contexto volumétrico, estudo de áreas sombreadas ou ensolaradas nos diferentes períodos do ano, e comparações entre as medições coletadas em campo, os votos de preferência dos usuários e as recomendações previstas em normas e pesquisas.

Direcionando a utilização da metodologia proposta nesta tese para regiões de clima tropical úmido e áreas segregadas, é sugerida a aplicação de modelo de avaliação de conforto higrotérmico que considere ajustes a este perfil climático, conforme proposto por Fanger e Toftum (2002), e modelo de entrevista que identifique nos usuários sua percepção do espaço quanto a questões ambientais e espaciais e que elementos podem influenciar na segregação.

A metodologia sugerida considera, portanto, três atributos como estrutura principal da análise: **espaciais, ambientais e sociais**, combinando o ambiente físico (morfológico, microclimático, higrotérmico, visual e acústico) com as necessidades e satisfações dos usuários. Tais parâmetros serão analisados seguindo um roteiro metodológico, envolvendo as etapas de inventário físico, medições de dados ambientais e nos casos de avaliação de espaços já consolidados, a coleta de percepção dos usuários em campo, permitindo a avaliação da qualidade ambiental, a partir de análises de conforto higrotérmico, acústico e visual.

Dentro dos atributos ambientais pode-se destacar a análise higrotérmica, sonora e visual. A preocupação com o conforto higrotérmico e sobre carga térmica nos espaços urbanos pode influenciar as decisões projetuais nas regiões de clima tropical úmido. As elevadas temperaturas e percentuais de umidade durante todo o ano podem contribuir negativamente na avaliação da qualidade ambiental destes espaços, inviabilizando inclusive seu uso. Questões sonoras e visuais também são relevantes e devem ser tratadas com igual importância para obtenção de resultados satisfatórios, resultando em melhores condições de habitabilidade e conforto.

Para identificação dos atributos ambientais, os dados podem ser obtidos em medições em campo, simulações, observações e aplicações de questionário que contenham escalas de satisfação de conforto higrotérmico, sonoro e visual, conforme sugerido no projeto RUROS (NIKOLOPOULOU, 2004).

Os atributos espaciais nesta metodologia são abordados considerando requisitos já identificados anteriormente no entorno e do próprio espaço, como área, forma, proporção, elementos construtivos, presença de vegetação, água, topografia, cores e texturas dos materiais. A influência espacial pode ser identificada através de entrevistas com os moradores do entorno e usuários das áreas selecionadas, direcionando as respostas para obtenção dos resultados esperados.

Fatores como a relação da volumetria do entorno, características físicas dos materiais, qualidade ambiental resultantes e, no objeto de estudo, a influência espacial da via expressa, elemento que provoca a obstrução vertical e horizontal, segregando os espaços limítrofes, são pontos indispensáveis na formulação da análise através das respostas obtidas.

Os atributos sociais são identificados através de observações em campo dos espaços estudados, e aplicação de questionários que identifiquem preferências de usos, necessidades e perfil dos usuários.

A elaboração dos questionários seguiu as recomendações de Lee (1977) que aborda os métodos de medição e avaliação de respostas humanas no ambiente, e recomenda para registro de atitudes e preferências da população analisada, o método de avaliação verbal estruturado, constituído de escala para classificação de estímulos por ordem, de acordo com os critérios estabelecidos, e o método de avaliação verbal, não estruturado, utilizando questionários de resposta livre ou complementando frases.

3.2.1- Roteiro Metodológico

Objetivando identificar e organizar todos os itens necessários que englobem a qualidade ambiental de espaços urbanos segregados, foi elaborada uma tabulação dos atributos escolhidos, adaptando a sugestão de Reis-Alves (2006). A definição dos métodos e instrumentos de análise considerou a seleção dos atributos espaciais, ambientais e sociais e seus respectivos aspectos (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 – Resumo dos aspectos analisados, métodos e instrumentos utilizados.

	Aspectos analisados		Métodos	instrumentos
Atributos Espaciais	Entorno (volumetria), Base e Limites verticais		Descrição e análise morfológica	Representação gráfica e registro fotográfico
	Configuração espacial e Mobiliário		Descrição e especificação	Especificação e Registro fotográfico
	Características físicas das superfícies e do mobiliário		Descrição e especificação	Registro fotográfico
Atributos Ambientais	Higrotérmico		Cálculo de insolação na base (área de piso) e limites verticais	Carta solar do Rio de Janeiro e Simulação em computador
			Efeitos aerodinâmicos	Rosa dos ventos Representação gráfica e análise de volumetria em maquete eletrônica
			Registro de temperatura do ar e radiante, temperatura das superfícies, umidade do ar	Medições em campo Ou Dados meteorológicos
	Visual		Registro dos níveis de iluminação	Medições em campo
			Registro de mudança do aspecto visual	Registro fotográfico Ou Simulação em computador
			Fator de céu visível	Representação gráfica Ou Simulação em computador
	Acústico		Registro dos níveis de ruído	Medições em campo/ Ou simulação
Atributos Sociais	Percepção	Higrotérmica	Avaliação subjetiva	Questionário/ entrevista Ou simulação
		Visual	Avaliação subjetiva e Observação	Questionário/ entrevista
		Acústica	Avaliação subjetiva	Questionário/ entrevista Ou simulação
	Uso e Significado		Avaliação subjetiva e Observação	Questionário/ entrevista e registro fotográfico
	Perfil do usuário		Avaliação subjetiva e Observação	Questionário e registro fotográfico

A partir da seleção dos aspectos a serem analisados, pôde ser desenvolvida de forma mais objetiva a metodologia para catalogação dos dados inventariados na região selecionada para análise. A estrutura da metodologia foi definida em quatro etapas:

- Inventário físico;

- Registros e catalogação das informações coletadas em campo;

- Análise da qualidade ambiental;

- Avaliação dos resultados e recomendações

Procurando obter uma padronização na compilação e avaliação dos dados coletados, optou-se pela elaboração de fichas padrões para cada etapa da análise.

O processo de elaboração dos fichamentos para catalogação das informações, considerou que as análises nos espaços urbanos abertos poderiam ocorrer durante o planejamento de assentamentos de eixos viários em contextos consolidados e 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, quais dados poderiam ser observados, registrados através de medições, entrevistas ou simulações, e como os mesmos poderiam ser sintetizadas, complementando o estudo.

Os métodos selecionados para análise, conforme descrito na tabela 3.3, foram inseridos nas fichas propostas com objetivo de obter maior abrangência de dados coletados. Sabendo-se que dependendo da característica da área em estudo, os dados utilizados para análise da qualidade ambiental poderiam ser efetivamente coletados em campo ou obtidos através de simulações.

As fichas destinadas à análise da qualidade ambiental foram estruturadas permitindo 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 entre os dados dos confortos higrotérmico, acústico e visual, entre os diversos pontos de medição escolhidos no espaço estudado e períodos do dia e épocas do ano.

3.2.1.1- 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*[21].

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*[22].

As fichas utilizadas para catalogação do inventário físico seguem o modelo sugerido por Niemeyer (2007)[23], propondo-se no entanto, adaptações para atender as especificidades para uma análise da qualidade ambiental de espaços urbanos segregados.

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 (Tabela 3.4);

- 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 (Tabela 3.5);

[21] Disponível em: http://earth.google.com/
[22] Disponível em: http://www.sketchup.com/
[23] Adaptação da ficha bioclimática sugerida por Romero (2001)

- **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 (Tabela 3.6)

Tabela 3.4 - Modelo: **Ficha de Análise do Entorno**

<table>
<tr><td colspan="2">ENTORNO</td></tr>
<tr><td colspan="2">LOCAL: _____ BAIRRO: _____CIDADE:_____LATITUDE:</td></tr>
<tr><td colspan="2">VISTA AÉREA</td></tr>
<tr><td colspan="2">Foto aérea com localização da área de estudo e indicação da localização do ângulo de visão da fotografia e modelagem</td></tr>
<tr><td colspan="2">TRÁFEGO DE VEÍCULOS:
Densidade e composição do tráfego (veículos leves e pesados);
Sentido do fluxo de veículos,cruzamentos, paradas de ônibus, estacionamentos.
ELEMENTOS DE OBSTRUÇÃO DE ACESSOS: vias sem acesso a pedestres ou cruzamentos, viadutos, rios, lagoas.
ACESSIBILIDADE: veículos, pedestres e portadores de necessidades especiais</td></tr>
<tr><td colspan="2">VISTA GERAL E VOLUMETRIA</td></tr>
<tr><td>Fotografia</td><td>Modelagem 3D</td></tr>
<tr><td colspan="2">USO DO SOLO – Zoneamento
Uso predominante dos edifícios existentes.
Gabarito e tipologia das edificações:
USUÁRIOS
Características dos usuários, fluxo de pedestres no entorno e presença de trabalhadores.</td></tr>
</table>

Tabela 3.5 – Modelo: **Ficha das características morfológicas e ambientais**

BASE E LIMITES LATERAIS		
LOCAL: _____ BAIRRO: _____CIDADE:_____LATITUDE:		
MAPA FIGURA FUNDO		
Desenho da área estudada com as principais dimensões e cotas de nível, localização dos pontos de medição, características das superfícies massas d'água e vegetação e direção dos ventos dominantes e do ângulo da fotografia e corte		
VISTAS		
Fotografia da vista da área estudada		
CORTE ESQUEMÁTICO		
Corte com localização dos pontos de medição e níveis		
BASE		LIMTES LATERAIS
Área: m² Pavimentações: Vegetação: Presença de água: Topografia: Acessibilidade:		Tipologia; Obstruções visuais: Cor e material predominante das fachadas. Elementos de interesse arquitetônico:
FATORES AMBIENTAIS		
SOL	VENTO	SOM
Radiação direta/ difusa; Áreas de sombreamento.	Bloqueio/ canalização; Aumento/ redução da velocidade.	Campo sonoro; Efeito barreira
USO DO ESPAÇO		
Elementos espaciais e sociais que influenciam no uso do espaço		

Tabela 3.6 – Modelo: **Ficha de estudo de insolação**

<table>
<tr><th colspan="3">SOMBREAMENTO</th></tr>
<tr><td colspan="3">LOCAL: _____ BAIRRO: _____CIDADE:_____LATITUDE:</td></tr>
<tr><td colspan="3">MODELAGEM TRIDIMENSIONAL</td></tr>
<tr><td rowspan="2">SOLST. INVERNO</td><td>Manhã - Dia: Hora:</td><td>Tarde - Dia: Hora:</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">EQUINÓCIO</td><td>Manhã - Dia: Hora:</td><td>Tarde - Dia: Hora:</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">SOLSTÍCIO VERÃO</td><td>Manhã - Dia: Hora:</td><td>Tarde - Dia: Hora:</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>CÉU VISÍVEL E HORAS DE SOL</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

3.2.1.2 - 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) (Tabela 3.7), distribuindo as informações em dados registrados nos questionários (detalhes observados, perfil dos usuários, votos de preferências), dados ambientais monitorados e dados calculados.

Tabela 3.7 – Informações e variáveis selecionadas para coleta no estudo de campo

Informações	**Descrição das variáveis e unidades**
Dados do questionário: detalhes observados	
Estação do ano	Estação da entrevista (V= verão, O= outono, I= Inverno, P= primavera
Data	Data da entrevista
Hora	Horário da entrevista
Período	Período de tempo da entrevista (M= manhã (09:00 -11:59), MD= Meio do dia (12:00-14:59), T= tarde (15:00-17:59), N=noite (18:00-21:00)
Local/ ponto	Localização dos entrevistados e pontos de medição (ver pontos nos respectivos mapas das áreas estudadas)
Idade	Idade dos entrevistados <16, 17-24, 25-34, 35-44, 45-54, >55
Sexo	Sexo dos entrevistados (Masculino, Feminino)
Vestimenta	Tipo de vestimenta: Saia, bermuda, calça comprida, camisa com ou sem manga, boné, óculos de sol, fone de ouvido
Grupos	Tipo de companhia (sozinho, acompanhado, com um animal)
Sol_/ sombra	Local durante a entrevista (sol, sombra)
Protegendo_olhos	Algum movimento de proteger os olhos durante a entrevista
Observando_vista	Caso esteja observando alguma coisa na paisagem antes da entrevista
Direção do entrevistado	Direção que o entrevistado estava olhando (Norte, Nordeste, Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste, Noroeste
Atividade	Nível de atividade (sentado como consumidor, sentado lendo/escrevendo ou descansando, em pé, andando, atividades esportivas, brincando com criança, jogando jogos sociais)
Dados ambientais monitorados em campo durante as entrevistas	
TBS	Temperatura de bulbo seco (°C)
TBU	Temperatura de bulbo úmido (°C)
TG	Temperatura de globo (°C)
V vento	Velocidade do vento (m/s) e direção
UR	Umidade relativa (%)
Ilum horiz	Iluminação horizontal (klux)
NPS	Nível de pressão sonora durante a entrevista (dBA) LAeq – variação em relação às recomendações da norma L90 – ruído de fundo L10 – ruído de pico LAmax e LAmin – NPS máximo e mínimo
Nebulosidade	Nebulosidade do céu (claro, parcialmente nublado, nublado, chuva)
Dados calculados usando dados monitorados e detalhes observados	
Clo	Nível de vestimenta (clo) – baseado na ISO 7730
Taxa met	Taxa metabólica (W/m²) – baseado na ISO 7730
PMV e PPD	Voto médio predito – baseado na ISO 7730
PMVc e PPDc	Voto médio predito – baseado na ISO 7730 e pelo fator de correção para edificações em clima quentes = Extensão PMV (FANGER; TUFTOM, 2002), e adaptação de Zambrano, Malafaia e Bastos (2006) para espaços abertos.
IBUTG	Estimativa do stress por calor sobre o usuário - ISO 7243/1989

Dados dos questionários: votos dos entrevistados (no momento da entrevista)	
Temperatura	Voto de higrotermia (Muito confortável, Confortável, Desconfortável, Muito Desconfortável, Intolerável)
Temperatura	Voto de higrotermia (muito frio ,frio, leve frio, neutro, leve calor, calor, muito calor)
Vento	Voto de velocidade de vento (sem vento, leve brisa, neutro, vento suficiente, muito vento)
Luminosidade	Voto da luminosidade ambiental (muito escuro, escuro, neutro, claro, muito claro)
Ofuscamento	Voto de Fontes de ofuscamento (nenhuma, piso, parede, mobiliário, céu/cobertura, vegetação, outros)
Paisagem	Voto da percepção da paisagem do lugar (Ruim, Boa, Neutra)
Visual	Voto de visualização do espaço (ambiência) (Amplo, Obstruído, Limpo, Sujo, Incômodo, Tranqüilo, Seguro, Inseguro, Agradável, Desagradável, Outro) - Excelente,Muito Bom , Bom, Ruim , Muito Ruim e Péssimo
Som	Voto do ambiente acústico (muito silencioso, silencioso, neutro, ruidoso, muito ruidoso) e identificação de sons incômodos, neutros e agradáveis
Dados dos questionários: Perfil social	
Razões de uso	Indicadas pelos usuários
Freqüência de uso	todo dia, 1 vez por semana, 1 vez por mês, raramente, 1ª vez
Bairro	Se é morador do bairro; Outros bairros (qual?)
Preferências e uso do espaço	Indicações de elementos que o entrevistado gosta ou não gosta no espaço Sugestões de elementos que faltam no espaço
Ocupação	estudante, trabalhador, aposentado, outros
Educação	Nível educacional (fundamental, médio, superior)

Esta tabela foi reestruturada transformando-se nas fichas de catalogação dos registros dos dados subjetivos, objetivos e perfil do usuário, contemplando informações observadas, relatadas e medidas. A formulação dos questionários seguiram o modelo sugerido por Lee (1977), registrando-se observações do pesquisador e respostas livres, em escala ou de escolha forçada dos entrevistados, permitindo delimitar os votos e preferências dos usuários, ao mesmo tempo obter sugestões sem restrições.

– **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 (Tabelas 3.8);

- **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 (Tabela 3.9).

Tabela 3.8 – Modelo da Ficha de dados subjetivos e perfil dos usuários

QUESTIONÁRIO: Observações

LOCAL: **DATA:** _____ HORA: _____
BAIRRO: CIDADE: UF: LATITUDE: Ponto:___

QUADRO 01: DADOS PESSOAIS

SEXO Masculino ☐ Feminino ☐ Sozinho ☐ 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 lendo / 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)☐

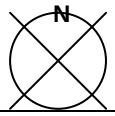
QUADRO 03: VESTIMENTA (clo)

Sem camisa / short/ descalço ou sandália (0,15) ☐ Saia curta ou bermuda / camiseta /sapato (0,30)☐ Saia ou calça comprida / camisa manga curta/ sapato (0,50) ☐
Saia longa ou calça comprida / camisa manga comprida /sapato (0,70) ☐ Calça comprida / camisa manga comprida / casaco / sapato/ (1,0) ☐
COR DA ROUPA SUPERIOR: PARTE clara ☐ Média ☐ Escura ☐
PARTE INFERIOR: clara ☐ Média ☐ Escura ☐
Boné/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☐
O Entrevistado está em local de: sombra ☐ sol ☐
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:

QUESTIONÁRIO: Entrevista **Ponto da entrevista Nº:_____**

QUADRO 05: SENSAÇÃO DE CONFORTO / DESCONFORTO

1- O QUE VOCÊ ACHA DESTE ESPAÇO?

Excelente☐ Muito bom☐ Bom☐ Ruim☐ Muito ruim☐ Péssimo☐

2- COMO VOCÊ PERCEBE ESTE ESPAÇO?

Tranqüilo☐ Seguro☐ Limpo☐ Amplo☐ Agradável☐
Agitado☐ Inseguro☐ Sujo☐ Pequeno☐ Desagradável☐ Outro☐ _____

3 - NO MOMENTO VOCE ESTÁ SENTINDO...

Muito frio☐ Frio☐ Leve Frio☐ Neutro ☐ Leve Calor☐ Calor☐ Muito Calor☐

4- COMO VOCE ESTÁ SE SENTIDO EM RELAÇÃO À TEMPERATURA LOCAL?

Muito confortável ☐ Confortável ☐ Desconfortável ☐ Muito Desconfortável ☐ Intolerável ☐

5- COMO VOCE 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☐ outro☐_____

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 (I) (N) (A) Pessoas falando (I) (N) (A) Veículos passando (I) (N) (A)
Som de água (I) (N) (A) Pessoas jogando (I) (N) (A) Música tocada na rua (I) (N) (A)
Buzinas de veículos (I) (N) (A) Crianças gritando (I) (N) (A) Som do vento em árvores (I) (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?[24] _____

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: ..... ☐

[24] Caso de entrevistados que apenas passam pelo espaço sem permanecer

Tabela 3.9 – Modelo Ficha de Dados Objetivos

Medições em campo e identificação das superfícies dos materiais

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL EM ESPAÇOS URBANOS:
MEDIÇÕES

LOCAL: DATA: _____ HORA: _____
BAIRRO: CIDADE: UF: LATITUDE:

1- DADOS AMBIENTAIS:

Nebulosidade : ☐claro ☐parcialmente nublado ☐nublado ☐chuva

	Ponto 1 sol ☐ sombra☐	Ponto 2 sol ☐ sombra☐	Ponto 3 sol ☐ sombra☐	Observações
Temp. Globo (^{0}C)				
Temp. Bulbo Seco (^{0}C)				
Temp. Bulbo Úmido(^{0}C)				
Umidade Relativa (%)				
Vel. Vento (m/s) Direção:				
Nível Ilumin. (klux)				
N. P. Sonora LAeq (dBA)				
N. P. Sonora LAmx (dBA)				
N. P. Sonora LAmn (dBA)				
N. P. Sonora L10 (dBA)				
N. P. Sonora L90 (dBA)				

2 - TEMPERATURA SUPERFICIAL DOS MATERIAIS:

	Ponto 1 sol ☐ sombra☐	Ponto 2 sol ☐ sombra☐	Ponto 3 sol ☐ sombra☐	Observações
BASE	Piso: Cor: ^{0}C:	Piso: Cor: ^{0}C:	Piso: Cor: ^{0}C:	
	Piso: Cor: ^{0}C:	Piso: Cor: ^{0}C:	Piso: Cor: ^{0}C:	
	Piso: Cor: ^{0}C:	Piso: Cor: ^{0}C:	Piso: Cor: ^{0}C:	
	Piso: Cor: ^{0}C:	Piso: Cor: ^{0}C:	Piso: Cor: ^{0}C:	
LIMITES VERTICAIS	Parede: Cor: ^{0}C:	Parede: Cor: ^{0}C:	Parede: Cor: ^{0}C:	
	Parede: Cor: ^{0}C:	Parede: Cor: ^{0}C:	Parede: Cor: ^{0}C:	
	Parede: Cor: ^{0}C:	Parede: Cor: ^{0}C:	Parede: Cor: ^{0}C:	
	Parede: Cor: ^{0}C:	Parede: Cor: ^{0}C:	Parede: Cor: ^{0}C:	
MOBILIÁRIO	Tipo: Cor: ^{0}C:	Tipo: Cor: ^{0}C:	Tipo: Cor: ^{0}C:	
	Tipo: Cor: ^{0}C:	Tipo: Cor: ^{0}C:	Tipo: Cor: ^{0}C:	
	Tipo: Cor: ^{0}C:	Tipo: Cor: ^{0}C:	Tipo: Cor: ^{0}C:	

3.2.1.3 - Análise da qualidade ambiental

A análise da qualidade ambiental é realizada nesta etapa, 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 realizada a partir da comparação das medições climáticas e percepções dos usuários com a predição de conforto higrotérmico simulada através do cálculo do Voto Médio Estimado (PMV) e da Porcentagem Estimada de Insatisfeitos (PPD), conforme estipulado na norma ISO 7730(1994).

Tal simulação utiliza o programa computacional[25] desenvolvido por Prof. MSc. Neury Nunes Cardoso, apresentado no capítulo 2.

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 do estresse por calor nas áreas avaliadas.

A avaliação de conforto acústico é realizada comparando as medições em campo dos níveis de ruído e os votos indicados pelos usuários com os critérios estabelecidos pela norma NBR-10151(2000) – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade (Tabela 2.17). A resolução 198 (SMAC, 2002) pode ser também utilizada, pois relaciona os Níveis Critério de Avaliação (NCA) recomendados pela norma ao Zoneamento Municipal de uso do solo para a cidade do Rio de Janeiro (Tabela 2.19).

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 50klux em áreas ensolaradas e entre 25 klux a 60klux em áreas sombreadas.

[25] Desenvolvido na linguagem Delphy, versão5, seguindo os mesmos algoritmos apresentados na norma ISO 7730.

Ainda referente à avaliação de conforto visual, é apresentado um item que indica 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 (Tabelas 3.10 e 3.11)

- **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 (Tabela 3.12)

Tabela 3.10– Modelo Ficha: **Quadro comparativo dos registros em campo por período do dia e época do ano**

LOCAL:			END:			
BAIRRO:		CIDADE:		UF:	LATITUDE:	
Período	M= MANHÃ(09:00-11:59)☐ Data:____Hora: ___	MD=MEIO DIA(12:00-14:59)☐ Data:____Hora: ___	T = TARDE(15:00-17:59)☐ Data:____Hora: ___	N = NOITE(18:00-21:00)☐ Data:____Hora: ___		
Local da medição	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3	
Período:M;MD; T;N						
Sol=S Sombra=Sb						
Nebulosidade[26]						
Vestimenta (clo)[27]						
Atividade (met)[28]						
HIGROTÉRMICO	Temp G(ºC)					
	Temp.BS(ºC)					
	Temp.BU(ºC)					
	U. R. (%)					
	V Vento(m/s) Direção:					
	PMV					
	PPD					
	PMVc					
	PPDc					
	Calc. Sensação higrotérmica					
	Voto sensação higrotérmica[29]					
	IBUTG					
VISUAL	Nível Ilumina. (klux)					
	Voto sensação luminosa[30]					
	Voto sens.Visual (ambiência)[31]					
ACÚSTICO	N. P. Sonora LAeq (dBA)					
	N. P. Sonora LAmx (dBA)					
	N. P. Sonora LAmn (dBA)					
	N. P. Sonora L10 (dBA)					
	N. P. Sonora L90 (dBA)					
	Voto sensação acústica[32]					
	L_{Aeq} – NCA					
	$L_{10} - L_{90}$					
Registros meteorológicos (Estação: xxxxx)	HORA: Temperatura: ºC HORA: Temperatura: ºC	HORA: Velo. Ventos: m/s dir.: HORA: Velo. Ventos: m/s dir.:	HORA: Umidade relativa: % HORA: Umidade relativa: %			

Comentários:

[26] Nebulosidade : **Cl**=Claro **PN**=Parcialmente Nublado **Nu**=Nublado **Ch**=Chuva
[27] Valores médios
[28] Valores médios
[29] **MCo**= Muito confortável **Co**=Confortável **De**=Desconfortável **MDe**=Muito Desconfortável **I**=Intolerável
[30] **ME=**Muito Escuro **E**=Escuro **N**= Neutro **C**=Claro **MCl**= Muito claro
[31] **E**= Excelente **MB=** Muito Bom **B=**Bom **R=**Ruim **MR=Muito** Ruim **P=** Péssimo
[32] **MS=**Muito silencioso **S**=Silencioso **N**=Neutro **R**=Ruidoso **MR**=Muito ruidoso

Tabela 3.11– Modelo:Quadro comparativo dos registros em campo de diferentes épocas do ano

LOCAL:					END:								
BAIRRO:			CIDADE:			UF:			LATITUDE:				
Período	M= MANHÃ(09:00-11:59)☐		MD= MEIO DIA(12:00-14:59)☐		T = TARDE(15:00-17:59)☐			N= NOITE(18:00-21:00)☐					
Época do ano: V= VERÃO O= OUTONO I= INVERNO P= PRIMAVERA													
Zoneamento Municipal: ____Nível Critério de Avaliação de Ruído(NCA)[33]: diurno: ___ dB(A) noturno: ___ dB(A)													
Local da medição		Ponto 1				Ponto 2				Ponto 3			
	Época do ano	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P
	Sol=S Sombra=Sb												
	Nebulosidade[34]												
	Vestimenta (clo)[35]												
	Atividade (met)[36]												
HIGROTÉRMICO	Temp.G(^{0}C)												
	Temp.BS(^{0}C)												
	Temp.BU(^{0}C)												
	U. R. (%)												
	V Vento(m/s) Direção:												
	PMV												
	PPD												
	PMVc												
	PPDc												
	Calc. Sensação higrotérmica												
	Voto sensação higrotérmica[37]												
	IBUTG												
VISUAL	Nível Ilumina. (klux)												
	Voto sensação luminosa[38]												
	Voto sens.Visual (ambiência)[39]												
ACÚSTICO	N. P. Sonora LAeq (dBA)												
	N. P. Sonora LAmx (dBA)												
	N. P. Sonora LAmn (dBA)												
	N. P. Sonora L10 (dBA)												
	N. P. Sonora L90 (dBA)												
	Voto sensação acústica[40]												
	L_{Aeq} – NCA												
	$L_{10} - L_{90}$												

Comentários:

[33] NBR 10151/2000.
[34] Nebulosidade : **Cl**=Claro **PN**=Parcialmente Nublado **Nu**=Nublado **Ch**=Chuva
[35] Valores médios
[36] Valores médios
[37] **MCo**= Muito confortável **Co**=Confortável **De**=Desconfortável **MDe**=Muito Desconfortável **I**=Intolerável
[38] **ME=**Muito Escuro **E**=Escuro **N**= Neutro **Cl**=Claro **MCl**= Muito claro
[39] **E**= Excelente **MB=** Muito Bom **B=**Bom **R=**Ruim **MR=Muito** Ruim **P=** Péssimo
[40] **MS=**Muito silencioso **S**=Silencioso **N**=Neutro **R**=Ruidoso **MR**=Muito ruidoso

Tabela 3.12 – Modelo: **Ficha Síntese de análise do espaço urbano**

FICHA SÍNTESE DE ANÁLISE DE QUALIDADE AMBIENTAL

<table>
<tr><td colspan="2">LOCALIZAÇÃO:</td><td colspan="2">BAIRRO:</td><td colspan="2">CIDADE:</td><td>UF:</td><td>LATITUDE:</td><td>DATA: ano</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ENTORNO</td><td colspan="2">VISTA AÉREA</td><td colspan="2">VOLUMETRIA</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">VISTAS GERAIS</td></tr>
<tr><td></td><td>SITUAÇÃO E AMBIÊNCIA:

TRÁFEGO DE VEÍCULOS:

ELEMENTOS DE OBSTRUÇÃO E ACESSOS:

ACESSIBILIDADE:</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">SOM:

VENTO:

SOL:</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">USO DO SOLO: ZR:
USUÁRIO:
ÁREA DO ESPAÇO: m²</td><td colspan="2">VENTOS DOMINANTES:
GABARITO:</td><td colspan="3">CARACTERÍSTICA DA PAISAGEM:</td></tr>
<tr><td rowspan="5">BASE E LIMITES VERTICAIS</td><td colspan="2">MAPA FIGURA-FUNDO / ESTUDO DE INSOLAÇÃO</td><td colspan="3">QUALIDADE AMBIENTAL</td><td colspan="3">PLANTA DO ESPAÇO ESTUDADO</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="3" rowspan="3">HIGROTÉRMICA/ VISUAL
Radiação direta/ difusa /refletida: (ex. Ponto 1, klux: 15h V= ; E= I=)
Áreas de sombreamento: (TG 15h= V= ; E= I=)
Topografia:
Presença de água:

SONORA
Campo sonoro: (níveis médios L90; Pt1= Pt2= Pt3=)
Características das superfícies dos materiais: (coef. Absor. Sonora aprox. α=)

HIGROTÉRMICA
Pavimentações: (temp superf. de xxx para TG=).
Vegetação:
Mudanças sazonais:

VISUAL
Obstruções visuais:
Cor e material predominante das fachadas:
Mobiliário:
Ambiência:
ACESSIBILIDADE:</td><td colspan="3" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">CORTE ESQUEMÁTICO</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="3">QUESTÕES SOCIAIS:</td><td colspan="3">VISTA</td></tr>
<tr><td colspan="2">CONFORTO ACÚSTICO
Votos/ medições:
Pt1: (L10: L90:)
Pt2: (L10: L90:)
Pt3: (L10: L90:)
Sons agradáveis/ desagradáveis:
Recomendações: ZR =</td><td colspan="3">CONFORTO VISUAL
Votos/ medições (luminosidade):
Pt1(klux): V= / O= / I= /P=
Pt2(klux): V= / O= / I= /P=
Pt3(klux): V= / O= / I= /P=
Ofuscamento:
Votos(visual):
recomendações</td><td colspan="3">CONFORTO HIGROTÉRMICO
Votos/ medições:
Pt1(ºC): V= / O= / I= /P=
Pt2(ºC): V= / O= / I= /P=
Pt3(ºC): V= / O= / I= /P=
Umidade relativa:
Vento:
Temperaturas superficiais:
recomendações</td></tr>
</table>

3.2.1.4 – Conclusões parciais sobre a metodologia desenvolvida

A metodologia desenvolvida pautou-se na necessidade de uma análise da qualidade ambiental que abordasse em um mesmo método questões de conforto acústico, higrotérmico e visual e de necessidades sociais. Apoia-se em um dos objetivos das estratégias de sustentabilidade urbana identificadas pelo Ministério do Meio Ambiente como prioritárias para o desenvolvimento das cidades brasileiras. Onde é sugerido que a melhoria da qualidade ambiental das cidades pode ser obtida por meio de projetos urbanísticos integrados com as ações de transporte e trânsito, de parâmetros e normas voltadas para o conforto ambiental e ampliação de áreas verdes e das áreas públicas das cidades (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

Objetivando a catalogação e a sintetização dos dados coletados em campo, inseriram-se na estruturação das fichas as principais informações que devem ser identificadas no estudo de um espaço urbano, facilitando assim, a organização do inventário físico (Tabelas 3.5, 3.6 e 3.7), a coleta de dados ambientais, morfológicos e sociais (Tabelas 3.8 e 3.9), e que possibilitem comparações diretas entre aspectos objetivos e subjetivos (Tabelas 3.10, 3.11 e 3.12).

A ficha destinada ao registro de medições ambientais em campo (Tabela 3.9) permite simultaneamente a identificação de características físico-ambientais, tais como, tipos de materiais que configuram as superfícies da base (pisos, etc.), elementos verticais que compõem os limites do espaço e mobiliário específico. Pode-se ainda registrar a situação de insolação das áreas escolhidas no momento que a medição é realizada. Para cada dado coletado existe ainda um item para inclusão de observações que podem auxiliar na avaliação final. A ficha apresentada permite o registro de dados em até três pontos selecionados, no caso de espaços com um número maior de pontos escolhidos, a quantidade de fichas pode ser multiplicada, ampliando-se o quanto necessário.

A avaliação da qualidade do lugar, quanto à atratividade e preferências feita através de observações e aplicação de questionário com respostas livres, em escala ou de escolha forçada (LEE, 1977), pode ser uma contribuição de caráter social para subsidiar futuras intervenções na área de estudo, inclusive em relação a projetos paisagísticos ou desenho urbano.

Durante a primeira aplicação do questionário e coleta de medições em campo foram feitos ajustes nas fichas desenvolvidas visando facilitar seu preenchimento e não comprometer as avaliações dos usuários.

Na ficha de medições incluiu-se o campo de observações e separaram-se as medições de temperatura superficiais por base, limites verticais e mobiliários, permitindo a inclusão de itens apenas quando necessário.

Na ficha do perfil do usuário, foi associada à escala numérica de “met” e “clo” conforme a ISO 7730 (1994) nos tópicos referentes ao tipo de atividade, facilitando a computação dos dados para a simulação do PMV.

No tópico referente à coleta de dados subjetivos de sensação de conforto ou desconforto por parte do usuário foi reorganizada a ordem das questões e incluída como primeira questão a avaliação qualitativa do espaço pelo usuário, graduado entre excelente e péssimo, antes de qualquer tema relacionado ao conforto higrotérmico, acústico ou visual evitando influência nas respostas.

Esta organização permitiu verificar que independente da sensação de conforto higrotérmico, acústico ou lumínico, a observação da paisagem, planejamento e manutenção dos espaços urbanos avaliados influenciou preponderantemente na qualificação positiva ou negativa, conforme observado nos resultados dos três espaços analisados.

As fichas de análise da qualidade ambiental (tabelas 3.10 e 3.11) permitem comparações entre os dados relativos à avaliação de conforto higrotérmico, acústico e visual, e com medições realizadas em diferentes pontos, períodos do dia e época do ano.

A ficha-síntese apresenta um conjunto de informações de todos os aspectos selecionados para análise, permitindo uma visualização global das características morfológicas, ambientais e sociais identificadas, uma elaboração mais simplificada de relatórios avaliativos e recomendações projetuais.

A inserção do cálculo do IBUTG na metodologia proposta amplia os recursos para a avaliação da qualidade higrotérmica em espaços urbanos, considerando que o estresse térmico pode gerar problemas como desidratação, desmineralização e intermação.

A seleção dos programas computacionais para o desenvolvimento da metodologia, considerou a facilidade de acesso, versatilidade de uso e integração entre as ferramentas.

O programa computacional Sketch Up[41], apresentou-se como uma ferramenta eficiente de estudos de simulação do ambiente urbano, pois permite a simulação detalhada de volumetrias, estudo de insolação e interação com outros programas como o AutoCAD, 3D Studio, Adobe Photoshop e Corel Draw.

Como vantagem adicional, o Sketch Up, conhecido internacionalmente como programa que possui interface, é uma ferramenta disponível gratuitamente na Internet e amplamente utilizado em vários países nas escolas de ensino médio e superior, principalmente nos cursos de Arquitetura e Urbanismo. Este fato pode tornar-se um facilitador do interesse por análises ambientais urbanas, devido ao conhecimento prévio de um programa no qual projetos arquitetônicos já são desenvolvidos.

As fichas propostas para coletas de dados em campo e resultados foram digitalizadas no programa Word e posteriormente transformadas em tabelas no programa Excel, permitindo a contabilização precisa de resultados, criação de gráficos com diversas comparações entre os períodos do dia e época do ano em que ocorrer a pesquisa.

Objetivando verificar a adequação da metodologia desenvolvida nesta tese para análise de um espaço urbano segregado de clima tropical úmido, é apresentado um estudo de campo em região da cidade do Rio de Janeiro com inserção de eixo viário no contexto urbano consolidado.

[41] Disponível em: http://www.sketchup.com/

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-10151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro: 2000.

ASHRAE. *ASHRAE handbook fundamentals (SI).* Chapter 8. Thermal comfort. USA, 1997.

BONNEAUD, Frédéric. *Ventilacion naturelle de l'habitat dans le villes tropicales.* Thèse de doctorat de mécanique, thermique et génie civil. Université de Nantes. Nantes, 2004.

De Dear, R; BRAGER, G. *Developing an adaptive model of thermal comfort and preference.* ASHRAE. Transactions 104(1b),p. 145-167, 1998.

_____. *Human Heat Balance***.** Macquarie University. Atmospheric Science Group. Department of Physical Geography, Division of Environmental and Life Sciences. Sydney: 1999. Disponível em: http://atmos.es.mq.edu.au/~rdedear/pmv/ . (acesso em: 14/06/ 2005)

ENVIRONMENTAL PROTECTION DEPARTMENT. *Guidelines on design of noise barriers.* Government of the Hong Kong SAR. Environmental Protection Department. Hong Kong, 2003. Disponível em http://www.epd.gov.hk (acesso em 4 /05/ 2006)

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 índices and specification of the conditions for thermal comfort.* Genebra: International Standads 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 Standads Organization, 1989.

LEE, Terence. *Psicologia e meio ambiente.* Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Cidades sustentéveis: subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira.* Org. BEZERRA, Maria do Carmo L.; FERNANDES, Marlene A. Brasília: 2000. Disponível em: www.agenda21.org.br . (acesso em: 07/04/2002)

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Portaria 3.214 de julho de 1978. *Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho (NR15): atividades e operações insalubres.* Brasília, 1978.

NICOL, Fergus. *Adaptative thermal comfort standards in the hot-humid tropics*. Energy and Buildings, n. 36, 2004: 628-637. Disponível em: 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.* Grecia: CRES, 2004. Disponível em: http://alpha.cres.gr/ruros/ (acesso em: 15/05/2005)

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.

ROMERO, Marta Adriana B. *Arquitetura bioclimática do espaço público.* Brasília: Universidade de Brasília, 2001

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE – RIO DE JANEIRO. Resolução n^{0} 198 de 22 de fevereiro de 2002**.**

STRAMANDINOLI. Cristina Malafaia. *BARREIRAS ACÚSTICAS: Um estudo para sua integração em contexto urbano.* Dissertação de M. Sc. Arquitetura. PROARQ/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.

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.

VELOSO, Maisa. *Qualidade de vida urbana em Natal: mitos e realidades.* Natal: EDUFRN, 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.

CAPÍTULO 4

VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA ATRAVÉS DE ESTUDOS DE CASOS DE ESPAÇOS RESIDUAIS

Com intuito de verificar a adequação da metodologia proposta para análise da qualidade ambiental em espaços segregados de clima tropical úmido, este capítulo apresenta um estudo de campo em que esta metodologia foi aplicada em três espaços selecionados devido as suas características de limites físicos com vias expressas.

Os espaços urbanos segregados escolhidos para análise se localizam no entorno da Av. Governador Carlos Lacerda – Linha Amarela, cidade do Rio de Janeiro, região de clima tropical úmido.

A seleção da região objeto de análise considerou a carência de informações na literatura aberta sobre o enfoque ambiental nas áreas limítrofes às vias expressas urbanas, ratificadas pelas previsões da ONU (BONNEAUD,2004) que enfatiza a necessidade de pesquisas direcionadas para as questões de sustentabilidade urbana em clima tropical úmido.

4.1 – A CIDADE DO RIO DE JANEIRO

O Rio de Janeiro é uma cidade litorânea de clima tropical úmido, localizada na latitude 22º54' ao sul do equador e longitude 43º12' a oeste do meridiano de Greenwich. Fundada em primeiro de março de 1565, hoje, no início do século XXI, a cidade possui uma população de aproximadamente 6 milhões de habitantes distribuída em uma área de 1.224,56 Km^2 , 33 regiões administrativas e 160 bairros[1].

Os bairros ocupam principalmente uma topografia plana a nível médio de 20m, existindo, entretanto, dois maciços, da Tijuca e da Pedra Branca (figura 4.2), que separam a cidade gerando características topoclimáticas distintas entre a zona sul e zona norte e baixada da cidade do Rio de Janeiro.

Caracterizada como uma região de clima tropical úmido, a cidade apresenta radiação solar e umidade elevadas durante todo o ano, com maiores precipitações no período de verão, e temperaturas médias com pouca variação diária e anual.

Segundo Brandão (1996), sua temperatura média anual é de 22,7 ºC, com valores extremos no mês de fevereiro (25,4ºC) e julho (20,1ºC). No período de verão a média é superior a 24ºC, enquanto no inverno, a média situa-se abaixo de 21ºC. Na região da baixada as temperaturas são mais elevadas do que na orla marítima, apresentando um gradiente orientado da terra para o mar, mais intenso em janeiro, e do mar para a terra (invertido) em julho.

A temperatura média mínima chega a 20,5ºC na zona sul, 19ºC no litoral de Sepetiba e 18ºC na região da baixada, essa variação ocorre devido à maior radiação no continente, orientando o gradiente do mar para a terra.

A temperatura média anual máxima ocorre na região da baixada (29ºC), sobretudo nas áreas mais secas e edificadas, na região litorânea este valor reduz para 25ºC. As máximas absolutas apresentam-se na região da zona norte, entre 40,8ºC e 42,2ºC. Tanto as temperaturas médias máximas como mínimas ocorrem na região da baixada do Rio de Janeiro (figura 4.1)

[1] http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/

A característica do clima tropical úmido no Rio de Janeiro é apresentada na média da umidade relativa do ar que é sempre superior a 70% durante todo o ano, sendo mais elevada na zona sul (84%) que no interior da baixada (76%).

Os ventos médios anuais no início da manhã têm direção da terra para o mar, com direção oeste na zona norte, norte na zona sul e nordeste na baixada de Sepetiba, com maior freqüência de calmaria na zona norte da cidade. No início da tarde, é predominante a brisa marítima com direção sul a sudeste na zona norte, sul a sudoeste na baixada de Sepetiba. Em janeiro, abril e outubro predominam as brisas do mar com direção sul, sudeste ou sudoeste, e em julho a brisa da terra com direção sul-sudeste nas zonas norte e sul e norte em Sepetiba. As velocidades mais altas predominam no litoral, em torno de 3m/s e menores na região norte (1m/s).

A nebulosidade é maior em janeiro que julho, e maior também na região da baixada que na zona sul. As maiores precipitações ocorrem no período de verão e menores no inverno (figura 4.1), com pequena variação total anual entre a zona norte com núcleos mais secos (Engenho de Dentro e Méier) em torno de 1100mm, e a zona sul com uma média anual total entre 1200 a 1600mm (BRANDÃO, 1996).

Embora as temperaturas médias anuais para a região metropolitana da cidade estejam durante o ano sempre entre 20 e 27ºC, as temperaturas médias máximas no período de verão podem chegar a 34ºC, com picos de mais de 40ºC. Este fato somado a uma umidade relativa média do ar constantemente superior a 75%, pode causar na população grande desconforto higrotérmico.

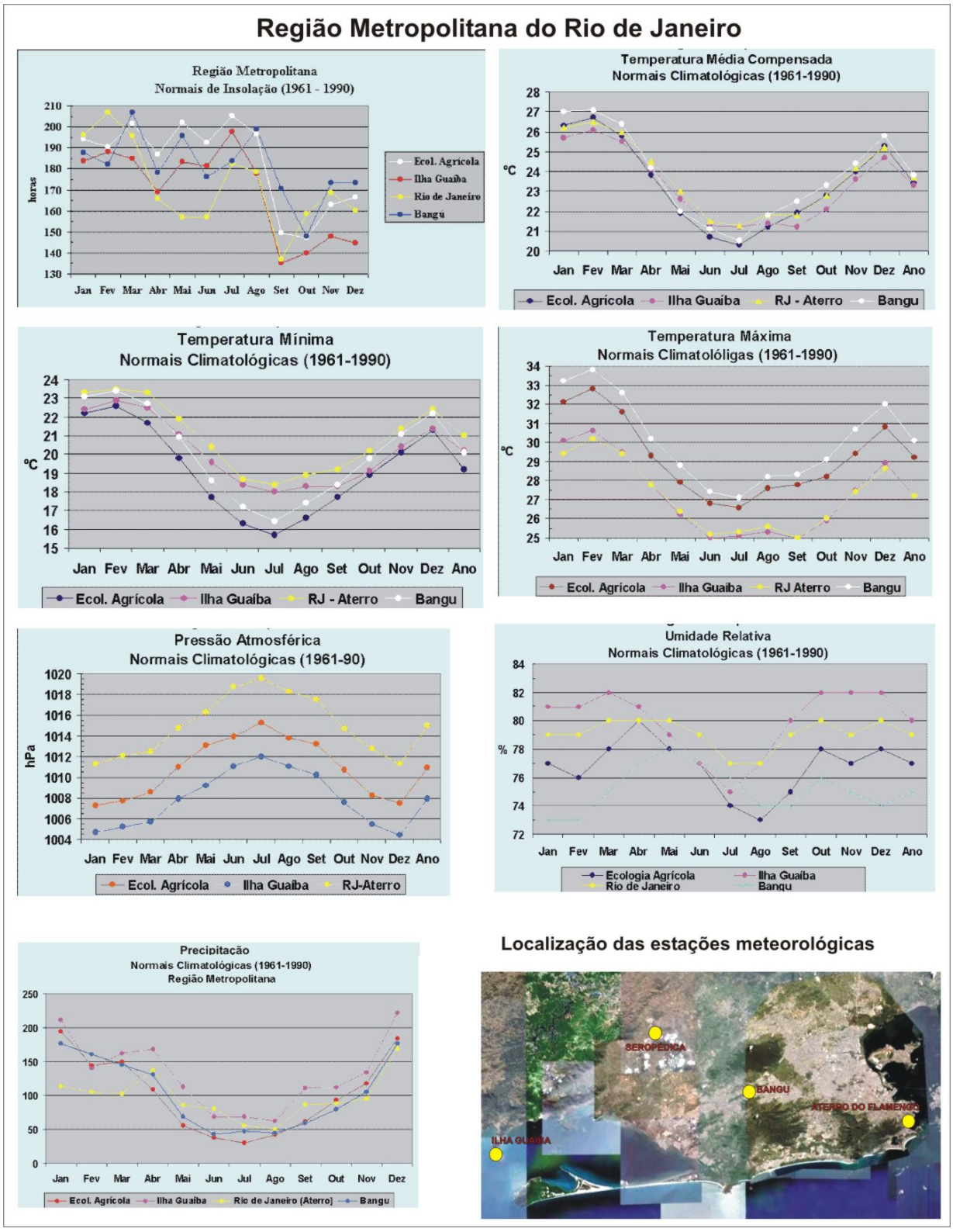


Figura 4.1 – Normais climatológicas da região metropolitana do Rio de Janeiro [2]

[2] http://www.simerj.com/

4.1.1 - Região de estudo

A escolha das áreas limítrofes da Av. Carlos Lacerda, conhecida como Linha Amarela, foi em decorrência do grande impacto urbano causado pela sua extensão com mais de 20 quilômetros e interferência direta em diversos bairros, gerando grande polêmica durante a sua obra e até a inauguração no ano de 1997.

A Linha Amarela consiste em uma via urbana expressa que liga a orla marítima da Barra da Tijuca com a Ilha do Fundão na Baía de Guanabara (Figura 4.2), passando por túneis através da Serra dos Pretos Forros no Maciço da Tijuca. Cruza a zona oeste da cidade na direção sudoeste – nordeste, tendo uma extensão total é de 23,7 quilômetros.(EIA – Linha Amarela,1994)[3]

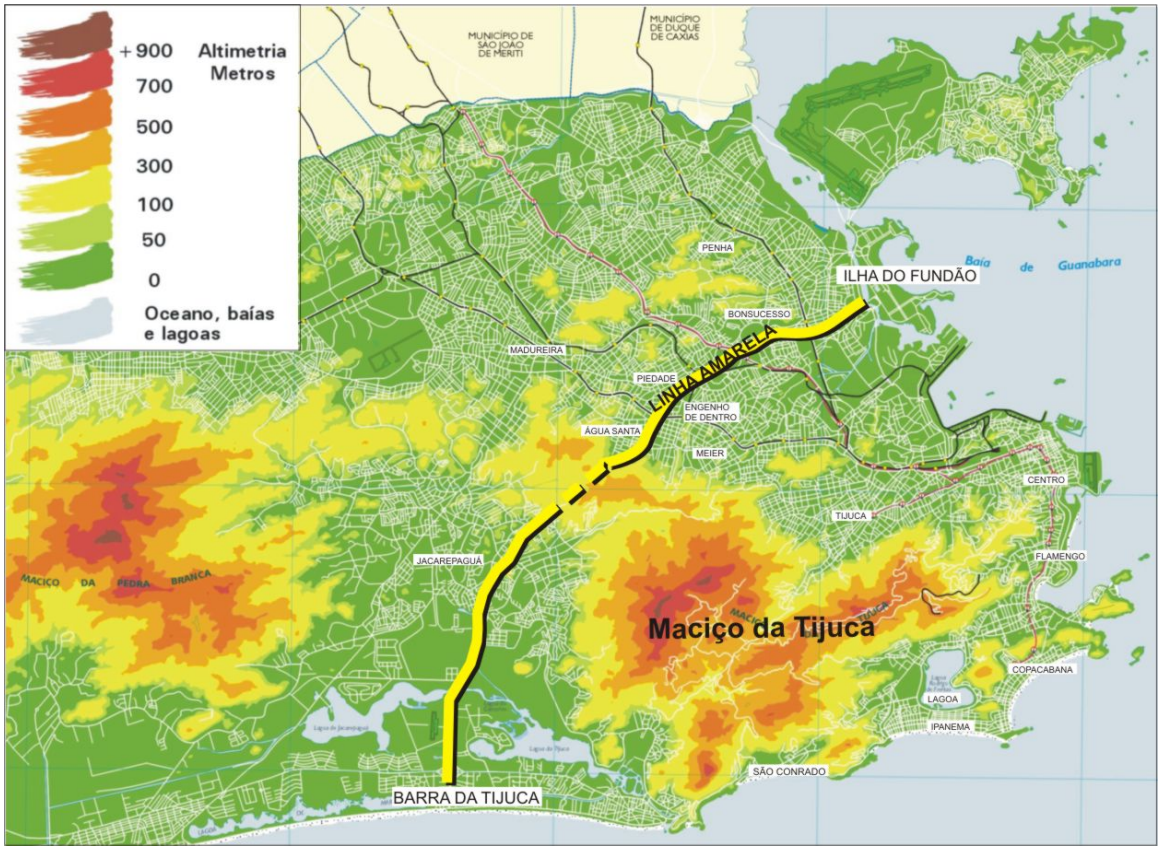


Figura 4.2 - Mapa de altimetria da região e localização da Linha Amarela[4]

[3] *EIA –Estudo de Impacto Ambiental da Linha Amarela*. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1994.
[4] Mapa de altimetria e traçado viário do município do Rio de Janeiro – Instituto municipal de Urbanismo Pereira Passos –IPP, 2004. Disponível em: www.armazemdedados.rio.gov.br (acesso: 26/01/2007)

A Linha Amarela, assim chamada desde 1969, faz parte de um grupo de linhas denominadas policromáticas criadas pelo antigo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado da Guanabara – DER-GB entre 1966 e 1971. Esse conjunto composto pelas Linhas Vermelha, Amarela, Verde e Marrom tinham como objetivo estruturar o sistema viário urbano do então Estado da Guanabara, cuja área corresponde ao atual Município do Rio de Janeiro. Entretanto, do projeto original proposto apenas a Linha Vermelha e Amarela foram implantadas integralmente.

A Linha Amarela teve como objetivo de implantação atender os volumes expressivos e à crescente complexidade de deslocamentos no tráfego de veículos na cidade, criando assim um novo eixo de estruturação e descentralização e um crescimento mais equilibrado para a Cidade.

> *A Linha Amarela deverá, quando concluída, ensejar uma redução no tráfego da Auto-estrada Lagoa-Barra e, por conseqüência, no trecho inicial da Linha Vermelha, isto é, no Túnel Rebouças e no Elevado Paulo de Frontin. O tráfego gerado na planície de Jacarepaguá, especialmente na restinga, que se destina ao Centro da Cidade e à Zona Norte – e que hoje procura a Auto-estrada Lagoa-Barra por encontrar outras saídas (Estrada Grajaú-Jacarepaguá e Avenida Cândido Benício) carregadas ou apresentando problemas de geometria e rampa – encontrará na Linha Amarela condições excelentes de trafegabilidade e trajeto mais curto”* . (EIA – Linha Amarela,1994)[5]

De acordo com seu plano básico descrito acima, além dos benefícios trazidos pela facilitação dos deslocamentos, existe também a integração de áreas de grande crescimento como a Barra da Tijuca, zona oeste da cidade que mais se expandiu nos últimos anos e importantes centros comerciais, de serviço e industriais como Méier, Del Castilho, Bonsucesso, Inhaúma até a Ilha do Fundão, facilitando o acesso para o Aeroporto Internacional.

[5] Idem. p.21

A implantação da via tornou também mais atrativos outros bairros vizinhos que não mais despertavam o interesse da população, por ficarem distantes de centros comerciais e de lazer, verificando-se após sua implantação o aumento de empreendimentos imobiliários residenciais, custo dos aluguéis e o valor dos imóveis, em bairros como Jacarepaguá, Água Santa, Encantado, Piedade e Abolição, uma vez que na via podem circular não apenas carros de passeio como coletivos, o que facilita o deslocamento dos usuários.

A valorização de bairros no entorno da Linha Amarela ocorrida pela sua nova relação de proximidade com outras áreas da cidade pode ser confirmada pelo atual tempo de percurso no trajeto entre os bairros interligados. Anteriormente a construção da via, o tempo de percurso de bairros da zona oeste como Barra da Tijuca e Jacarepaguá à Ilha do Fundão na zona norte com trânsito não congestionado, durava em média cerca de 60 minutos. Hoje, este tempo com a utilização da via em condições normais, reduziu-se para 25minutos aproximadamente.

A proposta da implantação da via expressa enfatizava ainda o equilíbrio entre o "progresso e a conservação do patrimônio natural":

> *As cidades são as pessoas, portanto. Assim, o ambiente urbano é essencialmente centrado nos seres humanos, nos cidadãos. Porém, se a origem da cidade é antropocêntrica, por isso mesmo as intervenções urbanas devem buscar o equilíbrio saudável entre a conservação e o uso adequado do patrimônio natural com as oportunidades criadas para o progresso humano. (EIA*– Linha Amarela*, 1994)*

Entretanto, além dos benefícios proporcionados pela implantação da via, outros aspectos como o impacto ambiental causado pela formação de um novo vetor de poluição sonora e pela segregação especial das áreas remanescentes também foram questionados pela população (figura 4.3).

Domingo, 6 de outubro de 1996 • 2ª edição — O GLOBO

Moradores da Abolição e do Engenho de Dentro querem bloquear a Linha Amarela

Quando passar a receber tráfego, via vai cortar ruas e prejudicar alguns acessos

Selma Schmidt

• No momento em que começa a mostrar os seus contornos, a Linha Amarela enche os seus vizinhos de preocupações. A secretária municipal de Obras, Ângela Fonti, pretende liberar ao trânsito, no fim de novembro, a via expressa ligando a Barra da Tijuca ao Fundão. Mas alguns moradores da Abolição e do Engenho de Dentro já estão iniciando um movimento para bloquear a auto-estrada. Motivo: algumas ruas foram cortadas ao meio pela Linha Amarela, que ainda não ganhou passarelas. Quando passar a receber tráfego, a via separará os 18 blocos do Conjunto dos Ferroviários, na Abolição, do posto de saúde e de três escolas públicas.

— Com o funcionamento da Linha Amarela, vai ficar difícil levar minha sobrinha Pamela ao colégio — observou Teresa Cristina da Cruz, moradora do bloco 15, na Avenida Alberto Flores.

William de Moura

OPERÁRIOS DÃO OS últimos retoques nas cabines de pedágios da Linha Amarela: obras devem acabar em novembro

Praça do pedágio tem 13 das 19 cabines instaladas

Ângela Fonti informou que as cinco primeiras passarelas tiveram o projeto aprovado sexta-feira: uma em Jacarepaguá, duas em Higienópolis e duas em Del Castilho. As obras, no entanto, levarão de três a quatro meses. Para uma segunda etapa, ficaram outras seis passarelas, inclusive as três definidas para a Abolição.

Outra queixa é da pouca distância que alguns imóveis ficaram da Linha Amarela. Dois prédios da Rua Borja Reis (Água Santa) estão praticamente colados a um dos novos viadutos.

— Estamos estudando a implantação, nessas áreas, de protetores acústicos, de vidro ou acrílico, semelhantes aos usados na Europa e nos Estados Unidos — anunciou a secretária.

Na futura praça do pedágio, em Água Santa, 13 das 19 cabines, foram instaladas. A sede da administração da Linha Amarela também está em fase final de construção. Mas o aterro feito neste trecho se tornou mais um motivo de preocupação de vizinhos da Linha Amarela, pois os imóveis ficaram num nível bem abaixo da nova via. O engenheiro Júlio Maione, fiscal da obra, garantiu, entretanto, que não há risco de enchentes, devido ao sistema de drenagem implantado.

Para os que reclamam da volta que começaram a dar com a interrupção da Rua da Abolição, para dar passagem à Linha Amarela, a única saída é melhorar as condições das vias alternativas. A idéia de construir um viaduto para liberar a Rua da Abolição foi totalmente sepultada.

— Desvalorizaram nosso pedaço. Temos que andar para pegar ônibus e tiraram a área de lazer em frente à nossa casa. — comentou a dona de casa Elenira Lopes Teixeira, moradora da Avenida Alberto Flores.

O trecho mais atrasado da obra é o da Avenida Suburbana, onde está sendo construído o Viaduto Engenheiro João Alves de Morais. Com 480 metros de comprimento, o viaduto sobre a Avenida Amaro Cavalcanti ainda tem pela frente metade dos trabalhos. Os demais viadutos estão em fase de acabamento. Todos os túneis ao longo da via estão perfurados — o da Covanca, ou Engenheiro Raymundo de Paula Soares, já tem mil dos 2.187 metros de uma das galerias pavimentados. ■

Figura 4.3 – Polêmica na implantação da Linha Amarela[6]

Baseadas na problemática de evitar ou reduzir os impactos negativos foram propostas medidas de controle, recomendando-se tratamento paisagístico específico nos casos onde a interferência da obra seja determinante de contrastes de poluição visual em relação à paisagem natural ou urbana do seu entorno, relocar ou substituir os equipamentos urbanos afetados, mantendo a função de cada qual, respectivamente, para a comunidade à qual está vinculado, organizar o espaço através de planejamento urbano, adotando medidas de acompanhamento, fiscalização e controle da desocupação e da nova ocupação, estabelecer um processo de reambientação

[6] Jornal o Globo – 6/10/1996

urbana, recuperando áreas degradadas ambiental, urbanística e paisagisticamente, dar uso adequado aos espaços sob os viadutos previstos e manter equipamento de lazer, providenciando um uso adequado às novas condições ambientais.

Na prática, após 10 anos de sua inauguração, poucas das recomendações mitigadoras foram realizadas na extensa região com relevantes modificações físicas.

Estas modificações físicas podem ser resumidas conforme indicado na tabela abaixo sobre os principais dados quantitativos para a execução da Linha Amarela apresentados pela Prefeitura do Rio de Janeiro.

Tabela 4.1 – Principais dados quantitativos[7]

LINHA AMARELA	
Extensão	15 km[8]
Pistas	2
Faixas de tráfego	3
Escavação em solo	1.718.000 m³
Escavação em rocha - céu aberto	380.800 m³
Escavação em rocha - Túnel	478.900 m³
Aterro	792.600 m³
Concreto armado	134.000 m³
Aço	13.360 t
Canalização	8.740 m
Túneis	5.330 m
Pavimentação	356.500 m²
Viadutos	4.584 m
Desapropriações regulares	730 um
Reassentamentos	2.838 un

O impacto causado pela implantação da via afetou diversos bairros, assim como outros eixos viários implantados em períodos anteriores na cidade do Rio de Janeiro (Figura 4.4).

As intervenções ocorreram em diferentes níveis de acordo com a diversidade das áreas afetadas. Como o projeto viário de implantação havia sido criado na década de 1960, regiões como Barra da Tijuca, parte de Jacarepaguá e Bonsucesso já possuíam em seu planejamento urbano o traçado viário definitivo ou a previsão de implantação.

[7] LINHA AMARELA. Prefeitura do Rio de Janeiro. Documento de Divulgação das Obras. Sd.
[8] Extensão entre o km 6 (Final da Av. Ayrton Senna – Cidade de Deus) e o Km 21(Av. dos Democráticos - Bonsucesso) trecho de implantação final da Linha Amarela.

Nestas regiões as intervenções espaciais foram menos invasivas que em outros bairros.

Entretanto, em bairros na região do Méier, devido ao maior adensamento urbano, a inserção da via expressa alterou completamente o sistema viário, a paisagem e por fim a criação de espaços segregados tanto pelos limites horizontais gerados pela via ou verticais pela composição dos viadutos.

Por este motivo, a pesquisa desta tese escolheu como estudo de campo, espaços urbanos localizados nas áreas limítrofes a Linha Amarela nesta região. (Figura 4.4)

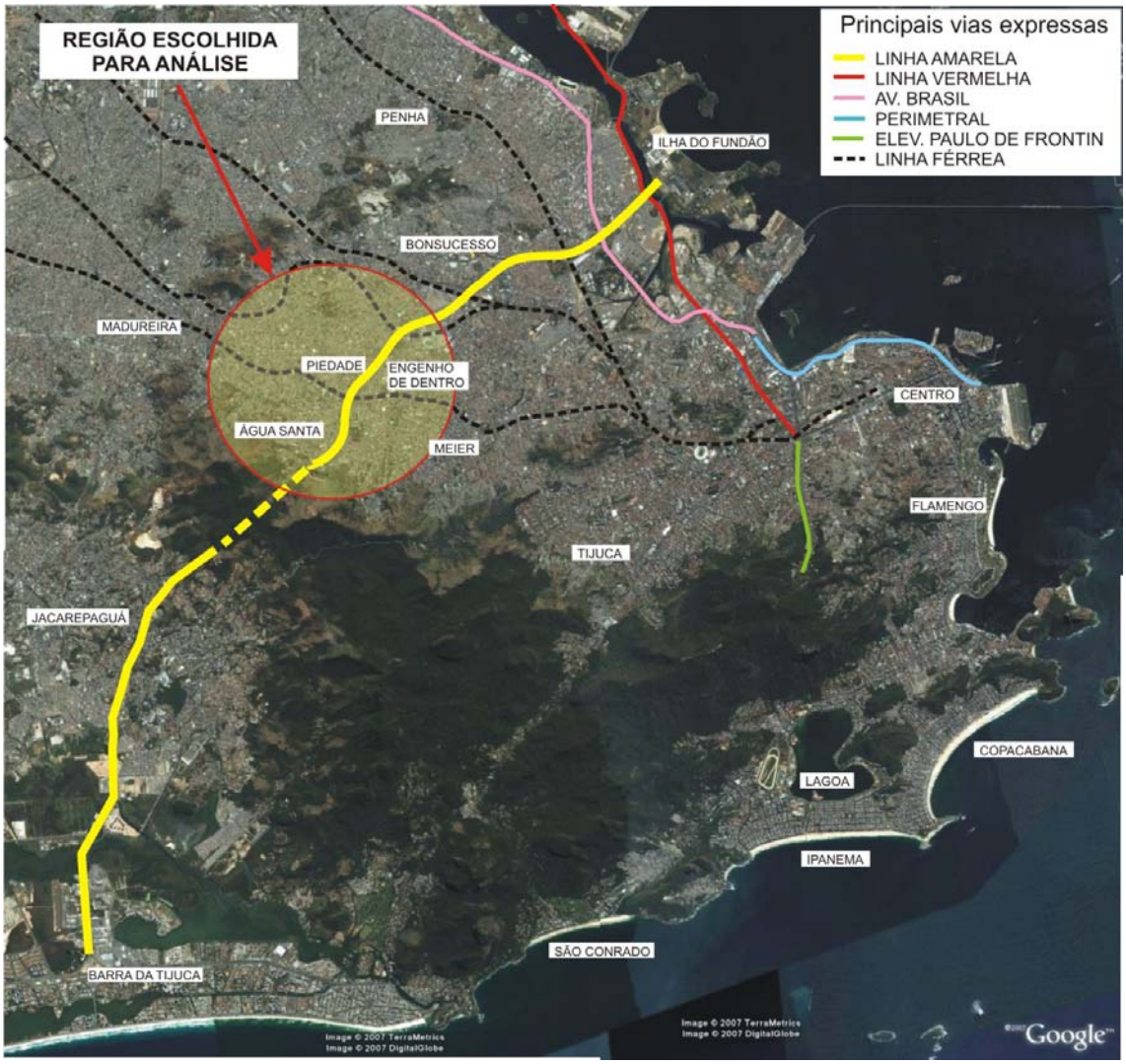


Figura 4.4 – Região de estudo[9]

[9] Foto montagem do autor (imagem original Google Earth – disponível em http://earth.google.com/)

4.1.2 - Caracterização da área selecionada

A área delimitada para análise localiza-se na Região Administrativa do Méier (XIII RA – Município do Rio de Janeiro), que engloba 16 bairros e uma população em torno de 400.000 pessoas[10]. Entre os 16 bairros, 8 deles, Abolição, Água Santa, Cachambi, Encantado, Engenho de Dentro, Piedade e Pilares, são atravessados pela Linha Amarela.

Além da grande mudança física já citada pela inserção da via expressa uma outra questão foi considerada para escolha da área. Trata-se de uma região essencialmente residencial, com a maior parte de sua área urbanizada ou alterada, e que apresenta insuficientes espaços abertos para convivência ou lazer[11]. Seu primeiro período de expansão está associado à implantação do transporte ferroviário, a partir do final do século XIX, adensando-se nas primeiras décadas do século XX, com a valorização da área central com os planos de modernização (ABREU,1997). Tal modelo gerou uma ocupação peculiar, associando um traçado retilíneo às vias tentaculares a partir da linha férrea, adequando-se às características geográficas locais.

Nestes bairros observa-se o "recorte" provocado pela Linha Amarela e a criação de vários espaços remanescentes, limítrofes a via, que tiveram diferentes usos. Em parte da extensão da via, estes espaços foram gramados e arborizados criando um "corredor" verde, de uso restrito à LAMSA[12], que serve como redutor da poluição do ar e sonora para população do entorno, além de criar uma paisagem mais agradável (LINCH, 1997), ampliar a área de solo permeável para captação das águas pluviais e reduzir os níveis de temperatura radiante. (Figura 4.5)

[10] http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bairroscariocas/ (acesso: 19/01/ 2007)
[11] idem
[12] LAMSA (Linha Amarela S/A) – Concessionária responsável pela manutenção da via expressa.

Figura 4.5 – Exemplos de áreas arborizadas limítrofes à Linha Amarela[13]

Em outras situações, estes espaços se transformaram em áreas de estacionamento, quadras poliesportivas, mas em alguns casos os espaços não tiveram uso definido de acordo com a população de entorno e tratamento paisagístico adequado, não se integrando ao bairro (figura 4.6).

[13] Fotos do autor

Figura 4.6 – Exemplos de espaços remanescentes[14]

Observando as áreas remanescentes no trecho escolhido para estudo, podem-se identificar espaços segregados semelhantes aos exemplos citados no capítulo 1, com obstruções visuais geradas pelos limites verticais dos viadutos e limites horizontais criadas pelas vias de rolamento da Linha Amarela.

Entre estes espaços, selecionaram-se três para aplicação da metodologia desenvolvida, dois localizados no bairro do Engenho de Dentro e um no bairro de Água Santa (Figura 4.7). A escolha fundamentou-se na diversidade de suas características morfológicas e ambientais, e na semelhança de possuírem entorno essencialmente residencial, limites margeando a via expressa, e serem espaços segregados remanescentes à inserção da Linha Amarela (Figura 4.8).

[14] Idem

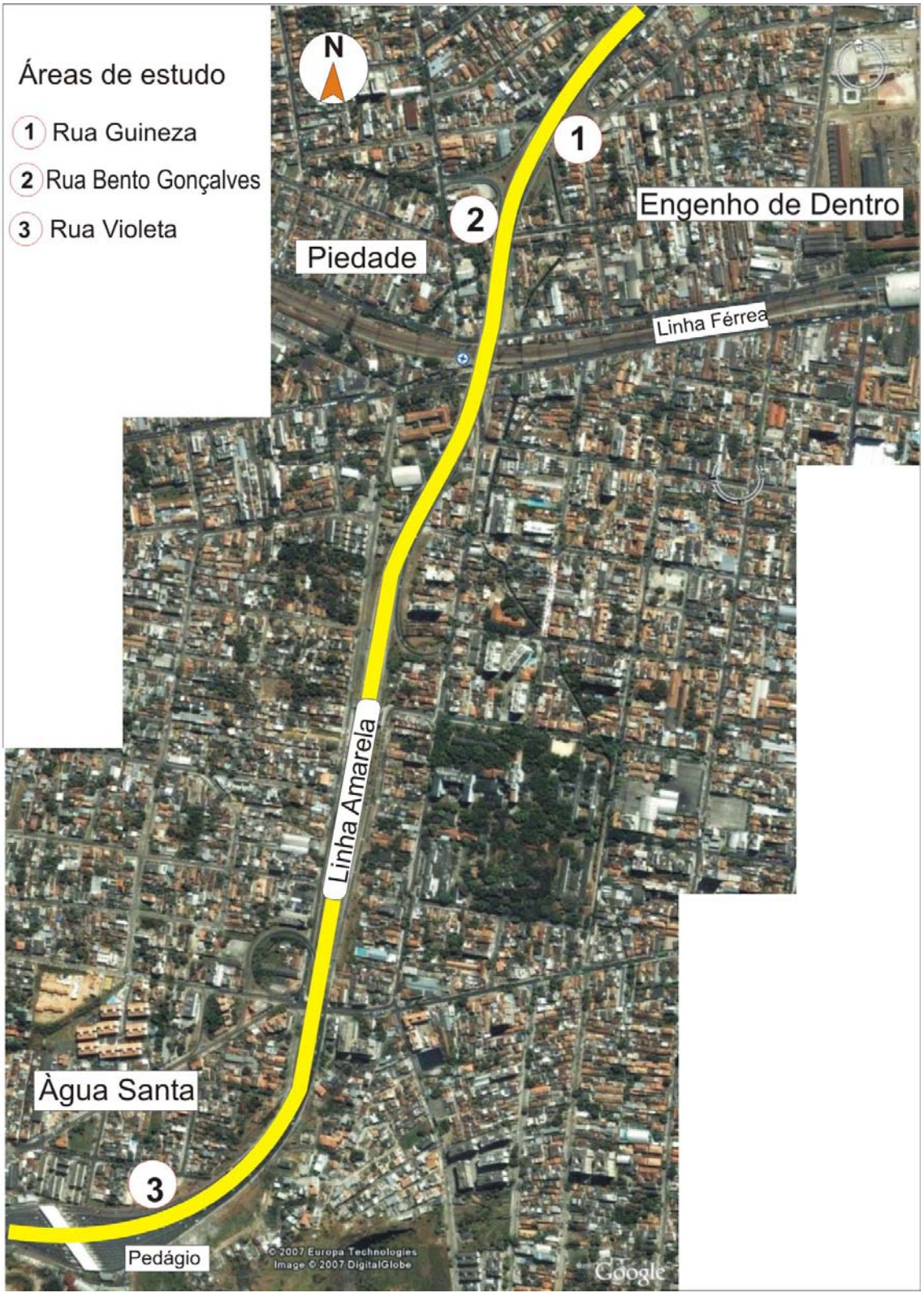


Figura 4.7 – Indicação dos espaços urbanos segregados para análise[15]

[15] Foto montagem do autor (imagem original Google Earth – disponível em http://earth.google.com/)

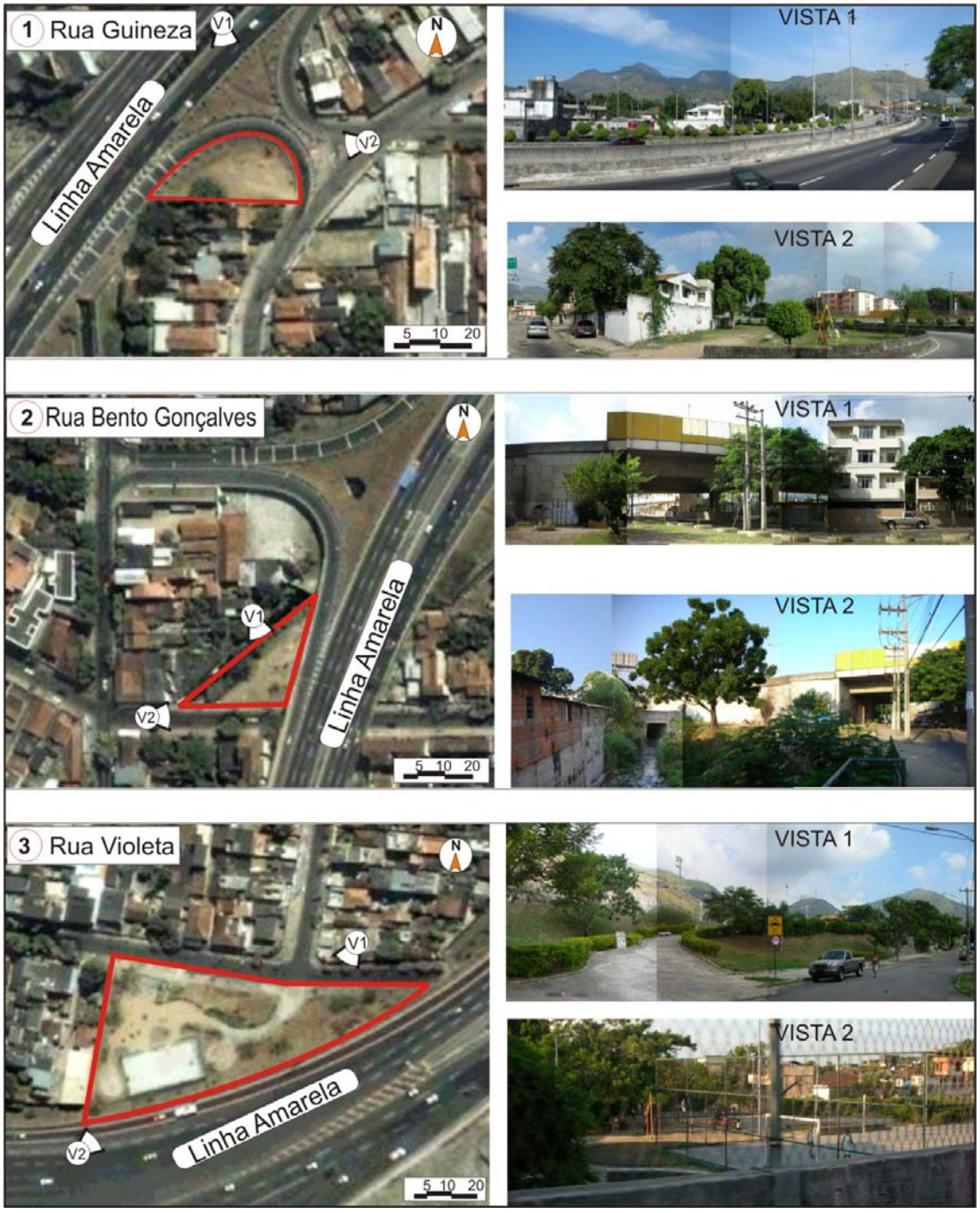


Figura 4.8 – Localização e Vistas dos espaços selecionados[16].

[16] Idem. Fotos do autor

Os três espaços selecionados encontram-se dentro das zonas residenciais, ZR 4 (áreas 1 e 2 no Engenho de Dentro) e ZR5 (área 3 na Água Santa), que segundo o Zoneamento Municipal do Rio de Janeiro, permite a construção de edificações unifamiliares e multifamiliares, aceitando também alguns tipos de edificações de uso comercial.

Embora a área delimitada tenha como característica comum o predomínio residencial, as áreas livres, não edificadas, disponíveis para atividades de lazer entre outras, são limitadas nesta região (Figura 4.9), ampliando assim o interesse pelo estudo dos espaços selecionados que podem servir como espaços de convivência para a população residente no entorno.

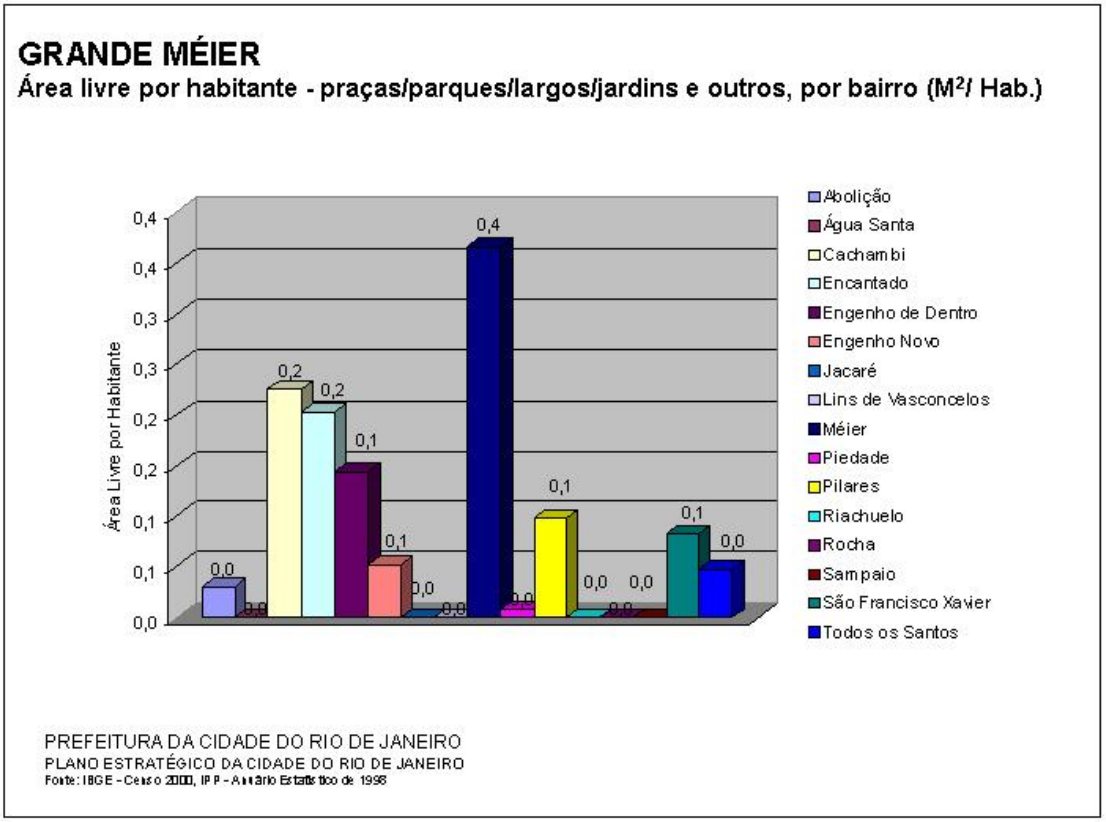


Figura 4.9 -Área livre por habitante na Região Administrativa do Méier (RA XIII)[17]

[17] Disponível em: http://www.rio.gov.br/ (Acesso: 25/01/2007)

Outra característica relevante da área de estudo, é o perfil topográfico da região, que possui duas áreas com topografias distintas: uma de serra, nas bordas do Maciço da Tijuca, limitando a sul a XIII RA, e a outra, plana, por onde se estendem as linhas da rede ferroviária e do Metrô (Figura 4.10). A localização do maciço da Tijuca, com altitudes que variam em torno de 500 metros chegando a alguns pontos a mais de 900 metros[18], reduz a incidência de ventos na área estudada, tornando-se uma região mais quente do que outras do município do Rio de Janeiro, principalmente no período de verão.

Figura 4.10 – Vistas aéreas e indicação das áreas selecionadas para estudo[19]

[18] http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/ (acesso: 20/01/2007)
[19] Foto montagem do autor (imagem original Google Earth – disponível em http://earth.google.com/)

4.2 – ROTEIRO DA AVALIAÇÃO

A avaliação dos espaços selecionados ocorreu durante o ano de 2007, iniciando-se com o reconhecimento da região, catalogação de dados para a base do inventário físico, como seleção de imagens aéreas, plantas cadastrais, definição de zoneamento e informações sobre o bairro e a região administrativa, registros fotográficos, tipologias das edificações, gabarito e perfil da população de entorno, entre outros.

As medições em campo e entrevistas foram realizadas em períodos distintos de hora e época do ano, permitindo uma verificação mais ampla da metodologia, principalmente quanto à verificação do modelo de predição de conforto higrotérmico proposto, e de outras variáveis como os níveis de ruído provenientes da via expressa.

Para as medições em campo, foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Medidor de nível de pressão sonora (marca RION, modelo SL-18)
- Conjunto de termômetros (de globo, bulbo seco e bulbo úmido) (marca INSTRUHERM - modelo TGD 100)
- Anemômetro de fio quente (marca LUTRON - modelo AM-4204)
- Termo-higrômetro –LUTRON HT-3005
- Medidor de temperatura superficial (marca RAYTEK – mod. MT4)
- Medidor de nível de iluminação (GOSSEN – mod. PANLUX ELETRONIC 2)

Figura 4.11 – Equipamentos utilizados para os registros das medições em campo[20].

Para avaliação de conforto acústico, as medições de níveis de pressão sonora foram realizadas na curva (A), em resposta rápida (*fast*), por períodos de 15 minutos em cada ponto e depois comparadas com as recomendações das normas e com os votos dos usuários quanto a percepção de incômodo e indicações de preferências sonoras.

Para avaliação de conforto higrotérmico, as medições foram realizadas nos pontos selecionados, por um período mínimo de 20 minutos, registrando além das temperaturas de globo, bulbo seco e bulbo úmido, as temperaturas superficiais dos revestimentos de pisos, paredes, mobiliários e suas características físicas, velocidade do vento e umidade relativa.

[20] Fotos do autor.

Estes dados serviram de base para o cálculo da predição de conforto higrotérmico utilizando os índices PPV (Voto Médio Estimado) e PPD (porcentagem Estimada de Insatisfeitos)[21] e cálculo de estresse térmico por calor, utilizando o índice do IBUTG[22]. Comparados posteriormente com os votos dos usuários.

Os dados de entrada no programa computacional[23] para os cálculos para o PMV/PPD e PMVc/PPDc foram:

- Clothing (clo): de acordo com o tipo de vestimenta[24]

- Taxa Metabólica (met): de acordo com o tipo de atividade[25]

- Taxa de trabalho externo (taxa de atividade): Zero, de acordo com algoritmo[26]

- Temperatura do ar (^{0}C), Temperatura Radiante (^{0}C) e Velocidade do ar (m/s): valores registrados em campo;

- Umidade relativa do ar (%) ou pressão de vapor de água (Pa): umidade relativa registrada em campo;

- Fator de correção (%): valor fixado em 60%[27]

Para avaliação de conforto visual, foram realizadas medições de nível de iluminação nos pontos selecionados, entrevistas para identificação de elementos de ofuscamentos, obstrução visual e preferências quanto à paisagem.

Questões de âmbito social foram identificadas através de observações de uso do espaço e entorno e de entrevista que contabilizavam a periodicidade de uso e preferências.

A seguir são apresentadas as análises realizadas nos três espaços urbanos selecionados, através do preenchimento das fichas propostas na metodologia desenvolvida no Capítulo 3 e de uma avaliação comparativa dos resultados encontrados.

[21] Modelo de Fanger e Tuftom(1970; 2002) e a adaptação proposta por Zambrano, Malafaia e Bastos (2006).
[22] Conforme a ISO 7243 (1989)
[23] Ver capítulo 2, pág. 87
[24]Conforme Anexo E da ISO 7730 (1994).
[25] Conforme Anexo A da ISO 7730 (1994).
[26] ISO 7730 (1994).
[27] Fator sugerido por Zambrano, Malafaia, Bastos (2006)

4.2.1- Espaço Urbano 1: Área saída 3 da Linha Amarela – Rua Guineza

4.2.1.1- Inventário físico (Espaço Urbano 1: Área saída 3 da Linha Amarela – Rua Guineza)

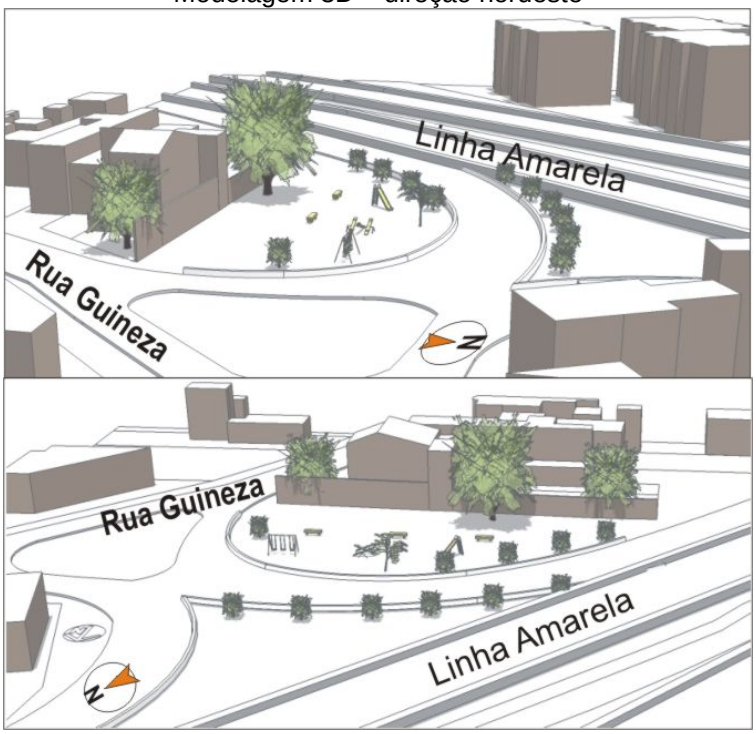
Ficha de Análise do Entorno

ENTORNO
LOCAL: Saída 3 LA – Área Rua Guineza Bairro: Engenho de Dentro Cidade:Rio de Janeiro – RJ latitude: 22.54 S
VISTA AÉREA
TRÁFEGO DE VEÍCULOS: Linha Amarela com fluxo intenso de veículos durante todo o dia, composto por veículos leves e pesados, uma vez que é liberado o trafego de ônibus e caminhões. Linha Amarela com total de seis pistas de rolamento, três em cada sentido. Rua Guineza com sentido de mão única, com tráfego moderado, apesar de ser uma alça de saída e entrada da Linha Amarela. No entorno imediato do espaço estudado não existe parada de ônibus ou áreas de estacionamento. ELEMENTOS DE OBSTRUÇÃO DE ACESSOS: Devido à via de saída da Linha Amarela que contorna mais de 50% do espaço estudado e do limite sul com divisa a um terreno particular, seu acesso fica limitado a pequena área na face leste voltada para a rua Guineza. A Linha Amarela impede o acesso de pedestres e moradores da região oeste de entorno. A passagem de pedestres e veículos para esta área mais próxima fica a 300 metros de distância. ACESSIBILIDADE: fácil acesso para veículos e pedestres. Entretanto não existe acesso estruturado para portadores de necessidades especiais.

VISTA GERAL E VOLUMETRIA

Vista: direção norte-sul

Modelagem 3D – direção nordeste



USO DO SOLO:

Zoneamento: encontra-se dentro da zona residencial ZR 4, que segundo o Zoneamento Municipal do Rio de Janeiro, permite a construção de edificações unifamiliares e multifamiliares, aceitando também alguns tipos de edificações de uso comercial.

Uso predominante de edifícios residenciais em todo entorno do espaço estudado.

Gabarito e tipologia das edificações: residências unifamiliares e edificações multifamiliares com poucos edifícios com mais de quatro andares. Não causando obstruções verticais no entorno imediato.

Segundo as recomendações da NBR 10151, os níveis de ruído aceitáveis são 60dB durante o dia e 55dB a noite

USUÁRIOS:

Rua de passagem essencialmente de moradores da região.

Não existe área de comércio ou serviços significante próxima.

Apear da proximidade com o Estádio Olímpico João Havelange (“Engenhão”), a rua onde se localiza este espaço urbano não atende como área de passagem para usuários do estádio.

Ficha das características morfológicas e ambientais

BASE E LIMITES LATERAIS
LOCAL: Saída 3 LA – Área Rua Guineza Bairro: Engenho de Dentro Cidade:Rio de Janeiro – RJ latitude: 22.54 S
MAPA FIGURA FUNDO

VISTA S

Vista: direção leste-oeste

Vista: direção oeste-leste

Vista: direção oeste-leste

CORTE ESQUEMÁTICO

BASE

Área: 960m²
Nível na rua (cota): 27 metros
Pavimentações: terra e grama. Sem delimitações de espaços.
Vegetação: Exemplar único de grande porte na divisa sul, promovendo pouca área sombreado no espaço. Piso parcialmente gramado. Existência de pequenas árvores podadas (Fícus) próximas aos limites norte e oeste.
Presença de água: não
Topografia/Acessibilidade: terreno plano de fácil acesso, mas s/ preocupação p/ portadores de necessidades especiais.
Mobiliário: dois bancos e brinquedos. Não existe sistema de iluminação para uso noturno.

LIMITES LATERAIS

Padrão de ocupação do solo: Entorno imediato composto por edificações unifamiliares de no máximo 2 pavimentos.

Obstruções visuais: Apenas o limite sul faz divisa com terreno particular. Todo o restante tem limite sem obstruções verticais, que permite visualização do entorno.

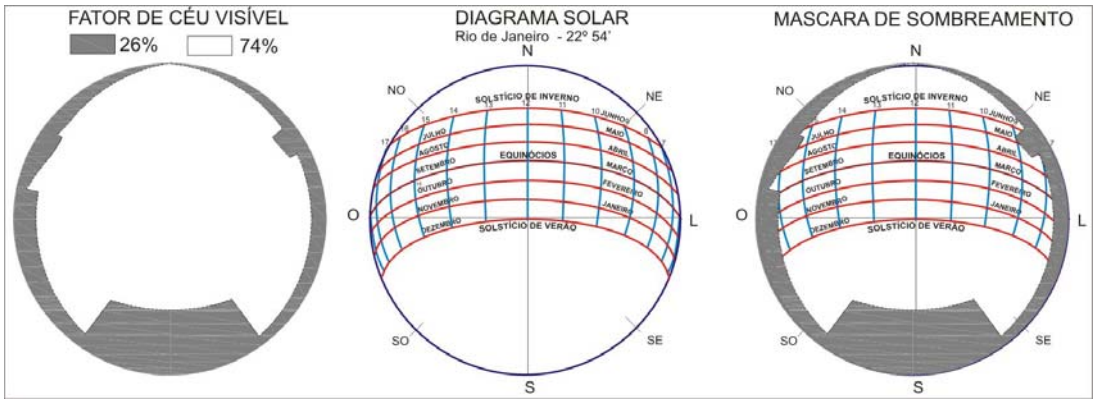
Cor e material predominante das fachadas: branca

Elementos de interesse arquitetônico: não

FATORES AMBIENTAIS		
SOL	VENTO	SOM
Espaço com radiação solar direta, com principal área de reflexão da luz promovida por muro branco no limite sul. Piso de terra e grama promovendo um albedo reduzido. Não existem elementos verticais ou horizontais de sombreamento no espaço. Apenas um árvore que devido a sua localização no limite sul promove pouca área de sombra. Pequenas árvores podadas (topiária) e palmeiras nos limites norte e oeste não promovem sombra no espaço.	Entorno livre sem obstruções aos ventos existentes, apenas fechamento vertical no limite sul por muro de 3m e edificação de 2 pavimentos que obstrui parcialmente este limite. Não existem elementos volumétricos no espaço ou no seu entorno que promovam Bloqueio, canalização, aumento ou redução da velocidade dos ventos locais.	Espaço urbano com campo sonoro livre, sem elementos de obstrução para os ruídos provenientes do entorno. Principal fonte de ruído: veículos que circulam na Linha Amarela. Poucas superfícies com possibilidade de reflexões sonoras, como o limite lateral sul em parede de alvenaria. Base em piso de grama e areia possibilitando maior coeficiente de absorção. Não existem elementos que atuem como barreira acústica para os ruídos da Linha Amarela.

USO DO ESPAÇO/ FATORES SOCIAIS
Apesar deste espaço urbano ser localizado em região essencialmente residencial de fácil acesso a moradores do entorno, foi observado que seu uso é praticamente nulo. Fatores que podem ser influenciadores: - Não existe planejamento que caracterize hierarquia de ambientes de acordo com as possibilidades de uso específicas para a população de entorno e adequados com o perfil climático da região. - A inserção aleatória de pavimentos, brinquedos e bancos sem definição de ambientes específicos dá a sensação de abandono ao espaço. - A inexistência de sombreamento para a área com bancos e brinquedos limita o uso apenas para os dias com temperaturas mais baixas ou em períodos sem sol. Fato que limita significativamente seu uso, tanto durante o dia devido a temperaturas elevadas na maior parte do ano e também no período noturno devido à inexistência de iluminação artificial. - A falta de iluminação artificial assim como a falta de outros 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 via. - Apesar de ser um espaço bem iluminado durante todo o dia, a inexistência de limites verticais que evitem parcialmente a vista da via expressa e criem elementos de interesse para o espaço, dá a sensação ao usuário que o referido espaço possui maior relação espacial com a via expressa e não com o bairro, impossibilitando a sensação de “pertencimento” à região a qual este espaço está inserido. Na região não existem áreas livres públicas para atividades de lazer. Segundo o Censo de 2000(IBGE) a área livre por habitante na região do Engenho de Dentro é igual a 0,1m^2/ hab. O único espaço disponível trata-se da praça na rua Barbacena de apenas 2000 m^2, e que se localiza a um quilômetro de distância e do lado oposto a linha férrea que atravessa o bairro.

Ficha do estudo de insolação

SOMBREAMENTO		
LOCAL: Saída 3 LA – Área Rua Guineza Bairro: Engenho de Dentro Cidade:Rio de Janeiro – RJ latitude: 22.54 S		
MODELAGEM TRIDIMENSIONAL		
SOLSTÍCIO INVERNO	Manhã - Dia:21/12 Hora: 10 horas	Tarde - Dia: 21/12 Hora: 15 horas
EQUINÓCIO	Manhã - Dia: 21/03 Hora: 10 horas	Tarde - Dia: 21/3 Hora: 15 horas
SOLSTÍCIO VERÃO	Manhã - Dia: 21/6 Hora: 10 horas	Tarde - Dia: 21/6 Hora: 15 horas
CÉU VISÍVEL E HORAS DE SOL		

4.2.1.2- Fichas de medições (Espaço Urbano 1: Área saída 3 da Linha Amarela – Rua Guineza)

Exemplo de medições realizadas no mês de maio

LOCAL: Saída 3 LA – Área Rua Guineza DATA: 18/05/07 HORA: *14h /15h*
BAIRRO: Engenho de Dentro CIDADE: Rio de Janeiro UF: RJ LATITUDE: 22.54 S

DADOS AMBIENTAIS:

Nebulosidade : ☒claro ☐parcialmente nublado ☐nublado ☐chuva

	Ponto 1 sol ☒ sombra ☐	**Ponto 2** sol ☒ sombra ☐	**Ponto 3** sol ☐ sombra ☒	**Observações**
Temp. Globo (^{0}C)	37.4	33.2	32.3	
Temp. Bulbo Seco (^{0}C)	28.9	27.6	29	
Temp. Bulbo Úmido(^{0}C)	24.3	23.3	24	
Umidade Relativa (%)	64.2	67.6	65.3	
Vel. Vento (m/s) Direção:	0.05 /SO	2.0 /SO	0.9 / SO	
Nível Ilumin. (klux)	50	40	32	
N. P. Sonora LAeq (dBA)	71.4	76.8	70	
N. P. Sonora LAmx (dBA)	80.6	82.3	80.2	
N. P. Sonora LAmn (dBA)	62.1	68.8	64.2	
N. P. Sonora L10 (dBA)	74.9	79.3	72.5	
N. P. Sonora L90 (dBA)	65.1	71.8	66.2	

TEMPERATURA SUPERFICIAL DOS MATERIAIS:

	Ponto 1 sol ☒ sombra☐	**Ponto 2** sol ☒ sombra☐	**Ponto 3** sol ☐ sombra☒	**Observações**
BASE	Piso: grama Cor: verde t^0: 31.6^{0}C	Piso: grama Cor:verde t^0:31.6^{0}C	Piso: grama Cor: verde t^0 : 27.6^{0}C	Rua Asfalto (sol) t^0=39.8^{0}C
LIMITES VERTICAIS			Parede: alvenaria Cor: branca t^0: 31.2^{0}C	
MOBILIÁRIO	Tipo:Escorrega madeira Cor: marrom t^0: 39^{0}C			
	Tipo: Banco concreto Cor: bege t^0: 37.4^{0}C			

1.

4.2.1.3- Fichas de resultados (Espaço Urbano 1: Área saída 3 da Linha Amarela – Rua Guineza)

QUADRO COMPARATIVO DOS REGISTROS EM CAMPO POR PONTO

LOCAL: Saída 3 LA – Área				*END: Rua Guineza*			
BAIRRO: Engenho de Dentro		CIDADE: *Rio de Janeiro*		UF: RJ		LATITUDE: 22.54 S	
Período	M= MANHÃ (09:00-11:59)☐ Data:____ Hora: ___		MD= MEIO DIA (12:0014:59)☒ Data:18/5/07_Hora:14h		T = TARDE(15:00-17:59)☐ Data:____Hora: __		N = NOITE(18:00-21:00) ☐ Data:____Hora: __
Local da medição	**Ponto 1**		**Ponto 2**		**Ponto 3**		
Período: M; MD; T;N	MD		MD		MD		
Sol=S Sombra=Sb	SOL		SOL		SOMBRA		
Nebulosidade[28]	CLARO		CLARO		CLARO		
Vestimenta (clo)[29]	0.5		0.5		0.5		
Atividade (met)[30]	1.2		1.2		1.2		
HIGROTÉRMICO – Temp G(ºC)	37.4		33.2		32.3		
HIGROTÉRMICO – Temp.BS(ºC)	28.9		27.6		29		
HIGROTÉRMICO – Temp.BU(ºC)	24.3		23.3		24		
HIGROTÉRMICO – U. R. (%)	64.2		67.6		65.3		
HIGROTÉRMICO – V Vento(m/s) Direção:	0.5 /SO		1.5 /SO		0.9 / SO		
HIGROTÉRMICO – PMV	2.74		0.08		1.98		
HIGROTÉRMICO – PPD (%)	97 – MQ		5,2 – Neutro		75 – Quente		
HIGROTÉRMICO – PMVc	1.65		0.05		1.19		
HIGROTÉRMICO – PPDc (%)	58		5		34		
HIGROTÉRMICO – Calc. Sensação higrotérmica	Quente		Neutro		Lev. Quente		
HIGROTÉRMICO – Voto sensação higrotérmica[31]	100% -D / 100% - Calor		80%-Co 20%-D 80% -N 20%-Ca		60%-Co 40%-D 80% - LC 20%-Ca		
HIGROTÉRMICO – IBUTG	27,4		25.7		26.5		
VISUAL – Nível Ilumina.(klux)	50		40		32		
VISUAL – Voto sensação luminosa[32]	80% = claro 20%= MC		80% = claro 20%= MC		80% = claro 20%= MC		
VISUAL – Voto sens.Visual (ambiência)[33]	100% -Ruim		100% -Ruim		100% -Ruim		
ACÚSTICO – N. P. Sonora LAeq (dBA)	71.4		76.8		70		
ACÚSTICO – N. P. Sonora LAmx (dBA)	80.6		82.3		80.2		
ACÚSTICO – N. P. Sonora LAmn (dBA)	62.1		68.8		64.2		
ACÚSTICO – N. P. Sonora L10 (dBA)	74.9		79.3		72.5		
ACÚSTICO – N. P. Sonora L90 (dBA)	65.1		71.8		66.2		
ACÚSTICO – Voto sens. acústica[34]	80%= R 20%= MR		100%= MR		80%= R 20%= MR		
ACÚSTICO – L_{Aeq} – NCA (60dBA -dia)	+11,4		+16.8		+10		
ACÚSTICO – $L_{10} - L_{90}$	+9,8		+7.5		+5.8		
Registros meteorológicos (Estação: Maracanã)	HORA: 14h – 18/5/07 Temperatura: 27,4 ºC		HORA: 14h – 18/5/07 Vel.Ventos: 1,6 m/s dir.: NE		HORA: 14h – 18/5/07 Umidade relativa: 61%		

[28] Nebulosidade : **C**=Claro **PN**=Parcialmente Nublado **N**=Nublado **Ch**=Chuva
[29] Valores médios
[30] Valores médios
[31] **MCo**= Muito confortável **Co**=Confortável **D**=Desconfortável **MD**=Muito Desconfortável **I**=Intolerável / **MF**=Muito Frio **F**=Frio **LF**=Leve Frio **N=**Neutro **LCa=** Leve Calor **Ca=**Calor **MCa**=Muito Calor
[32] **ME=**Muito Escuro **E**=Escuro **N**= Neutro **C**=Claro **MC**= Muito claro
[33] **E**= Excelente **MB=** Muito Bom **B=**Bom **R=**Ruim **MR=Muito** Ruim **P=** Péssimo
[34] **MS=**Muito silencioso **S**=Silencioso **N**=Neutro **R**=Ruidoso **MR**=Muito ruidoso

4.2.1.4- Ficha síntese (Espaço Urbano 1: Área saída 3 da Linha Amarela – Rua Guineza)

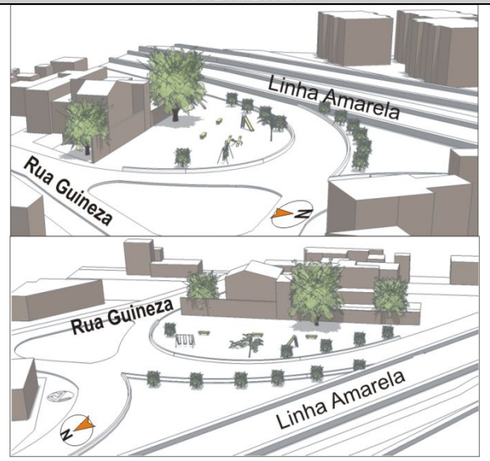
LOCALIZAÇÃO: Área saída 3 Linha Amarela - Rua Guineza	BAIRRO: Engenho de Dentro	CIDADE: Rio de Janeiro	UF: RJ	LATITUDE: 22º 54'S	DATA: 18/05/2007

ENTORNO

VISTA AÉREA

SITUAÇÃO E AMBIÊNCIA: Área limítrofe a via expressa, Inserida em quarteirão de contexto residencial.
TRÁFEGO DE VEÍCULOS: Via expressa – fluxo intenso. Maior propagadora de ruído no entorno
Ruas de acesso e saída da Linha Amarela, fluxo médio
ELEMENTOS DE OBSTRUÇÃO E ACESSOS:
Linha Amarela – separação do bairro, sem passagens de pedestres próximas.
Sem elementos de obstrução vertical
ACESSIBILIDADE:
Fácil acesso para os moradores do entorno. Área com topografia basicamente plana. Não existe estrutura para portadores de necessidades especiais

VOLUMETRIA



SOM:
Ruído de fundo proveniente via expressa.

VENTO:
Entorno livre.
Parcialmente obstruído no limite lateral sul

SOL:
Entorno sem elementos de projeção de sombras.
Edificação de gabarito baixo e árvores de grande porte no limite sul, não produz sombreamento no espaço estudado.

VISTAS GERAIS

Vista: Direção sudeste-noroeste

Vista: direção leste-oeste

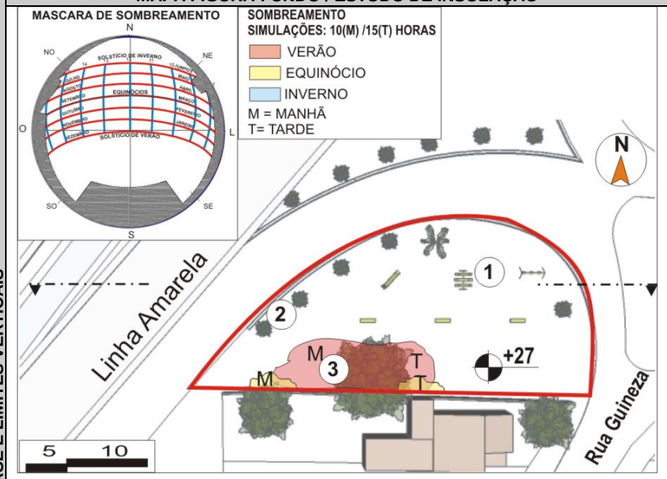
ÁREA DO ESPAÇO: 960 m² /**USO DO SOLO:** basicamente residencial. **ZR:** ZR 4, edificações unifamiliares e multifamiliares, aceita alguns tipos de edificações de uso comercial
Níveis de ruído aceitáveis (NBR 10151) são 60dB durante o dia e 55dB a noite.
USUÁRIO: Apesar da existência de brinquedos, o espaço é pouco usado.

VENTOS DOMINANTES: Manhã: O; Tarde: S/SE;
Velocidade média anual: 1m/s
GABARITO: média de 2 pavimentos. Poucos edifícios com mais 3 andares.

CARACTERÍSTICA DA PAISAGEM: A inexistência de elementos no espaço que configurem uma ambiência ou um limite como "pano de fundo", descaracteriza-o como área pertencente ao bairro. A principal visualização é da via expressa. Sem elementos de interesse arquitetônico.

BASE E LIMITES VERTICAIS

MAPA FIGURA-FUNDO / ESTUDO DE INSOLAÇÃO



CORTE ESQUEMÁTICO

QUALIDADE AMBIENTAL

HIGROTÉRMICA/ VISUAL
Radiação direta/ difusa /refletida: direta em todo o espaço. Níveis de iluminação altos
Áreas de sombreamento: espaço ensoralado durante todo o dia e época do ano. Pequena área de sombreamento. Temperaturas sempre elevadas
Topografia: plana, sem obstrução de ventos, acessos ou promoção de sombreamentos
Presença de água: não

SONORA
Campo sonoro: Sem elementos de barreira para o ruído proveniente da via. Campo aberto com poucas superfícies para reflexão.
Características das superfícies dos materiais: baixa reflexão, piso em grama (coef. Absor. Sonora aprox. α=) e limites do terreno com fechamento vertical somente na face sul (muro)

HIGROTÉRMICA
Pavimentações: gramado em toda a extensão, baixa emissividade
Vegetação: Exemplar único de grande porte. Composição vegetal de pequeno porte no limite do espaço, sem influência térmica ou visual.
Mudanças sazonais: não apresenta. Limitada às temperaturas mais amenas no período de inverno.

VISUAL
Obstruções visuais: sem obstruções ou elementos que delimitem o espaço. Visão exclusiva para vias do entorno.
Cor e material predominante das fachadas: limite único por muro branco, sem identificação com o ambiente.
Mobiliário: brinquedos e bancos dispostos sem delimitação de espaços
Ambiência: espaço árido**.** Sem delimitação de ambientes, elementos de interesse ou que humanizem o espaço. Piso sem pavimentação, solo permeável. Existe coleta de águas pluviais
ACESSIBILIDADE:apesar do terreno totalmente plano, não existe qualquer preocupação para portadores com necessidades especiais

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.
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 do Engenho de Dentro é igual a 0,0m^2/ hab.

PLANTA DO ESPAÇO ESTUDADO

VISTA

Vista: direção leste- oeste

CONFORTO ACÚSTICO
Votos/ medições:
LAeq (dBA): Pt1: 71.4 – Ruidoso**/ Pt2**: (LAeq) 76.8 – Muito Ruidoso/ **Pt3:** (LAeq) 70 - Ruidoso
Sons agradáveis: nenhum
Sons desagradáveis: veículos passando
Recomendações: ZR = 60dB durante o dia e 55dB a noite. Barreira acústica no limite da via

CONFORTO VISUAL
Votos/ medições (luminosidade):
Pt1(klux): 50 – Claro **/ Pt2(klux):** 40 - Claro **/ Pt3(klux):** 32 - Claro
Ofuscamento: Céu
Votos sensação visual (ambiência): Ruim
Recomendações: a barreira acústica pode auxiliar também como obstáculo visual e de limite do terreno. Paginação de piso e elementos verticais de definições de ambientes. Iluminação artificial p/ período noturno de uso

CONFORTO HIGROTÉRMICO
Votos/ Cálculo PMVc:
Pt1: Calor (PMVc- Quente) **/ Pt2:** Neutro (PMVc- Neutro)/ **Pt3:** Calor (PMVc- Quente)
Umidade relativa (%): Pt1: 64.2 **/ Pt2:** 67.6/ **Pt3:** 65.3
Vento (m/s): Pt1: 0.5 **/ Pt2:** 1.5/ **Pt3:** 0.9
Temperaturas superficiais(ºC): base: grama: 31.6 (sol) 27.6 (sombra)
Recomendações: elementos de sombreamento: vegetação, pérgulas, etc. Propor piso que mantenha as características de permeabilidade do solo.

4.2.1.5 - Avaliação da qualidade ambiental (Espaço Urbano 1: Área saída 3 da Linha Amarela – Rua Guineza)

As medições realizadas no espaço urbano aberto próximo a saída 3 da Linha Amarela na rua Guineza confirmam várias questões observadas em campo e registradas na entrevista.

O fichamento permitiu observar que as medições registradas nos 3 pontos selecionados apresentam níveis sonoros superiores aos recomendados pela legislação (NBR 10151 – ZR4 - 60dB durante o dia) mesmo nos níveis mínimos, tendo um nível de pressão sonora médio no espaço de aproximadamente 73dBA (LAeq) no período registrado. Os votos coletados também confirmam o espaço como ruidoso, apresentando maior incômodo no ponto 2, sendo este mais próximo da Linha Amarela, ratificando a observação que a principal fonte de ruído de fundo é o tráfego de veículos na via (Figura 4.12).

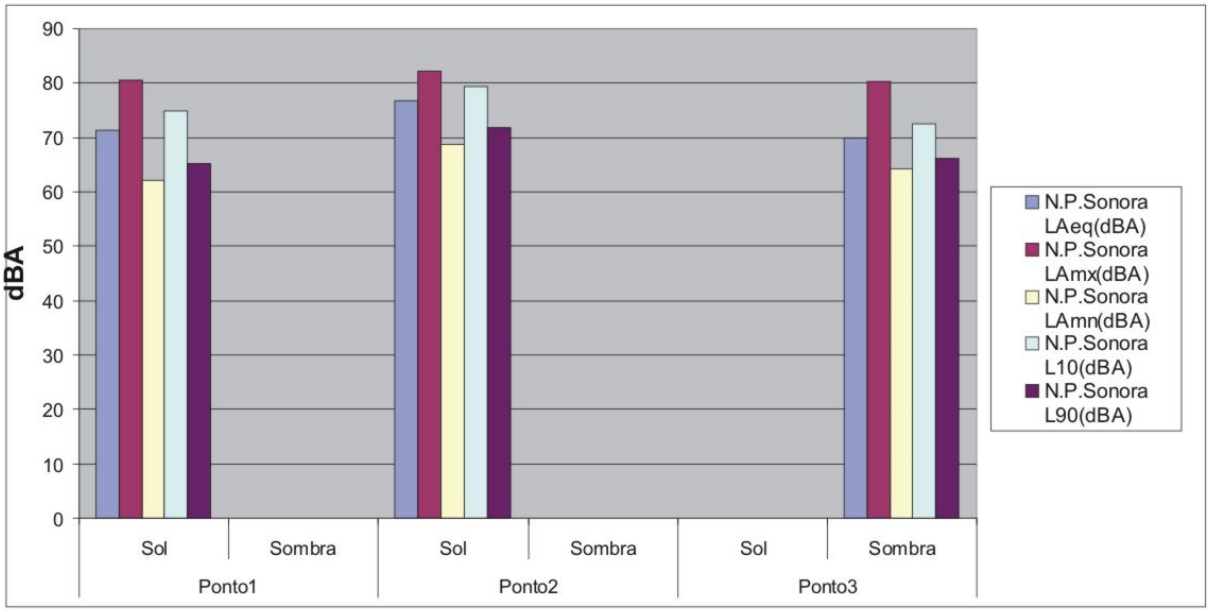


Figura 4.12 – Níveis sonoros nos 3 pontos de medição

A ventilação no espaço só é parcialmente prejudicada quando ocorrem ventos na direção sul, conforme registrado no dia 18/05/07, onde se apresentou maior velocidade no ponto 2 em relação aos demais pontos. Neste ponto os ventos da direção sul e sudoeste (como registrado) não sofrem o efeito de barreira notado principalmente no ponto 3 mais próximo do muro existente.

A influência do vento na redução da temperatura também pode ser comparada entre os dados registrados do ponto 1 (0,5m/s) e ponto 2 (2 m/s), ambos no sol. Os votos e as simulações utilizam o modelo do PMV adaptado também apontam para menor desconforto higrotérmico no ponto 2, onde registrou-se maior velocidade de ventos (Figura 4.13).

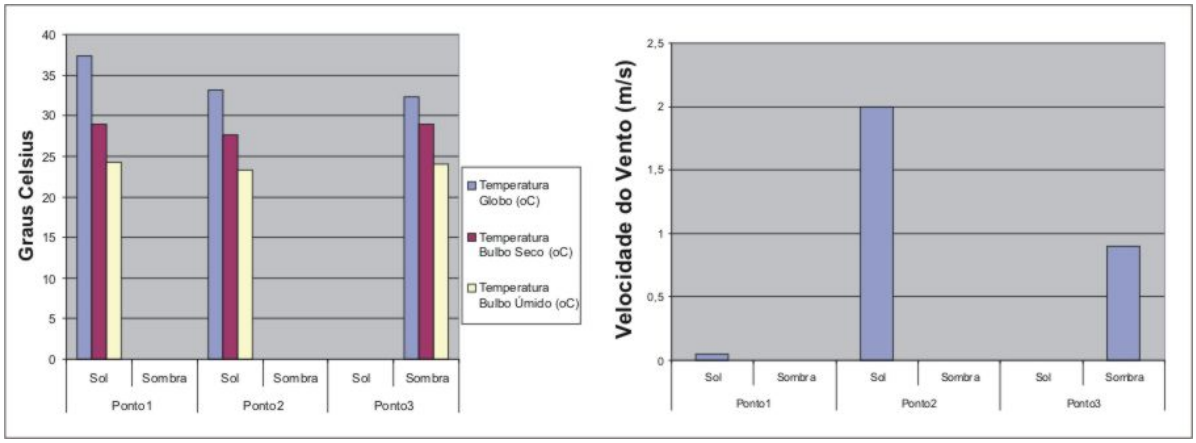


Figura 4.13 – Comparação entre as medições de temperatura e ventos nos 3 pontos

O estudo de insolação para todos os períodos do ano mostrou que independente da época do ano, o espaço não possui áreas sombreadas além da única vegetação de grande porte existente, e que o mobiliário permanece durante todo o tempo exposto à radiação solar. Este fato reduz o uso deste equipamento por possíveis usuários, uma vez que as temperaturas do ar mantêm-se elevadas na maior parte do ano, inviabilizando a permanência neste espaço principalmente nos dias e horários de maior insolação.

A temperatura superficial dos materiais coletadas em campo também confirmou as diferenças entre superfícies gramadas e pavimentadas, com valores inferiores para as áreas com revestimento natural. Registraram-se também valores superiores para mobiliários em madeira sem pintura (escorrega – 39ºC) com valores superiores ao concreto pintado (banco pintado de bege – 37.4ºC), fato que pode influenciar na escolha e acabamento de materiais utilizados no espaço urbano e que são expostos a radiação solar direta.

O resultado do cálculo de sobrecarga térmica, utilizando o índice IBUTG, pode ser um indicador para verificação das condições de conforto higrotérmico nos pontos estipulados para medição, e, consequentemente, uma referência para adequação destes espaços às diferentes atividades humanas que podem ser realizadas.

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 1, sendo o céu a principal fonte de ofuscamento.

Outros dados relevantes registrados na entrevista referem-se à percepção do usuário/ passante em relação ao espaço urbano estudado, onde o principal motivo da classificação do espaço como ruim, adjetivado como inseguro e sujo, entre outros, deve-se ao fato da inexistência de um planejamento paisagístico, prevendo áreas definidas, com sombreamento, preocupação com mobiliário e integração com o bairro que se insere tal espaço, conforme indicado nas opiniões coletadas sobre a impressão do usuário sobre o espaço urbano em questão.

Devido a pouca utilização do espaço, a aplicação do questionário limitou-se a um pequeno grupo, somando um total de 18 entrevistas no horário da realização das medições. O grupo entrevistado encontrava-se numa faixa etária entre 25 e 54 anos.

Os valores utilizados para o cálculo de predição de conforto higrotérmico, referentes às vestimentas e o tipo de atividade realizada pelos usuários no momento da entrevista, foram obtidos a partir do índice médio registrado no questionário. Utilizou-se como valor de referência: 0,5 clo para vestimenta e 1,2 met para tipo de atividade.

O questionário mostrou-se eficiente para traçar o perfil dos possíveis usuários, tipo de vestimenta e suas atividades, servindo de parâmetros para simulações e comparações com as recomendações de conforto higrotérmico, acústico e visual.

O conjunto dos dados coletados e posteriormente avaliados configurou recomendações essenciais na ficha síntese que podem ser desenvolvidas para nortear projetos de reintegração do espaço estudado à região a qual se insere.

4.2.2- Espaço Urbano 2: Área lateral viaduto Linha Amarela -Piedade – Rua Bento Gonçalves

4.2.2.1- Inventário físico (Espaço Urbano 2: Área lateral viaduto Linha Amarela -Piedade – Rua Bento Gonçalves)

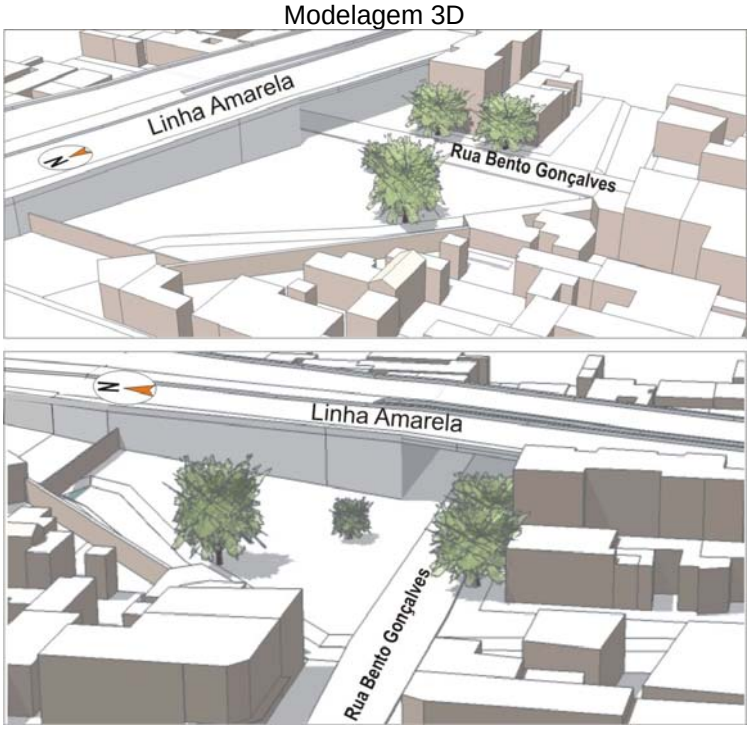
Ficha de Análise do Entorno

ENTORNO
LOCAL: Rua Bento Gonçalves ao lado viaduto Linha Amarela Bairro: Piedade Cidade:Rio de Janeiro – RJ latitude: 22.54 S
VISTA AÉREA
TRÁFEGO DE VEÍCULOS: Linha Amarela com fluxo intenso de veículos durante todo o dia, composto por veículos leves e pesados, uma vez que é liberado o trafego de ônibus e caminhões. Linha Amarela com total de seis pistas de rolamento, três em cada sentido. Rua Bento Gonçalves com sentido de mão única, com tráfego médio, com linhas de ônibus. No entorno imediato do espaço estudado existe parada de ônibus. Não existem áreas de estacionamento. ELEMENTOS DE OBSTRUÇÃO DE ACESSOS: Nesta área a Linha Amarela não impede o acesso de veículos, pedestres e moradores da região de entorno, uma vez que existe um viaduto que libera a passagem pela rua Bento Gonçalves. Entretanto o viaduto é um grande elemento de obstrução visual. ACESSIBILIDADE: fácil acesso para veículos e pedestres. Entretanto não existe acesso estruturado para portadores de necessidades especiais.

VISTA GERAL E VOLUMETRIA

Vista: direção norte -sul

Modelagem 3D



USO DO SOLO:

Zoneamento: encontra-se dentro da zona residencial ZR 4, que segundo o Zoneamento Municipal do Rio de Janeiro, permite a construção de edificações unifamiliares e multifamiliares, aceitando também alguns tipos de edificações de uso comercial.

Uso predominante de edifícios residenciais em todo entorno do espaço estudado. Existe ao lado do espaço estudado grupo de edificações voltadas para o uso comercial de bairro (bar, mercado, armarinho, material de construção, padaria).

Gabarito e tipologia das edificações: residências unifamiliares e poucas edificações multifamiliares com no máximo quatro andares. Não causando obstruções verticais no entorno imediato.

Segundo as recomendações da NBR 10151, os níveis de ruído aceitáveis são 60dB durante o dia e 55dB a noite

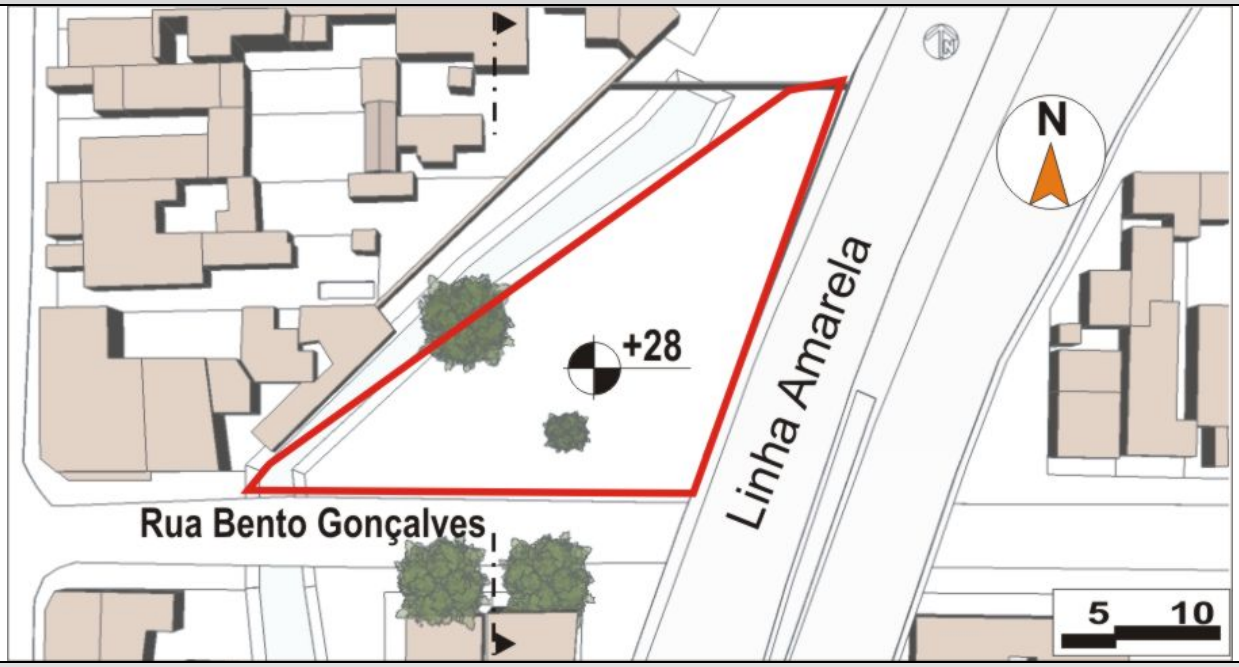
USUÁRIOS:

Rua de passagem de moradores da região.

A área de comércio existente transforma o entorno em uma área de grande fluxo de pedestres

Ficha das características morfológicas e ambientais

BASE E LIMITES LATERAIS
LOCAL: Rua Bento Gonçalves ao lado viaduto Linha Amarela Bairro: Piedade Cidade: Rio de Janeiro – RJ latitude: 22.54 S
MAPA FIGURA FUNDO



VISTAS

Vista: direção sul–norte

Vista: direção oeste-leste

Vista: direção Noroeste-sudeste

CORTE ESQUEMÁTICO

BASE

Área: 775m²
Pavimentações: basicamente terra e pequenos trechos com grama. Sem delimitações de espaços.
Vegetação: Dois exemplares, um de porte grande na divisa oeste e outro de porte pequeno no quadrante sudeste do espaço. A árvore na divisa oeste promove sombreamento no período da tarde, devido a sua localização e dimensão. Piso gramado em pequenas áreas no entorno do espaço..
Presença de água: pequeno córrego poluído no limite noroeste do espaço (Rio Faria)
Topografia/Acessibilidade: terreno plano de fácil acesso, mas s/ preocupação p/ portadores de necessidades especiais.
Mobiliário: banco único e barra fixa para exercícios. Não existe sistema de iluminação para uso noturno.

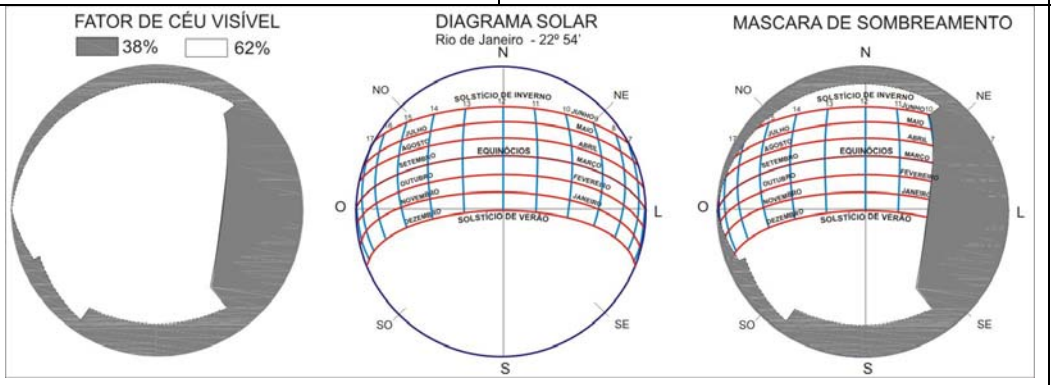
LIMITES LATERAIS

Padrão de ocupação do solo: Entorno imediato é composto por edificações unifamiliares de no máximo 2 pavimentos e edifício na região sul ao espaço com 4 pavimentos.
Os limites do espaço urbano estudado são compostos pelo rio Faria (noroeste), pelo viaduto da Linha Amarela (leste) e pela rua Bento Gonçalves (sul).
Obstruções visuais: A principal obstrução visual é causada pelo viaduto da Linha Amarela que faz limite leste com o espaço estudado, composto por um volume monolítico de 8 metros de altura, que se projeta ainda sobre a rua e terreno no lado oposto da rua. Esta área sob o viaduto fui transformada em uma quadra poliesportiva**.**
Cor e material predominante das fachadas: cinza (placas de concreto do fechamento lateral do viaduto)
Elementos de interesse arquitetônico: não

<table>
<tr><th colspan="3">FATORES AMBIENTAIS</th></tr>
<tr><th>SOL</th><th>VENTO</th><th>SOM</th></tr>
<tr><td>Espaço com radiação solar direta, com principal área de reflexão da luz promovida pela parede de fechamento do viaduto da Linha Amarela no limite leste.
Piso de terra promovendo um albedo médio.
O viaduto promove sombreamento em parte do espaço urbano no período da manhã.
A árvore existente no limite oeste do terreno, promove sombreamento em parte do terreno no período da tarde.
A árvore de porte pequeno promove sombreamento localizado.</td><td>A baixa altura das edificações de entorno e o afastamento promovido pelo rio e pela rua nos limites do espaço urbano, permitem que o ar circule sem obstruções vindos das direções norte, oeste e sul. Entretanto, o viaduto que faz limite leste impede a penetração dos ventos vindos desta direção, ou ainda podem provocar o efeito de barreira deslocando os ventos por cima do viaduto reduzindo a circulação de ventos no espaço estudado.</td><td>O ruído proveniente da Linha Amarela não interfere no espaço urbano estudado.
A principal fonte de ruído é o tráfego na rua Bento Gonçcalves, principalmente as reflexões sonoras nas superfícies inferiores do viaduto da Linha Amarela que fica ao lado deste espaço.
Entretanto como o tráfego de veículos não é intenso, esta fonte de ruído não é contínua.
Poucas superfícies com possibilidade de reflexões sonoras. Base em piso de terra e grama possibilitando maior coeficiente de absorção. A lateral do viaduto no limite leste não espaço não provoca reflexões sonoras significantes, pois não existem fontes sonoras que incidam diretamente sobre a mesma
A barreira acústica instalada no viaduto tem como função proteção do edifício de 3 andares localizado ao lado da via expressa e em frente ao espaço urbano estudado.</td></tr>
<tr><th colspan="3">USO DO ESPAÇO/ FATORES SOCIAIS</th></tr>
<tr><td colspan="3">Apesar deste espaço urbano ser localizado em região essencialmente residencial, em uma rua principal do bairro, de fácil acesso a moradores do entorno, foi observado que seu uso é praticamente nulo.
Fatores que podem ser influenciadores:
- Não existe planejamento que caracterize hierarquia de ambientes de acordo com as possibilidades de uso específicas para a população de entorno e adequados com o perfil climático da região.
- A ausência de mobiliário e pavimentação adequada dá a sensação de abandono ao espaço.
- Apesar do sombreamento promovido pelo viaduto e pela árvore de grande porte, reduzindo a radiação solar direta, a inexistência de elementos atrativos mantém o espaço sem uso durante todo o período do dia e noite.
- A falta 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.
- A inexistência de soluções projetuais para o rio no limite noroeste e para o próprio espaço urbano transformaram-no em um “terreno baldio”, uma vez que este tipo de espaço é um ambiente potencialmente receptor de lixo, pois o hábito de jogar lixo em terreno baldio ainda é comum nas cidades, apesar de coleta ocorrer a cada 2 dias nesta região.

A demanda de espaços urbanos voltados para atividades de lazer ao ar livre nesta região pode ser observada no uso contínuo das quadras polesportivas instaladas no espaço remanescente sob o viaduto da Linha Amarela, em frente ao espaço estudado. Na região não existem áreas livres públicas para atividades de lazer. Segundo o Censo de 2000 (IBGE) a área livre por habitante na região da Piedade é igual a 0,0m^2/ hab.</td></tr>
</table>

Ficha do estudo de insolação

SOMBREAMENTO		
LOCAL: Rua Bento Gonçalves ao lado viaduto Linha Amarela Bairro: Piedade Cidade:Rio de Janeiro – RJ latitude: 22.54 S		
MODELAGEM TRIDIMENSIONAL		
SOLSTÍCIO INVERNO	Manhã - Dia: 21/12 Hora: 10 horas	Tarde - Dia21/12 Hora: 15 horas
EQUINÓCIO	Manhã - Dia: 21/3 Hora: 10 horas	Tarde - Dia: : 21/3 Hora: 15 horas
SOLST. VERÃO	Manhã - Dia: 21/6 Hora: 10 horas	Tarde - Dia: 21/6 Hora: 15 horas
CÉU VISÍVEL E HORAS DE SOL		

4.2.2.2- Fichas de medições (Espaço Urbano 2: Área lateral viaduto Linha Amarela -Piedade – Rua Bento Gonçalves)

Exemplo de medições realizadas no mês de maio

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:				
Nebulosidade : ☐claro ☐parcialmente nublado ☐nublado ☐chuva				
	Ponto 1 sol ☐ sombra☒	Ponto 2 sol ☒ sombra☐	Ponto 3 sol ☐ sombra☒	**Observações**
Temp. Globo (^{0}C)	29.6	33.6	28.2	
Temp. Bulbo Seco (^{0}C)	26.8	27	26.1	
Temp. Bulbo Úmido(^{0}C)	23	23.8	22.6	
Umidade Relativa (%)	69.2	67.3	73.2	
Vel. Vento (m/s) Direção:	1.0 /SO	0.8 /SO	1.5 /SO	
Nível Ilumin. (klux)	11	25	9	
N. P. Sonora LAeq (dBA)	68.3	63.7	64.5	
N. P. Sonora LAmx (dBA)	84.2	69.6	79.1	
N. P. Sonora LAmn (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^0 : 29.8^{0}C	Piso: Terra Cor: bege t^0: 31.6^{0}C	Piso: Terra Cor: bege t^0:29.6^{0}C	Entorno Rua asfalto (sombra)= 33.2^{0}C Rua asfalto (sol) = 35.4^{0}C água Rio Faria (sombra)= 23.6^{0}C
LIMITES VERTICAIS		Parede: concreto Cor:cinzaclaro t^0:34.8^{0}C		
MOBILIÁRIO	Tipo:barra de ferro Cor: cinza esc. t^0: 25.4^{0}C			
	Tipo:banco concreto Cor: branco t^0: 25.4^{0}C			

4.2.2.3- Fichas de resultados (Espaço Urbano 2: Área lateral viaduto Linha Amarela -Piedade – Rua Bento Gonçalves)

QUADRO COMPARATIVO DOS REGISTROS EM CAMPO POR PONTOS

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)☐ Data:____ Hora: ____		MD= MEIO DIA(12:00-14:59)☐ Data:____Hora: ____		T = TARDE(15:00-17:59)☒ Data:18/5/07Hora: 15h	N = NOITE(18:00-21:00)☐ Data:____Hora: ____	
Local da medição		**Ponto 1**		**Ponto 2**		**Ponto 3**		
Período: M; MD; T;N		Tarde		Tarde		Tarde		
Sol= S Sombra=Sb		Sol		Sol		Sombra		
Nebulosidade[35]		claro		claro		claro		
Vestimenta (clo)[36]		0.5		0.5		0.5		
Atividade (met)[37]		1.2		1.2		1.2		
HIGROTÉRMICO	Temp G(ºC)	29.6		33.6		28.2		
	Temp.BS(ºC)	26.8		27		26.1		
	Temp.BU(ºC)	23		23.8		22.6		
	U. R. (%)	69.2		67.3		73.2		
	V Vento(m/s) Direção:	1.0 /SO		0.8 /SO		1.2 /SO		
	PMV	0.25		1.21		0.1		
	PPD (%)	6 - N		36 – LQ		5 – N		
	PMVc	0.15		0.73		0.06		
	PPDc (%)	5		16		5		
	Calc. Sensação higrotérmica	Neutro		Lev. Quente		Neutro		
	Voto sensação higrotérmica[38]	75% -Co 25% -D 75% -N 25% -LCa		50% -Co 50% -D 25% -N 75% -LCa		100% -Co 100% -N		
	IBUTG	24.7		26.1		24.3		
VISUAL	Nível Ilumina. (klux)	11		25		9		
	Voto sensação luminosa[39]	75% -Neutro 25%- Claro		100%- Claro		100%- Neutro		
	Voto sens.Visual (ambiência)[40]	Muito Ruim		Muito Ruim		Muito Ruim		
ACÚSTICO	N. P. Sonora LAeq (dBA)	68.3		63.7		64.5		
	N. P. Sonora LAmx (dBA)	84.2		69.6		79.1		
	N. P. Sonora LAmn (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[41]	100% -Ruidoso		50% -N 50% -R		25% -N 75% -R		
	L_{Aeq} – NCA	+8.3		+3.7		+4.5		
	L_{10} – L_{90}	+10.3		+2.9		+5.4		
Registros meteorológicos (Estação: Maracanã)		HORA: 15h Temperatura: 27 ºC		HORA: 15h Velo. Ventos: 1.4 m/s dir.: SO		HORA: 15h Umidade relativa: 63 %		

[35] Nebulosidade : **C**=Claro **PN**=Parcialmente Nublado **N**=Nublado **Ch**=Chuva
[36] Valores médios
[37] Valores médios
[38] **MCo**= Muito confortável **Co**=Confortável **D**=Desconfortável **MD**=Muito Desconfortável **I**=Intolerável / **MF**=Muito Frio **F**=Frio **LF**=Leve Frio **N=**Neutro **LCa=** Leve Calor **Ca=**Calor **MCa**=Muito Calor
[39] **ME=**Muito Escuro **E**=Escuro **N**= Neutro **C**=Claro **MC**= Muito claro
[40] **E**= Excelente **MB=** Muito Bom **B=**Bom **R=**Ruim **MR=Muito** Ruim **P=** Péssimo
[41] **MS=**Muito silencioso **S**=Silencioso **N**=Neutro **R**=Ruidoso **MR**=Muito ruidoso

4.2.2.4- Ficha síntese (Espaço Urbano 2: Área lateral viaduto Linha Amarela -Piedade – Rua Bento Gonçalves)

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.
TRÁFEGO DE VEÍCULOS: 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

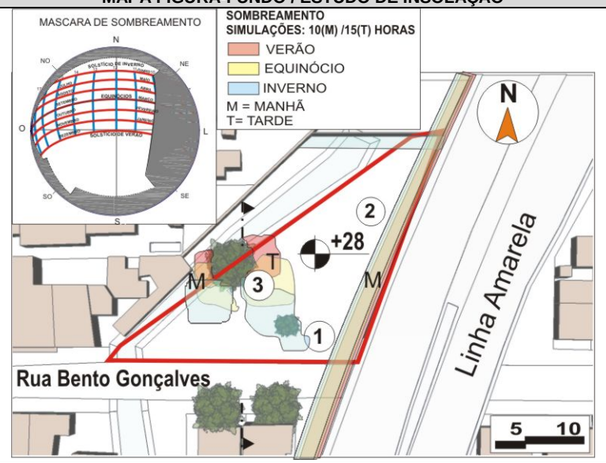
ÁREA DO ESPAÇO: 775m²/ **USO DO SOLO:** Residencial e algum comércio **ZR:** ZR 4, edificações unifamiliares e multifamiliares, aceita alguns tipos de edificações de uso comercial. Níveis de ruído aceitáveis (NBR 10151) são 60dB durante o dia e 55dB a noite.
USUÁRIO: Rua de passagem de moradores da região. A área de comércio existente transforma o entorno em uma área de grande fluxo de pedestres

VENTOS DOMINANTES: Manhã: O; Tarde: S/SE; 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



QUALIDADE AMBIENTAL

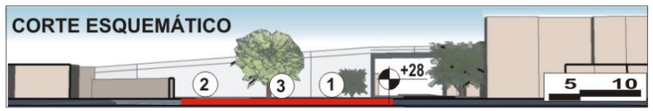
HIGROTÉRMICA/ VISUAL
Radiação direta/ difusa /refletida: direta em quase todo o espaço. Refletida na parede do viaduto
Áreas de sombreamento: lateral ao viaduto no período da manhã e sob a árvore de grande porte
Topografia: plana, sem obstrução de ventos, acessos ou promoção de sombreamentos
Presença 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

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 0,0m²/ hab.

VISTA

Vista: direção sudoeste-nordeste

CONFORTO ACÚSTICO

Votos/ medições:
LAeq (dBA): Pt1: 68.3 – Ruidoso**/ Pt2**: (LAeq) 63.7 – Neutro/ Ruidoso/ **Pt3:**(LAeq) 64.5 - Ruidoso
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.

CONFORTO VISUAL

Votos/ medições (luminosidade):
Pt1(klux): 11 – Neutro **/ Pt2(klux):** 25 - Claro **/ Pt3(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.

CONFORTO HIGROTÉRMICO

Votos/ Cálculo PMVc:
Pt1: Confortável (PMVc- Neutro) **/ Pt2:** Confortável / desconfortável (50%)(PMVc- Lev. Quente)/ **Pt3:** Confortável (PMVc- Neutro)
Umidade relativa (%): Pt1: 69.2 **/ Pt2:** 67.3/ **Pt3:** 73.2
Vento (m/s): Pt1: 1.0 **/ Pt2:** 0.8/ **Pt3:** 1.2
Temperaturas superficiais(ºC): 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.

4.2.2.5 - Avaliação da qualidade ambiental (Espaço Urbano 2: Área lateral viaduto Linha Amarela -Piedade – Rua Bento Gonçalves)

Assim como as medições realizadas no espaço urbano 1, no espaço urbano 2 as medições também confirmaram questões observadas anteriormente na realização do inventário e na entrevista.

O grupo de entrevistados, também como o espaço 1, era composto por adultos de faixa etária entre 25 e 54 anos, com atividade principal sentado lendo/escrevendo (1,2 met) e vestimenta média de 0,50 clo. Estes dados foram fundamentais para as avaliações de conforto higrotérmico, principalmente para as simulações do PMV e tolerância aos níveis de iluminação registrados.

As medições sonoras apresentaram resultados sempre acima dos níveis recomendados pela legislação (NBR 10151 – ZR4 - 60dB durante o 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.

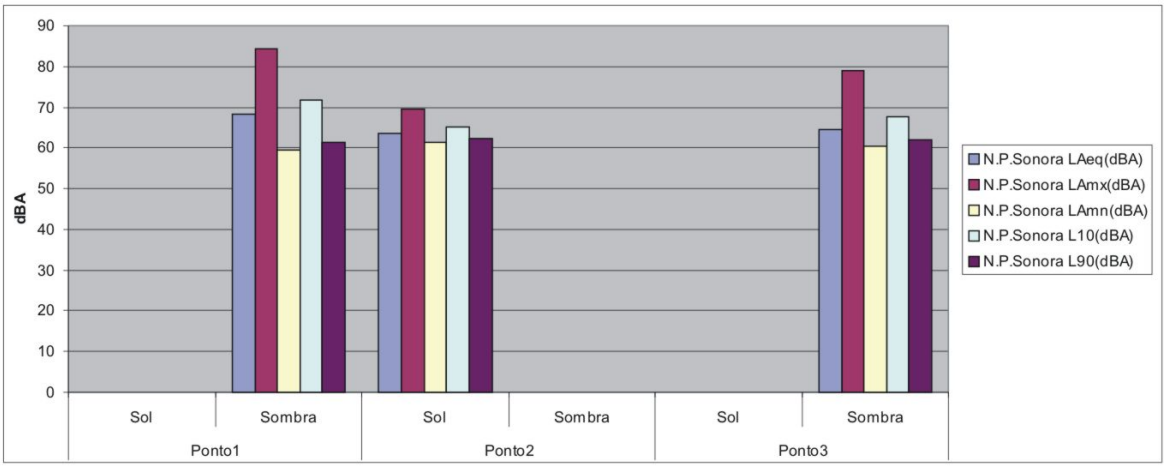


Figura 4.14 - Níveis sonoros nos 3 pontos de medição

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.

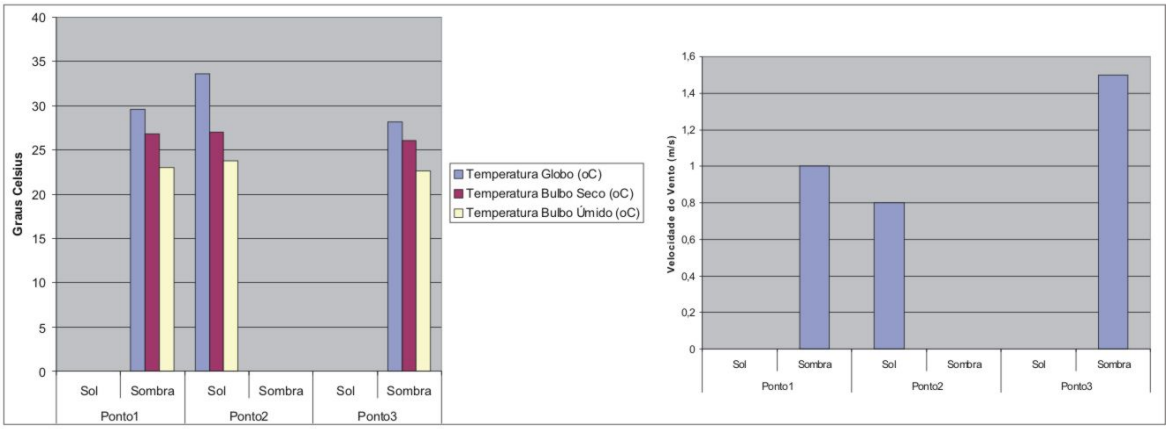


Figura 4.15 – Comparação entre as medições de temperatura e ventos nos 3 pontos

O estudo de insolação para todos os períodos do ano mostrou que independente da época do ano, o espaço possui sombreamento limitado, apenas na proximidade da árvore de grande porte que se localiza no limite oeste do espaço estudado (ponto 3). A exposição de quase toda a base do espaço e principalmente o limite leste, composto pela parede em concreto do viaduto (medição de temperatura superficial = 34.8ºC) que recebe radiação solar direta durante todo o período da tarde, influencia na elevação de temperatura, principalmente no ponto 2, mais próximo desta superfície.

Outros valores de temperatura superficial dos materiais, como o rio (água = 23.6ºC) próximo ao ponto 3 e a rua (asfalto = 35.4ºC) 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 (limite leste).

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) (Figura 4.16)

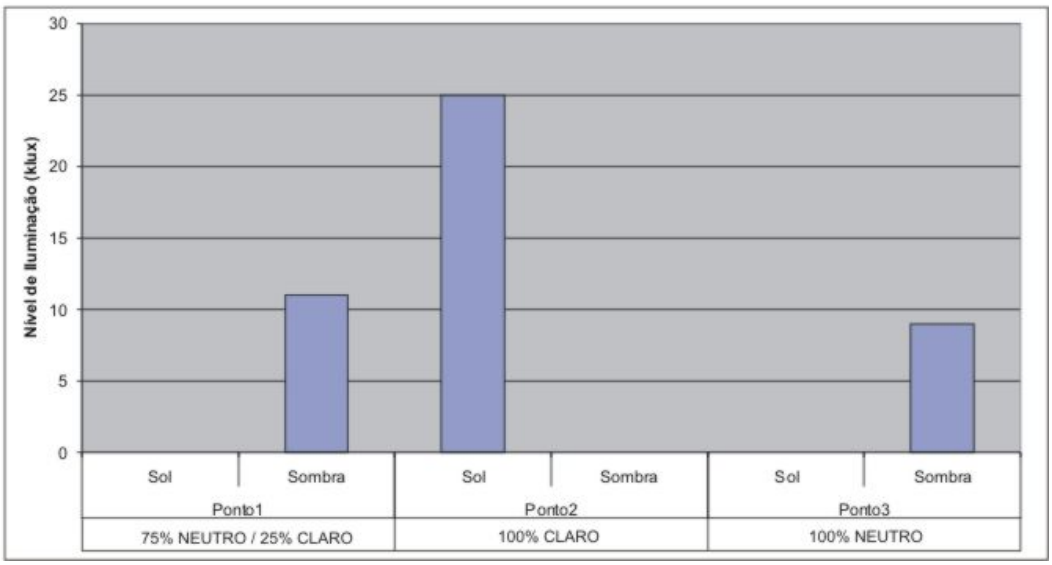


Figura 4.16 – Níveis de iluminação registrados nos 3 pontos

Outros dados registrados na entrevista referentes à percepção do usuário/ passante em relação ao espaço urbano estudado, assim como o espaço 1 (Rua Guineza), o principal motivo da classificação do espaço como ruim, adjetivado principalmente como inseguro e sujo, deve-se ao fato de utilizarem a área como terreno baldio, falta de saneamento para o rio que faz limite oeste com o espaço, e da total inexistência de um planejamento paisagístico que faça a integração com o bairro.

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.

4.2.3- Espaço Urbano 3: Área lateral Linha Amarela – Água Santa – praça Rua Violeta.

4.2.3.1- Inventário físico (Espaço Urbano 3: Área lateral Linha Amarela – Água Santa – praça Rua Violeta.)

Ficha de Análise do Entorno

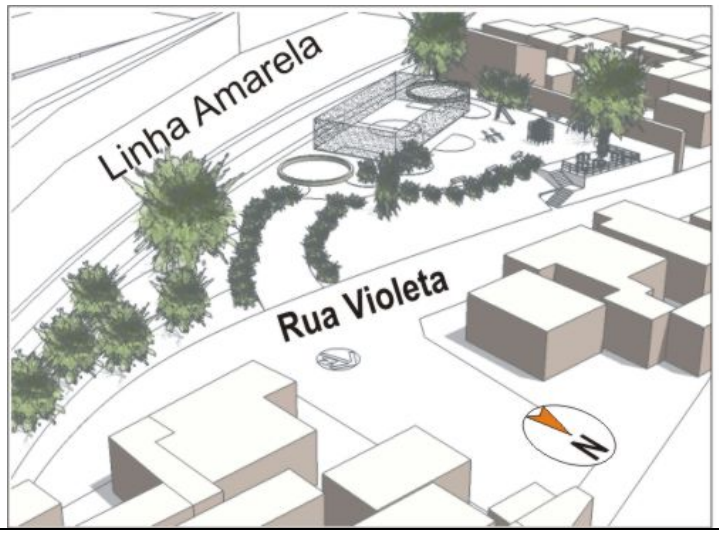
ENTORNO
LOCAL: Rua Violeta ao lado da Linha Amarela Bairro: Água Santa Cidade:Rio de Janeiro – RJ latitude: 22.54 S
VISTA AÉREA
TRÁFEGO DE VEÍCULOS: Linha Amarela com fluxo intenso de veículos durante todo o dia, composto por veículos leves e pesados, uma vez que é liberado o trafego de ônibus e caminhões. Linha Amarela com total de seis pistas de rolamento, três em cada sentido. Neste trecho ampliando-se para 20 faixas devido a proximidade com o posto de pedágio. Rua Violeta com sentido de mão dupla, com tráfego reduzido, sem linhas de ônibus. Rua sem saída, utilizando essencialmente por moradores. Área de estacionamento na própria rua Violeta em frente ao espaço estudado. ELEMENTOS DE OBSTRUÇÃO DE ACESSOS: A Linha Amarela impede o acesso de pedestres e moradores da região sul de entorno. A passagem de pedestres e veículos para esta área mais próxima fica a 500 metros de distância. Apesar da Linha Amarela estar a quatro metros acima do espaço estudado e sete acima da rua Violeta, o desnível formado pelo revestimento em grama e arborizado tira a percepção imediata da via e a sensação de obstrução. Ao contrário, gera a percepção de um espaço mais natural e mais “agradável”, voltando-se para a região à qual está inserido. ACESSIBILIDADE: fácil acesso para veículos e pedestres. Existe acesso estruturado para portadores de necessidades especiais, especialmente deficiência locomotora, existindo rampa de acesso para o espaço, sem desníveis entre eles.

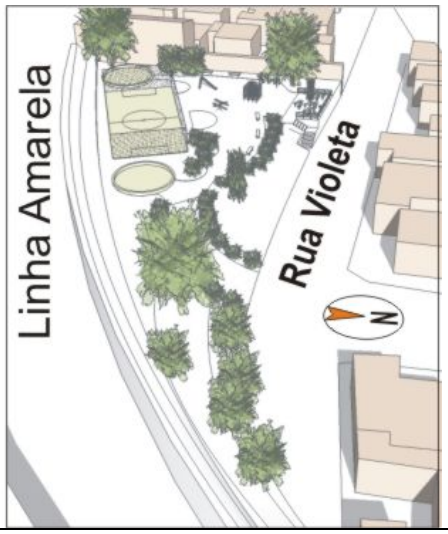
VISTA GERAL E VOLUMETRIA

Vista: direção norte -sul

Vista: direção oeste-leste

Modelagem 3D –





USO DO SOLO:

Zoneamento: encontra-se dentro da zona residencial ZR 5, que segundo o Zoneamento Municipal do Rio de Janeiro, permite a construção de edificações unifamiliares e multifamiliares, aceitando também edificações de uso comercial.

Uso predominante de edifícios residenciais em todo entorno do espaço estudado. Existe próximo ao espaço estudado grupo de edificações voltadas para o uso comercial de bairro (bar, mercado, armarinho, material de construção, padaria) e de uso institucional, como escola municipal, igreja, presídio e a sede da LAMSA.

Gabarito e tipologia das edificações: residências unifamiliares e poucas edificações multifamiliares com no máximo quatro andares, formada por conjunto habitacional a 100 metros de distância. Não causam obstruções verticais no entorno imediato.

Segundo as recomendações da NBR 10151, os níveis de ruído aceitáveis são 60dB durante o dia e 55dB a noite

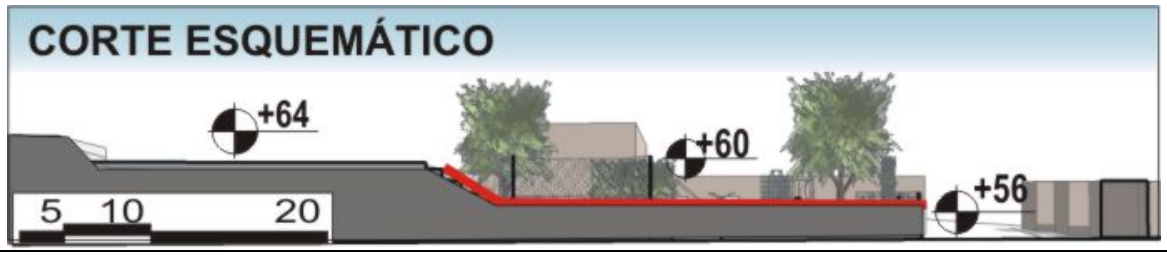
USUÁRIOS:

Rua de passagem de moradores das ruas de entorno.

Ficha das características morfológicas e ambientais

BASE E LIMITES LATERAIS
LOCAL: Rua Violeta ao lado da Linha Amarela Bairro: Água Santa Cidade:Rio de Janeiro – RJ latitude: 22.54 S
MAPA FIGURA FUNDO
VISTAS
Vista: direção sudeste-noroeste
Vista: direção sudoeste-nordeste
Vista: direção Noroeste-sudeste

CORTE ESQUEMÁTICO



BASE

Área: 3115m²

Pavimentações: concreto na rampa de acesso, quadra e área de mesas e escada, terra na área de brinquedos e gramado, nos espaços de jardim. Delimitações bem definidas para os ambientes propostos: quadra poliesportiva, área de brinquedos, ginástica, jogos sociais, áreas de contemplação.

Vegetação: Espaço bem arborizado com área gramada em mais de 40% do total, contendo vegetação arbustiva e árvores diversificadas de diferentes portes.

Presença de água: não possui

Topografia/Acessibilidade: terreno com desnível de 3 metros em relação à rua Violeta, com acesso por escada ou rampa permitindo o acesso de portadores de deficiência locomotora, carrinhos de bebê, etc. Não existe soluções arquitetônicas para portadores com outro tipo de necessidade especial.

Mobiliário: Composto por mesas e bancos de concreto para jogos sociais e contemplação, conjunto de brinquedos e equipamentos para exercício físico, quadra com tabela de basquete e trave para futebol. Existe sistema de iluminação para uso noturno e coleta de lixo.

LIMITES LATERAIS

Padrão de ocupação do solo: Entorno imediato é composto por edificações unifamiliares de no máximo 2 pavimentos. Os limites do espaço urbano estudado são compostos pela Linha Amarela (sul), rua Violeta (norte) e por edificação residencial de 2 pavimentos (oeste)

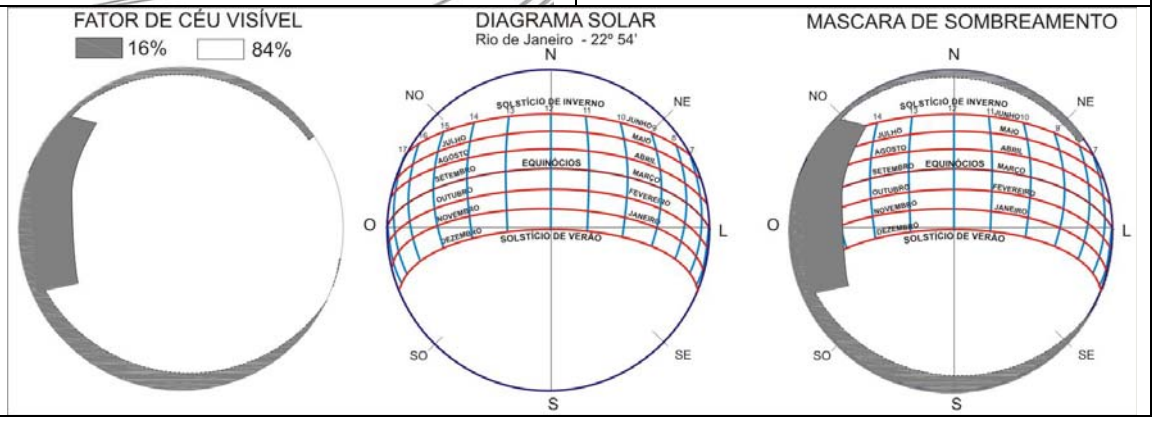
Obstruções visuais: A principal obstrução visual é causada pelo desnível em relação à Linha Amarela, revestido em sua totalidade por grama e pelo muro da edificação no limite oeste. O uso de vegetação e árvores no entorno destes elementos de obstrução não causam a sensação negativa de obstrução, ou contrário, criam um ambiente mais natural e acolhedor.

Cor e material predominante das fachadas: bege (edificação limite oeste)

Elementos de interesse arquitetônico: não

FATORES AMBIENTAIS		
SOL	VENTO	SOM
Espaço com radiação solar direta, com principal área de reflexão da luz promovida pelos pisos de terra e concreto. A vegetação existente propicia sombreamento diversificado em alguns bancos e brinquedos. Na área das mesas o sombreamento é insuficiente, entretanto já foi plantada uma árvore neste espaço. Não existe sombreamento na quadra, área de ginástica e circulação. O albedo torna-se alto nestes ambientes. A grande quantidade de vegetação pode auxiliar na redução da emissividade, reduzindo assim os valores de temperatura local.	O desnível em relação a Linha Amarela e o muro da edificação pode reduzir o vento próximo ao limite sul e oeste. No restante do espaço não existem elementos que obstruam a ventilação. Considera-se ainda que o espaço esta acima 4 metros da rua Violeta, o que permite melhor penetração dos ventos da direção norte e noroeste. Deve-se observar que a região fica bem próxima a topografia composta pelo maciço da Tijuca que alcança mais de 500 metros de altura, bem acima da cota 50, nível do terreno, o que reduz a media dos ventos locais.	O ruído proveniente do tráfego da Linha Amarela é a principal fonte de ruído. Apesar do desnível de 4 metros em relação ao espaço, não existem elementos de obstrução e o som se propaga diretamente e através da difração no guarda-corpo de proteção da via. Neste ponto da via, apesar da velocidade mais baixa por causa do pedágio, existe um número maior de pistas (20) e é o local de maior frenagem e aceleração, o que amplia os níveis de ruído. Podem existir ainda outras fontes de ruído proveniente dos próprios usuários, em jogos na quadra ou nos brinquedos, entretanto, esta fonte sonora deve ser abordada como a paisagem sonora adequada com tal espaço urbano. O ruído proveniente da rua Violeta é nulo. As principais superfícies que podem provocar maiores reflexões pontualmente são o piso da quadra em concreto e da parede da edificação. O piso de terra e toda a área gramada e com vegetação ampliam as possibilidades da absorção dos ruídos.
USO DO ESPAÇO/ FATORES SOCIAIS		
A transformação do espaço remanescente limítrofe a Linha Amarela em uma praça com equipamentos urbanos destinados a atender as diferentes faixas etárias e atividades, transformou o espaço em importante ponte de encontro dos moradores da região. Observou-se que a principal ocupação do mesmo ocorre no período da tarde e noite durante a semana e todo o dia nos fim de semana. No período da manhã e até o meio da tarde o espaço é usado eventualmente, fato que ocorre por se tratar de uma área essencialmente residencial, e este é o período escolar e de trabalho. A demanda de usuários na praça transformou umas das residências em um bar improvisado. São ainda realizadas na rua Violeta, devido ao fato de ser uma rua sem saída, em frente ao espaço estudado, festas em datas comemorativas (ex. festa junina). Apesar da área de entorno ter se transformado fisicamente em um espaço segregado em relação à região, devido a inserção da Linha Amarela, pode-se perceber que este espaço urbano muda para melhor a paisagem, atendendo também as necessidades sociais e ambientais em virtude do seu planejamento adequado à estas questões. Na região, além desta praça, não existem áreas livres públicas para atividades de lazer. Segundo o Censo de 2000(IBGE) a área livre por habitante na região da Água Santa é igual a 0,0m^2/ hab.		

Ficha do estudo de insolação

SOMBREAMENTO		
LOCAL: Rua Violeta ao lado da Linha Amarela Bairro: Água Santa Cidade: Rio de Janeiro – RJ latitude: 22.54 S		
MODELAGEM TRIDIMENSIONAL		
SOLSTÍCIO INVERNO	Manhã - Dia: 21/12 Hora: 10 horas	Tarde - Dia: 21/12 Hora: 15 horas
EQUINÓCIO	Manhã - Dia: 21/03 Hora: 10 horas	Tarde - Dia: 21/03 Hora: 15 horas
SOLSTÍCIO VERÃO	Manhã - Dia: 21/6 Hora: 10 horas	Tarde - Dia: 21/6 Hora: 15 horas
CÉU VISÍVEL E HORAS DE SOL		

4.2.3.2- Fichas de medições (Espaço Urbano 3: Área lateral Linha Amarela – Água Santa – praça Rua Violeta.)

Exemplo de medições realizadas no mês de junho e novembro

LOCAL: Área limite Linha Amarela - Praça Rua Violeta DATA:15/06/07 HORA:14/15h
BAIRRO: Água Santa CIDADE: Rio de Janeiro UF: RJ LATITUDE: 22.54 S

DADOS AMBIENTAIS:

Nebulosidade : ☒claro ☐parcialmente nublado ☐nublado ☐chuva

	Ponto 1 sol ☒ sombra☐	**Ponto 2** sol ☒ sombra☐	**Ponto 3** sol ☐ sombra☒	**Observações**
Temp. Globo (^{0}C)	45,5	46,6	31,3	
Temp. Bulbo Seco (^{0}C)	32,8	34,6	31,3	
Temp. Bulbo Úmido(^{0}C)	22,6	23,8	21	
Umidade Relativa (%)	45,1	39	52	
Vel. Vento (m/s) Direção:	0,1	0,2	0,1	
Nível Ilumin. (klux)	53	54	3,3	
N. P. Sonora LAeq (dBA)	65,4	66,4	59,4	No limite da via: 76,2
N. P. Sonora LAmx (dBA)	77,8	83,6	70,2	No limite da via: 93,8
N. P. Sonora LAmn (dBA)	56,5	56,9	53,8	No limite da via:65,8
N. P. Sonora L10 (dBA)	70,7	65,6	61,7	No limite da via:78,7
N. P. Sonora L90 (dBA)	58,3	59,6	56,1	No limite da via:68,4

TEMPERATURA SUPERFICIAL DOS MATERIAIS:

	Ponto 1 sol ☒ sombra☐	**Ponto 2** sol ☒ sombra☐	**Ponto 3** sol ☐ sombra☒	**Observações**
BASE	Piso: CONCRETO Cor:CINZA t^0 :40,1^{0}C	Piso: TERRA Cor: BEGE t^0 :33,8^{0}C	Piso: TERRA Cor:BEGE t^0 : 30,8^{0}C	
		Piso: GRAMA Cor: VERDE t^0:35,8^{0}C	:	
LIMITES VERTICAI		Parede: GRAMA Cor: VERDE t^0:39^{0}C	Parede: vegetação Cor:verde c. t^0.:32,2^{0}C	
MOBILIÁRIO	Tipo:Banco concreto Cor: cinza c t^0:37,2^{0}C	Tipo:Banco concreto Cor: cinza c t^0 : 37^{0}C	Tipo:Banco concreto Cor: cinza c t^0:31,4^{0}C	
		Tipo:BRINQUEDO Cor: madeira t^0 :34,8^{0}C		
		Tipo:POSTE METAL Cor: CINZA t^0 :44,2^{0}C		

LOCAL: Área limite Linha Amarela - Praça Rua Violeta DATA: 30/11/07 HORA: 11/12h
BAIRRO: Água Santa CIDADE:Rio de Janeiro UF: RJ LATITUDE: 22.54 S

DADOS AMBIENTAIS:

Nebulosidade : ☐claro ☐parcialmente nublado ☒nublado ☐chuva

	Ponto 1 sol ☒ sombra☐	**Ponto 2** sol ☒ sombra☐	**Ponto 3** sol ☐ sombra☒	**Observações**
Temp. Globo (^{0}C)	32.6	33.4	27.3	
Temp. Bulbo Seco (^{0}C)	26.8	27.5	25.2	
Temp. Bulbo Úmido(^{0}C)	20.8	20.7	20.3	
Umidade Relativa (%)	58.6	53.2	61	
Vel. Vento (m/s) Direção:	0.6	1.0	0.4	
Nível Ilumin. (klux)	31	36	14	
N. P. Sonora LAeq (dBA)	67.3	68.1	64.8	
N. P. Sonora LAmx (dBA)	80.1	85.1	73.7	
N. P. Sonora LAmn (dBA)	58.2	57.9	56.1	
N. P. Sonora L10 (dBA)	72.9	72.1	64.2	
N. P. Sonora L90 (dBA)	60.2	62.3	58.1	

TEMPERATURA SUPERFICIAL DOS MATERIAIS:

	Ponto 1 sol ☒ sombra☐	**Ponto 2** sol ☒ sombra☐	**Ponto 3** sol ☐ sombra☒	**Observações**
BASE	Piso: CONCRETO Cor:CINZA t^0 :35.4^{0}C	Piso: TERRA Cor: BEGE t^0 :31.6^{0}C	Piso: TERRA Cor: BEGE t^0 : 26^{0}C	
		Piso: GRAMA Cor: VERDE t^0 :28.4^{0}C		
LIMITES VERTICAIS		Parede: GRAMA Cor: VERDE t^0:28.4^{0}C	Parede: VEGETAÇÃO Cor:VERDE C t^0:25^{0}C	
MOBILIÁRIO	Tipo:Banco de concreto Cor:CINZA C t^0 :32.8^{0}C	Tipo: Banco de concreto Cor: CINZA C t^0: 32.4^{0}C	Tipo: Banco de concreto Cor:CINZA C t^0 :27.2^{0}C	

4.2.3.3- Fichas de resultados (Espaço Urbano 3: Área lateral Linha Amarela – Água Santa – praça Rua Violeta.)

QUADRO COMPARATIVO DOS REGISTROS EM CAMPO POR PERÍODO DO DIA E ÉPOCA DO ANO

LOCAL: Área limite Linha Amarela – Praça do Pedágio *END: Praça Rua Violeta*
BAIRRO: Água Santa CIDADE: *Rio de Janeiro* UF: RJ LATITUDE: 22.54 S

Período	M= MANHÃ(09:00-11:59)☒ Data:30/11/07 Hora: 11.3	MD= MEIO DIA(12:00-14:59)☒ Data:15/6/07 Hora: 14	T = TARDE(15:00-17:59)☐ Data:____Hora:___	N = NOITE(18:00-21:00)☐ Data:____Hora:___

		Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3	
Período:**M; MD; T;N**		M	MD	M	MD	M	MD
Sol= **S** Sombra=**Sb**		Sol	Sol	Sol	Sol	Sombra	Sombra
Nebulosidade[42]		N	C	N	C	N	C
Vestimenta (clo)[43]		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Atividade (met)[44]		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
HIGROTÉRMICO	Temp G(^{0}C)	32.6	45,5	33.4	46,6	27.3	31,3
	Temp.BS(^{0}C)	26.8	32,8	27.5	34,6	25.2	31,3
	Temp.BU(^{0}C)	20.8	22,6	20.7	23,8	20.3	21
	U. R. (%)	58.6	45,1	53.2	39	61	52
	V Vento(m/s) Direção:	0.6 -NO	0,1 -NO	1.0 -NO	0,2 -NO	0.4 -NO	0,1 -NO
	PMV	1.46	4.55	0.83	4.99	0.62	2.06
	PPD (%)	49 -LQ	100- MQ	19 - LQ	100 - MQ	13 - LQ	79 – Q
	PMVc	0.9	2.73	0.5	2.99	0.37	1.24
	PPDc (%)	21	97 - MQ	10 - N	99 - MQ	8 - N	37 – LQ
	Calc. Sensação higrotérmica	LEVE CALOR	CALOR	NEUTRO	MUITO CALOR	NEUTRO	LEVE CALOR
	Voto sensação higrotérmica[45]	60%-Co 40%-D/ 60%-LCa 40%-Ca	100%-D/ 100%-Ca	80%-Co 20%-D/ 60%-N 40%-LCa	60%-D 40%-MD 60%-MCa 40%-Ca	100%-Co/ 80%-N 20%-LCa	60%-Co 40%-D/ 60%-Ca 40%-LCa
	IBUTG	23.8	28.2	24	29.5	22.4	24.1
VISUAL	Nível Ilum. (klux)	31	53	36	54	14	3.3
	Voto sensação luminosa[46]	60%-Claro 40%-M Claro	60%- M Claro 40%- Claro	60%-Claro 40%-M Claro	60%- M Claro 40%- Claro	60%-Claro 40%-Neutro	50%-Claro 50%-Neutro
	Voto sens.Visual (ambiência)[47]	100% - bom	100% - bom	100% - bom	100% - bom	80% - bom 20% -M Bom	100% - bom
ACÚSTICO	N. P. Sonora LAeq (dBA)	67.3	65,4	68.1	66,4	64.8	59,4
	N. P. Sonora LAmx (dBA)	80.1	77,8	85.1	83,6	73.7	70,2
	N. P. Sonora LAmn (dBA)	58.2	56,5	57.9	56,9	56.1	53,8
	N. P. Sonora L10 (dBA)	72.9	70,7	72.1	65,6	64.2	61,7
	N. P. Sonora L90 (dBA)	60.2	58,3	62.3	59,6	58.1	56,1
	Voto sensação acústica[48]	100% - Ruidoso	50% - Ruid 50% -Neutro	60% - Ruid 40% -M Ruid	100% - Ruidoso	75% - Ruid 25% -Neutro	100% -Neutro
	L_{Aeq} – NCA (60 dBA–dia)	+7.3	+5.4	+8.1	+6.4	+4.8	-0.6
	$L_{10} - L_{90}$	+12.7	+12.4	+9.4	+6	+6.1	+5

Registros meteorológicos (Estação: Maracanã)	HORA: sem dados Temperatura: ºC HORA: Temperatura: ºC	HORA: Velo. Ventos: m/s dir.: HORA: Velo. Ventos: m/s dir.:	HORA: Umidade relativa: % HORA: Umidade relativa: %

[42] Nebulosidade : **C**=Claro **PN**=Parcialmente Nublado **N**=Nublado **Ch**=Chuva
[43] Valores médios
[44] Valores médios
[45] **MCo**=Muito confortável **Co**=Confortável **D**=Desconfortável **MD**=Muito Desconfortável **I**=Intolerável / **MF**=Muito Frio **F**=Frio **LF**=Leve Frio **N**=Neutro **LCa=** Leve Calor **Ca=**Calor **MCa**=Muito Calor
[46] **ME=**Muito Escuro **E**=Escuro **N**= Neutro **C**=Claro **MC**= Muito claro
[47] **E**= Excelente **MB=** Muito Bom **B=**Bom **R=**Ruim **MR=Muito** Ruim **P=** Péssimo
[48] **MS=**Muito silencioso **S**=Silencioso **N**=Neutro **R**=Ruidoso **MR**=Muito ruidoso

4.2.3.4- Ficha síntese (Espaço Urbano 3: Área lateral Linha Amarela – Água Santa – praça Rua Violeta.)

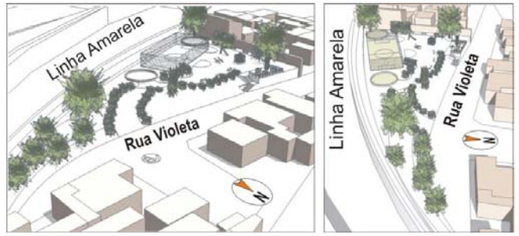
LOCALIZAÇÃO: Rua Violeta ao lado da Linha Amarela | **BAIRRO:** Água Santa | **CIDADE:** Rio de Janeiro | **UF: RJ** | **LATITUDE:** 22.54 S | **DATA: 2007**

ENTORNO

VISTA AÉREA

SITUAÇÃO E AMBIÊNCIA: entorno essencialmente residencial. Não é um bairro de pasagem.
TRÁFEGO DE VEÍCULOS: Linha Amarela com fluxo intenso de veículos durante todo o dia. Neste trecho existem 20 faixas de rolamento devido ao pedágio.
Rua Violeta, sem saída, com sentido de mão dupla, com tráfego reduzido. Área de estacionamento na própria rua
ELEMENTOS DE OBSTRUÇÃO E ACESSOS: Linha Amarela impede o acesso da região sul de entorno. A via fica 4 m. O desnível revestido em grama e arborizado tira a percepção imediata da via e a sensação de obstrução.
ACESSIBILIDADE: fácil acesso c/ estrutura para portadores de deficiência locomotora.

VOLUMETRIA



SOM: Tráfego da Linha Amarela - principal fonte de ruído. O som se propaga diretamente e por difração no guarda-corpo de proteção da via. Local da via de maior frenagem e aceleração, ampliando os níveis de ruído.
VENTO: O desnível em relação à Linha Amarela e o muro da edificação podem reduzir o vento próximo ao limite sul e oeste.
A região fica bem próxima a topografia composta pelo maciço da Tijuca, o que reduz a media dos ventos locais.
SOL: Entorno sem elementos de projeção de sombras. O maciço da Tijuca não interfere no sombreamento do espaço estudado.

VISTAS GERAIS

Vista: direção norte -sul

Vista: direção oeste-leste

ÁREA DO ESPAÇO: 3115m²/ **USO DO SOLO:** residencial com algum comércio **ZR:** ZR 5, edificações unifamiliares, multifamiliares,e edificações de uso comercial. Níveis de ruído aceitáveis (NBR 10151) 60dB - dia e 55dB - noite.
USUÁRIO: Rua de passagem de moradores do entorno imediato.

VENTOS DOMINANTES: Manhã: O; Tarde: S/SE;
Velocidade média anual: 1m/s
GABARITO: média 2 pavimentos, alguns prédios de no máximo 4 pavimentos.

CARACTERÍSTICA DA PAISAGEM: Espaço urbano em rua parcialmente arborizada sem saída, com vista para o a Serra dos Pretos Forros (maciço da Tijuca) que separa a Região do Méier de Jacarepaguá. Sem elementos de interesse arquitetônico.

BASE E LIMITES VERTICAIS

MAPA FIGURA-FUNDO / ESTUDO DE INSOLAÇÃO

QUALIDADE AMBIENTAL

HIGROTÉRMICA/ VISUAL
Radiação direta/ difusa /refletida: Espaço com radiação solar direta, com principal área de reflexão da luz promovida pelos pisos de terra e concreto.
Áreas de sombreamento: A vegetação existente propicia sombreamento diversificado em alguns bancos e brinquedos.
Topografia: terreno com desnível de 3m em relação à rua Violeta, e 4m par Linha Amarela
Presença de água: não possui

SONORA
Campo sonoro: ruído proveniente da via expressa por difração e direto. Campo aberto
Características das superfícies dos materiais: maior reflexão sonora no piso da quadra em concreto e parede de alvenaria de edificação no limite oeste

HIGROTÉRMICA
Pavimentações: concreto na rampa de acesso, quadra e área de mesas e escada, terra na área de brinquedos e gramado, nos espaços de jardim
Vegetação: Espaço bem arborizado com área gramada em mais de 40% do total. A vegetação pode auxiliar na redução da emissividade, reduzindo assim a temperatura local.
Mudanças sazonais: não apresenta. Limitada às temperaturas mais amenas no período de inverno.

VISUAL
Obstruções visuais: desnível em relação à Linha Amarela e muro da edificação no limite oeste. A vegetação no entorno destes elementos retira a sensação negativa de obstrução visual.
Cor e material predominante das fachadas: bege (edificação limite oeste):
Mobiliário: bancos, mesas, brinquedos e equipamentos para exercício físico, quadra poliesportiva, sistema de iluminação para uso noturno e coleta de lixo.
Ambiência: Espaços com elementos de interesse social.

ACESSIBILIDADE: rampa p/ acesso de portadores de deficiência locomotora, carrinhos de bebê, etc. Sem soluções arquitetônicas para portadores com outro tipo de necessidade especial.

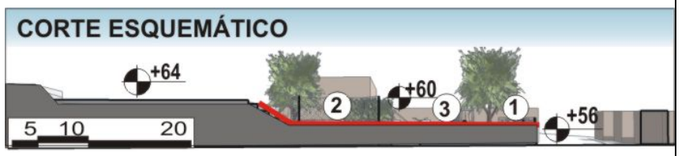
PLANTA DO ESPAÇO ESTUDADO

VISTA

Vista: direção sudeste-noroeste

Vista direção: sudoeste-nordeste

CORTE ESQUEMÁTICO



QUESTÕES SOCIAIS:
A transformação do espaço remanescente limítrofe a Linha Amarela em uma praça com equipamentos urbanos destinados a atender as diferentes faixas etárias e atividades, transformou o espaço em importante ponte de encontro dos moradores da região. A demanda de usuários na praça transformou umas das residências em um bar improvisado. São ainda realizadas festas em datas comemorativas (ex. festa junina).
Apesar da área de entorno ter se transformado fisicamente em um espaço segregado em relação à região, devido a inserção da Linha Amarela, pode-se perceber que este espaço urbano muda para melhor a paisagem, atendendo também as necessidades sociais e ambientais em virtude do seu planejamento adequado à estas questões.
Demanda de espaços urbanos: Na região, além desta praça, não existem áreas livres públicas para atividades de lazer. Censo de 2000(IBGE) a área livre por habitante na região da Água Santa é igual a 0,0m²/ hab.

CONFORTO ACÚSTICO
Votos/ medições:
LAeq (dBA): Pt1: 65.4 – Neutro/Ruidoso (50%)**/ Pt2**: (LAeq) 66.4 – Ruidoso/ **Pt3:**(LAeq) 59.4 - Neutro
Sons agradáveis: nenhum
Sons desagradáveis: veículos passando
Recomendações: ZR = 60dB durante o dia e 55dB a noite. Barreira acústica no limite da via expressa

CONFORTO VISUAL
Votos/ medições (luminosidade):
15/6/07 -Pt1(klux): 53 – Muito claro **/ Pt2(klux):** 54 – Muito claro **/ Pt3(klux):** 33 – Claro
30/11/07 -Pt1(klux): 31 –Claro **/ Pt2(klux):** 36 –Claro **/ Pt3(klux):** 14 – Neutor/Claro (50%)
Ofuscamento: Céu
Votos sensação visual (ambiência): Bom
Recomendações: plantio de árvores e arbustos nas áreas de maior reflexão de luz (circulação e muro da edificação) e áreas de permanência (bancos, mesas, área de ginástica)

CONFORTO HIGROTÉRMICO
Votos/ Cálculo PMVc 15/06/07:
Pt1: Desconfortável (PMVc- Muito Quente) **/ Pt2:** Desconfortável(PMVc- Muito Quente)/ **Pt3:** Confortável (PMVc- Levemente Quente)
Umidade relativa (%): Pt1: 45.1 **/ Pt2:** 39/ **Pt3:** 52
Vento (m/s): Pt1: 0.1**/ Pt2:** 0.2/ **Pt3:** 0.1 vento fraco durante todo o ano
Temperaturas superficiais(ºC): base:Terra: 33.8 (sol) 30.8 (sombra) Concreto: 40.1(sol)
Recomendações: sombreamento parcial na área de exercícios, mesas e brinquedos.

4.2.3.5 - Avaliação da qualidade ambiental (Espaço Urbano 3: Área lateral Linha Amarela – Água Santa – praça Rua Violeta.)

O último espaço urbano analisado, diferentemente dos espaços 1 e 2, configura-se como uma praça composta por elementos necessários para classificá-la como tal, contendo áreas para atividades esportivas, de convivência e brinquedos.

No fichamento do inventário físico registrou-se a existência de um planejamento espacial adequado às necessidades sociais locais, confirmado a partir da análise do resultado dos questionários aplicados, onde o espaço estudado foi classificado como bom pelos entrevistados, ressaltando ainda pontos positivos como existência de mobiliários diversos e vegetação, que influenciou diretamente na avaliação positiva da paisagem.

As medições confirmam novamente várias questões observadas em campo e registradas na entrevista.

Da mesma forma que os espaços anteriores estudados, o número de entrevistados foi limitado, somando um total de quarenta entrevistas nos dois dias de medição, mas novamente, os dados obtidos nas observações e votos subjetivos fornecidos pelos entrevistados foram essenciais para avaliação da metodologia proposta.

O grupo analisado neste espaço possuía maior amplitude de faixa etária (de 17 a 54 anos), mantendo-se os valores médios para o cálculo de conforto higrotérmico de 1,2 met para o tipo de atividade exercida e 0,5 clo para a vestimenta.

As medições registradas no mês de junho período do meio do dia, entre 14 e 15 horas, apresentam níveis sonoros (LAeq) superiores aos recomendados pela legislação (NBR 10151) nos pontos 1 (65.4dBA) e 2 (66.4 dBA) e pouco abaixo no ponto 3 (59.4 dBA) (ZR 5 - Níveis de ruído aceitáveis 60dB - dia). Já para medição realizada no período da manhã, entre 11 e 12 horas, (LAeq nos pontos 1 (67.3dBA) e 2 (68.1dBA) e 3 (64.8dBA)), observou-se que assim como no período do fim da tarde, o movimento de veículos é mais intenso na Linha Amarela e consequentemente, gera um ruído de fundo mais elevado no ambiente da praça.

As medições sonoras realizadas no limite da via, confirmam que o tráfego de veículos da Linha Amarela é a principal fonte de ruído de fundo registrado no praça e que a mureta de proteção da via funciona parcialmente como barreira acústica, embora

ocorra o efeito de difração na sua face superior que redireciona parte do som para o espaço da praça (Figura 4.17)

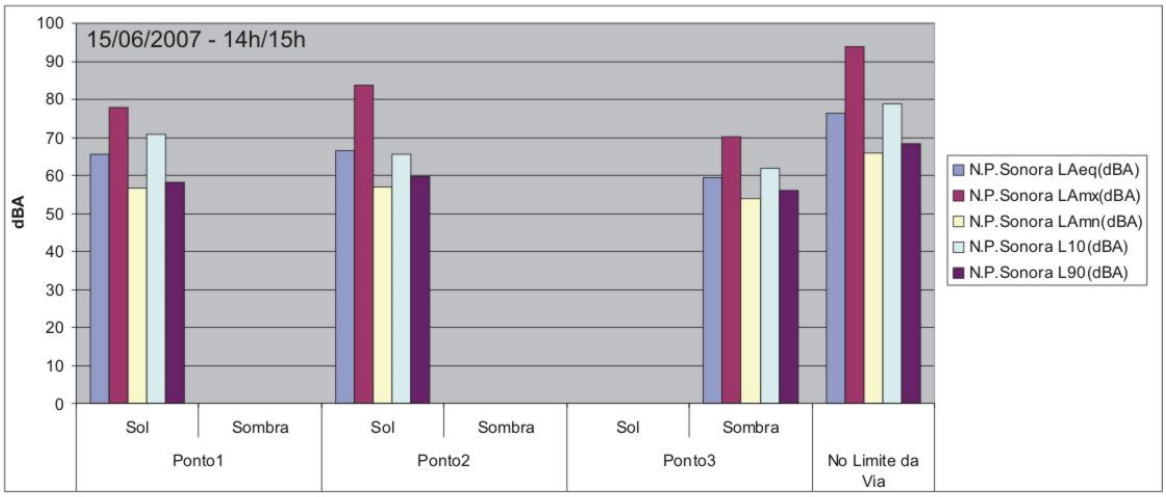


Figura 4.17 - Níveis sonoros nos 3 pontos de medição e no limite da via

Apesar de não existam elementos significantes que obstruam a ventilação nos limites imediatos ao espaço estudado, a região deste espaço urbano fica próxima ao maciço da Tijuca que reduz a ação dos ventos nesta área.

Embora a medição realizada no dia 15/06/07 se enquadrasse em um período de outono, as temperaturas registradas neste dia alcançaram valores bem elevados, o que resultou em uma avaliação subjetiva de desconforto higrotérmico, principalmente nos pontos 1 e 2 que localizavam-se em área ensolarada, confirmada também na simulação do PMV adaptado (figura 4.18)

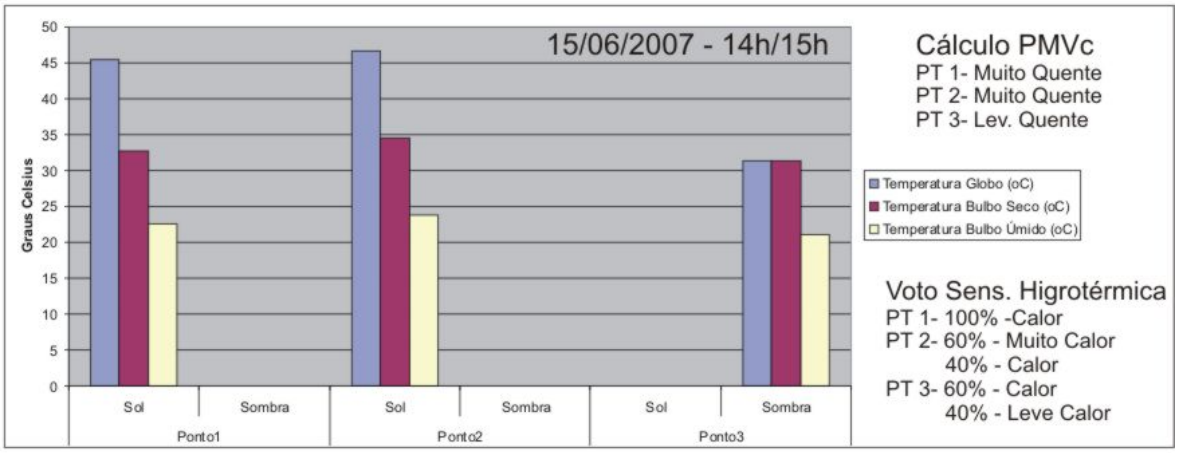


Figura 4.18 – Comparação entre as medições de temperatura e ventos nos 3 pontos

As medições das temperaturas superficiais dos diferentes revestimentos de base e limites do espaço urbano estudado, próximos aos pontos de análise, auxiliam na compreensão dos fatores que influenciam os resultados das temperaturas do ar registradas nos respectivos pontos.

As medições realizadas em estações do ano e horários diferenciados apresentam variações semelhantes nos pontos selecionados para medição (Figura 4.19)

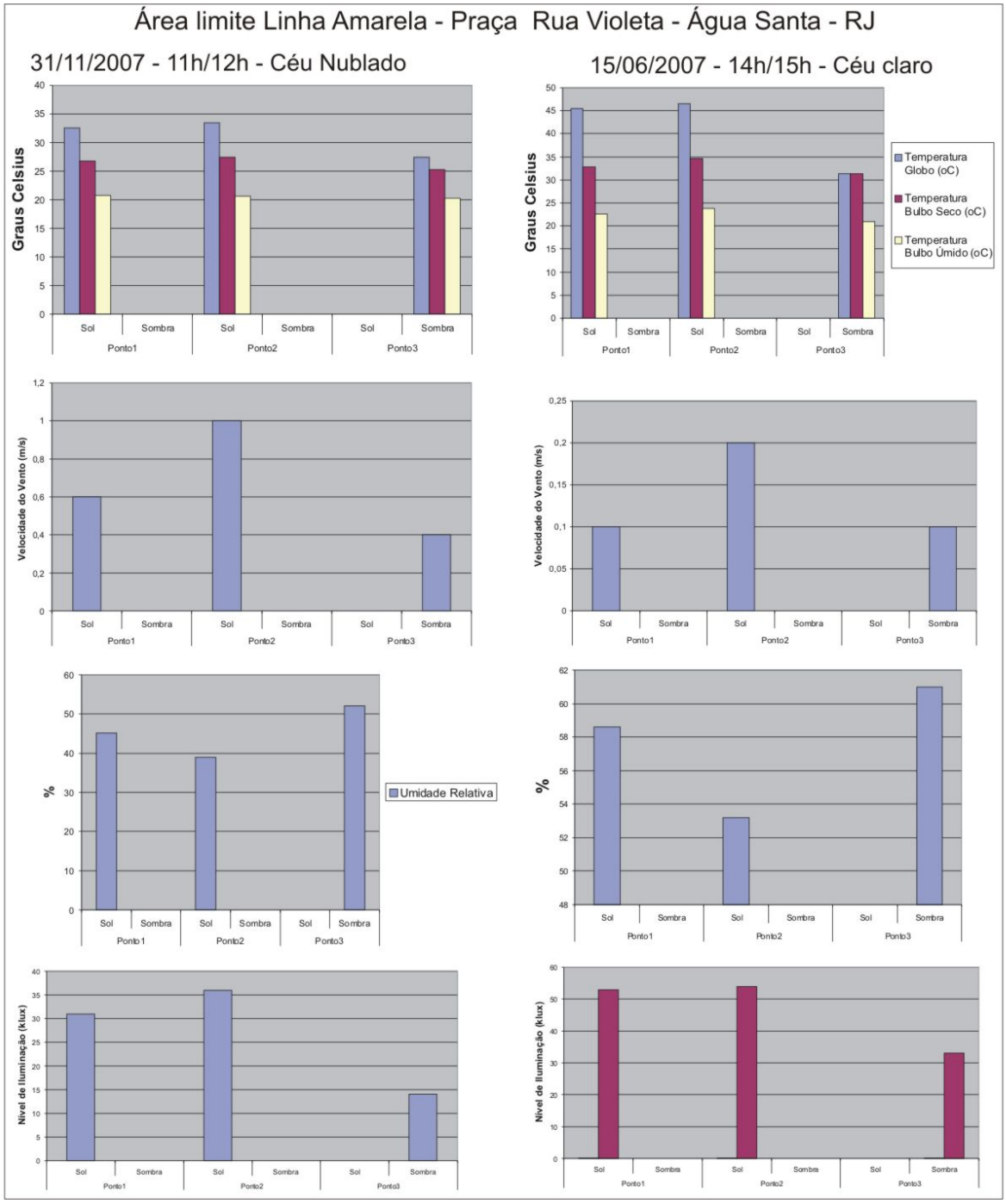


Figura 4.19 – Comparações de medições realizadas em estações do ano e horários diferenciados

O estudo de insolação para todos os períodos do ano mostrou que embora o espaço tenha sido classificado como bom, existe a necessidade de ampliação das áreas sombreadas, principalmente na área destinada as mesas para jogos sociais (ponto 1).

Na área destinada a atividade física (ponto 2) o sombreamento também torna-se necessário, assim como na área das mesas, evitando a radiação solar direta e consequentemente redução dos níveis de temperatura e iluminação, sendo este ponto o mais desconfortável entre os avaliados, possuindo os níveis mais elevados de temperatura, iluminação e ruído de fundo.

O cálculo de sobrecarga térmica (IBUTG), apresentou valores mais elevados nos pontos ensolarados (pontos 1 e 2) em relação ao ponto sombreado (ponto 3), ratificando a importância de áreas sombreadas nos espaços abertos em clima tropical úmido.

A temperatura superficial dos materiais coletadas em campo também confirmou, como em estudos anteriores que o uso de vegetação e cores claras auxiliam na redução das temperaturas superficiais dos elementos que compõem o espaço urbano.

Pode-se observar ainda que a questão da qualidade visual influencia de forma significativa a avaliação da qualidade ambiental de um espaço urbano. Embora em todas as entrevistas realizadas este espaço tenha sido classificado como bom, a avaliação por quesitos de conforto ambiental, como conforto higrotérmico, acústico e lumínico, apresentou em alguns pontos condições de desconforto.

4.3- AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE OS ESPAÇOS ESTUDADOS

Embora os espaços urbanos selecionados para avaliação tenham em comum a mesma região administrativa, mesmo perfil residencial predominante, zoneamento e dimensões semelhantes, e limite com a via expressa Linha Amarela, as características específicas espaciais influenciaram diretamente nos resultados de suas respectivas avaliações e usos.

Pode-se perceber que devido a ausência principalmente de planejamento paisagístico, os espaços 1 e 2 não atendem as necessidades ambientais e sociais da região em que estão inseridos.

No espaço 1, localizado na rua Guineza (Engenho de Dentro), a falta de arborização ou outro elemento de sombreamento limita o uso deste espaço nos períodos de maior insolação do ambiente. Da mesma forma no espaço 2, localizado na rua Bento Gonçalves (Piedade), a ausência de áreas sombreadas e mobiliário impedem a permanência, agravada ainda pela falta de saneamento do rio Faria que faz limite com este espaço e pelo fechamento lateral do viaduto da Linha Amarela, transformando-se num elemento de obstrução visual, de ventos e ao mesmo tempo de grande reflexão de radiação solar no período da tarde.

Nos três espaços avaliados os níveis sonoros apresentaram-se superiores às recomendações do zoneamento local que é de 60dBA para o período do dia. No espaço 1 observou-se uma maior influência direta do tráfego de veículos da via expressa nos níveis encontrados, resultando uma média de 72 dBA (LAeq). Nos espaços 2 e 3 onde a via expressa encontrava-se a pelo menos 4 metros acima do nível dos espaços analisados, estes valores reduzem para uma média de 65 dBA (LAeq).

O desnível em relação à via funciona nestes casos como uma barreira acústica que reduz o ruído proveniente dos veículos na Linha Amarela. A inclusão de barreiras como solução mitigadora do ruído poderia ser aplicada no espaço 1 , onde os níveis de ruído foram muito superiores à recomendação da norma e a principal reclamação de incômodo por parte dos entrevistados.

Apesar das medições de iluminação e de temperatura dos espaços terem sido realizadas em diferentes períodos do ano, os níveis mantêm-se constantemente elevados nos dias de céu claro e com pouca variação durante o ano, comprovando as características geográficas e ambientais do clima tropical úmido.

Devido a esta característica de temperaturas sempre elevadas, observou-se ainda que os espaços analisados tinham seu período de uso limitado devido a radiação solar direta na área de superfície em função do pouco sombreamento. A freqüência de uso sempre era maior no período do início da manhã e fim da tarde ou em dias de tempo nublado. No espaço 2 (Rua Bento Gonçalves) não foi observado uso do espaço em qualquer período do dia, fato decorrente da inexistência de mobiliários ou áreas de lazer que permitissem a permanência no ambiente, apesar de ser entre os 3 espaços avaliados o que obteve melhor resultado na avaliação de conforto acústico e higrotérmico. Entretanto foi o espaço pior avaliado em questões de conforto visual.

A influência da paisagem na avaliação positiva de um espaço urbano pôde ser comprovada na avaliação qualitativa dos espaços estudados, onde os espaços 1 e 2 (Rua Guineza e Bento Gonçalves) que não tinham qualquer planejamento ou mobiliário urbano foram classificados nas entrevistas como ruins e o espaço 3 (Rua Violeta) composto por ambientes e mobiliários adequados à comunidade de entorno, como bom, embora durante as avaliações realizadas os entrevistados indicaram em alguns pontos desconforto maior que nos espaços 1 e 2, quanto à sensação higrotérmica e acústica, fato que foi confirmado nas medições de temperatura, som e velocidade dos ventos, e que podem ser comparados nas figuras a seguir.

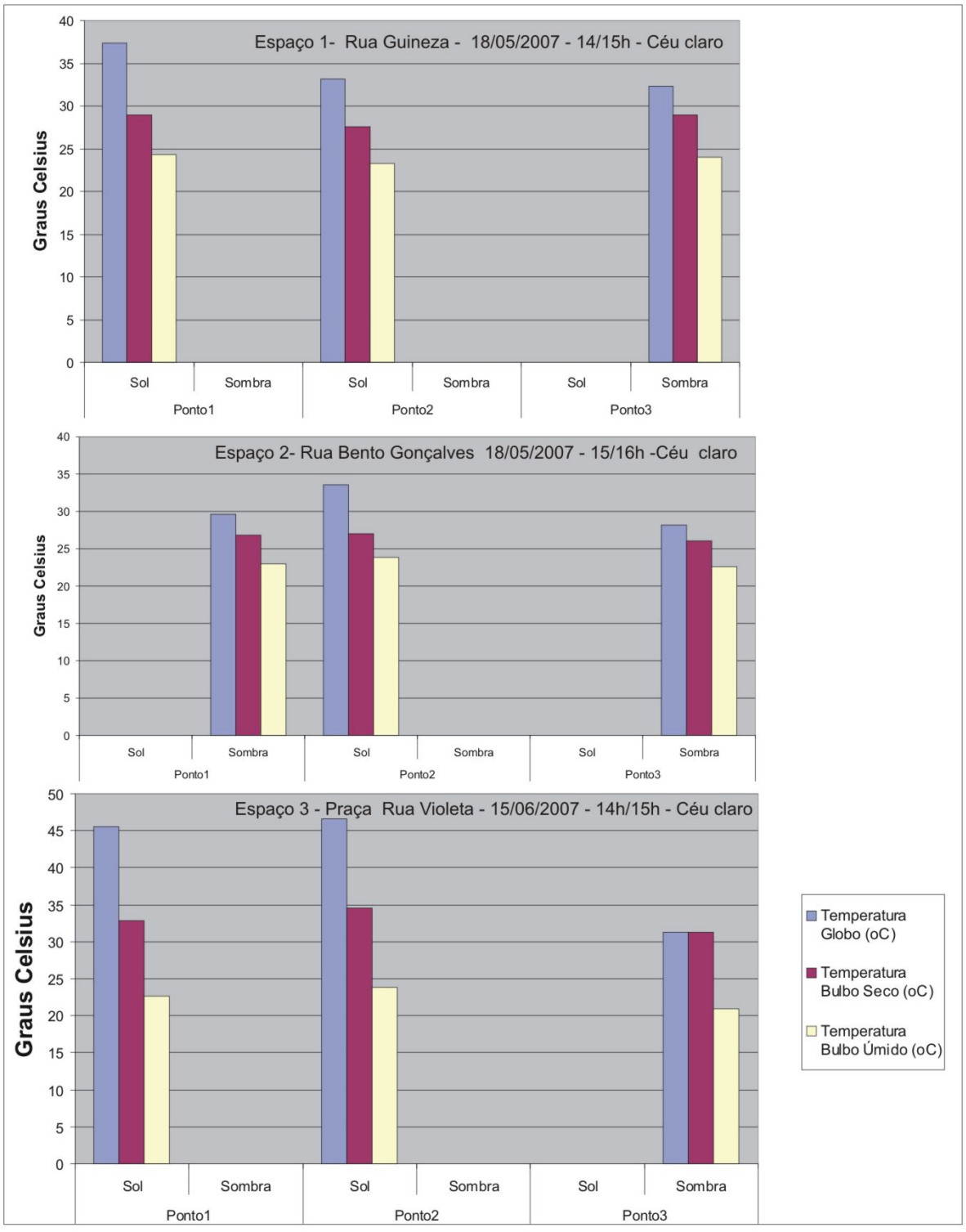


Figura 4.20 – Gráfico comparativo entre as medições de temperatura coletadas nos 3 espaços estudados

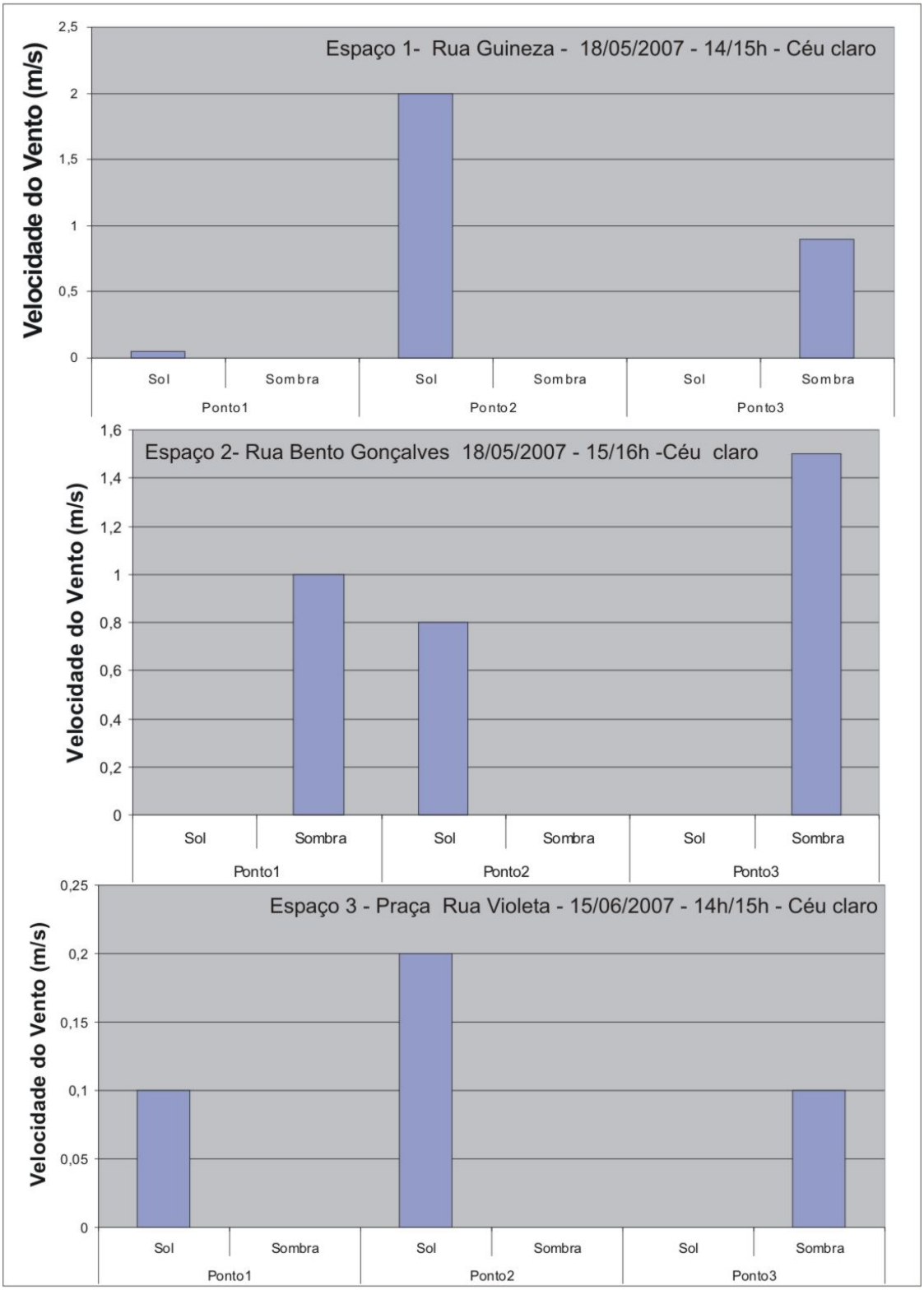


Figura 4.21 – Gráfico comparativo entre as medições de velocidade do vento coletadas nos 3 espaços estudados

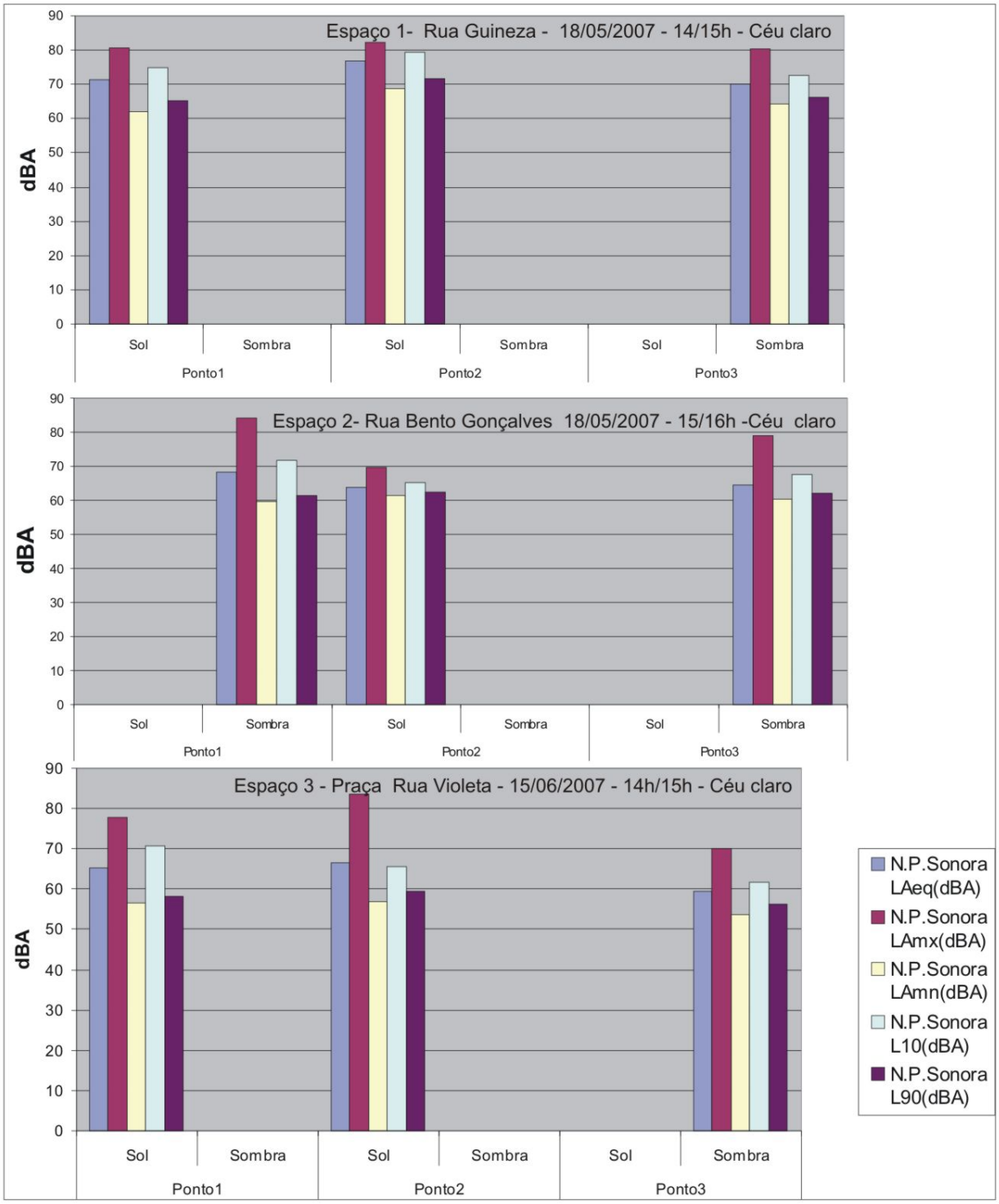


Figura 4.22 – Gráfico comparativo entre as medições de som coletadas nos 3 espaços estudados

Além do planejamento da paisagem integrando questões de qualidade visual, acústica e higrotérmica, a escolha do equipamento urbano em espaços destinados às áreas de lazer é também essencial para sua integração com o entorno e os possíveis usuários.

A diversidade de opções de atividades e hierarquia de ambientes permite abranger diferentes perfis de usuários da mesma comunidade e conseqüentemente sua integração.

Foi observado, confirmando a afirmativa anterior, que embora os três espaços estejam inseridos em contextos urbanos idênticos, configurados por bairros residenciais de classe média e média baixa, e áreas limites a via expressa Linha Amarela, rua de bairro e lotes residenciais, o principal fator que influenciou a permanência de pessoas nestes espaços foi a existência de equipamento urbano, manutenção do espaço e condições mínimas de conforto higrotérmico, ou seja, segundo a avaliação de Fanger e Toftum(2002), “leve calor” ou até “calor”.

Quanto a questões relativas à escolha do mobiliário adequado a espaços urbanos, observou-se ainda que nas medições realizadas de temperatura superficial dos materiais mais comuns encontrados, a madeira utilizada principalmente nos brinquedos, quando em estado bruto, sem pintura, possui em exposição direta ao sol, temperatura superficial maior que um banco de concreto (4.2.1.2- Fichas de medições p. 204), o que pode limitar seu uso quando associado a outros elementos metálicos no mesmo brinquedo.

Embora o foco da pesquisa tenha se limitado a avaliação diurna dos espaços urbanos, observou-se que o planejamento adequado da iluminação artificial permite a utilização de todos os ambientes deste espaço no período da noite, conforme observado no espaço 3 (Praça Rua Violeta), além da maior sensação de segurança, fator essencial em uma cidade como o Rio de Janeiro. Ao contrário, no espaço 1 (Rua Guineza), apesar de ser o espaço mais amplo entre os 3 avaliados, com menos obstrução nos limites laterais, a inexistência de iluminação específica no espaço (mesmo com a iluminação da via expressa e da rua Guineza) não foi observado qualquer uso freqüente no período noturno.

Os entrevistados indicaram, no item do questionário sobre suas impressões do espaço, que os principais elementos que mais gostam são os mobiliários e elementos naturais como vegetação e o rio. Os elementos indicados como pontos negativos são

o ruído dos carros, sujeira e o viaduto (específico no espaço 2 – rua Bento Gonçalves). E indicam ainda que faltam nos três espaços avaliados áreas mais sombreadas. Como sugestões específicas para os espaços 1 e 2, há a necessidade de um planejamento paisagístico com inclusão de mobiliários urbanos, vegetação e conservação.

Da análise realizada para os três espaços segregados observa-se que a metodologia proposta é constante e adequada para o tratamento das questões ambientais relacionadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR-10151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade.* Rio de Janeiro: 2000.

ABREU, M. A.. *Evolução Urbana do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Iplan/Zahar, 1997

BONNEAUD, Frédéric. *Ventilacion naturelle de l'habitat dans le villes tropicales.* Thèse de doctorat de mécanique, thermique et génie civil. Université de Nantes. Nantes, 2004.

BRANDÃO, Ana Maria P. *O Clima Urbano da Cidade do Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado. São Paulo: USP/ FFLCH/ Dep^{to}. de Geografia, 1996.

____. *Clima Urbano* In: Anais do Seminário para revitalização sustentável de cidades tropicais, pp.60-65. Rio de Janeiro: Inwent, 2002.

EIA –Estudo de Impacto Ambiental da Linha Amarela. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1994.

FANGER, P. Ole*. Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates.* Energy and Buildings, n. 34, 2002

LYNCH, Kevin. *A imagem da cidade.* São Paulo: Martins Fontes, 1997.

NIKOLOPOULOU, Marialena. *Designing open spaces in the urban environment: a bioclimatic approach.* Grecia: CRES, 2004. Disponível em: http://alpha.cres.gr/ruros/ (acesso em: 15/05/2005)

SITES CONSULTADOS:

http://earth.google.com/

http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/

http://www.inmet.gov.br/

http://www.simerj.rj.gov.br/

http://www.map21ltd.com/

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

As mudanças provocadas nas cidades pela industrialização geraram intervenções e especulações sobre a necessidade de transformações considerando a *tabula rasa* ou a preservação. O “modelo moderno” de urbanização para as cidades surgiu inicialmente como uma proposta da eficácia, onde “tudo era pensado para funcionar rendendo o melhor possível”, como se fosse uma produção industrial.

Assim como em todo mundo, as propostas urbanas “modernas” no município do Rio de Janeiro, desde o final do século XIX até o final do século XX, foram marcadas por sucessivas "cirurgias" para modificação da ocupação dos espaços e suas conseqüentes funções. Estas sucessivas intervenções tiveram a mesma intenção: facilitar o uso do automóvel como meio de transporte individual e do ônibus como meio de transporte de massa.

A utilização do automóvel pode ser considerada como irreversível, mesmo com a concretização de projetos mais eficientes de transporte de massa como o metrô. Estas soluções não reduziriam as “cicatrizes” existentes na cidade, causadas pela inserção destas vias expressas, mas poderiam reduzir ou evitar novas intervenções com estas características.

Atualmente, várias pesquisas, sugerem que todas as intervenções realizadas nas cidades deveriam estar associadas a um urbanismo que considere ações multidisciplinares enfocando aspectos históricos, culturais, econômicos e climáticos. Roca (ROCA et alii, 2004), conforme apresentado no capítulo 2, sugere ainda que os projetos de assentamentos de novos eixos viários devem ser analisados abrangendo desde a escala macro da cidade até situações de áreas restritas no seu entorno. Estas recomendações poderiam então, nortear propostas no sentido de sustentabilidade sócio-ambiental urbana com projetos adequados às realidades locais das áreas envolvidas.

No caso da Linha Amarela, objeto de estudo de caso apresentado no Capítulo 4, o Estudo de Impacto Ambiental da via (EIA- Linha Amarela, 1994), teoricamente, apontava para recomendações essenciais que poderiam mitigar alguns problemas gerados pela implantação da via expressa em um contexto urbano já consolidado. Na prática, o que se observa na região de entorno da via, é que raras intervenções foram realizadas e em algumas situações o descaso do poder público permitiu a invasão de aéreas que deveriam ser destinadas ao uso público da população.

A aplicação da metodologia sugerida nesta tese em áreas remanescentes no entorno da Linha Amarela, permitiu identificar que desde sua conclusão no ano de 1997 poucas áreas foram efetivamente reintegradas às necessidades da população e adequadamente projetadas ao perfil climático da região.

O diagnóstico da metodologia desenvolvida para a análise da qualidade ambiental de espaços urbanos em clima tropical úmido conclui que este instrumento conseguiu 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.

Após a aplicação da metodologia desenvolvida nos três 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), onde existe maior tolerância ao calor em regiões tropicais.

- 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 visando torná-los utilizáveis em um maior período de tempo 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 legislação apropriada quando a avaliação e recomendação do conforto acústico na cidade, embora efetivamente pouco aplicada nas suas soluções urbanas. 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.

Além da aplicação para avaliação da qualidade ambiental de espaços urbanos, a metodologia sugerida apresentou-se também como um instrumento eficaz para o ensino dos conceitos teóricos de conforto ambiental e analise de soluções projetuais para alunos de graduação de arquitetura e urbanismo. Durante a realização das medições e entrevistas em um dos espaços estudados, alunos participaram da aplicação dos modelos propostos em campo, obtendo-se rápido entendimento em vários questionamentos referentes 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)

Pode-se concluir que a cidade enquanto espaço externo, é algo com que se convive diariamente, sempre vista e lembrada, devendo ser um conjunto de elementos do qual se espera que gere prazer aos indivíduos que interagem neste espaço.

Para que a cidade se torne interessante, ela deve ser composta de espaços agradáveis tanto ao olhar como as sensações sonoras e higrotérmicas, gerando nos seus usuários, estímulo e prazer sensorial, a partir de ambientes adaptados aos objetivos e às percepções de seus habitantes.

O presente trabalho buscou, portanto, contribuir com mais um instrumento que ajude a 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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EIA –Estudo de Impacto Ambiental da Linha Amarela. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1994.

FANGER, P. Ole*. Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates.* Energy and Buildings, n. 34, 2002

_____. Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering. Copenhagen: Danish technical Press, 1970.

ROCA, E., MODOL, D., FRANCO, M. *El projecte de l´espai viari.*Barcelona: ETSAB, 2004.

ROMERO, Marta Adriana B. *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

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.

ANEXOS

ANEXO 1

- Exemplo de estudo de conforto higrotérmico em espaço urbano de clima tropical úmido utilizando a extensão do PMV proposto por Fanger e Toftum (2002)

ANEXO 2

- NR15: Atividades e operações insalubres /Anexo 3 – Limites de Tolerância para exposição ao calor

ANEXO 3

- Exemplo de preenchimento da Ficha para avaliação bioclimática do espaço urbano público proposta por Romero (2001)

ANEXO 4

- Exemplo de aplicação do método desenvolvido pelo projeto RUROS.

ANEXO 5

- Tabela de atributos proposta por Reis-Alves (2006) para análise ambiental, espacial e humana.

ANEXO 6

- Modelo de fichamento proposto por Niemeyer (2007) para avaliação do espaço urbano consolidado

ANEXO 7

- Roteiro proposto por Vasconcellos (2006) para estudo bioclimático

ANEXO 8

- Modelo proposto por Veloso (2006) para pesquisa sobre qualidade e vida urbana.

ANEXO 1

Exemplo de estudo de conforto higrotérmico em espaço urbano de clima tropical úmido utilizando a extensão do PMV proposto por Fanger e Toftum (2002)

Fonte: ZAMBRANO, L; MALAFAIA, C.; BASTOS, L. *Thermal comfort evaluation in outdoor space of tropical humid climate.* PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture. Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006.

PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006

Thermal comfort evaluation in outdoor space of tropical humid climate

Letícia Zambrano[1]; Cristina Malafaia[1;2]; Leopoldo E.G. Bastos[1]

[1] Programa de Pós-Graduação em Arquitetura PROARQ-FAU/ Universidade Federal do Rio de Janeiro
[2] Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, Brasil

ABSTRACT: The thermal comfort in outdoor spaces is important for evaluation studies and to guide urban and architecture projects. In the cities of tropical humid climate, these spaces are used during the year, and they must provide proper levels of thermal comfort. The climate, surround buildings, shading, vegetation and ventilation influence site environmental conditions.
This paper presents an evaluation of thermal comfort at the square of the condominium Downtown, in the west zone of Rio de Janeiro. It was used the Fanger's model [7]. Four square locations were considered to analyze the users PMV and PPD votes. The calculated values were corrected according to Fanger-Toftum [1]. It was also evaluated Actual Sensation Votes ASV [3]. The calculations followed De Dear [5]. The air temperatures were measured: globe, dry and humid bulb. Also, speed of the wind and relative humidity were recorded. The calculated PMV and PPD results were compared with the users' votes, and they are in accordance. Thus this show the applicability of the Fanger´s model in evaluation studies of the thermal comfort in outdoor spaces. Also, from the considered environment conditions it was possible to establish this influence on the thermal comfort for the locations selected in the square.

Keywords: thermal comfort; outdoor space

1. INTRODUCTION

The study of thermal conditions of external environment in large cities is essential to the evaluation and recommendations in urban and architectonic projects, especially in towns of humid tropical climate, where these spaces are used year round, with stronger interference of high temperature and humidity. The quality of these spaces may contribute to people's life quality or, on other hand, generate isolation and social abandon.

An extremely important aspect is the understanding of the activities that will take place in a given space, so that the planning really promotes the user's comfort.

The parameters that interfere with thermal comfort in urban space are similar to those of inside spaces, but they are more extended and variable. Due to that complexity, in terms of variability, temporality and spatiality, as well as the large possibilities of different activities of the users, the understanding of comfort conditions in these spaces has been the object of many former studies [3].

The microclimatic analysis of an urban space must consider conditions such as solar incidence and radiation exchanges, local characteristics of winds, topography, vegetation and the presence of water. Beyond these factors, the urban design, the morphology of the buildings, the characteristics of the surfaces and the behavior of the individuals are also factors that influence the thermal conditions of these spaces. The morphology and the choice of materials determine the radiative and convective exchanges, which are fundamental aspects to establish the comfort condition of an individual in an open space. The convective exchanges are due to two different factors: the action of the winds; and the differences of temperature and pressure, that are linked to the presence of different materials in the same urban space. [6]

2. METHODS OF PREDICTING THERMAL COMFORT

Among the various evaluation methods of thermal comfort in inner spaces, the studies of Fanger [2] are currently the most suitable for this work, being the base for the International Norm on thermal comfort [7] and to the ASHRAE Handbook – Fundamentals [8].

Both the ISO Standards 7730 and the ASHRAE Handbook Fundamentals describe methods to evaluate the combined influence of personal parameters (activity and clothing's thermal protection) and environmental parameters (air temperature, radiant temperature, air speed, air humidity)[9].

Based on subjective criteria to determine the influence of environmental and individual parameters (thermal balance between man and environment), and considering the analytical sensation of thermal comfort suggested by the consulted individuals - "Predicted Mean Vote" (PMV) - and the "Predicted Percentage of Dissatisfied" (PPD), this model suggests a seven point scale , from very cold to very

hot, combining individual parameters (metabolism and clothing resistance) and environmental parameters (air temperature, air humidity, air temperature and radiant temperature). In this study, for thermal acceptability of an environment, the percentage of dissatisfied people must less than 10% [7].

Table 1: Psycho-physiological scale of thermal sensation values from ISO 10551-95

PMV	Thermal sensation
+3	hot
+2	warm
+1	Slightly warm
0	Neutral
-1	Slightly cool
-2	cool
-3	cold

Taking into account the thermal sensation votes, established by means of statistical regression analysis , the expression of PMV [7]:

$$PMV = [\,0{,}303.\exp(-0{,}036.M) + 0{,}028]\,L$$

Where:
PMV = Predicted Mean Vote, or thermal comfort analytical sensation (adimensional)

M= Metabolic heat production tax (W/m²)

L= Thermal load actuating over the body (W/m²)

According to the predicted votes, are unsatisfied those people that voted +3,+2,-3,-2 in the sensation scale. The +1 and -1 votes did not characterize people dissatisfied with the environment.

The quality of the thermal environment may also be expressed as the predicted percentage of dissatisfied, *PPD index*, which is related to the *PMV value*. For the analysis of the internal environment, another equation is proposed considering the relationship between the PMV of people and the dissatisfied percentage:

$$PPD = 100 - 95.\exp[-(0.03353.PMV^4 + 0{,}2179.PMV^2)]$$

In this expression, we observe that for a full comfort situation, or PMV=0, there will be a minimum percentage of dissatisfied of 5%. For the maximum percentage of 10% (PPD<10%) of dissatisfied people, recommended as acceptable in *ISO Standards 7730*, the PMV may have values between +0.5 and – 0.5 (-0.5<PMV<0.5).

The calculation of the PMV and the PPD is nowadays facilitated by the disponibility of computer programs like the one presented by De Dear [4].

Due to climatic diversity, other proposals were developed that aimed to adapt Fanger´s algorithms to internal environments without climatization.[1].

In the case of external environments, many studies are applying and comparing Fanger´s models, trying to adapt them to the diversity of these environments, considering their dynamic conditions and other influencing factors, such as direct solar radiation, and distinct human activities profiles [3] [6] [13]. Among the studies that have been made for external environments, we emphasize the work developed by the RUROS project [3], based on the Actual Sensation Vote – ASV, that develops comfort prevision algorithms for many European cities.

This work intends to apply Fanger´s model [7] to a public square, with the correction proposed by himself and Toftum [1], and the model of RUROS project [3], establishing a comparison between the results obtained through the votes of this external space users.

3. METHODOLOGY

The case study will consist of three stages:

1- Analysis of the thermal comfort conditions of the studied place, to obtain the Actual Sensation Vote – ASV [3].

2- Prediction of comfort through the Predicted Mean Vote (PMV) and the Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD), adapted to external environment, using the computer program developed by De Dar [5].

3- Comparison of the results of the Actual Sensation Vote of the users and the calculated PMV and PPD.

In the first stage, the analysis of the thermal comfort conditions in urban space must combine the measurement of environmental variables and the collection of subjective data from the users, by means of questionnaires and observation, simultaneously performed.

The measuring equipments must always be close to the interviewed individuals, allowing the monitoring of the local environment physical conditions. The environmental parameters such as air temperature and radiant medium, relative humidity and wind speed must be registered following ISO/DIS 7726 [10].

The information on personal and subjective data, collected in the interviews, must be recorded in questionnaires that show the perceived thermal sensations (ISO10551 [12]), the kind of clothing (ISO 7730 [7]), age and sex.

The results compilation will furnish the dissatisfied percentage by the Actual Sensation Vote of the users.

In the second stage, the comfort prediction of the referred external space must consider the data obtained by the measurements made in the site, and the typical profiles of the users, clothing and activities, applied to the program developed by De Dear [5].

In the last stage, the comparison between the results of the Actual Sensation Vote of the users and the calculated PMV and PPD, obtained in the two preceding stages, will allow the verification of the efficacy of the comfort prediction algorithm, for use in calculations and estimatives in external environments, subsidizing urban and architectonic projects.

It is important to emphasize that in this case study the data used in the calculations, both microclimatic and from the users, correspond to really observed situations, what does not occur in the case of a real

project, when the place is still to be built and the users haven't occupied it yet. In the case of a project, these variables may be simulated with the aid of a computer program or calculated based on determined assumed premises.

4 –CASE STUDY– Downtown Condominium

The studied area is located in Rio de Janeiro, Brazil, a city of humid tropical climate, latitude 22°54'10"S and longitude 43°12'27"W. The studied public square is inside the Downtown condominium, at 500, Americas Avenue, Barra da Tijuca, a coastal neighborhood with constant winds, mainly southeast.

This condominium is composed of buildings of no more than 4 floors, with inner patios and open air circulation areas that form pedestrian "streets", with gardens with covering and shading vegetation, in a site of flat topography in all its extension and surroundings.

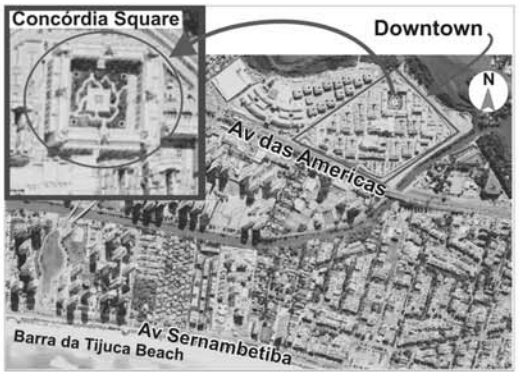


Figure 1: Downtown Condominium location and Concordia Plaza detail

The Concordia Plaza was chosen as research area because it is highly frequented by the condominium users, who are basically local company employees, students, shop and cinema users, all day long, but especially between noon and 2 pm, lunch time in which it is used for leisure, reading, etc.

The Plaza is square and has a surface of approximately 4000 m², having a lot of benches, in shaded places or not, that allow the permanence of people in the Plaza for long periods and in different thermal conditions. Besides the shade provided by the buildings, specially in the surrounding circulation area, variable in time, there is in the plaza a large arborized area, as well as a water feature, that may interfere in a significant scale in the thermal comfort conditions.

Figure 2: General view of the Plaza.

4.1 Field analysis

The evaluation of the thermal conditions was achieved by means of measurements, questionnaires and photographic registers, following the previously established parameters, all data being registered in files or completed by the users.

For the field measurements were used the following equipments:

- Globe thermometers, wet and dry bulbs (INSTRUHERM – TGD 100)
- Hot wire anemometer (LUTRON – AM-4204)
- Digital thermo hygrometer (TFA)
- Surface temperature measuring device (RAYTEK–MT4)
- Luximeter (GOSSEN – PANLUX ELETRONIC 2)

The measurements were made in May, 16, 2005, a clear sky, cloudless day, during two hours, between 11AM and 1 PM. The interviews took place at the same time, in a total of 40 votes.

The points chosen in the Plaza for the measurements and interviews include shaded, sunny and half-shade areas, promoting different possibilities of thermal conditions. The four chosen points, the areas shaded by the vegetation and the results of the measurements may be verified in the following tables and figures.

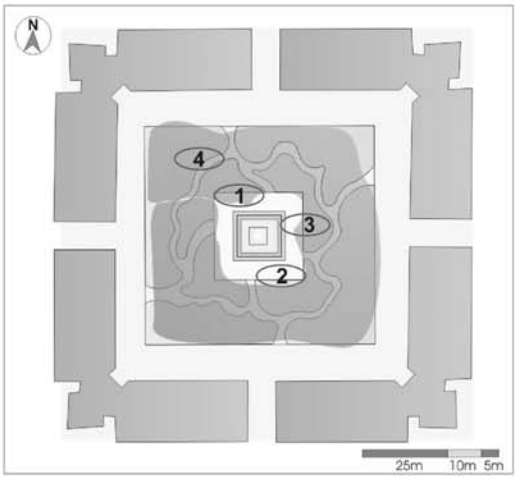


Figure 3: Measurement and interviews points and areas shaded by the vegetation indication

Figure 4: View of the chosen points

4.2 Questionnaire application

40 questionnaires were applied, in 4 points (figures 3 and 4).

Point 1 was located in the shade, where the interviewed people were sitting on a granite bench.

Point 2 was located in a sunny area, also having a granite bench.

Point 3 was in partial shade area, and the interviewed people were sitting on a wood bench.

All three points were located close to the central fountain of the plaza, in an area paved with "portuguese stones"[1], while point 4 was located in an area surrounded by vegetation and totally shaded, with the same pavement and wood benches.

4.2.1 Results from a global evaluation

The evaluation was performed in a group of 55% of men and 45% of women, in an age range from 20 to 55 years, mainly clothed in short sleeve shirts and long pants. Most people were seating, resting or reading.

The interviews were made in full sun areas (25%), shadow (55%), and half shadow (20%). Considering the plaza ventilation, 57% of the interviewed perceived a slight draft, 37.5% wind absence, and 5% just enough wind. Regarding comfort, 67.5% appointed a thermal comfort sensation, 10% very comfortable, 12.5% uncomfortable and 10% very uncomfortable.

4.2.2 Results analysis: global evaluation

If we analyze the questionnaires in a global way, we will arrive at 77% of satisfaction, a very high rate.

By these results, one could infer that the Plaza has no problems, which is not true. If we evaluate each point individually, we will notice that the unsatisfaction percentages that are low in general, are specially concentrated in point 2, which happens to be very uncomfortable. In this way, it is necessary to evaluate comfort in an independent way, that is to say, point by point, in order to verify the real sensations obtained in each point of the plaza.

4.2.3 – Point evaluation

In sequence will be presented the comparative results of the Comfort Sensation obtained point by point.

[1] Portuguese stone paving is a mosaic pavement system that uses dark basalt and white limestone, forming decorative patterns, each stone cut and set by hand.

Table 2: Thermal Sensation

	Pt 1	Pt2	Pt3	Pt4
Very cold	-	-	-	-
cool	-	-	-	-
Slightly cool	5%	-	-	-
Neutral	76%	-	40%	100%
Slightly Warm	19%	44%	60%	-
Warm	-	33%	-	-
Very Hot	-	22%	-	-

Table 3: Comfort and Discomfort Sensation

	Pt 1	Pt2	Pt3	Pt4
Very comfortable	10%	-	-	40%
comfortable	90%	11%	80%	60%
Uncomfortable	-	44%	20%	-
Very Uncomfortable	-	44%	-	-
Unbearable	-	-	-	-

4.2.3.1 Results analysis: Point evaluation

It is observed that the interviewed people in points 1 and 4 were predominantly in the shade, while those in points 2 and 3 were mostly in the sun. It is noticeable that, in account of that fact, the comfort conditions are highly altered between the points. In points 1 and 4 a tendency to neutrality (from 76% to 100%) and to comfort (100% are in the very comfortable or comfortable band) is observed. In points 2 and 3, the presence of heat, varying from slightly hot (most of the answers in point 3) to very hot (in point 2 by 22% of the interviewed) is observed, as well as the appearance of answers of uncomfortable and very uncomfortable, amounting to 88% in point 2.

4.3 Field measurements

Table 4: Obtained results.

Measurement	Pt 1	Pt 2	Pt 3	Pt 4
Dry bulb temperature (°C)	28	31	28,9	29,8
Wet bulb temperature (°C)	24	24,2	23,5	23,5
Globe temperature (°C)	29,4	46,3	29,3	30,2
Wind speed (m/s)	0,2	0,2	0,2	0,2
Relative humidity (%)	82	76	78	77
Surface temperature of materials(°C)	Granite bench:			
	24,8	44,8	28	24,8
	Wood bench:			
	31,6	52,4	35,2	28
	"Portuguese stone" pavement:			
	23	43	28	25
	vegetation:			
	25,6	36	26	24,8
lightning (lux)	5000	95000	6000	2500

4.4 Prediction of comfort using PMV

To the prediction of comfort based on the PMV method developed by Fanger [7], we used the computer program developed by De Dear [5] applying as reference the data obtained in the measurements and the users characteristics. The following tables present the results of the simulation.

Table 5: Entry data

Environmental Parameters		Personal Parameters	
ambient temperature (°C)	28	subject weight (kg)	70.0
radiant temperature (°C)	29.4	subject surface area (m^2)	1.8
barometric pressure (hPa)	1013	clothing insulation(clo)	0.5
vapour pressure (hPa)		metabolic rate($W\ m^{-2}$)	70
relative humidity (%)	82	work rate–external (Wm^{-2})	0
room air velocity ($m\ s^{-1}$)	0.2	exposure time (min)	10

Table 6: Results of point 1 applied in the program

Effective Temperature (ET*)	30.50	
Standard Effective Temperature (SET*)	30.05	
Discomfort (DISC)	1.20	Slightly Uncomfortable
Thermal Sensation (TSENS)	0.60	Slightly Warm
Predicted Mean Vote (PMV)	1.11	Slightly Warm
Predicted Percentage Dissatisfied (PPD)	31.16	
Heat Stress Index (HSI)	59.37	

Body Temperatures			
Skin Temperature (T_{sk})	34.38	Core Temperature (T_{cr})	36.85
Heat Balance Summary ($W\ m^{-2}$)			
Metabolic Rate (METAB)	70.00	Metabolic Shivering (SHIV)	0.00
Metabolic Work (WORK)	0.00		
Respiratory evaporative heat loss (E_{res})	3.34	Respiratory sensible heat loss (C_{res})	0.588
Dry heat loss from skin surface (DRY)	29.44	Total Evaporative heat loss at skin surface (ESK)	22.75
Heat storage in the skin (SSK)	9.834	Heat storage in the core (SCR)	5.385
Skin Blood Flow (SKBF) ($L\ m^{-2}\ hr^{-1}$)	16.69	Amount of sweating (REGSW) ($g\ hr^{-1}\ m^{-2}$)	26.96

Table 7:Synthesis of the results of the checked points

Results	PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4	
DISC	1.20	S.U	3.57	V.U.	1.28	S.U.	1.58	S.U.
TSENS	0.60	S.W.	1.71	W.	0.64	S.W.	0.75	S.W.
PMV	1.11	S.W.	4.19	V.H.	1.26	S.W.	1.56	W.
PPD	31.16		100		38.15		54.14	
V.U. - Very Uncomfortable/ **S.U.** - Slightly Uncomfortable **S.W.** - Slightly Warm / **W.** – Warm/ **V.H.** - Very Hot								

4.5. Comparative analysis of the results

The evaluation was performed in May, when temperatures are generally lower than those in the summer, in a day with a light breeze. Being so, almost all the Concordia Plaza could be classified as thermically agreeable. This affirmative was confirmed by the observation of the permanence time of the users, and the results of the questionnaires and measurements made in this period. All the permanence points happened to be mainly located in shaded or half-shaded areas, provided by small and medium trees with a large area of low vegetation.

However, in the simulation made for the PMV calculation, we observed dissatisfaction rates (PMV) higher than the admissible in all the points, that being, higher than 1.0, values that according to the questionnaires would be around neutrality (-1<0<+1). Still through the simulation, in all points we observed high dissatisfied percentages (PPD), varying between 31% and 100% of dissatisfied, what could not be observed in the evaluations made by real votes of the users, that led to higher satisfaction percentages than in the achieved result. In points 2 and 3, 20% to 44% of high discomfort was found, but in points 1 and 4 the comfort percentage reached 90% to 100%.

The differences observed in the simulation, presenting higher dissatisfaction results (very hot) than those effectively voted by the users, were expected, as similar researches conducted in humid tropical climates also showed them. These differences are justified by the fact that users in this climate profile are more adapted to heat, as quoted by Fanger [1].

Associating the "*new extended PMV model*" applied by Fanger [1] to warm climates to the present work, we can verify that if we use the *expectancy factor* –e for "*regions with few air-conditioned buildings*" where expectancy is considered low – between 0.5 and 0.7- we will have a result more approximate to the real vote, compared to those obtained in the computer simulated PMV.

Another simulation hypothesis that we may use considering the evaluation of open spaces is the application of the "Models for calculation of ASV" developed by CRES [3] for many European cities, using the model:

ASV= 0.049 Tair_met + 0.001Sol_met – 0.051 V_met + 0.014 RH_met – 2.079

In the simulation of ASV [3], as well as in the computer application (De Dear), the results didn't present values close to those obtained in the questionnaires. This may have occurred in view of the use of an evaluation designed for European standards.

Considering the results obtained by direct vote, we can observe that in the area chosen for the evaluation, points 1 and 4 were preferred for permanence, obtaining most of the votes in the questionnaire on thermal conditions, being classified as comfortable or neutral. This is justified by the fact that both points are located in shaded areas. Point 2 was classified as uncomfortable or very uncomfortable and less tolerable for permanence in account of the direct insulation that makes the area very hot, verified by the measurement made with the globe thermometer that presented a temperature of 46.3°C, exceeding in 16.9°C the measurement made in the shaded area of point 1.

Another factor that confirms the dissatisfaction mentioned in the questionnaires was the result of the measurements registered of the surface temperatures of the materials located in this point, as the "portuguese stone" pavement, granite benches and brown painted wood benches, presenting differences of 20°C in relation to point 1. In point 3 short term permanence was observed, as it was a half-shaded

area, and the sunny area was enlarged with the passage of time.

There is still one more factor to be considered in the classification of points 1 and 4 as the more agreeable, besides the shade provided by the existing trees. It is the proximity of areas with ground covered by vegetation, which presented lower values in the measurement of surface temperatures than those of other surfaces, especially in the sunny areas, where the variation was very inferior. In the shaded areas close to sunny paved ground ("portuguese stone"), as points 1 and 3, the results of temperature measurements were slightly higher than those taken in areas surrounded by more shade, as in point 4. This difference is due to the higher heating of artificial surfaces than of the natural ones, as observed in the temperatures obtained with dry bulb, wet bulb and globe on the registered surfaces.

5. FINAL CONSIDERATIONS

The method applied in this study is recommended for existing places, as it uses, besides the prediction of the Predicted Mean Vote (PMV) and the Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD), the real vote of the users, registered in questionnaires, making it possible to evaluate situations were inadequacies of the urban space are observed. In this case, the method will help in the prediction of comfort and guide projects to modify this space, even though it is necessary to develop adaptative models for external spaces and humid tropical climates, as the work elaborated by project RUROS [3], in which an algorithm for real vote (ASV – actual sensation vote) was developed for many European cities.

The project of the CONCORDIA Plaza presented in this evaluation good thermal quality of the studied spaces. Most of the areas with benches for permanence were shaded, being almost only the fountain area in the sun. Even though this research presented a negative result of satisfaction in some of the spaces, the relation between shaded and sunny areas may be classified as adequate, as these sunny areas may be an alternative to permanence in the months of lower temperatures. A dynamic space is then possible, proportional to the climatic characteristics of the region of Rio de Janeiro.

In the case of projects of new spaces, a method that simulates the conditions previewed in the project must be taken in consideration, or that permits its calculations, making it possible to predict the conditions of thermal comfort to the future users.

Even though the evaluation here presented was performed in only one day, with the objective of testing the PMV (Predicted Mean Vote) method, we can notice the importance of this research, comprehending observations, interviews and measurements, that when correlated may lead to the quality analysis of the thermal comfort conditions of the urban space.

REFERENCES

[1]FANGER, P.; TOFTUM, J. Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates. Energy and Buildings, n. 34, 2002: 533-536

[2]_____. Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering. Copenhagen: Danish technical Press, 1970. 244 p., il.

[3] CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY SOUCES (CRES). Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces (RUROS). Org. NIKOLOPOULOU, M. Greece: 2004 in: http://alpha.cres.gr/ruros/. Acesso em 15 de maio de 2005.

[4] de DEAR, R.; BRAGER,G. Developing na adaptive model of thermal comfort and preference . ASHRAE Transactinos 104 (1b), 1998: 145-167

[5]_____. Human Heat Balance. Macquarie University. Atmospheric Science Group. Department of Physical Geography, Division of Environmental and Life Sciences. Sydney: 1999. In: http://atmos.es.mq.edu.au/~rdedear/pmv/ . Acesso em 14 de junho de 2005.

[6]DESSI, V. Evaluation of Microclimate and Thermal Comfort in Open Urban Space. Proc. 18th Passive and Low Energy Architecture (PLEA) International Conference,. Florianópolis, 2001. pp. 373-377.

[7]ISO 7730. Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. International Standard Organization. Geneva: 1994 .

[8] ASHRAE. ASHRAE handbook fundamentals (SI). Chapter 8. Thermal comfort. USA, 1997.

[9]OLESEN, B. W.. Standards for design and evaluation of the indoor thermal environment. ASHRAE Journal, august 1993.

[10] ISO 7726. Ergonomics of the thermal environments: instruments for measuring physical quantities. ISO, Genève, Switzerland, 1998

[11]HENSEN, J.L..M. Literature Review on Thermal Comfort in Transient Conditions. Building and Environment, vol 25, no. 4, pp. 309-316. 1990.

[12] ISO10551. Ergonomics of the thermal environments: assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgment scales. ISO, Genève, Switzerland, 1995.

[13] KATZSCHNER, L.; BOSCH, U.; RÖTTGEN, M.. Behavior of people in open spaces in dependency of thermal comfort conditions. Proc. 19th Passive and Low Energy Architecture (PLEA) International Conference,. Toulouse, 2002. pp. 411-415.

ANEXO 2

NR15: Atividades e operações insalubres /Anexo 3 – Limites de Tolerância para exposição ao calor

Fonte: Ministério do Trabalho Brasileiro, 1978.

1. A exposição ao calor deve ser avaliada através do "Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo" - **IBUTG** definido pelas equações que se seguem:

Ambientes internos ou externos sem carga solar:

IBUTG = 0,7 tbn + 0,3 tg

Ambientes externos com carga solar:

IBUTG = 0,7 tbn + 0,1 tbs + 0,2 tg

onde:

tbn = temperatura de bulbo úmido natural

tg = temperatura de globo

tbs = temperatura de bulbo seco.

2. Os aparelhos que devem ser usados nesta avaliação são: termômetro de bulbo úmido natural, termômetro de globo e termômetro de mercúrio comum.

3. As medições devem ser efetuadas no local onde permanece o trabalhador, à altura da região do corpo mais atingida.

Limites de tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço.

1. Em função do índice obtido, o regime de trabalho intermitente será definido no Quadro 1.

QUADRO 1 (115.0065 / I $_4$)

Regime de Trabalho Intermitente com escanso no Próprio Local de Trabalho (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	Leve	Moderada	Pesada
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho sem a adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30

2. Os períodos de descanso serão considerados tempo de serviço para todos os efeitos legais.

3. A determinação do tipo de atividade (Leve, Moderada ou Pesada) é feita consultando-se o Quadro 3.

Limites de tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com período de descanso em outro local (local de descanso).

1. Para os fins deste item, considera-se como local de descanso ambiente termicamente mais ameno, com o trabalhador em repouso ou exercendo atividade leve.

2. Os limites de tolerância são dados segundo o Quadro 2.

QUADRO 2 (115.007-D / I_4)

M (Kcal/h)	Máximo $\overline{\textbf{BUTG}}$
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

Onde: M é a taxa de metabolismo média ponderada para uma hora, determinada pela seguinte fórmula:

$$M = \frac{Mt \times Tt + Md \times Td}{60}$$

sendo:

Mt = taxa de metabolismo no local de trabalho.

Tt = soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de trabalho.

Md = taxa de metabolismo no local de descanso.

Td = soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de descanso.

$\overline{\textbf{IBUTG}}$ é o valor **IBUTG** médio ponderado para uma hora, determinado pela seguinte fórmula:

$$\overline{\textbf{IBUTG}} = \frac{\textbf{IBUTG}t \times Tt + \textbf{IBUTG}d \times Td}{60}$$

sendo:

IBUTGt = valor do **IBUTG** no local de trabalho.

IBUTGd = valor do **IBUTG** no local de descanso.

Tt e Td = como anteriormente definidos.

Os tempos Tt e Td devem ser tomados no período mais desfavorável do ciclo de trabalho, sendo

Tt + Td = 60 minutos corridos.

3. As taxas de metabolismo Mt e Md serão obtidas consultando-se o Quadro 3.

4. Os períodos de descanso serão considerados tempo de serviço para todos os efeitos legais.

QUADRO 3

TAXAS DE METABOLISMO POR TIPO DE ATIVIDADE

TIPO DE ATIVIDADE	Kcal/h
Sentado em Repouso	100
TRABALHO LEVE	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia).	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir).	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
TRABALHO MODERADO	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
TRABALHO PESADO	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).	440
Trabalho fatigante	550

ANEXO 3
Exemplo de preenchimento da Ficha para avaliação bioclimática do espaço urbano público proposta por Bustos Romero (2001)

Fonte: BUSTOS ROMERO, Marta Adriana. *Arquitetura bioclimática do espaço público.* Brasília: Universidade de Brasília, 2001 p.164 e p.195

A pesquisa de Bustos Romero para desenvolvimento da Ficha para avaliação bioclimática do espaço urbano público foi definida em quatro etapas:

A primeira apresenta a organização dos antecedentes ambientais, históricos e urbanísticos e a instrumentalização das informações, uma vez que grande parte da informação não está organizada de forma facilmente acessível aos projetistas. Por questões metodológicas, o trabalho delimitou como estudo os denominados *sistemas locais de espaços livres* seguindo a nomenclatura do Mopu (Ministério de Obras Públicas – Espanha), enquadrando-se nestes espaços, as praças, pracinhas e largos de herança portuguesa e os espaços residuais entre edifícios[1]. Foram considerados ainda conceitos de espaço coletivo e aberto, relacionando a sua utilização, permanência e função e o espaço da natureza, onde o espaço exterior é configurado por dois planos: o piso e as paredes, razão pela qual o desenho do plano horizontal, formado por materiais artificiais e naturais, adquire suma importância.

Na segunda etapa foram organizadas informações para a instrumentalização da proposta de análise ambiental do espaço aberto. Os dados catalogados referem-se aos elementos ambientais como o clima, o som e a luz, e as informações para montar a base formal de materialização da forma urbana, como materiais, mobiliário urbano, tratamento do solo, vegetação, iluminação, elementos informativos, serviços, instalações e os elementos arquitetônicos.

A terceira etapa promove uma abordagem das duas cidades selecionadas para estudo, Barcelona e Brasília, considerando suas paisagens, heranças de influência européia e da teoria arquitetônica no desenho urbano. Identifica suas localizações, perfis climáticos, aspectos morfológicos, planos e intervenções realizadas e as características dos espaços públicos.

[1] Os outros sistemas classificados quanto a sua tipologia são: sistemas gerais de espaços livres (parques urbanos), os sistemas viários gerais (rodovias, ruas de trânsito e passeio) e os sistemas locais de vias (ruas de acesso e estacionamentos)

Finalmente, na quarta e última etapa, é apresentada a proposta para a análise ambiental do espaço público, fundamentada não apenas na descrição dos elementos encontrados, mas também na identificação das atividades que se desenvolvem no espaço aberto. Sua análise do tratamento do espaço público, levando em conta os condicionantes ambientais, é embasada na maneira pela qual o referido espaço tem sido tratado nos estudos que enfocam os temas do edifício e do urbano.

Para obtenção dos elementos que permitissem trabalhar com espaços públicos de concepções divergentes, utilizou-se seletivamente características de espaço urbano e características dos edifícios já existentes e propôs novas categorias para o tratamento do espaço público dentro da concepção bioclimática, onde a concepção do desenho urbano reconheça a persistência do existente, culturalmente adequada ao lugar e aos materiais locais.

Entre as características selecionadas estão o tamanho, a densidade e a orientação do construído na área urbana, as rugosidades do espaço, os elementos físicos que são anteparos de emissões de radiações térmicas, os relacionamentos entre tamanho dos edifícios e a distância existente entre eles e a distribuição dos edifícios altos entre os mais baixos, além de suas características morfológicas, como esbeltez, compacidade, porosidade, transparência e composição volumétrica da fachada.

A metodologia de análise na ficha bioclimática proposta por Bustos Romero (2001) é apresentar tanto discursiva como graficamente, as relações entre as categorias descritivas estabelecidas do espaço público (entorno, base e superfície fronteira), registradas à esquerda da ficha pelas categorias espaciais, e pelo lado direito das categorias ambientais, interligadas pelas imagens que podem ser inseridas na área central da ficha.

Além das fichas são também apresentados estudos mais detalhados com material discursivo, além plantas e perspectivas dos elementos térmicos e luminosos, atributos acústicos e efeitos de luz e sombra.

Ficha bioclimática da Plaza Real

ESPACIAIS	PRAÇA REAL	AMBIENTAIS

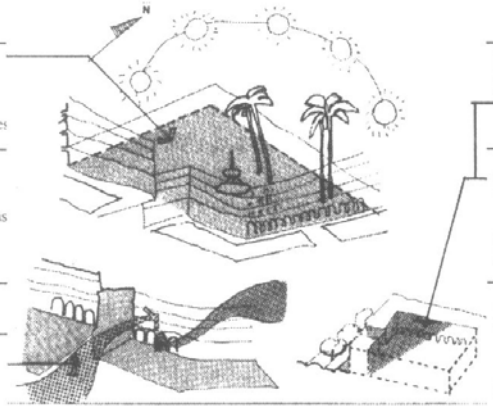
ENTORNO

ACESSOS

SOL
O maior espaço aberto da área é inteiramente banhado pela luminosidade da luz solar

VENTO
Os ventos frios de outono e inverno apresentam sua maior freqüência nas orientações SW e WSW/SW respectivamente que corresponde às maiores aberturas

SOM
Os ruídos gerados nas estreitas ruas sofrem poucas perdas na reflexão entre as fachadas, graças ao baixo coeficiente de absorção das mesmas



CONTINUIDADE DA MASSA

CONDUÇÃO DOS VENTOS
Ventos encontram uma barreira graças ao caráter fechado do lugar. Internamente, não há excessiva permeabilidade à passagem do ar

SENSAÇÃO DE COR
Nítida pela luz incidente. Cores quentes que correspondem a processos de atividades

COR

RESSONÂNCIA DO RECINTO
Possibilidade elevada de aparição de fenômenos de eco e reverberação.

SOMBRA ACÚSTICA
No lado Sul vizinha à Rambla atua como anteparo da fonte sonora

SOM

RADIAÇÃO

DIRETA
Abundante

DIFUSA
Abundante graças aos poluentes.

REFLETIDA
Escassa

UMIDADE RELATIVA
Maior que o entorno

TEMPERATURA DO AR
Menor que a do entorno

VELOCIDADE DO VENTO
Menor que a do entorno

CLIMA

A BASE

ÁREA DA BASE
56 m x 84 m = 4704 m²

TEMPERATURAS SUPERFICIAIS
Altas

ALBEDO
Alto, baixa condutibilidade

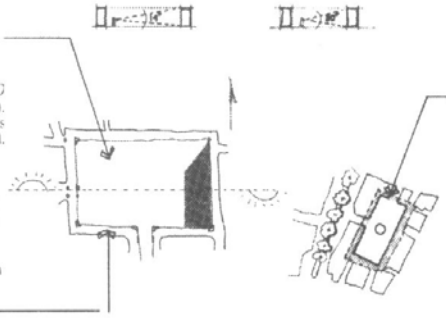
COMPONENTES E PROPRIEDADES FÍSICAS DOS MATERIAIS

PAVIMENTOS
Pedra de Montjuic

VEGETAÇÃO
Palmeiras Phoenix (25) e Washingtonia (10). Localização desordenada que provoca caos visual.

ÁGUA
Fonte de ferro

MOBILIÁRIO URBANO
Luminárias de Gaudi (2). Bancos de madeira periféricos em grupo de 4.
Cestas de lixo.
Galerias iluminadas com luminárias que ficam ao redor da praça.



AMBIENTE SONORO
Animado, com som próprio temperado pelo som da água. A textura do lugar faz anteparo ao ruído exterior

SOM

VARIAÇÃO SAZONAL
Escassa

CONJUNTO DE CORES
Quentes – claras

TONALIDADE
Dominante tonal amarela

COR

MANCHAS DE LUZ
Variada e realçando o pórtico

ESTÉTICA DA LUZ
A luz acompanha a simetria absoluta e a evolução radial da praça

LUZ

A FRONTEIRA

CONVEXIDADE

CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE
Total, as ruas entram por debaixo dos arcos de planta baixa.

TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA
Praça salão do período neoclássico catalão. Arquiteturalmente desenhada em 1848. Fachadas de desenvolvimento horizontal

ABERTURAS
Elemento modular com aberturas que vão desde as arcadas da planta baixa, através do piso principal com balcões, janelas no 2º piso.

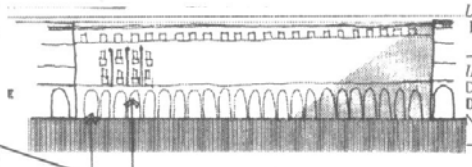
TENSÃO
Pouco lisa, todas as janelas têm marcos de pedra, e os cristais estão emoldurados com gesso.

DETALHES ARQUITETÔNICOS
1º e 2º pisos unidos por colunas de estilo corintio realizadas em pedra. Cornija de pedra da qual sai balaustrada de cerâmica.

NÚMERO DE LADOS
Quatro lados

ALTURA
19 metros

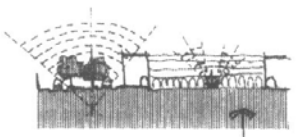
ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE



LUMINÂNCIA
Baixa

INCIDÊNCIA DA LUZ
Direta e difusa sobre as fachadas.
Direção do Fluxo
Normal à superfície.

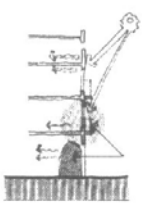
DIREÇÃO DO FLUXO



ABSORÇÃO
Grande capacidade de absorção.

REFLEXÃO
Escassa

CLIMA



MATIZES
Grande contrastes entre claros e escuros (arcos).
Dominante quente.

CLARIDADE
Chegando à isocromia, por ter na claridade sua unidade.
Contraste de claridade

COR

PERSONALIDADE ACÚSTICA
Acústica inocente, composta de ruídos inocentes, predomina o ruído local

SOM

QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS
Materiais bons isolantes e maus absorventes do som, possuidores de grande inércia térmica

Ficha bioclimática da Praça do Conjunto Nacional

ESPACIAIS | PRAÇA DO CONJUNTO NACIONAL | AMBIENTAIS

ENTORNO

ACESSOS

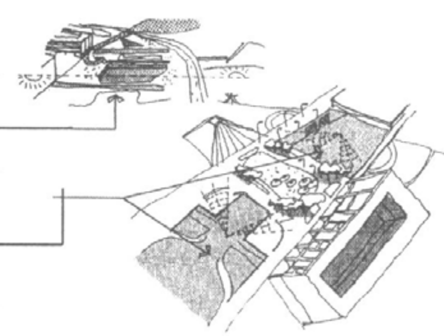
SOL
O espaço está completamente aberto à radiação solar e a suas múltiplas reflexões.

VENTO
Espaço aberto e exposto desde a plataforma donde está situado, suporta diferentes efeitos aerodinâmicos.

SOM
Esta próxima de duas caixas de ressonância que são os viadutos que acedem à rodoviária.

CONTINUIDADE DA MASSA
Não existe massa.

CONDUÇÃO DOS VENTOS
Os ventos não encontram canais de condução. Na parte próxima das colunas do Conjunto Nacional tem-se o efeito redemoinho.



COR — *SENSAÇÃO DE COR*
Predomínio dos cinzas ou asfálticos que dominam

SOM — *RESSONÂNCIA DO RECINTO*
Não possui ar encerrado que possa ser excitado por uma freqüência coincidente com as suas próprias.
SOMBRA ACÚSTICA

RADIAÇÃO — *DIRETA*
Na tarde a fachada de vidro do Teatro Nacional atua especularmente.
DIFUSA
REFLETIDA
Forte no Teatro.

CLIMA — *UMIDADE RELATIVA*
Incrementada por conta das fontes e da vegetação
TEMPERATURA DO AR
Diminui nas cercanias da praça.
VELOCIDADE DO VENTO

A BASE

ÁREA DA BASE
40 x 110 e 80 x 110 = 6.600m²

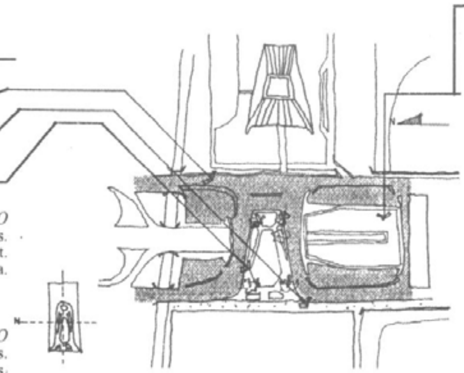
COMPONENTES E PROPRIEDADES FÍSICAS DOS MATERIAIS

PAVIMENTOS
Concreto.
Calçada, pavimento articulado de pedra portuguesa.
Praça de concreto asfáltico.

VEGETAÇÃO
Canteiros com flores.
Árvores: Sibipiruna e Flamboyant.
Arbustos: Bauganvilea. Relva.

ÁGUA
6 fontes de concreto

MOBILIÁRIO URBANO
Fontes.
Bancos.
Jardineiras.
Postes



TEMPERATURAS SUPERFICIAIS
Altas. Zona exposta à radiação solar constante.
ALBEDO
Alto. Predominam os pavimentos o que diminui a condutividade

SOM — *AMBIENTE SONORO*
A fachada Leste do Conjunto Nacional reflete a energia incidente e ao mesmo tempo a escassa umidade tem uma absorção maior.

COR — *VARIAÇÃO SAZONAL*
Muito acentuada. No período seco a cor amarela é predominante.
CONJUNTO DE CORES
Claro e variadas
TONALIDADE
Policromia quente

LUZ — *MANCHAS DE LUZ*
Criação de espaço visual único com a propaganda colorida da fachada.
ESTÉTICA DA LUZ
Cor neutra; contrastada ênfase no Teatro Nacional e colorido no CN

A FRONTEIRA

CONVEXIDADE

CONTINUIDADE DA SUPERFÍCIE
Não existe superfície.

TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA
Os dois edifícios do lugar apresentam características singulares: Centro comercial de fachada coberta de propaganda e Teatro Nacional piramidal e monumental.

ABERTURAS
Completamente aberto.

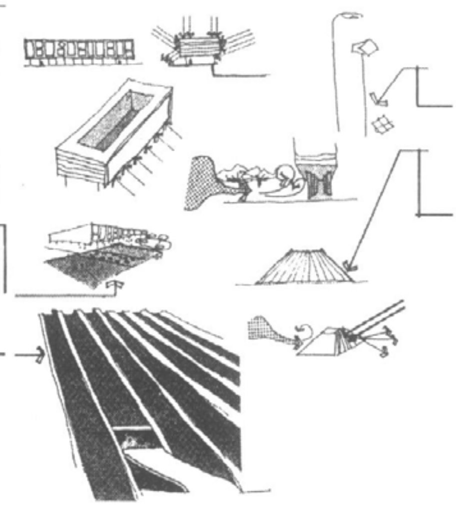
TENSÃO
Pouco tenso, Conjunto Nacional de fachada com colunas, diferentes alinhamentos e elementos.

DETALHES ARQUITETÔNICOS
Destaque para o Teatro Nacional e sua estrutura de concreto aparente e vidros escuros.

NÚMERO DE LADOS
2 lados com construção.

ALTURA
No lado Oeste aproximadamente 20 metros.

ÁREA TOTAL DA SUPERFÍCIE



LUZ — *LUMINÂNCIA*
Nível baixo. Não tem concentração de fluxo luminoso.
INCIDÊNCIA DA LUZ
Direta dos postes. Luz dirigida
DIREÇÃO DO FLUXO
Normal à fonte.

CLIMA — *ABSORÇÃO*
No Teatro a radiação está mais distribuída na superfície rugosa
REFLEXÃO
A fachada Leste do Conjunto nacional não reflete.

COR — *MATIZES*
Dominante clara_quente, saturada nos neutros.
CLARIDADE
Contraste de claridade. No Teatro o vidro escuro está marcado pelo concreto.

SOM — *PERSONALIDADE ACÚSTICA*
E espaço dinâmico, invadido pelos sons das multitudes que o atravessam

QUALIDADE SUPERFICIAL DOS MATERIAIS
Duros.

ANEXO 4
Exemplo de aplicação do método desenvolvido pelo projeto RUROS.

Fonte: CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY SOUCES (CRES). *Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces (RUROS*). Org**.** NIKOLOPOULOU, M. Greece: 2004. Disponível em: http://alpha.cres.gr/ruros/. (acesso em: 15 maio 2005). P. 49-52

Iniciado em 2001, o projeto RUROS atuou em sete cidades da Europa (Atenas e Thessaloniki na Grécia, Milão na Itália, Fribourg na Suíça, Cambridge e Sheffield na Inglaterra e Kassel na Alemanha) e, aplicado nas diferentes estações do ano, possibilitou observar a variação sazonal que afeta consideravelmente o uso destas áreas. Promoveu um extenso estudo em campo, utilizando principalmente duas tipologias diferenciadas de espaços abertos nas sete cidades pesquisadas, somando um total de 10.000 registros de entrevistas e dados ambientais, que formaram a base dos modelos desenvolvidos.

Os modelos propostos na pesquisa foram reunidos e apresentados no guia *Designing open spaces in the urban environment: a bioclimatic approach,* organizado pelo Centro de Fontes Renováveis de Energia da Grécia (NIKOLOPOULOU, 2004), divididos em oito itens:

1- Modelos simplificados para predição de condições de conforto térmico, utilizando dados meteorológicos públicos disponíveis, com informações de sensações térmicas e adaptação de características;
2- Metodologia para avaliação do perfil da velocidade do vento em espaços abertos através de recomendações em desenhos simplificados do entorno;
3- Ferramenta gráfica para avaliação das condições de conforto térmico de propostas de projeto, considerando a variação da carga térmica radiante e os diferentes materiais utilizados;
4- Metodologia para avaliação do impacto ambiental de acordo com as alternativas propostas das formas urbanas, verificando a performance ambiental das texturas urbanas na análise da temperatura, insolação e ventos;
5- Metodologia para desenho de mapas de conforto, concentrado na análise espacial das zonas de conforto térmico;
6- Relacionamento entre os parâmetros mensuráveis e a sensação dos usuários no ambiente luminoso, utilizando metodologia para avaliar a penetração cumulativa de luz do sol em determinado espaço através de projeções multiestereográficas;
7- Metodologia para descrever propagação do som nos espaços urbanos abertos, abrangendo as características de cada fonte sonora, efeitos acústicos dos espaços, sociais e outros aspectos, através de modelos simplificados de propagação sonora em espaços urbanos;
8- Metodologia para conexão entre questões sociais cotidianas da vida urbana contemporânea com as propriedades físicas características do espaço aberto. As questões e indicadores apresentam-se, unindo, de forma global, a função social e a análise descritiva dos espaços abertos através de procedimentos de desenho urbano.

10. Evaluation of Tools

10.1 Introduction

This Chapter provides an evaluation of the different tools and methodologies presented in the previous chapters, for the main design proposal, Karaoli and Dimitriou (described in Section 8) in Thermi. The physical environment of the area is identified and analysed for its environmental performance and the social parameters and characteristics of the different population groups in the area.

10.2 Thermi pilot application

10.2.1 Thermal comfort

In order to examine the thermal comfort conditions in the area, the model to predict ASV for Thessaloniki (Section 1.4.1) is employed with the respective climatic data.

$$ASV=0.036Tair\_met+0.0013Sol\_met-0.038V\_met+0.011RH\_met-2.197$$

Data for the mean maximum air temperature, with intense insolation, no wind (i.e. still conditions) and high relative humidity due to its proximity with the sea, are included in the equation. Thus:

$$ASV=0.036 \times 33 + 0.0013 \times 1000 - 0.038 \times 0.5 + 0.011 \times 70 - 2.197 = 1.04$$

Reading the percentage of people feeling comfortable in the summer from Figure 1.7, the value reaches 65%. Thus shading is required for the summer period. Providing shading in the form of pergolas:

$$ASV=0.036 \times (33-1) + 0.0013 \times (1000 \times 0.2) - 0.038 \times 0.5 + 0.011 \times 70 - 2.197 = -0.03.$$

Figure 1.7 shows that 90% of the people would feel comfortable in such conditions, with only 10% found in the discomfort zone, a figure accepted even in well-controlled indoor environments. Similarly, different seasons and different problems can be evaluated.

Furthermore, to maximise use of space the design should provide solutions for both summer and winter with the respective daily fluctuation, maximising the available personal choice. For that, some of the sitting is suggested to be placed underneath the gallery, to maximise use at different seasons, allowing resting places for winter as well as in the summer, where users seek the shade.

10.2.2 Wind environment

The prevailing wind direction is NW all months except for August, when the prevailing direction is S. The annual mean wind speed is 5.5m.s^{-1}, with small variations during the year, as measured in the nearby airport. The area under consideration is a linear space divided into four sections (A-D) each 70-100m long and placed on an approximate EW axis.

The measured wind speeds from the airport can be transferred to an approximate wind speed above the case study site using Table 2.2. It is presumed that the airport is situated in open land, while the space is situated in suburban area. It is also presumed that the height of the suburban area is 20m (the height above ground level where the wind pattern will be not affected by local obstructions).

Thus S = VH=20 / V10 = 0.73 and the mean wind speed above the urban area can be calculated. Annual mean wind speed is 4.0m.s^{-1} (Winter = 4.1m.s^{-1}; Spring = 3.9m.s^{-1}; Summer = 4.5m.s^{-1}; Autumn = 3.7m.s^{-1}). This is not a critical wind speed, in respect to the 5m.s^{-1} criteria in Table 2.1.

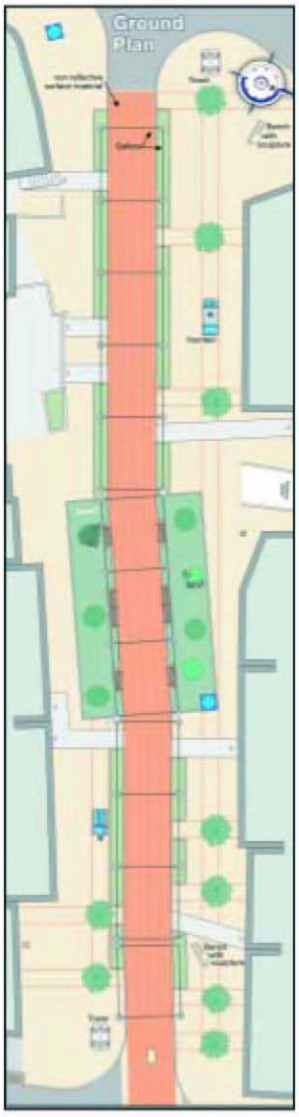


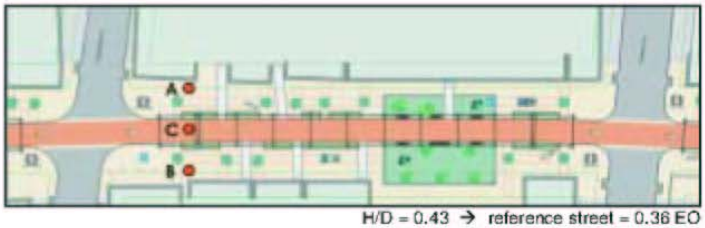
Figure 10.1: *Plan view and picture from the physical model of the design proposal.*

On pedestrian level both the wind direction and the wind speed will be affected by the layout of the suburban area. The following observations can be made from the drawings.

The space is linear, around 200 m long in total, thus there is a danger that the building façades and the central roof covered pedestrian area can create a channel effect and speed up the wind (if more than 100-125 m). However the design includes a number of features to reduce this risk.

- The prevailing wind direction is across the main axis of the street.
- The presence of the trees in the street will reduce the risk of channel effect due to the wind breaking effect of these. This effect will be increased if the threes are placed with irregular distance to the building façades because trees placed in a straight row can also form a kind of channel especially when the wind direction is parallel with the main axis of the street (West or East).
- The 'extra' trees placed around the four grass covered squares (one in each section) is for the same reason a very good idea. In general, the more trees placed in these green areas, the better. With enough trees the green areas will form a kind of wind gate breaking up the street in smaller lengths where the wind cannot accelerate.
- The building façades are not placed in a straight line along the street. There are several niches and recesses, which provide resistance to the wind.

10.2.3 Evaluation of radiant conditions



H/D = 0.43 → reference street = 0.36 EO
or H/D = 0.75 → reference street = 0.69 EO

Figure 10.2: *Plan view of the design proposal with the different areas where the radiant environment is evaluated (A, B and C, also see Tables on the left).*

Reference street h/d = 0.36

Morning AirT26°C	Albedo = 0.2	Sun protection	Albedo = 0.8	Sun protection
A, B, C(sun)	24.5/39	15/23	20/31.5	14.5/18.5

Midday AirT33.5°C	Albedo = 0.2	Sun protection	Albedo = 0.8	Sun protection
A,C (sun)	43.5	35	32/36	19.5/26
B (shade)	25	——	33	——

Afternoon AirT37°C	Albedo = 0.2	Sun protection	Albedo = 0.8	Sun protection
A,C (sun)	42/52	33/42	39/43.5	27/31.5
B (shade)	28	——	28.5	——

Reference street h/d = 0.69

Morning AirT26°C	Albedo = 0.2	Sun protection	Albedo = 0.8	Sun protection
A, B, C(sun)	25.5/36.5	17/24	24/32	16/19

Midday AirT33.5°C	Albedo = 0.2	Sun protection	Albedo = 0.8	Sun protection
A, C (sun)	43.5	35	32/36	24.5/27
B (shade)	25.5	——	33	——

Afternoon AirT37°C	Albedo = 0.2	Sun protection	Albedo = 0.8	Sun protection
A,C (sun)	42/53	33/43	40/44	25.5/32
B (shade)	31	——	29.5	——

Karaoli-Dimitriou is a street with an EW orientation. The surrounding façades have different heights. For this reason two ratios have to be considered as reference streets, h/w = 0.69 as well as h/w = 0.36.

From the analysis in Section 3, in the *early morning*, the sunny areas paved with albedo material of 0.2, as well as of 0.8, are in comfort conditions even without shading device. The area B is in the sun for some time. It would be convenient to shade it with temporary devices, if seating activities are to be located there.

Mrt 20°C (unsh.) → PET = 22°C	Mrt 30°C (unsh.) → PET = 26.3°C
Mrt 25°C (unsh.) → PET = 24°C	Mrt 35°C (unsh.) → PET = 28.7°C

At *midday*, the area B is in comfort conditions. Area A and C, however, are very critical. It is thus necessary to combine shading devices and clear materials to get acceptable thermal comfort conditions.

Mrt 20°C (shad.) → PET = 27.1°C	Mrt 35°C (unsh.) → PET = 34°C
Mrt 25°C (shad.) → PET = 29.3°C	Mrt 40 (unsh.) → PET = 36.5°C
Mrt 30°C (unsh.) → PET = 31.6°C	

In the *afternoon* the situation is similar. However a longer exposure to solar radiation determines higher MRT values and therefore cooling devices are recommended (use of water, evaporative surfaces, etc.).

Mrt 25°C (shad.) → PET = 32.5°C	Mrt 35°C (unsh.) → PET = 37°C
Mrt 30°C (shad.) → PET = 34.7°C	Mrt> 40°C (unsh.) → PET > 39.4°C

In terms of activities the following are suggested. In the morning, it is possible to make settled (as sitting) or dynamic activities (crossing, play for children) in the whole street, keeping in mind the need to protect the south area with moveable devices. At midday and afternoon, it would be better to have short-time (preferably low metabolic) activities. During the afternoon the shaded south area is suitable for settled activities. The other two areas are at the limit of comfort conditions, even with strategies reducing the MRT. Thus it is suggested to include low metabolic activities.

10.2.4 Morphological analysis

The surrounding area of the site has a good mix of all the desirable profiles, and a high amount of skylit and sunny areas (Fig. 10.3). The highest percentage is 24% sky/sun/still, (yellow), which is the most favourable in winter but not favourable in the summer. Cover/shade/still areas (black) are 16%. Also there is a relatively high percentage of sun/cover/still, (green), at 9%, which is the worse case for the Greek summertime and requires shading. Overall the whole area has quite a good mix of the different conditions. The site itself is in quite a desirable zone with the highest percentage sky/sun (yellow) at 32%, favourable in the winter, but requires shading in the summer. The good use of shading devices, in such way that they allow the penetration of winter sun, will be an appropriate design strategy. Moreover, optimising the wind flow through the predominantly sunny areas would be an important aspect to consider with respect to overheating in the summer.

10.2.5 Visual environment

The cover above the street makes this open space visually challenging, limiting the free view towards the sky from the central part of the street, resulting in surrounding façades appearing brighter. A careful selection of ground colours is required, with the proposed asphalt having a higher reflectance than the surrounding pavement, to avoid the effect of «bright» surroundings viewed from a «darker» protected centre, which would be a source of glare. The vegetation planned around the seat benches is appropriate to mitigate this effect, when plants are sufficiently dense to mask parts of the façades at eye level.

The louvers forming the cover are oriented such as to block sun penetration during the summer, while letting the sun pass through during winter. In the latter situation, the repetitive pattern of shaded and sunlit areas that will appear on the ground may become visually uncomfortable. A careful choice of the louvers' sizes and spacing is proposed, to weaken the pattern contrast (as the sun is not a point source but occupies a tiny solid angle in the sky, small louvers dimensions could transform the shade and sun pattern into a relatively homogenous penumbra).

As shown on Figure 10.4, the shading effect provided by the proposed gallery fulfils correctly the requirement for the simultaneous presence of sunlit and shaded areas at street's level in proportions between 20% and 80% (Section 6.4).

10.2.6 Acoustic environment

The soundscape and acoustic comfort consideration is based on the description system shown in Section 7.2. The main noise source is the traffic from one end of the street. Based on the calculation using the radiosity model (Section 7.4.2), the traffic noise level will be below about 50-60dBA at a distance of about 50m. This means that the majority of the area is not significantly affected by the traffic noise, according to the relationship between acoustic comfort evaluation and noise level (Section 7.3.1). It is noted that the street façades are rather acoustically

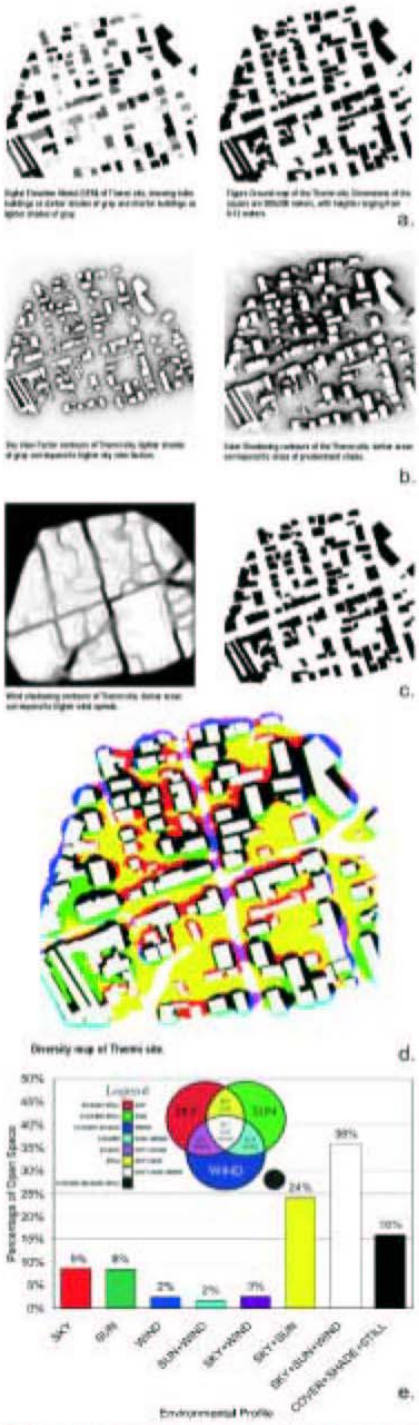


Figure 10.3: *(from top to bottom) (a) DEM for the site showing highest buildings as darker sides of grey with a maximum height of 12m. (b) Left-SVF contours, lighter shades of grey correspond to higher SVF, right-solar shadowing contours, darker shades correspond to areas of predominant shade. (c) Wind shadowing contours, darker areas correspond to higher wind speeds. (d) Diversity map of Thermi. (e) Environmental open space diversity profile for the area.*

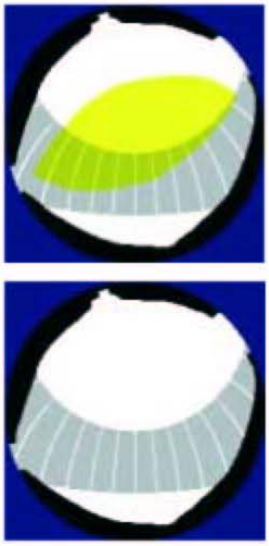


Figure 10.4: *Application of the multistereographic projection analysis method (as described in chapter 6.4) for the Thermi pilot application:*

Top: street without gallery (present situation). Direct sun penetration appears too large for several months (sunpath overlaps the yellow zone).

Bottom: street with the proposed gallery. Sunlit and shaded areas occupy the right proportions of the street during the whole year.

diffuse and this is very beneficial for increasing sound attenuation as well as for reducing reverberation (Sections 7.4.4 and 7.4.5). Street furniture, including trees, is also useful for diffusing sounds.

However, it would be useful to have a noise barrier at the street end to extend the area of good acoustic comfort. A concrete barrier was designed, with vegetation on it to further absorb noise and a running water film on the barrier, to generate pleasant sounds, masking the unpleasant traffic noise (Section 7.3.2 and 7.4.6). In the final stage, however, due to financial/functional reasons, the barrier was discarded.

10.2.7 Social parameters involved and use of space

The field survey that was carried out with inhabitants and professionals in the area has revealed important issues. Regarding the urban significance of the space, the site has been identified as Thermi's local centre by 54% of the population. For the community, the circulation of people, cars, busses, is an important aspect according to 61% of interviewees. The anonymity and the impersonal relationships of the urban social conditions have interfered with the rural life of the local community.

Foreigners/immigrants constitute an important group of users mentioned by 34% of the interviewees. Prevailing activities of the tertiary sector and cultural events, in this very dense area, was mentioned by 90% of the interviewees, at local and supra local level. A small number (7%) also reported user groups, such as music, dance groups and the politicians related to the cultural and political events taking place there.

The intra-site spatial conditions are related to a number of important uses according to interviewees. 56% referred to the need for more parking spaces. As a central commercial street is connected to the movement and traffic characteristics of the site, the shaping of better passage conditions adapted to the specific use, form a dominant expectation.

Vegetation is also related to the expectations of interviewees (49%) for the site. Better lighting seems to be an important need. Urban equipment, such as street lighting and benches, are expected in the area (49% and 37% respectively). Places to sit for drink/food consumption are also important (27%). 32% mentioned the importance of a playground, while the need for bigger pavements is mentioned by 12%.

Regarding the urban personalised relationships and local community scale, meeting a friend, provides a significant reason for using open spaces, for different age categories. This non familial category of personal relationships is characteristic for the 'public oriented identity' of the site in the present situation.

The psycho-physiological functions of recreation, rest and amusement are significant characteristics for the site as well open spaces inside the urban tissue. Strolling, gathering of people and shopping, are the main activities of individuals in the area, providing significant reasons for the use of the site, related to the central commercial centre of the area in the context of the small locality. The cleaning and guarding are also reported to be significant aspects in the context of the community

In summary, the area is visited by citizens for its shops, places for drink/food consumption, its open space and for the children to play. The proposed pedestrianisation of the street is significant for such activities, uninterrupted by vehicular traffic. Furthermore, designing to improve the physical environment, as described in this Chapter, providing thermal–visual–acoustic comfort conditions, will strengthen these activities, allowing closer social interaction for different groups of population.

ANEXO 5

Tabela de atributos proposta por Reis-Alves (2006) para análise ambiental, espacial e humana.

Fonte: 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, 2007.

Tabela V.4: Aspectos, métodos e instrumentos utilizados para o estudo e análise dos atributos espaciais dos pátios internos escolares (Fonte: O AUTOR,2006).

	Aspectos	Métodos	Instrumentos
Atributos Espaciais	**Planos e Sólidos (forma, volume, medida e proporção)**	Descrição e análise morfológica	Representação gráfica
			Registro fotográfico
		Cálculo do volume e das áreas de piso e das fachadas	Geometria
	Elementos constituintes	Descrição e quantificação	Especificação e quantificação
			Registro fotográfico
	Configuração espacial	Descrição e análise morfológica	Representação gráfica
	Característica física das superfícies e dos elementos (tipo de material, cor e textura)	Descrição e especificação	Registro fotográfico

Tabela V.5: Aspectos, métodos e instrumentos utilizados para o estudo e análise dos atributos ambientais dos pátios internos escolares (Fonte/ O AUTOR,2006).

	Aspectos	Métodos	Instrumentos
Atributos Ambientais	**Higrotermia**	Cálculo da insolação na área de piso	Carta solar do Rio de Janeiro (22° 54' Sul) (desenvolvida pelo autor)
		Cálculo do tempo de insolação nas fachadas	
		Máscara solar	
		Efeitos aerodinâmicos	Representação gráfica indicando possíveis efeitos aerodinâmicos
	Luminoso	Cálculo do FCV (Fator de Céu Visível)	Representação gráfica de corte / Geometria
		Registro da mudança do aspecto visual segundo a condição ambiental	Registro fotográfico

Tabela V.6: Aspectos, métodos e instrumentos utilizados para o estudo e análise dos atributos humanos dos pátios internos escolares (Fonte: O AUTOR,2006).

	Aspectos		Métodos	Instrumentos
Atributos Humanos	**Simbolismo, significados da Escola e simbolismo, significados e essência do pátio interno**		Avaliação subjetiva	Entrevista semidiretiva
	Percepção	**Cinestesia**	Escala humana	Representação gráfica de corte / o Modulor e o caminhar humano
			Movimento corporal	
			Relação corpo-espaço/homem-mundo	Representação gráfica / o Modulor
		Higrotermia	Avaliação subjetiva comparativa entre os ambientes higrotérmicos da sala e o do pátio interno	Questionário diretivo (tipo 1)
			Avaliação subjetiva ambiental *in situ*	Questionário diretivo (tipo 2)
		Luminoso	Campo visual humano	Representação gráfica / Geometria
			Avaliação subjetiva ambiental *in situ*	Questionário diretivo (tipo 2)
	Uso		Observação e avaliação subjetiva	Registro fotográfico, representação gráfica e entrevista semidiretiva

ANEXO 6

Modelo de fichamento proposto por Niemeyer (2007) para avaliação do espaço urbano consolidado

Fonte: 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.

O modelo desenvolvido por Niemeyer (2007) propõem três fichas para sistematização dos dados do inventário físico, utilizando como referência o modelo proposto por Bustos Romero(2001), adaptadas, neste caso, para atender as especificidades do estudo de ruas

Ficha 1: descreve as características gerais da rua, através de fotos e informações relativas ao tráfego de veículos, uso do solo e fluxo de pedestres

Ficha 2: identifica a base e limites laterais do entorno imediato do ponto de medição, apresentando mapa figura-fundo, corte e caracterização morfológica e ambiental.

Ficha 3: indica o sombreamento, apresentando uma modelagem tridimensional para determinar as superfícies sombreadas, nos horários de medição de dados climáticos.

O método sugerido por Niemeyer (2007) para avaliação das condições de conforto higrotérmico, utiliza como referência as adaptações propostas por Zambrano, Malafaia e Bastos (2006), simulando, através de um programa computacional[2], as predições de conforto higrotérmico (PMV e PPD), já ajustados para o fator de expectativa que considera períodos quentes em todas as estações do ano.

[2] Programa computacional desenvolvido por Neury Cardoso, M.Sc. em Sistemas de Controle - Engenharia Elétrica, Coordenador do Curso de Ciência da Computação da Universidade Gama Filho.

Tabela – Modelo - Análise do Entorno

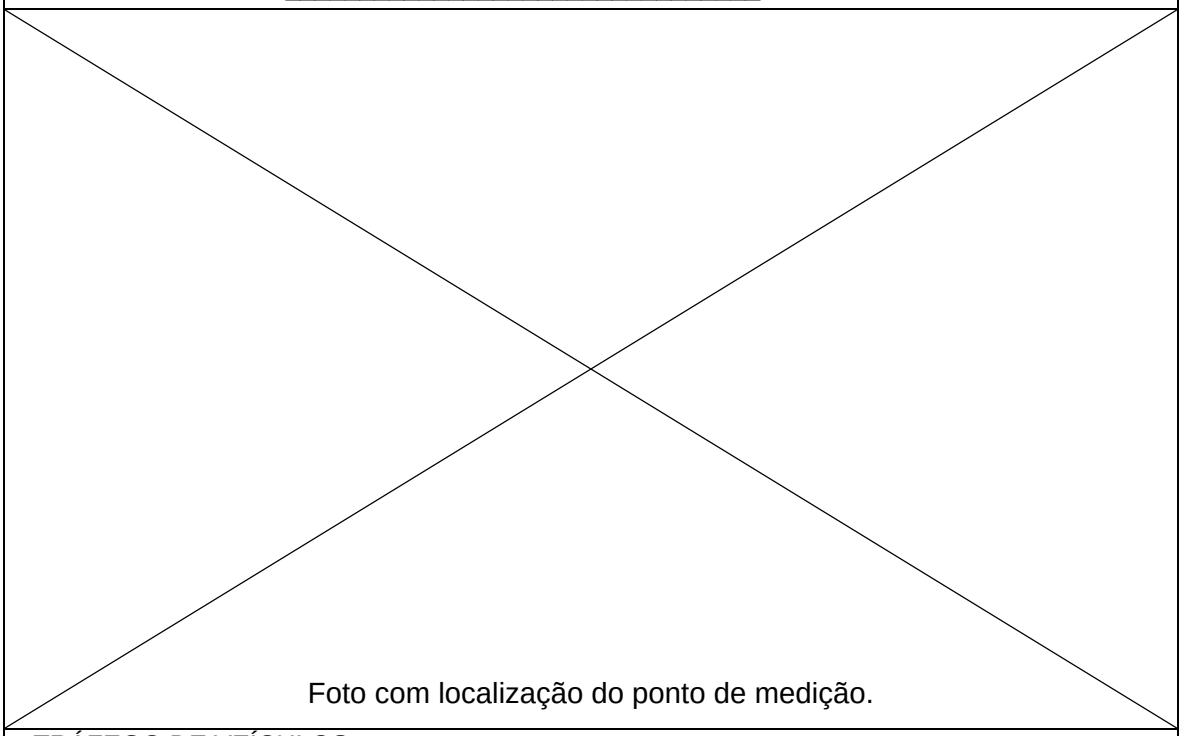
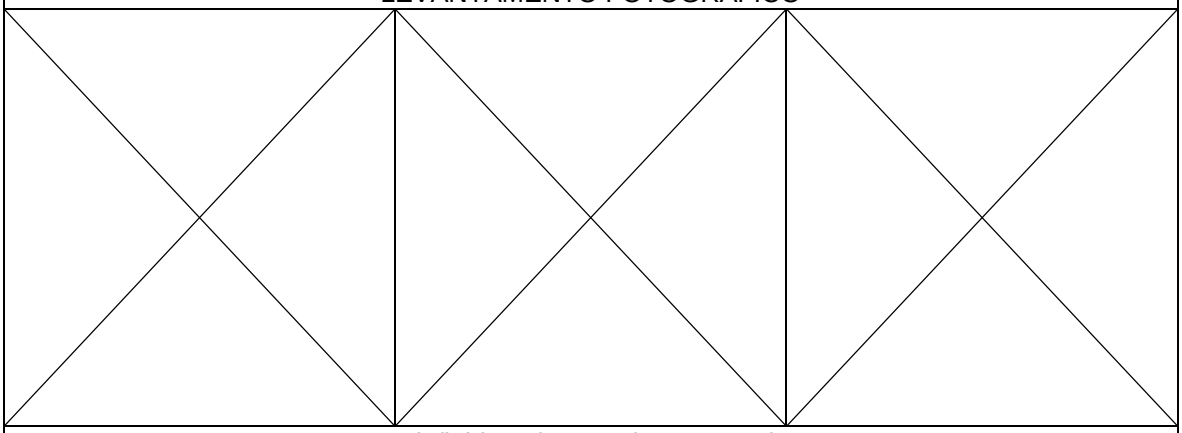
ENTORNO
RUA _____ - VISTA AÉREA
 Foto com localização do ponto de medição.
TRÁFEGO DE VEÍCULOS: Densidade e composição do tráfego (veículos leves e pesados); Cruzamentos, paradas de ônibus, estacionamentos e áreas de carga descarga.
LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO

USO DO SOLO – Zoneamento definido pelo PEU (SMU, 2004) Uso predominante dos edifícios existentes. USUÁRIOS Fluxo de pedestres e presença de trabalhadores formais e informais.

Tabela – Modelo - Características Morfológicas e Ambientais

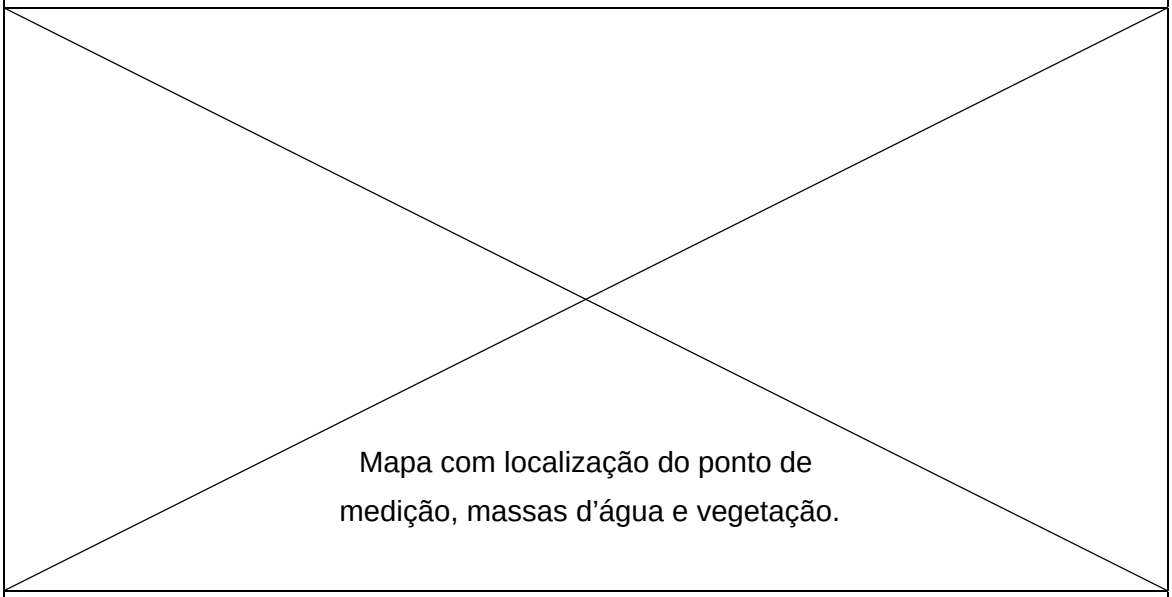
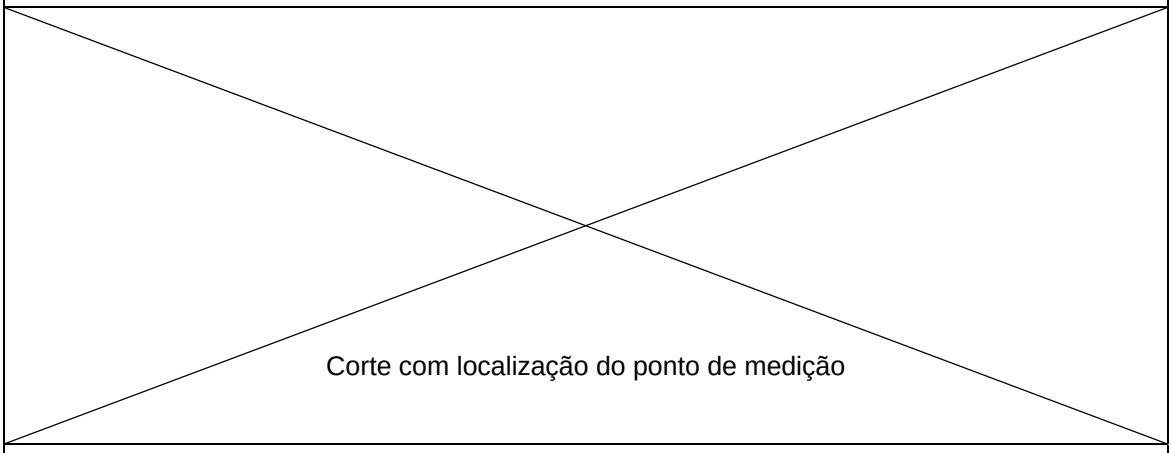
BASE E FRONTEIRAS LATERAIS		
RUA _____ – MAPA FIGURA FUNDO		
		
BASE		FRONTEIRAS LATERAIS
Cota (em relação ao nível do mar);; Largura média da via de tráfego; Largura média das calçadas; Declividade da via; Pavimentações; Vegetação.		Padrão de ocupação do solo; Tipologia dos edifícios; Cor predominante das fachadas.
CORTE TRANSVERSAL		
		
SOL	VENTO	SOM
Radiação direta/ difusa; Sombreamento.	Bloqueio/ canalização; Aumento/ redução da velocidade.	Campo sonoro; Efeito barreira

Tabela – Modelo - Sombra Projetada pelo Entorno

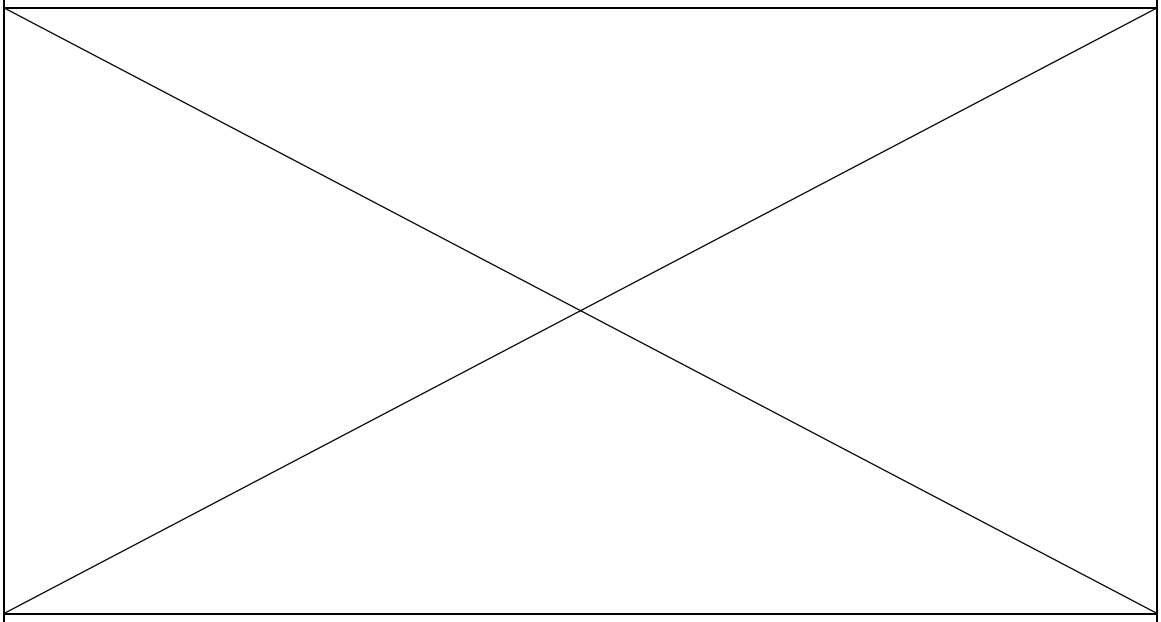
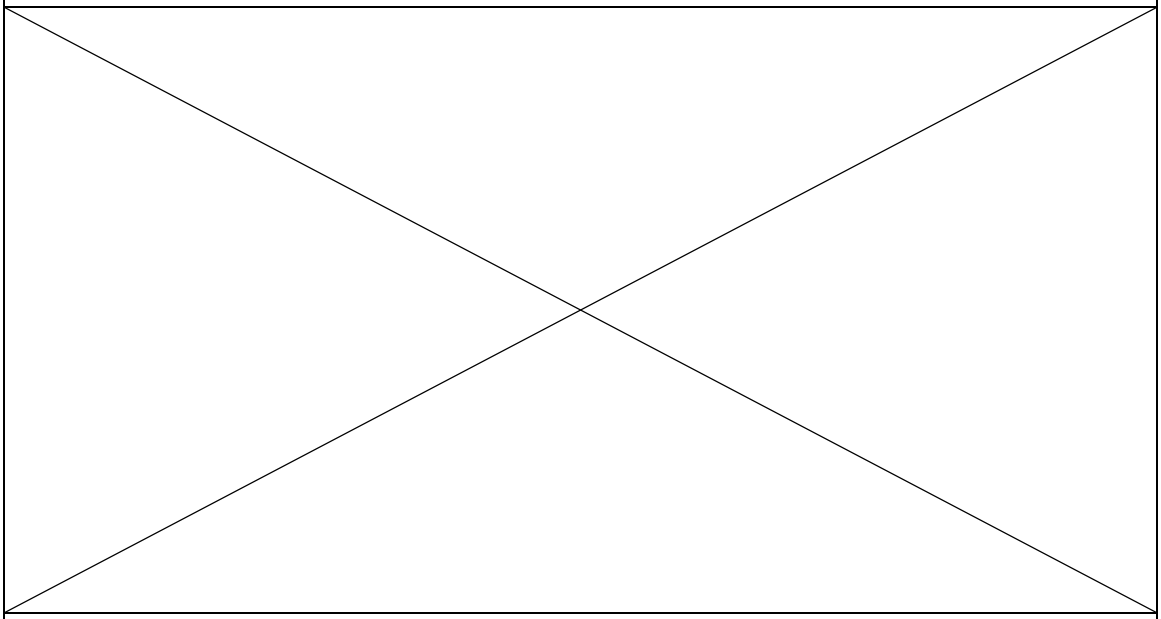
SOMBREAMENTO
RUA_____ - MODELAGEM TRIDIMENSIONAL

DIA E HORA

DIA E HORA

Tabela – Modelo - Ficha para Trabalho de Campo - Dados Climáticos

MEDIÇÃO: DADOS CLIMÁTICOS					
CÉU: ( ) claro ( ) parcialmente nublado (..) nublado (..) chuva					
dd/mm/aa	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
HORA					
TBU (^{0}C)					
TBS (^{0}C)					
TG (^{0}C)					
UR (%)					
Vento (m/s)					

Tabela 6.5 – Modelo - Ficha para Trabalho de Campo – Níveis de Pressão Sonora

MEDIÇÃO: NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA					
dd/mm/aa	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
HORA					
LAeq					
LAmx					
LAmn					
L90					
L10					

Tabela 6.7 – Modelo - Avaliação de Conforto Térmico por Ponto de Medição

CONFORTO TÉRMICO						
RUA _____ - AVALIAÇÃO DAS MEDIÇÕES						
DIA						
HORA						
NEBULOSIDADE						
TBU (^{0}C)						
TBS (^{0}C)						
TG (^{0}C)						
UR (%)						
VENTO (m/s)						
PMV						
SENSAÇÃO TÉRMICA						
PPD						
PMV_C						
SENSAÇÃO $TÉRMICA_C$						
PPD_C						
COMENTÁRIOS						

Tabela – Modelo - Avaliação de Conforto Acústico por Ponto de Medição

CONFORTO ACÚSTICO						
RUA_____ - AVALIAÇÃO DAS MEDIÇÕES						
Nível Critério de Avaliação (Zoneamento): ___ dB(A) diurno/ ___ dB(A) noturno						
DIA						
HORA						
L_{Aeq}						
L_{Amx}						
L_{Amn}						
L_{10}						
L_{90}						
L_{Aeq} – NCA						
$L_{10} - L_{90}$						
OBSERVAÇÕES:						

Tabela – Modelo - Avaliação Comparativa das Simulações de Conforto Térmico

	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5
DIA __/__/___		PERÍODO (manhã/ tarde)		NEBULOSIDADE	
HORA					
PMV_C					
SENSAÇÃO TÉRMICA$_C$					
PPD_C					

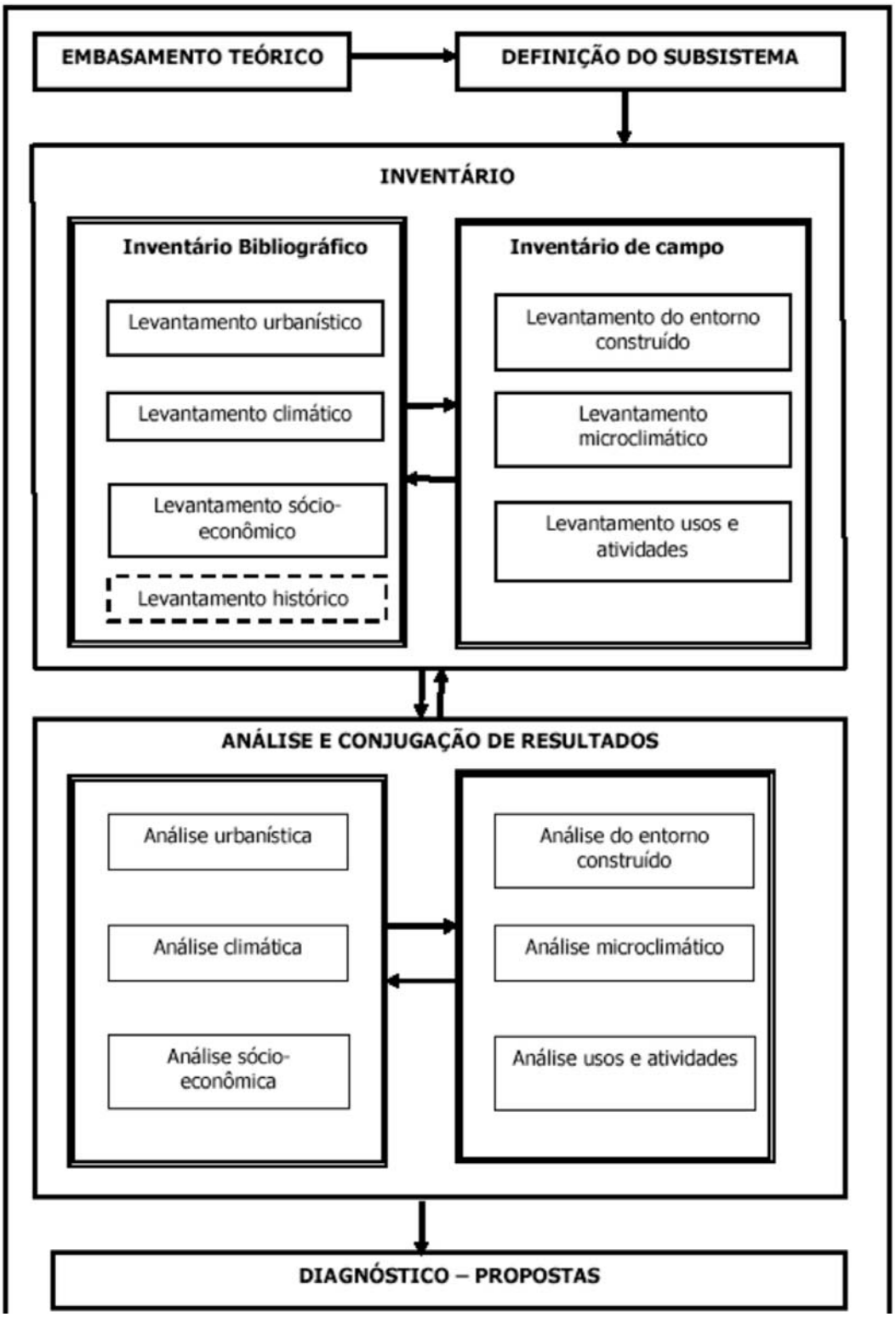
Tabela 6.10 – Modelo - Avaliação Comparativa dos Níveis de Pressão Sonora

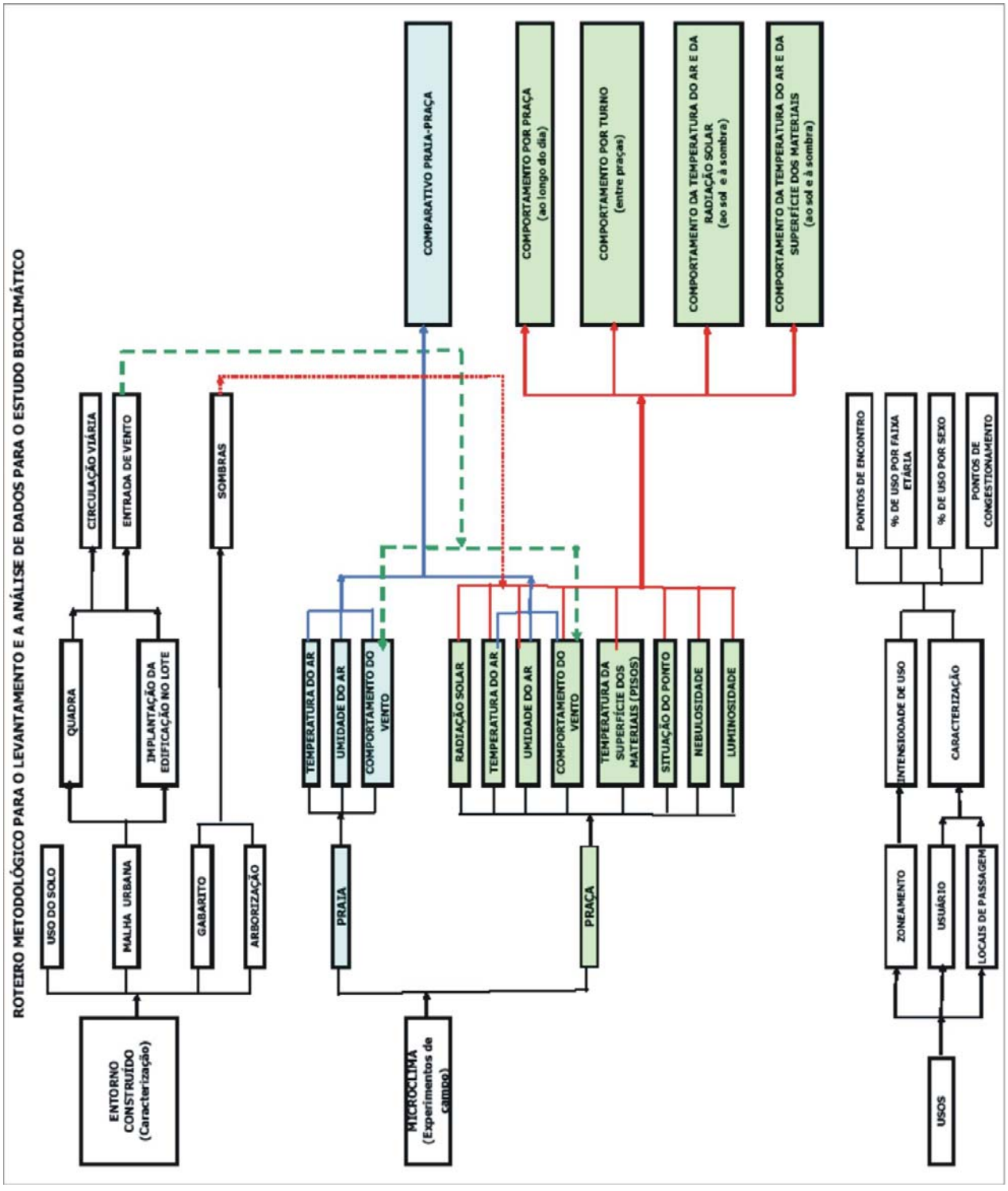
	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5
NCA					
DIA __/__/___		INÍCIO: ___:___		DIA DA SEMANA	
L_{Aeq}					
L_{Aeq} – NCA					
$L_{10} - L_{90}$					

ANEXO 7

Roteiro proposto por Vasconcellos (2006) para estudo bioclimático

Fonte: 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.




ROTEIRO METODOLÓGICO PARA O LEVANTAMENTO E A ANÁLISE DE DADOS PARA O ESTUDO BIOCLIMÁTICO
ENTORNO CONSTRUÍDO (Caracterização)
USO DO SOLO
MALHA URBANA
GABARITO
ARBORIZAÇÃO
QUADRA
IMPLANTAÇÃO DA EDIFICAÇÃO NO LOTE
CIRCULAÇÃO VIÁRIA
ENTRADA DE VENTO
SOMBRAS
MICROCLIMA (Experimentos de campo)
PRAIA
TEMPERATURA DO AR
UMIDADE DO AR
COMPORTAMENTO DO VENTO
PRAÇA
RADIAÇÃO SOLAR
TEMPERATURA DO AR
UMIDADE DO AR
COMPORTAMENTO DO VENTO
TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DOS MATERIAIS (PISOS)
SITUAÇÃO DO PONTO
NEBULOSIDADE
LUMINOSIDADE
COMPARATIVO PRAIA-PRAÇA
COMPORTAMENTO POR PRAÇA (ao longo do dia)
COMPORTAMENTO POR TURNO (entre praças)
COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA DO AR E DA RADIAÇÃO SOLAR (ao sol e à sombra)
COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA DO AR E DA SUPERFÍCIE DOS MATERIAIS (ao sol e à sombra)
USOS
ZONEAMENTO
USUÁRIO
LOCAIS DE PASSAGEM
INTENSIDADE DE USO
CARACTERIZAÇÃO
PONTOS DE ENCONTRO
% DE USO POR FAIXA ETÁRIA
% DE USO POR SEXO
PONTOS DE CONGESTIONAMENTO

ANEXO 8

Modelo proposto por Veloso (2006) para pesquisa sobre qualidade e vida urbana.

Fonte: VELOSO, Maisa. *Qualidade de vida urbana em Natal: mitos e realidades.* Natal: EDUFRN, 2006.

APÊNDICE 3

Questionário *(original em tamanho A4, adaptado às dimensões deste livro)*

Esta é uma pesquisa sobre a Qualidade de Vida Urbana em Natal-RN, com ênfase para o ambiente urbano. Estamos interessados na sua opinião sobre nossa cidade.
Agradecemos sua colaboração.
(Depto. de Arquitetura, UFRN)

Local _____
Hora _____
Entrevistador _____
Entrevistado nº _____

Pesquisa: QUALIDADE DE VIDA URBANA EM NATAL/RN

QUESTIONÁRIO

1 – RELAÇÃO COM NATAL:
1.1. ( ) Residente
1.1.2. Tempo de moradia_____(anos)
1.1.1. Local de nascimento:_____
1.1.3. Bairro de moradia_____

2 – PERFIL:
2.1. Idade:_____anos
2.2. Escolaridade: ( ) 1º. grau ( ) 2º. grau ( ) superior ( ) outro_____
2.3. Ocupação atual/Profissão:_____
2.4. Bairro Trabalho/Estudo:_____

3 – DE UMA MANEIRA GERAL, PARA VOCÊ, O QUE É **QUALIDADE DE VIDA**?

_____
_____
_____

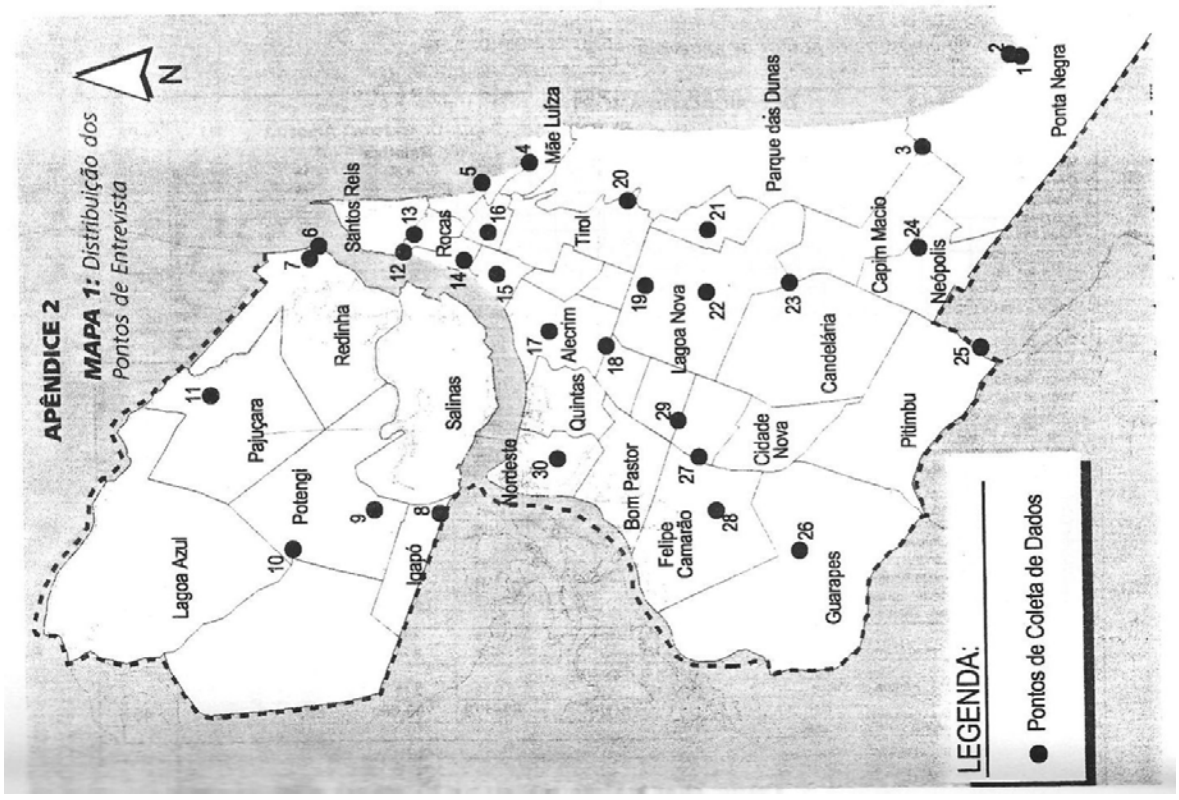
4 – PELA SUA EXPERIÊNCIA NA CIDADE, COMO VOCÊ AVALIA A **QUALIDADE DE VIDA EM NATAL**?
( ) Excelente ( ) Muito Boa ( ) Boa ( ) Ruim ( ) Muito Ruim ( ) Péssimo ( ) Não sei

5 – DE UM MODO GERAL, AVALIE A **QUALIDADE DE VIDA URBANA EM NATAL** A PARTIR DOS ASPECTOS A SEGUIR, UTILIZANDO UMA ESCALA DE 0 A 5 (ONDE 0 É PÉSSIMO E 5 É EXCELENTE; NS = NÃO SABE). MARQUE APENAS UMA OPÇÃO POR LINHA.

Hierarquia	ITEM	VALORES						
		---	--	-	+	++	+++	
	01. Qualidade Ambiental da cidade	0	1	2	3	4	5	NS
	02. Tempo gasto em deslocamentos habituais	0	1	2	3	4	5	NS
	03. Segurança pública (roubos, assaltos, trânsito, etc.)	0	1	2	3	4	5	NS
	04. Oferta de transporte coletivo	0	1	2	3	4	5	NS
	05. Tranquilidade	0	1	2	3	4	5	NS
	06. Opções de lazer	0	1	2	3	4	5	NS
	07. Custo de vida	0	1	2	3	4	5	NS
	08. Serviços de Saúde em geral	0	1	2	3	4	5	NS
	09. Serviços de Educação em geral	0	1	2	3	4	5	NS
	10. Emprego/Oferta de Trabalho	0	1	2	3	4	5	NS

APÊNDICE 2

MAPA 1: *Distribuição dos Pontos de Entrevista*



6 – DENTRE OS ITENS AVALIADOS NA QUESTÃO ANTERIOR, NA SUA OPINIÃO, QUAIS SÃO **OS TRÊS MAIS IMPORTANTES PARA QUALIDADE DE VIDA NA CIDADE**? MARQUE NA COLUNA A POSIÇÃO NA HIERARQUIA: 1° (+IMPORTANTE), 2°, 3°

OBS:

7 – AVALIE AGORA APENAS OS ASPECTOS RELACIONADOS À QUALIDADE AMBIENTAL, UTILIZANDO UMA ESCALA DE 0 A 5 (ONDE 0 É PÉSSIMO E 5 É EXCELENTE; NS = NÃO SABE). MARQUE APENAS UMA OPÇÃO POR LINHA.

Hierarquia	ITEM	VALORES						
		- - -	- -	-	+	++	+++	
	1. Tamanho da cidade	0	1	2	3	4	5	NS
	2. Paisagem natural	0	1	2	3	4	5	NS
	3. Qualidade do ar	0	1	2	3	4	5	NS
	4. Qualidade da água	0	1	2	3	4	5	NS
	5. Temperatura (externa)	0	1	2	3	4	5	NS
	6. Ventilação natural (externa)	0	1	2	3	4	5	NS
	7. Luminosidade natural	0	1	2	3	4	5	NS
	8. Arborização geral (da cidade)	0	1	2	3	4	5	NS
	9. Pavimentação das ruas	0	1	2	3	4	5	NS
	10. Iluminação noturna das vias	0	1	2	3	4	5	NS
	11. Aparência geral da cidade (estética)	0	1	2	3	4	5	NS
	12. Paisagem construída (arquitetura)	0	1	2	3	4	5	NS
	13. Nível sonoro (ruídos)	0	1	2	3	4	5	NS
	14. Oferta de praças e parques	0	1	2	3	4	5	NS
	15. Limpeza em geral	0	1	2	3	4	5	NS
	16. Saneamento Básico	0	1	2	3	4	5	NS

8 – SENSAÇÕES TÉRMICAS

Você está no exterior há mais de 5 minutos	Sim	
	Não	
Para você neste momento o tempo está:	Muito frio	
	Frio	
	Confortável	
	Quente	
	Muito quente	

Indique as sensações térmicas associadas a sua resposta anterior:		
Condição térmica geral	Adequado	
	Suportável	
	Insurpotável	
Transpiração	Pouca	
	Muita	
Necessidade de abanar-se	De vez em quando	
	Constantemente	
Necessidade de encolher-se	Sim	
	Não	

9 – CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO

Gênero	F		Vestimentas	meia calça		camiseta		blusa grossa	
	M			meia fina		camisa curta		jaqueta/paletó	
Aparência	G			calcinha, sutiã		camisa comprida		calça fina	
	N			cueca		vestido leve		calça grossa	
	M			camiseta de baixo		blusa fina		sapato	
				Outros:					

Atividade	Sentado/deitado		Atividade média em pé	
	De pé/parado		Andando com peso	
	Atividade leve/andando		Correndo	

10 – MEDIÇÕES

Medição realizada	na sombra	
	no sol	
Condições do céu	limpo	
	parcialmente encoberto	
	encoberto	
Temperatura do ar	°C	
Umidade relativa	%	
Velocidade dos ventos	Mín.	m/s
	Máx.	m/s
Direção dos ventos	graus	

OBS.: