

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

LUCIANE TERESA SALVI

**CONTRIBUIÇÕES PARA GESTÃO URBANA:
CORREDORES DE VEGETAÇÃO PARA AVIFAUNA
EM PORTO ALEGRE, RS**

CURITIBA

2008

LUCIANE TERESA SALVI

**CONTRIBUIÇÕES PARA GESTÃO URBANA:
CORREDORES DE VEGETAÇÃO PARA AVIFAUNA
EM PORTO ALEGRE, RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana, do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Letícia Peret Antunes Hardt
Co-orientadora: Profa. Dra. Carla Suertegaray Fontana

CURITIBA

2008

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central

S184c
2008

Salvi, Luciane Teresa

Contribuições para gestão urbana : corredores de vegetação para avifauna em Porto Alegre, RS / Luciane Teresa Salvi ; orientadora, Letícia Peret; Antunes Hardt ; co-orientadora, Carla Suertegaray Fontana. -- 2008. 196 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008
Inclui bibliografia: p. 163-179

1. Arborização urbana. 2. Arquitetura paisagística urbana. 3. Árvores. 4. Ecologia Urbana – Porto Alegre. 5. Meio ambiente. I. Hardt, Letícia Peret Antunes. II. Fontana, Carla Suertegaray. III. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana. III. Título.

CDD 20. ed. – 715.2

Aos meus pais,
Ivo e Maria Lurdes Salvi,
pelo estímulo na jornada pessoal e profissional

AGRADECIMENTOS

À professora Letícia Peret Antunes Hardt, que aceitou me orientar neste projeto, tornando possível o caminho que resultou na elaboração deste trabalho;

À professora Carla Suertegaray Fontana, minha co-orientadora, por se unir a este projeto de forma incansável e valiosa;

À Cristiano Eidt Rovedder, por conduzir com grande dedicação os levantamentos referentes à avifauna;

À Tiago Santos da Silveira, Mariana Lopes Gonçalves e Úrsula Brasil Rasquin do Laboratório de Ornitologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS pelo seu trabalho voluntário nesta pesquisa;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PPGTU, em especial a Harry Alberto Bollmann e Fábio Duarte cujas paixões pela ciência e vida acadêmica servem de inspiração àqueles que têm o privilégio de tê-los como mestres;

À Eraldo Barboza, do Jardim Botânico de Curitiba, pelo auxílio na identificação de exemplares vegetais;

Ao professor João Feliz Duarte de Moraes, Coordenador do Departamento de Estatística da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, pelo assessoramento em questões tão significativas;

À professora Lúcia Mascaró, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que, sem ao menos me conhecer, abriu as portas de sua casa para uma tarde de orientações;

Ao pesquisador Water Voss que, contando de sua paixão pelas aves, me levou ao encontro de minha co-orientadora neste trabalho;

Aos professores Udo Mohr e Júlio Celso Vargas, do Centro Universitário Ritter do Reis, pelas indicações precisas;

Ao professor Carlos Velloso Roderjan, da Universidade Federal do Paraná, pelos questionamentos e identificação de exemplares vegetais;

À professora Rosane Salvi, pelo suporte tecnológico e olhar crítico e científico de quem muito conhece a arte da pesquisa;

À Elói Gavronski e Carmen Von Hoonholtz, ambos da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Alegre – SMAM, por disponibilizarem materiais bibliográficos;

À Carmen Suzana Martins, do laboratório de Botânica da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, pelo empréstimo de bibliografia e pesquisas diversas sobre fenologia vegetal;

Aos professores Ademir Reis (UFSC), Vagner de Araújo Gabriel (UEP), Marco Aurélio Pizo Ferreira (UNISINOS) e Jameson F. Chace (Villanova University), pelo envio de seus artigos;

À Edna de Paula Alves, do Instituto Internacional de Gestão Técnica do Meio Urbano – GTU, pelo auxílio incansável nas questões administrativas do projeto;

À Tahíse Marques, do Curso de Pós-Graduação em Gestão Urbana, pela constante atenção e por tornar a secretaria do PPGTU um local acolhedor;

À José Eduardo Garcia Trintin e Lucas Sgorla de Almeida, do Laboratório de Design do Museu de Ciências e Tecnologia – MCT da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, pela criação e veiculação (internet) de página com informações do projeto;

ÀS INSTITUIÇÕES

Fundação O Boticário de Proteção À Natureza – FBPN, pelo apoio financeiro que tornou possível o desenvolvimento desta pesquisa;

Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico do Paraná, pela bolsa de estudos concedida;

Instituto Internacional de Gestão Técnica do Meio Urbano – GTU, pela representação jurídica do projeto;

Laboratório de Ornitologia do Museu de Ciências e Tecnologia – MCT da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS,

Laboratório de Geoprocessamento e Tratamento de Imagens da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, pelas orientações e empréstimo de suas dependências e equipamentos para o desenvolvimento de etapa do trabalho;

À FAMÍLIA E AMIGAS

Às irmãs, Eliane, Rosane e Rejane, pelos auxílios prestados e por acreditarem em mim;

Ao Artur, que, sem hesitar, me auxiliou em trabalho de campo quando já não havia mais forças;

À Luísa, minha alegria, que me ajudou a tolerar a distância com suas dedicatórias doces e comoventes; ao Gabriel, que é o anjo que ilumina a todos;

Às amigas que encontrei em Curitiba, em especial à Yumi Yamawaki, Juliana Yumi Moriya, Letícia Nerone Gadens, Giseli Ferreira da Rocha e Marlene Wedderhoff, que tornaram minha vida na cidade muito mais feliz;

À amiga Maria Luísa Miranda, pelo apoio incondicional.



The main tasks of conservation biology are to provide the intellectual and technical tools to enable society to anticipate, prevent, and reduce ecological damage, and to generate the scientific information on which effective conservation policies can be designated and implemented.

Michael Soulé and Gordon Orians

As ruas das cidades servem a vários fins além de comportar veículos; e as calçadas – a parte das ruas que cabe aos pedestres – servem a muitos fins além de abrigar pedestres. Esses usos estão relacionados à circulação, mas não são sinônimos dela, e cada um é, em si, tão fundamental quanto a circulação para o funcionamento adequado das cidades.

Jane Jacobs

RESUMO

O túnel verde compreende uma estrutura paisagística peculiar da arborização urbana formada pela união das copas das árvores existentes ao longo das vias. Esta densa arborização viária constrói, visualmente, um maciço linear suspenso sobre as ruas, qualificando o ambiente construído por meio das diversas contribuições geradas pela presença da vegetação. Tomando-se os túneis verdes como elementos centrais da pesquisa, o presente estudo discute algumas questões relacionadas à importância das áreas verdes no ambiente urbano e investiga o possível papel desempenhado por estas estruturas como corredores de biodiversidade, a partir da formulação da hipótese de que os túneis verdes possuem a capacidade de constituir corredores urbanos de vegetação para a avifauna. O objetivo geral do estudo consiste em avaliar a capacidade dos túneis verdes de constituição de tais corredores. Para seu alcance, são aplicados métodos descritivos, exploratórios e analíticos sobre a realidade de Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul, cidade selecionada como estudo de caso. Na pesquisa de campo foram realizados levantamentos tanto para a identificação taxonômica, quantificação e caracterização das espécies vegetais que compõem os túneis verdes e vias controle, quanto para a identificação das espécies de aves encontradas junto a estas vias. Verifica-se a possível existência de ligação física entre os túneis verdes e os espaços de valor ambiental da cidade, estimando-se sua contribuição na permanência da avifauna em ambiente densamente urbanizado. Os resultados encontrados demonstram diferenças significativas entre túneis verdes e vias controle (contatos com as espécies de aves e número de indivíduos) comprovando a hipótese formulada. Entretanto, a baixa diversidade de espécies de vegetais e de aves observada nas vias alerta para a necessidade de implantação de arborização viária mais heterogênea, preferencialmente composta de plantas nativas, contribuindo para o aumento da complexidade da vegetação, fator especialmente importante para a criação de novos habitats para a avifauna. Conclui-se que os projetos de arborização viária devem incluir vegetais de grande porte, formadores de túneis verdes, e que a inserção de corredores de vegetação no tecido urbano pode ocorrer em áreas ainda em expansão ou regiões já consolidadas das cidades, considerando-se, assim, a tipologia de trampolim como alternativa de projeto. As análises quantitativas e qualitativas da vegetação, assim como o emprego do elemento avifauna nas pesquisas, são úteis para estudos da realidade urbana e os procedimentos metodológicos empregados neste trabalho podem ser repetidos em outras cidades, sem qualquer comprometimento dos resultados. A confirmação da hipótese formulada representa mais um componente a ser considerado nas ações de gerenciamento das áreas verdes urbanas e consiste em exemplo de como a interdisciplinaridade, suas lógicas e procedimentos metodológicos distintos agregam contribuições relevantes à gestão urbana, à formação acadêmica e ao fomento de discussões na esfera social, na busca da construção de sociedades éticas e mais equilibradas.

Palavras-chave: Túneis Verdes. Avifauna. Corredores Urbanos de Vegetação. Arborização Viária. Interdisciplinaridade. Gestão Urbana.

ABSTRACT

The green tunnel is a landscape structure specific to urban arborization, formed by the joining of the canopies of trees along the roads. This dense arborization of the roads visually forms a suspended linear mass over the streets, qualifying the environment constructed by the different contributions generated by the presence of vegetation. Based upon an ecological look on the city, the present study discusses a few issues related to the importance of green areas in the urban environment, and investigates the possible role of green tunnels as biodiversity corridors, formulating the hypothesis that the green tunnels can constitute urban plant corridors for birds species. The general objective of the study consists of evaluating the capacity of the green tunnels to form urban plant corridors for birds species. In order to meet this objective, descriptive, exploratory and analytic methods are applied to the reality of Porto Alegre, the capital of Rio Grande do Sul State, the city selected as a case study. In the field research surveys are performed for the taxonomic identification, quantification and characterization of the plant species that compose the green tunnels and control routes, and also to identify the bird species found along these routes. The possible existence of a physical connection between the green tunnels and the environmentally valuable spaces in the city is looked at, seeking to estimate their contribution to the stay of birds in a densely urbanized environment. The results found showed significant differences between green tunnels and control routes (contacts with the bird species and number of individuals), proving the hypothesis formulated. However, the low diversity of plant and bird species observed on the routes calls attention to the need to implement more heterogeneous planting on the streets and roads, preferably consisting of native plants, contributing to increase the complexity of the vegetation, an especially important factor to create new habitats for the birds. It is concluded that the tree-planting projects for the roads should include large plants which will form green tunnels and that the insertion of urban plant corridors in the urban tissue may occur in areas that are still expanding or regions which have already been consolidated in the cities, and the stepping stones typology may be considered as an alternative project. The quantitative and qualitative analyses of vegetation, as well as the use of the bird element in research, are useful to study urban reality, and the methodological procedures employed in this study can be repeated in other cities, without compromising the results in any way. The confirmation of the hypothesis formulated is a further element to be considered in actions to manage the urban green areas and consists in an example of how interdisciplinarity, its different logics and methodological procedures add relevant contributions to urban management, academic training and fostering discussions in the social sphere, seeking to build more ethical and balanced societies.

Key-words: Green tunnels. Avifauna. Urban plant corridors.
Road arborization. Interdisciplinarity. Urban Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Túnel verde existente na Rua Gonçalo de Carvalho, Bairro Independência, Porto Alegre, RS	20
Figura 2 – Esquema dos diferentes níveis de organização biológica	25
Figura 3 – Representação esquemática dos corredores lineares e de paisagem ...	37
Figura 4 – Representação dos elementos básicos necessários para o estabelecimento de corredores de avifauna na região Sudoeste de Ontário – Canadá	39
Figura 5 – Importações e exportações urbanas	46
Figura 6 – Vista do Jardim de Versalhes, França.....	51
Figura 7 – Representação do Ring de Viena.....	52
Figura 8 – Representação esquemática da distribuição das 30 ruas arborizadas, 15 parques urbanos e 13 vias sem vegetação sobre a malha urbana de Madri, Espanha, objetos do estudo sobre avifauna.....	61
Figura 9 – Esquema da tipologia de áreas verdes urbanas	67
Figura 10 – Fluxograma de planejamento da arborização viária.....	73
Figura 11 – Imagens de satélite de Porto Alegre – RS	83
Figura 12 – Mapa de espécies arbóreas predominantes nos bairros antigos de Porto Alegre – RS.....	89
Figura 13 – Mapa de macrozonas do município de Porto Alegre – RS.....	91
Figura 14 – Reportagem veiculada em periódico que noticia a elevação de túnel verde da Rua Gonçalo de Carvalho a <i>status</i> de Patrimônio Cultural, Histórico e Ecológico de Porto Alegre	95
Figura 15 – Reportagem veiculada em periódico que noticia a elevação de túnel verde da Rua Marquês do Pombal a <i>status</i> de Patrimônio Cultural, Histórico e Ecológico de Porto Alegre	95
Figura 16 – Imagens dos jacarandás floridos; ao centro, detalhe de flores de tipuana sobre o passeio	96
Figura 17 – Imagem aérea de parte da Macrozona Cidade Radiocêntrica, Porto Alegre – RS – localização dos túneis verdes e áreas com expressiva vegetação na cidade	98
Figura 18 – Macrozona Cidade Radiocêntrica, Porto Alegre – RS.....	99

Figura 19 – Imagens do túnel verde composto por <i>Jacaranda mimosifolia</i> na Rua da República, Bairro Cidade Baixa, Porto Alegre – RS	100
Figura 20 – Imagem aérea parcial do Bairro Cidade Baixa, Porto Alegre – RS – com situação das vias de estudo.....	101
Figura 21 – Imagens do túnel verde composto por <i>Jacaranda mimosifolia</i> na Rua General João Telles, Bairro Bom Fim, Porto Alegre – RS	103
Figura 22 – Imagem do túnel verde composto por <i>Jacaranda mimosifolia</i> na Rua Tomaz Flores, Bairro Bom Fim, Porto Alegre – RS	103
Figura 23 – Imagem aérea parcial do Bairro Bom Fim, Porto Alegre – RS – com situação das vias de estudo	104
Figura 24 – Imagens do túnel verde composto por <i>Jacaranda mimosifolia</i> na Rua Dona Laura, Bairro Rio Branco, Porto Alegre – RS	105
Figura 25 – Imagem aérea parcial dos Bairros Rio Branco e Moinhos de Vento, Porto Alegre – RS – com situação das vias de estudo.....	106
Figura 26 – Imagem do túnel verde composto por <i>Tipuana tipu</i> na Rua Machado de Assis, Bairro Partenon, Porto Alegre – RS	107
Figura 27 – Imagem aérea parcial do Bairro Partenon, Porto Alegre – RS – com situação das vias de estudo	108
Figura 28 – Imagens de túneis verdes compostos por <i>Platanus acerifolia</i> presentes no Bairro Boa Vista, Porto Alegre – RS	109
Figura 29 – Imagem aérea parcial do Bairro Boa Vista em Porto Alegre – RS	110
Figura 30 – Imagens do túnel verde composto por <i>Tipuana tipu</i> na Rua Gonçalves de Carvalho, Bairro Independência, Porto Alegre – RS	111
Figura 31 – Imagem aérea do túnel verde da Rua Gonçalves de Carvalho, Bairro Independência, Porto Alegre – RS	112
Figura 32 – Modelo de planilha utilizada para registro de amostras de vegetação presentes nos túneis verdes.....	115
Figura 33 – Modelo de planilha utilizada para registro da avifauna presente nos túneis verdes	118
Figura 34 – Exemplo do lançamento de pontos colhidos em campo com <i>GPS</i> (em azul) para avaliação das imagens georreferenciadas no estudo...	125
Figura 35 – Representação esquemática da distribuição das áreas de estudo em Porto Alegre – RS.....	126
Figura 36 – Análise de agrupamento com base na similaridade da abundância da vegetação	131
Figura 37 – Classificação das condições de copa apresentadas pelos vegetais existentes nos túneis verdes e ruas controle.....	133

Figura 38 – Classificação das condições de tronco apresentadas pelos vegetais existentes nos túneis verdes e ruas controle.....	134
Figura 39 – Classificação das condições de tronco apresentadas pelos vegetais existentes nos túneis verdes e ruas controle – análise de exemplares com altura igual ou superior a 6 m.....	136
Figura 40 – Classificação das condições de raiz apresentadas pelos vegetais existentes nos túneis verdes e ruas controle.....	137
Figura 41 – Número de contatos com as espécies de aves nos três pontos de cada via de estudo	146
Figura 42 – Números de indivíduos da avifauna registrados nos três pontos de cada via de estudo	149
Figura 43 – Dendrograma de similaridade de abundância de contatos de aves entre as vias de estudo	152
Figura 44 – Representações da sazonalidade da avifauna encontrada nas vias de estudo.....	155

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exemplos de produtos obtidos da diversidade biológica	27
Quadro 2 – Exemplos de substâncias obtidas a partir da diversidade biológica e com emprego na Medicina	28
Quadro 3 – Categorias de classificação das espécies ameaçadas.....	31
Quadro 4 – Aspectos ambientais estruturais com reflexos sobre a eficiência dos corredores biológicos	34
Quadro 5 – Alguns impactos negativos possíveis resultantes da implantação de corredores biológicos	38
Quadro 6 – Conceitos ecológicos no ambiente urbano.....	44
Quadro 7 – Comparações entre ecossistemas natural e urbano	45
Quadro 8 – Benefícios das áreas verdes urbanas	53
Quadro 9 – Classificação das espécies de avifauna baseada na análise da sua densidade em ambientes natural e urbano.....	60
Quadro 10 – Espécies de aves com ocorrência em Porto Alegre – RS	63
Quadro 11 – Valores estimados dos benefícios gerados pela arborização urbana nos Estados Unidos da América.....	68
Quadro 12 – Espécies vegetais utilizadas em arborização viária.....	75
Quadro 13 – Procedimentos metodológicos relativos aos objetivos específicos da pesquisa	80
Quadro 14 – Exemplos de equipamentos urbanos implantados na cidade de Porto Alegre durante as administrações do Intendente José Montauray (1897-1924)	86
Quadro 15 – Exemplos de equipamentos urbanos implantados na cidade de Porto Alegre durante a administração do Prefeito Loureiro da Silva (1937-1943).....	88
Quadro 16 – Características gerais das macrozonas de Porto Alegre – RS.....	92
Quadro 17 – Localização dos pontos de coleta de dados de avifauna presente nos túneis verdes e controles.....	120
Quadro 18 – Exemplos de alguns problemas encontrados em túneis verdes de Porto Alegre – RS.....	138
Quadro 19 – Exemplos de vegetais não parasitas encontrados sobre exemplares de <i>T. tipu</i> e <i>J. mimosifolia</i> presentes nos túneis verdes	140
Quadro 20 – Espécies de aves registradas pelo estudo: suas famílias, número de contatos e Indivíduos.....	143

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Crescimento das áreas de parques, praças e jardins na cidade de Porto Alegre nos anos 30 e 40, durante a administração do Prefeito Loureiro da Silva	88
Tabela 2 – Parques e unidades de conservação do município de Porto Alegre – RS.....	93
Tabela 3 – Número de exemplares vegetais alvo de levantamentos e sua densidade por via	128
Tabela 4 – Análise qualitativa da vegetação dos túneis verdes e vias controle baseada em porcentagens (%) de avaliações negativas de copas e troncos.....	135
Tabela 5 – Comparativo de porcentagens (avaliações negativas em troncos – ruins) em amostras totais e com seleção de vegetais com altura superior ou igual a 6 m	135
Tabela 6 – Número de aves contatadas nas vias de estudo.....	144
Tabela 7 – Porcentagens de contatos com as espécies de aves nos túneis verdes (n=5).....	147
Tabela 8 – Abundância (nº indivíduos) e distribuição das espécies de aves nas vias de estudo.....	148
Tabela 9 – Porcentagens de aves (número de indivíduos) registradas nos túneis verdes (n=5).....	150
Tabela 10 – Índice Pontual de Abundância (IPA) nas vias de estudo.....	151
Tabela 11 – Número de contato e Índice Pontual de Abundância (IPA) de cada uma das espécies de aves nas vias de estudo	151

LISTA DE SIGLAS

ACT – Alliance for Community Trees

BITMAP – formato de imagem desenvolvido pela Microsoft no qual todos os pixels são representados

BR_UTM_22CA_S – sistema de referência *Datum* Horizontal Córrego Alegre Minas Gerais

CAP – Circunferência à Altura do Peito

CBRO – Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos

CEMAVE – Centro Nacional de Pesquisa para a Conservação das Aves Silvestres

CEO – Centro de Estudos Ornitológicos (Organização Não Governamental cadastrada junto a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo)

CMMAD – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio-92

CNI – Confederação Nacional da Indústria

COMAM – Conselho Municipal do Meio Ambiente (Porto Alegre, RS)

COPEL – Companhia Petroquímica do Sul

CRSSA – Grant F Walton Center for Remote Sensing & Spatial Analysis

EEU – Estrutura Ecológica Urbana

ENAU – Encontro Nacional sobre Arborização Urbana

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations

FISRWG – The Federal Interagency Stream Restoration Working Group

FUNDAÇÃO CIDE – Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro

FUPEF – Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná

GGA – Global Amphibian Assessment Coordinating Team

GIS – Sistema de Informações Geográficas

GPS – Global Positioning System

IAPI – Instituto de Aposentadoria e Pensões dos Industriários

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFUFRGS – Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

IHGRGS – Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Sul

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPA – Índice Pontual de Abundância

IPTU – Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana

IUCN – The World Conservation Union

JPEG – Joint Photographic Experts Group

LANDSAT – Land Remote Sensing Satellite

LATLONG – Coordenadas geográficas de latitude e longitude

MCTPUCRS – Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

MEA – Millennium Ecosystem Assessment

MMA – Ministério do Meio Ambiente

OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômicos

PDAU – Plano Diretor de Arborização Urbana de Porto Alegre

PDDUA – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Porto Alegre

PMPA – Prefeitura Municipal de Porto Alegre

PROAVES – Associação Brasileira para a Conservação das Aves

PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

RASTER – matriz bidimensional formada por pontos individuais (pixels)

RGB – Red, Green, Blue

RMS – Root Mean Squared Difference

SMAM – Secretaria Municipal do Meio Ambiente (Porto Alegre, RS)

UNEP – United Nations Environment Programme

UNILIVRE – Universidade Livre do Meio Ambiente

UTM – Universal Transverse Mercator

WRI – World Resources Institute

WWF – Fundo Mundial para a Natureza

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	BIODIVERSIDADE	23
2.1.1	Estudos sobre diversidade biológica	23
2.1.2	Definição de biodiversidade	24
2.1.3	Importância da diversidade biológica	27
2.1.4	Perda da diversidade biológica	29
2.1.5	Corredores de biodiversidade	32
2.2	AMBIENTE URBANO SOB A PERSPECTIVA ECOLÓGICA	40
2.2.1	Ecologia urbana	42
2.2.2	Biodiversidade urbana	50
2.2.2.1	Flora – Áreas verdes urbanas	50
2.2.2.2	Fauna – Aves no ambiente urbano	57
2.3	GERENCIAMENTO DAS ÁREAS VERDES URBANAS	67
2.3.1	Arborização viária	71
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	78
3.1	ÁREA DE ESTUDO: A CIDADE DE PORTO ALEGRE	83
3.2	SELEÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS – TÚNEIS VERDES E SEUS CONTROLES	97
3.2.1	Rua da República – Bairro Cidade Baixa	100
3.2.2	Ruas General João Telles e Tomaz Flores – Bairro Bom Fim	102
3.2.3	Rua Dona Laura – Bairro Rio Branco	105

3.2.4	Rua Machado de Assis – Bairro Partenon	107
3.3	OBTENÇÃO DE DADOS	113
3.3.1	Obtenção de dados do ambiente urbano	113
3.3.2	Coleta de dados da vegetação	115
3.3.3	Coleta de dados da avifauna	118
3.4	TRATAMENTO DOS DADOS	121
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	123
4.1	AMBIENTE URBANO	124
4.2	VEGETAÇÃO	128
4.3	AVIFAUNA	142
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	160
	REFERÊNCIAS	163
	APÊNDICE A – Planilhas números 1 e 2 com dados coletados da vegetação	180
	APÊNDICE B – Espécies vegetais nativas e exóticas encontradas nos túneis verdes e nos controles	182
	APÊNDICE C – Listagem geral das espécies vegetais	186
	APÊNDICE D – Análise de agrupamento com base na similaridade da abundância da vegetação	188
	APÊNDICE E – Dados coletados da avifauna	190
	APÊNDICE F – Análise de agrupamento com base na similaridade da abundância de aves	194
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	196

1 INTRODUÇÃO

Intitulada "cidade das árvores", Porto Alegre possui aproximadamente um milhão de árvores distribuídas em suas ruas e avenidas, correspondendo a mais de 200 espécies entre nativas regionais e brasileiras, ou ainda originárias de outras procedências (SANCHOTENE et al., 1998).

A valorização deste elemento vegetal pode ser constatada pela adoção da árvore como símbolo ecológico do município por meio da promulgação da Lei Municipal nº 8.245, de 10 de dezembro de 1998 (PORTO ALEGRE, 1998a) e da elaboração do Plano Diretor de Arborização de Vias Públicas (PORTO ALEGRE, 2000), revisado na edição do Plano Diretor de Arborização Urbana de Porto Alegre (PORTO ALEGRE, 2007a). Ambos documentos são de autoria da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Alegre – SMAM e tratam, entre outros assuntos, de métodos para a preservação e manejo das árvores nas cidades e da importância da arborização como valores cultural e ambiental.

De acordo com Sanchotene et al. (1998), desde o século XIX o plantio de árvores nas vias públicas tem integrado programas de planejamento urbano do município. Ao longo das décadas, entretanto, a compreensão do papel da vegetação se transforma, originando diferentes concepções paisagísticas que orientam o trabalho dos técnicos da prefeitura. O resultado, segundo os autores, é a formação pela arborização viária de “conjuntos paisagísticos peculiares [...] que caracterizam estéticas e compreensões de época e determinam a identidade de ruas, avenidas e até bairros inteiros da cidade” (SANCHOTENE et al., 1998, p.133).

Um exemplo deste tipo de conjunto paisagístico, e objeto de estudo desta dissertação, é o túnel verde formado pela densa arborização viária que, ao ser disposta em ambos os lados das vias e com reduzida distância entre espécimes, é responsável pela geração do efeito túnel. Este efeito é resultante do encontro das

copas das árvores que se unificam, formando visualmente um maciço linear suspenso sobre a via urbana (Figura 1).



Figura 1: Túnel verde existente na Rua Gonçalo de Carvalho, Bairro Independência, Porto Alegre, RS

Este tipo de composição arbórea, que interrompe a uniformidade do ambiente construído, contribui para o aumento da qualidade de vida nas cidades. Segundo Mascaró e Mascaró (2002), a vegetação age nos microclimas urbanos e contribui para a melhora da ambiência urbana de diversos modos. A arborização ameniza a radiação solar na estação quente e modifica a temperatura, a umidade relativa do ar e a direção dos ventos, além de atuar como barreira acústica, reduzir a poluição do ar e, quando em grandes quantidades, interferir na frequência das chuvas. Devem ser somados a estes benefícios, os de ordem psicológica, como o bem-estar gerado pelo sombreamento das árvores nas estações quentes, ou aquele resultante da apreciação das características paisagísticas.

Os túneis verdes, além de gerarem benefícios como os descritos anteriormente, podem estar desempenhando outro papel importante: o de conectar áreas verdes que se encontram dispersas na malha urbana.

Cabe ressaltar que esta função de conectividade é própria dos corredores de biodiversidade, que agem facilitando a dispersão de animais e vegetais entre

ambientes isolados, possibilitando a ocupação de novos nichos e aumento do fluxo genético entre os indivíduos. Donoso [200-] afirma ainda que os corredores promovem o crescimento das densidades populacionais em ambientes conectados devido à elevação das taxas de imigração e recolonização das espécies. No caso particular da avifauna, túneis verdes podem servir como região de descanso, nidificação, alimentação e abrigo, auxiliando na perpetuação da população de aves como um todo.

Estudar estes túneis verdes relacionando-os com a avifauna existente é relevante para a cidade, pois como afirma Fontana (2004, p.13):

comunidades de aves urbanas, além de representarem um meio para estudos ecológicos e de conservação para pesquisadores e ambientalistas, têm sido objeto de atenção dos órgãos de gestão, porque ambientes adequados para aves geralmente são considerados de qualidade alta também para a população humana, e o contato com espécies nativas é importante no processo de criação de uma nova consciência sobre a biodiversidade [...].

Assim, a partir de um olhar ecológico sobre a cidade, o presente estudo discute algumas questões relacionadas à importância das áreas verdes no ambiente urbano e à potencialidade dos túneis verdes na constituição de corredores urbanos de vegetação para a avifauna. Para fundamentar tal discussão, estabelece, a partir de revisão bibliográfica, referencial teórico que busca promover reflexões sobre os temas da biodiversidade, do ambiente urbano sob a perspectiva ecológica e do gerenciamento das áreas verdes no contexto da gestão urbana. A pesquisa analisa a constituição vegetal presente nos túneis verdes, a diversidade e composição de espécies de aves que deles se utilizam e elabora, a partir dos resultados obtidos, uma discussão sobre a importância ecológica dos túneis verdes no meio urbano.

Face ao exposto, tem-se como problema da pesquisa: podem os túneis verdes constituir corredores urbanos de vegetação para a avifauna, contribuindo para a permanência de diferentes espécies de aves em ambiente intensamente urbanizado?

Por decorrência, é formulada a hipótese de que os túneis verdes possuem a capacidade de constituir corredores urbanos de vegetação para a avifauna.

Assim, o objetivo geral do estudo consiste em avaliar a capacidade dos túneis verdes de constituir corredores urbanos de vegetação para avifauna, definindo-se, para a sua concretização, os seguintes objetivos específicos:

- a) caracterizar, por meio de análise documental, a estrutura da cidade (macrozonas) e definir a(s) área(s) de estudo a partir da análise de imagens aéreas;
- b) identificar e selecionar os túneis verdes (objeto central da pesquisa) situados na área mais urbanizada de Porto Alegre, por meio de imagens aéreas e posterior conferência no local;
- c) selecionar os trechos viários de controle (possuem características urbanas semelhantes às existentes nos túneis verdes, mas são destituídos de vegetação que produz o efeito de túnel), por meio de imagens aéreas e posterior conferência no local;
- d) caracterizar os tipos vegetais que compõem os túneis verdes e vias controle a partir de estudos em campo com levantamentos no local;
- e) caracterizar, quanto à diversidade e composição, as espécies de avifauna que se utilizam dos túneis verdes, empregando-se técnicas de observação e escuta a campo;
- f) verificar se os túneis verdes desempenham papel de ligação entre áreas de relevância ambiental existentes na cidade, a partir da análise de imagens georreferenciadas das áreas de estudo;
- g) avaliar se estas composições vegetais contribuem para promover a ocupação de ambiente intensamente urbanizado por diferentes espécies da avifauna.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste trabalho está estruturado em três grandes tópicos (biodiversidade, ambiente urbano sob a perspectiva ecológica e gerenciamento das áreas verdes urbanas) com o objetivo de organizar as informações que são consideradas essenciais para a fundamentação da pesquisa e para a elaboração das discussões subseqüentes.

2.1 BIODIVERSIDADE

Os temas relacionados à biodiversidade são aqui abordados em seis tópicos menores, que são individualizados em função da complexidade inerente ao assunto e da necessidade de sistematizar as informações de acordo com o enfoque da pesquisa.

2.1.1 Estudos sobre diversidade biológica

A variabilidade existente entre os organismos vivos é, há muito tempo, alvo de observações e estudos. Na Grécia, o filósofo Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.) dedicou-se, entre várias ciências, às naturais, tendo sido responsável pelo desenvolvimento do primeiro sistema de classificação zoológica e pela elaboração do conceito de organismos inferiores e superiores.

O também grego, e discípulo de Aristóteles, Teofrasto (371 a.C. – 286 a.C.) ocupou-se do estudo dos vegetais, tendo publicado as obras intituladas *De Historia Plantarum* e *De Causis Plantarum*, propondo o primeiro

sistema de classificação de plantas do mundo ocidental. Estes dois filósofos e cientistas são hoje considerados, respectivamente, os pais da zoologia e da botânica (THANOS, 1994).

Na Roma Antiga, o naturalista Plínio (23 d.C. – 79 d.C.) foi o nome de maior destaque entre aqueles voltados às investigações biológicas. Publicou o tratado zoológico e botânico *Naturalis Historia*, a mais completa obra da Idade Antiga sobre os seres vivos e que se constituiu na maior referência da área até o período medieval.

Com o advento do Renascimento, com o desenvolvimento da ciência moderna na Europa, houve acelerada produção e distribuição do saber em todas as áreas. A valorização do homem e a da natureza, somada ao rigor científico, fomentam também as pesquisas em História Natural. Segundo Lewinsohn (2001), dois outros acontecimentos significativos impulsionaram os estudos e as atividades de classificação dos seres vivos: a descoberta de novos continentes, e de uma grande variedade de organismos até então desconhecidos, e a invenção do microscópio (início do século XVII).

O aperfeiçoamento dos sistemas de classificação deu-se então com Lineu (1707-1788), naturalista que publicou, entre outras, a obra *Systema Naturae* e que foi o fundador da taxonomia moderna, elaborando a nomenclatura binomial para a designação de espécies, a qual é utilizada até os dias de hoje. A Taxonomia – estudo, descrição e classificação dos seres vivos – dá origem à respectiva profissão no século XIX, mesmo período em que a Biogeografia se afirma como área de investigação. É da reunião destas duas ciências que surge a idéia de diversidade de espécies (LEWINSOHN, 2001).

2.1.2 Definição de biodiversidade

A palavra biodiversidade possui origem recente, surgindo pela primeira vez em publicação de 1988, na obra intitulada *Biodiversity*, a qual é organizada pelo ecólogo Edward O. Wilson da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos (LEWINSOHN, 2001). Desde então, o termo científico passa a ser utilizado, não somente pelos setores acadêmicos, mas também pela mídia em geral, e torna-se amplamente difundido.

A popularização do vocábulo é acompanhada pelo surgimento de novas e diferentes interpretações, as quais contribuem para dificultar a construção de uma definição precisa. Em função disto, Haila e Kouki (1994) consideram que biodiversidade não representa um conceito, mas um termo abstrato que deve ser analisado de acordo com o contexto em que é empregado, uma vez que adquire diferentes significados conforme a abordagem construída. Tratando o termo de modo simplificado, sob o ponto de vista do conservacionismo, implica na proteção de espécies e ecossistemas; na visão da economia, representa o valor monetário que os espécimes e seus produtos possuem; sob a ótica da administração, refere-se às metodologias e estratégias de gerenciamento dos recursos naturais; no enfoque da ética, envolve as relações do homem com a natureza.

Outro fator que contribui para tornar complexa a elaboração de um conceito sobre biodiversidade é seu aspecto genérico, uma vez que o termo é aplicado para descrever a variabilidade entre os diferentes níveis de organização biológica (Figura 2).

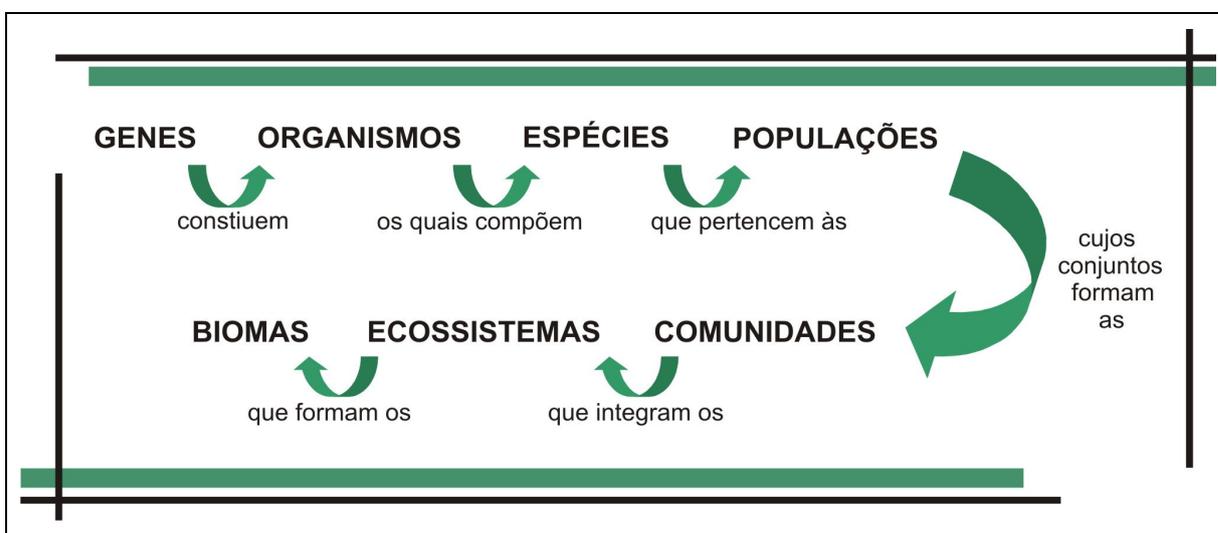


Figura 2: Esquema dos diferentes níveis de organização biológica
Fonte: Elaborada com base em Odum (1988).

Entretanto, as implicações desta variabilidade extrapolam a simples reunião dos componentes citados. A organização e, principalmente, as interações que são estabelecidas nestes diferentes níveis são igualmente fundamentais (HAILA; KOUKI, 1994; LEWINSOHN, 2001).

O termo, além de ser utilizado para referir-se a estes múltiplos níveis de organização biológica (genes, população, comunidades etc.), pode ainda ser

associado a qualquer escala geográfica (local, regional ou global). A importância de se considerar este aspecto reside no fato de que uma mesma situação poderá ter repercussões variadas quando analisada nestas diferentes escalas. A introdução de espécies exóticas em um ecossistema, por exemplo, aumenta a diversidade local, uma vez que mais espécies irão fazer parte de sua composição. Porém, haverá diminuição da diversidade global, pois este ecossistema que recebe espécies exóticas se aproximará em similaridade de composição de espécies aos demais (MEA, 2005).

Os aspectos abordados explicam as razões da dificuldade de se construir uma conceituação em torno do termo biodiversidade. Algumas definições, entretanto, são explicitadas a seguir.

A diversidade biológica refere-se ao número de espécies encontradas em uma determinada área ou região e inclui a medida da variedade de espécies dentro de uma comunidade, considerando a abundância relativa de cada uma delas (RICKLEFS, 1990¹ apud FISRWG, 1998, p.78).

Diversidade biológica significa a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte, compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas (CMMAD, 1992²).

Haila e Kouki (1994) definem ainda biodiversidade como uma propriedade inerente da natureza, a qual mantém a variação natural nas diversas escalas do sistema ecológico, constituindo-se tanto no material bruto que provê a base para adaptações ao meio, viabilizando o processo evolutivo, como em um “tampão” que fomenta a resiliência do sistema contra perturbações e distúrbios inesperados.

É importante ressaltar que distúrbios são fenômenos recorrentes no meio urbano, o que torna fundamental a relação entre diversidade e resiliência neste ambiente. Segundo Niemelä (1999), devido a sua importância, a manutenção da biodiversidade, de populações até ecossistemas, deve se constituir em princípio condutor do planejamento urbano.

¹ Ver RICKLEFS, R. E. **Ecology**. New York: W. H. Freeman, 1990.

² Sem paginação.

2.1.3 Importância da diversidade biológica

A biodiversidade é a base de todos os serviços prestados pelos ecossistemas, aos quais o bem-estar humano está intimamente ligado. O ar respirável, a água potável, a fertilidade dos solos, a fartura dos mares, a regulação do clima, o controle biológico de doenças e pragas e vários outros serviços prestados pelos ecossistemas são manifestações da vida sobre a Terra (MEA, 2005). A conservação da diversidade biológica é essencial para a estruturação destes serviços, para a manutenção da resiliência dos ecossistemas frente às alterações do ambiente e para o provimento de opções para o futuro por meio do banco genético que representam os organismos vivos.

Valores culturais também estão associados à biodiversidade, pois aspectos estéticos, espirituais, educacionais e recreativos compõem igualmente a gama de serviços prestados pela diversidade biológica.

Sob o ponto de vista econômico, existem muitos produtos que são extraídos e desenvolvidos a partir dos seres vivos e cujo valor pode ser dividido em duas categorias (OCDE, 2003): usos extrativos diretos, que incluem alimentos, plantas e outros produtos de valor comercial (Quadro 1), e usos não-extrativos diretos, que incluem os serviços proporcionados pela utilização de substâncias obtidas a partir dos organismos ou da manipulação do seu material genético, como, por exemplo, para o desenvolvimento de novos fármacos (Quadro 2).

(continua)

TIPO DE ECOSSISTEMA	PRODUTO
Agrícolas	cultivos para a produção de alimentos
	cultivos para a produção de fibras
	outros cultivos (energia, forragem etc.)
De água doce	peixes para alimentação
Costeiros	peixes, moluscos e algas para alimentação
	farinha de peixe para ração animal
	algas para uso industrial

Quadro 1: Exemplos de produtos obtidos da diversidade biológica
Fonte: Organizado com base em OCDE (2003).

(conclusão)

TIPO DE ECOSSISTEMA	PRODUTO
Florestais	madeira para construção civil, papel, mobiliário etc.
	madeira para combustível
	produtos florestais não madeireiros
	extração de mel, frutos, cogumelos e plantas para alimentação
De pastagens	criação animal para alimento, fornecimento de peles e couros
	produção de fibras para uso industrial

Quadro 1: Exemplos de produtos obtidos da diversidade biológica

Fonte: Organizado com base em OCDE (2003).

	PRODUTO	ORIGEM	UTILIZAÇÃO
F Á R M A C O S	Citarabina	animal - <i>Cryptotheca crypta</i>	agente indutor de remissão de Leucemia Mielocítica Aguda
	Quinino	vegetal - <i>Cinchona officinalis</i>	base das drogas cloroquina e mefloquina - antimaláricas
	Artemisinim	vegetal - <i>Artemisia annua</i>	agente antimalárico
	Morfina	vegetal - <i>Papaver somniferum</i>	desenvolvimento de analgésicos sintéticos
	Taxol (paclitaxel)	vegetal - <i>Taxus brevifolia</i>	indução de remissão de diversos tipos de câncer, como o ovariano, de pulmão, de mama e melanomas
	Penicilinas e Cefalosporinas	fúngica - <i>Penicillium notatum</i> ; <i>Cephalosporium acremonium</i>	ação antimicrobiana (antibióticos)
	Estreptomicina	bacteriana - <i>Streptomyces griseus</i>	combate à tuberculose

Quadro 2: Exemplos de substâncias obtidas a partir da diversidade biológica e com emprego na Medicina

Fonte: Organizado com base em Chivian (2001; 2003).

Outro aspecto de grande utilidade da diversidade biológica e de valor incalculável consiste na sua aplicação em modelos de pesquisa que auxiliam a elucidar os mecanismos da fisiologia humana e a compreender a dinâmica das doenças que afetam a humanidade. Chivian (2001) aborda este assunto e trata do valor do conhecimento dos processos fisiológicos de alguns animais, vertebrados e invertebrados, e o potencial representado por tais descobertas. Como exemplo, o autor cita a importância de se compreender o mecanismo que impede a reabsorção óssea em ursos para o desenvolvimento de novos modelos de prevenção e

tratamento da osteoporose em humanos; de se aprender sobre o controle genético do metabolismo da glicose em nematelmintos como *Caenorhabditis elegans* para desenvolver novos tratamentos para doenças como diabetes, obesidade, doenças auto-imunes e envelhecimento. A perda das espécies representa, sob este ponto de vista, a extinção da possibilidade de descoberta de novos produtos medicinais e de modelos para a pesquisa médica, os quais poderiam contribuir de forma substancial na melhoria e prolongamento da vida humana.

A biodiversidade possui também um valor que lhe é intrínseco, entretanto subjetivo, e que não pode ser medido sob uma visão meramente econômica ou utilitária. Ele reside na beleza de seus indivíduos e de suas complexas relações, bem como na sua raridade, elementos que são próprios do mundo natural.

2.1.4 Perda da diversidade biológica

Nenhum processo na Terra supera em complexidade, variedade e dinamismo a organização e interação dos seres vivos e nenhum outro elemento vem experimentando mudanças mais dramáticas em consequência das ações humanas que a biodiversidade do planeta. Atualmente, estima-se que 20% dos recifes de corais existentes nos mares já foram destruídos e outros 20% estão sendo degradados; que 12% das espécies de aves, 23% de mamíferos, 25% de coníferas e 32% de anfíbios (número subestimado) estão sob ameaça de extinção, representando um aumento nas taxas de extinção das espécies por volta de 1.000 vezes aos percentuais até então registrados na história da Terra (MEA, 2005).

Embora a morte de indivíduos menos adaptados frente às mudanças do meio e processos de competição represente um mecanismo natural, que compõe parte do processo evolutivo das espécies, não há como negar que a interferência das ações humanas tem intensificado a velocidade com que estas extinções vêm ocorrendo e que este processo de origem antrópica não é promotor de qualquer tipo de evolução.

A eliminação de uma espécie, como resultado da supremacia de outra, mais adaptada em função de seu genótipo, faz surgir novas possibilidades de interações ecológicas que, no ambiente natural, se auto-regulam. Porém, quando a origem da força que fomenta o processo de seleção é humana, o que ocorre é a

morte pura e simples de indivíduos, populações ou espécies. Nenhum organismo substitui aquele eliminado e o respectivo nicho ecológico que era anteriormente ocupado é deixado vago, gerando conseqüências que atuam cumulativamente. Cabe ressaltar que, no ambiente natural, as espécies desenvolvem interações que, na grande maioria das vezes, são imperceptíveis aos olhos humanos. Somente os resultados destas relações são visíveis: o equilíbrio ecológico e a estabilidade dos ecossistemas são apreciados, mas as relações que promovem este equilíbrio dinâmico permanecem, em muitos casos, desconhecidas. O desconhecimento, por sua vez, gera descaso, o que é fatal para espécies vulneráveis.

De acordo com o relatório da Estratégia Global da Biodiversidade (WRI; IUCN; UNEP, 1992), existem seis fatores principais que promovem a perda da biodiversidade no planeta:

- a) as insustentáveis altas taxas do crescimento demográfico e do consumo de recursos naturais;
- b) a especialização progressiva na comercialização de produtos agrícolas, florestais e pesqueiros;
- c) a existência de sistemas econômicos e políticos que não atribuem o devido valor ao ambiente e seus recursos;
- d) a desigualdade na distribuição da propriedade e na gestão e fluxo dos benefícios advindos do uso e da conservação de recursos biológicos;
- e) as deficiências na compreensão dos ecossistemas naturais e seus componentes, além das falhas nas aplicações do conhecimento disponível;
- f) as ações de sistemas jurídicos e institucionais que promovem a exploração insustentável dos recursos naturais.

No ambiente natural, o resultado destas ações se traduz em relevantes impactos negativos, dentre os quais pode-se citar: a deterioração e fragmentação dos habitats, decorrentes, por exemplo, da expansão da agricultura e construção de barragens; a introdução de espécies exóticas, as quais podem atuar como novos predadores, competidores ou patógenos; a exploração excessiva de espécies vegetais e animais com finalidades de consumo, aquisição para estimação, simples curiosidade ou artigos de coleção; a poluição do solo, água e atmosfera; a

transformação das plantações em monoculturas e dos rebanhos em grupos genéticos homogêneos; e o aquecimento global, que, além de induzir a morte de indivíduos com menores capacidades de adaptação, promoverá a necessidade de redistribuição das espécies para novos habitats, o que não será, na maior parte dos casos, possível (WRI; IUCN; UNEP, 1992).

Preocupada com a intensidade com que estes fenômenos ocorrem em nível global e com a rapidez com que os mesmos promovem o desaparecimento de espécies animais e vegetais, a The World Conservation Union – IUCN desenvolveu a lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção, juntamente com um sistema de classificação claro e objetivo a ser adotado mundialmente para enquadrar as espécies nas diferentes categorias de risco (IUCN, 2001). Estas categorias de ameaças e suas definições são apresentadas no Quadro 3.

CATEGORIA	CRITÉRIO UTILIZADO
Extinto – Extinct (EX)	um táxon é considerado extinto quando não existem dúvidas sobre a morte do último indivíduo
Extinto na Natureza – Extinct in the Wild (EW)	o táxon só sobrevive em cultivo ou em cativeiro
Criticamente em Perigo – Critically Endangered (CR)	o táxon sofre risco extremamente alto de ser extinto na natureza
Em Perigo – Endangered (EN)	o táxon, de acordo com critérios específicos, sofre risco muito alto de ser extinto na natureza
Vulnerável – Vulnerable (VU)	o táxon, de acordo com critérios específicos, sofre risco alto de ser extinto na natureza
Quase Ameaçadas – Near Threatened (NT)	o táxon não se enquadra nas categorias anteriores, mas está perto de se enquadrar, ou num futuro próximo deverá ser enquadrado, caso não sejam tomadas medidas de conservação
Não Ameaçadas – Least Concern (LC)	o táxon não se enquadra nas categorias anteriores
Dados Insuficientes – Data Deficient (DD)	o táxon não possui informações adequadas para que seja possível estimar seu grau de ameaça; pode ser estudado e ter sua biologia conhecida, porém faltam informações sobre sua abundância e/ou distribuição
Não Avaliado – Not Evaluated (NE)	o táxon ainda não foi avaliado segundo os critérios descritos

Quadro 3: Categorias de classificação das espécies ameaçadas
Fonte: Adaptado de IUCN (2001).

2.1.5 Corredores de biodiversidade

O conceito de corredor de biodiversidade, também conhecido como corredor ecológico ou biológico, foi criado para designar as áreas de vegetação que ampliam o grau de conectividade entre os habitats e os ecossistemas em várias escalas. Podem unir unidades de conservação, reservas, áreas de preservação permanente ou quaisquer outros espaços que ainda mantenham características naturais preservadas (ANDERSON; JENKINS; MAY, 2003).

De acordo com a legislação brasileira – Lei nº 9.985 de 2000, artigo 2º, XIX –, os corredores ecológicos recebem a seguinte definição (BRASIL, 2000):

Porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais.

Na restauração ambiental, os corredores ecológicos podem se estender desde a escala de pequenos projetos de recomposição florestal, conduzidos por comunidades locais, até programas de abrangência continental. Esta questão da escala é particularmente importante e distingue este instrumento de conservação dos demais, uma vez que as práticas anteriores tendiam a focar exclusivamente as áreas protegidas, sem considerar a paisagem maior da qual são partes integrantes (ANDERSON; JENKINS; MAY, 2003). Os corredores surgem, então, como forma de gestão dinâmica e inovadora, constituindo um instrumento de reconexão entre habitats isolados pela ação humana e uma solução estratégica para a conservação da biodiversidade (PILLOTO, 2003).

Esta ação dos corredores, de aumento de conectividade entre ambientes isolados, é essencial para permitir o movimento dos organismos entre os fragmentos e amenizar um dos vários aspectos negativos resultantes da fragmentação dos ecossistemas: o enfraquecimento das espécies em decorrência de endocruzamentos. É importante lembrar que os indivíduos da fauna que ocupam ambientes isolados, e que estão impedidos de se locomover até novas áreas, são obrigados a se reproduzir com um número restrito de indivíduos, aumentando as chances de cruzamentos entre animais consangüíneos. Este processo endogâmico

(cruzamento entre indivíduos da mesma família) promove o enfraquecimento da espécie como um todo, uma vez que aumenta a probabilidade da expressão de genes recessivos causadores de doenças. A diminuição da variabilidade genética, também resultante deste processo, determina o decréscimo na capacidade de adaptação das espécies nos diferentes ecossistemas, comprometendo o sucesso da população de sobreviver às alterações ambientais.

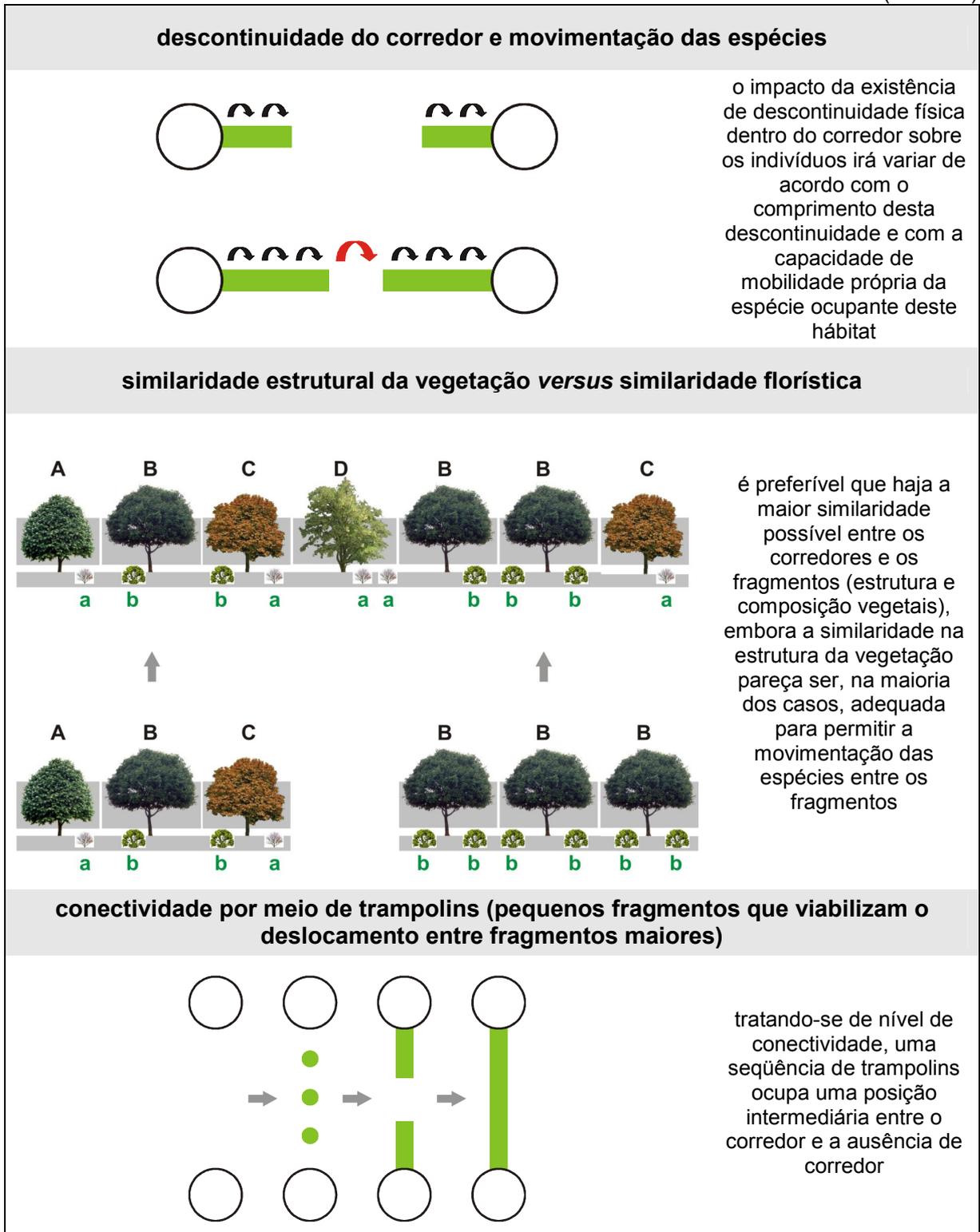
Este enfraquecimento intraespecífico não é exclusivo das espécies animais. A flora também fica sujeita a endogamia – polinizações endogâmicas –, uma vez que os agentes polinizadores se encontram igualmente ilhados nas mesmas áreas e o vento possui capacidade dispersora limitada. De forma semelhante, a dispersão de sementes sofre com esta restrição espacial, ficando confinada às áreas em que seus dispersores têm acesso (PILLOTO, 2003; REIS, 2003a). Assim, os corredores biológicos adquirem importância por permitirem a migração das espécies e a recolonização de uma população por novos indivíduos, o que gera a renovação gênica fundamental para reduzir as depressões populacionais resultantes da consangüinidade (CREEL, 2005). O sucesso da implantação de um corredor, entretanto, varia de acordo com diversos aspectos relacionados com as características próprias dos organismos e com os fatores ambientais.

Vários são os elementos intrínsecos dos seres vivos que devem ser considerados para a realização de uma análise da eficiência do corredor. Questões fundamentais a serem abordadas são: quais as espécies são objeto de avaliação, como é a sua capacidade de dispersão, se são especialistas de hábitat e qual é o seu nível trófico, entre outras. Partindo-se destas considerações, é possível se observar que um mesmo corredor apresentará vários níveis de eficiência para as diferentes espécies, pois as populações respondem de modos diversos ao processo de isolamento. Espécies com baixa capacidade de dispersão, por exemplo, estarão mais isoladas que aquelas que apresentam grande mobilidade, uma vez que estas podem perceber a paisagem funcionalmente conectada, mesmo que exista elevado grau de fragmentação (DONOSO, [200-]).

A avaliação de aspectos ambientais é outro fator igualmente importante para se estimar a eficiência de um corredor biológico. Entre as características que devem ser consideradas estão: as dimensões das áreas fragmentadas, seu nível de isolamento, a heterogeneidade da vegetação, a diversidade de hábitats e o efeito de borda, este último resultante da interação de ecossistemas adjacentes separados

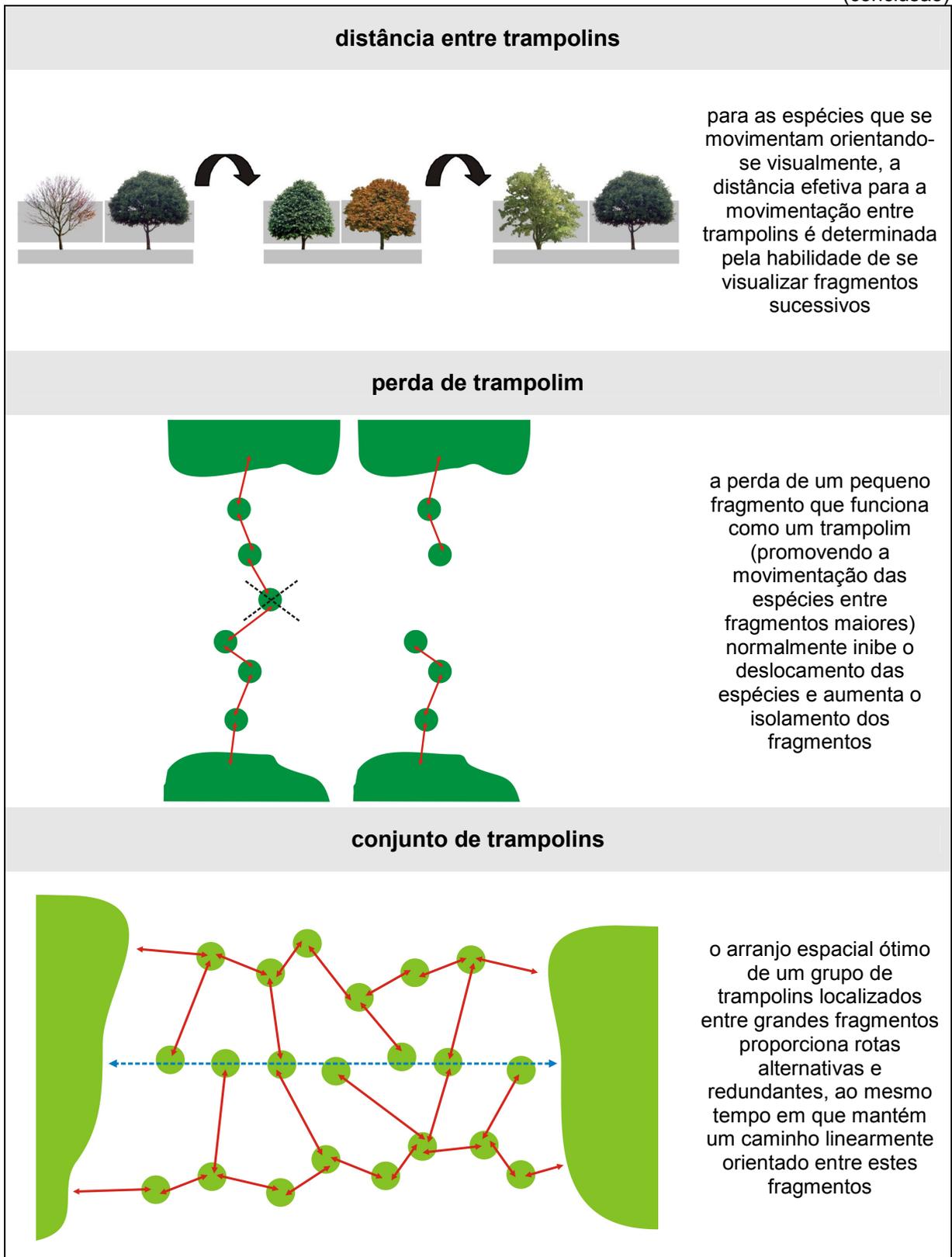
por transição abrupta (GIMENES; ANJOS, 2003). Alguns destes itens são demonstrados esquematicamente no Quadro 4.

(continua)



Quadro 4: Aspectos ambientais estruturais com reflexos sobre a eficiência dos corredores biológicos
 Fonte: Elaborado com base em Dramstad, Olson e Forman (1996).

(conclusão)



Quadro 4: Aspectos ambientais estruturais com reflexos sobre a eficiência dos corredores biológicos
 Fonte: Elaborado com base em Dramstad, Olson e Forman (1996).

Os corredores podem ser divididos em três categorias distintas conforme suas ações (FORMAN, 1995³ apud KARPATI, 2003):

- a) corredor de hábitat – elemento paisagístico linear que fornece estrutura para a sobrevivência, natalidade e movimento das espécies, podendo servir como seu hábitat permanente ou temporário;
- b) corredor facilitador de movimento – elemento paisagístico linear que permite a sobrevivência e o movimento das espécies entre fragmentos, porém não necessariamente oferece condições para a natalidade;
- c) corredor filtro ou de barreira – elemento paisagístico linear que bloqueia (ação de barreira) ou impede seletivamente (ação de filtro) o fluxo de energia, nutrientes minerais ou espécies; este tipo de corredor atua diminuindo a conectividade entre fragmentos.

Outra classificação possível relaciona-se com a forma espacial apresentada pelo corredor, a qual é utilizada como critério para dividi-los em dois grupos (ANDERSON; JENKINS; MAY, 2003):

- a) corredores lineares – estabelecem ou mantêm conexões únicas entre habitats maiores ao longo de eixos longitudinais, estendendo-se por distâncias de até 10 km (Figura 3, item a);
- b) corredores de paisagem – mantêm ou estabelecem conexões multidirecionais na paisagem e podem estender-se sobre áreas de milhares de quilômetros (Figura 3, item b).

³ Ver FORMAN, R. T. T. **Land mosaics**: the ecology of landscapes and regions. Cambridge: University Press, 1995.

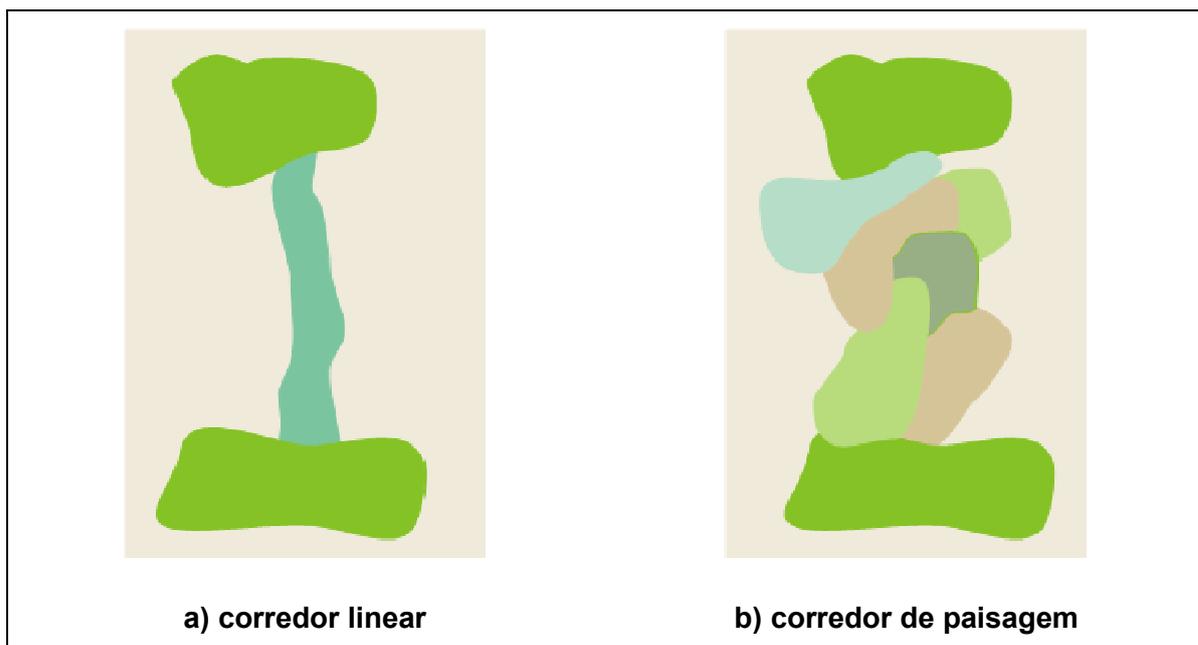


Figura 3: Representação esquemática dos corredores lineares e de paisagem
Fonte: Elaborada com base em Anderson, Jenkins e May (2003).

Embora o conceito de corredor biológico e suas classificações tenham sido desenvolvidos tomando como objeto o meio natural, é crescente a sua aplicação em ambientes rurais ou urbanizados. Gabriel e Pizo (2005) demonstram que as cercas-vivas, estreitas faixas de vegetação criadas originalmente para manter o gado no pasto, realizam o papel de corredores de deslocamento para seis espécies de aves de hábitos florestais ou semiflorestais, mostrando a versatilidade de aplicação deste conceito. Em cidades, as ruas arborizadas funcionam potencialmente como corredores, permitindo a certas espécies, especialmente as aves que se alimentam e nidificam em árvores, uma alternativa de hábitat (FERNÁNDEZ-JURICIC, 2000).

Hilty, Lidicker Jr. e Merenlender (2006) concordam com estes pesquisadores ao afirmarem que elementos da paisagem que possuem a capacidade de promover a conectividade são de fato corredores, mesmo que tenham sido implementados com outras finalidades, como é o caso da vegetação presente ao longo das rodovias, das cercas-vivas, dos cinturões verdes e das ruas arborizadas, entre outros. Entretanto, ressaltam que especial atenção deve ser dada ao fato de que “constituir” um corredor não é garantia de “funcionar” como corredor. Vários aspectos devem ser considerados para que estes elementos lineares de paisagem construídos pelo homem, e que são diferentes do ambiente natural em

estrutura, configuração e tamanho, não promovam uma série de efeitos negativos como os apresentados no Quadro 5.

ASPECTO NEGATIVO	EM DECORRÊNCIA DE
Submissão do corredor a efeitos de borda	condições abióticas adversas ruídos e iluminação artificial oriundos da matriz adjacente ausência de potenciais dispersores aumento do risco de predação aumento dos riscos de parasitismo ou doenças competição de espécies exóticas
Declínio da comunidade	eficácia de corredor espécie-específica hábitat, comprimento, largura inapropriados de corredor perda de relações de mutualismo perda de fontes de alimento estreitamentos e lacunas existentes no corredor
Invasão por espécies exóticas	provenientes da matriz circundante provenientes de outros fragmentos
Invasão por espécies nativas deletérias	predadoras parasitas competidoras
Impactos demográficos	rota de fuga de dispersores aumento da exposição à depredação humana
Impactos sociais	inadequação para a dispersão de um grupo social inibição de movimentação por espécies territorialistas
Impactos genéticos	perda de adaptação local queda da natalidade hibridização entre unidades taxonômicas
Conflitos entre objetivos científicos	objetivos de curto prazo X sustentabilidade de longo prazo estratégias de conservação alternativas necessidades das espécies alvo X manutenção de comunidades
Impactos econômicos	custos de aquisição e construção custos de manutenção custos de monitoramento impactos negativos não previstos na matriz adjacente

Quadro 5: Alguns impactos negativos possíveis resultantes da implantação de corredores biológicos
Fonte: Adaptado de Hilty, Lidicker Jr. e Merenlender (2006).

O planejamento de corredores em ambientes naturais ou urbanos deve considerar a possibilidade de ocorrência destes efeitos prejudiciais resultantes de sua implantação, ao mesmo tempo em que determina o nível de biodiversidade que se busca preservar, a escala espacial de intervenção e os objetivos que se procuram alcançar. O nível de biodiversidade compreende os indivíduos de uma espécie em particular, várias espécies, comunidades ou os elementos de uma paisagem como um todo; a escala espacial pode ser local, regional ou continental; os objetivos podem consistir na promoção de movimento diário ou sazonal, na dispersão de indivíduos e na constituição de condições de hábitat, entre outros (HILTY; LIDICKER Jr.; MERENLENDER, 2006).

Segundo estes autores, são preferíveis a identificação e a manutenção de corredores antes da ocorrência do processo de fragmentação; entretanto, isto não é possível em várias situações, especialmente em áreas urbanizadas. Nestes ambientes é necessário criar ou restaurar corredores no intuito de manter espécies ou comunidades na região, devendo-se optar por um processo passivo ou ativo de recuperação. Neste último, os planejadores devem considerar as necessidades da fauna e da flora, como as condições para o crescimento dos vegetais, fontes de alimentos e locais de abrigo e refúgio para os animais (Figura 4).

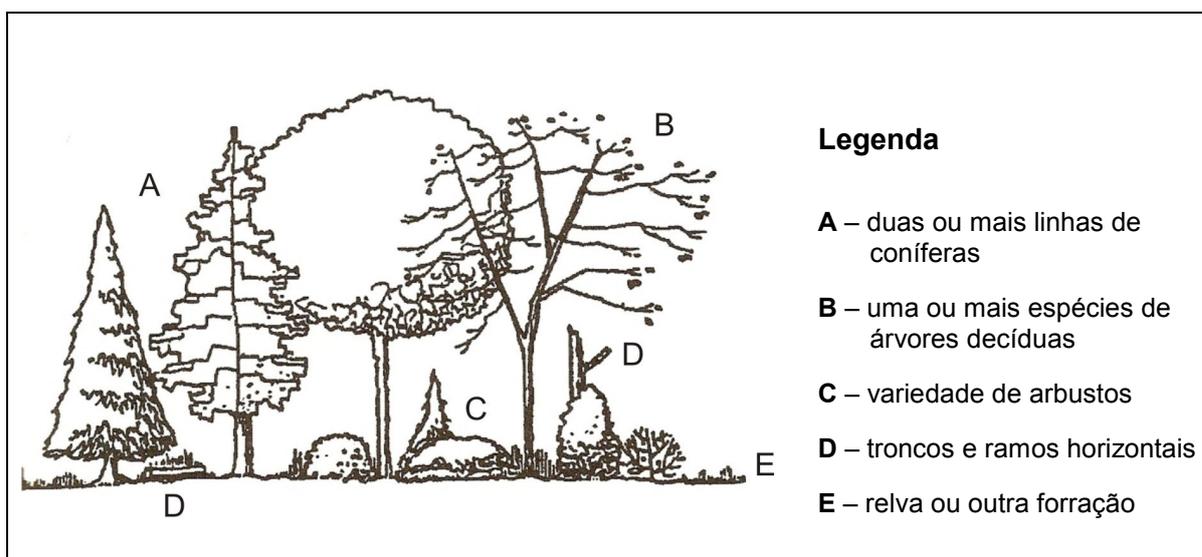


Figura 4: Representação dos elementos básicos necessários para o estabelecimento de corredores de avifauna na região Sudoeste de Ontário – Canadá

Fonte: Adaptada de Fleury e Brown (1997⁴) apud Hilty, Lidicker Jr. e Merenlender (2006).

⁴ Ver FLEURY, A. M.; BROWN, R. D. A framework for the design of wildlife conservation corridors with specific application to southwestern Ontario. **Landscape and Urban Planning**, Elsevier, v. 37, p. 163-186, 1997.

2.2 AMBIENTE URBANO SOB A PERSPECTIVA ECOLÓGICA

A gestão da cidade do século XXI representa um importante desafio aos administradores públicos. Isso se deve, em parte, à complexidade dos agrupamentos urbanos e ao seu acelerado crescimento, acompanhado do aumento dos problemas de origens estruturais e sociais.

Compreender os fatores que direcionam e estimulam esse crescimento, analisando necessidades, carências, vocações, objetivos e valores, entre vários outros aspectos, é fundamental para que seja possível administrar os conflitos existentes nas cidades e minimizar o surgimento de novos. O adequado processo de gestão da cidade se torna viável a partir da compreensão das questões urbanas por meio de estudos que abordem as inter-relações dos tecidos espacial e social, envolvendo, naturalmente, aspectos multidisciplinares (TSIOMIS, 1994).

Souza (2003) vai um pouco além desta posição, afirmando que um dos aspectos essenciais ao planejamento e gestão urbanos relaciona-se à interdisciplinaridade, a qual pressupõe intensa e coordenada cooperação dos especialistas sobre a base de uma finalidade e problemática comuns. Segundo o autor, a multidisciplinaridade envolve apenas a união de conhecimentos disciplinares diversos sem a existência desta cooperação.

Lefebvre (1999, p. 53) fala da dificuldade de se analisar o fenômeno urbano e da necessidade de se passar "da fenomenologia à análise, bem como da lógica à dialética" para a realização de estudos na área. O fenômeno urbano se apresenta como uma realidade mundial, a qual não pode ser apreendida de forma imediata, e deve ser estudada em níveis sucessivos em direção a um todo global.

O processo de urbanização configura-se, assim, num tema relevante para estudos interdisciplinares, uma vez que envolve muitos atores e contextos históricos e culturais diversificados.

A cidade pode e deve ser estudada sob óticas diferentes. As análises realizadas pelos diversos campos da ciência proporcionam avaliações e conclusões distintas, ajudando a compor o entendimento sobre as partes de um processo complexo global. Assim, o meio urbano pode ser visto sob o olhar da sociologia, já que é um ambiente onde têm lugar as relações humanas; da arquitetura, já que compreende os espaços que interferem nestas relações; das engenharias, pois sua construção e funcionamento envolvem aspectos técnicos; da história, já que é um

ambiente físico onde a dimensão tempo se manifesta; da ecologia, pois as ações impactantes deste ambiente construído modificam o meio natural (SALVI et al., 2007a).

Cada área do conhecimento, de aplicação teórica ou prática, deve manter seus métodos para estudar a situação urbana; entretanto, este fenômeno não pode ser descrito ou controlado por lógicas disciplinares. Os resultados satisfatórios serão possíveis a partir da **articulação** das diferentes lógicas próprias de cada disciplina, em função da complexidade inerente ao processo urbano (TSIOMIS, 1994).

John Celesia e Manuel Castells, por exemplo, são autores que discutem o fenômeno urbano, porém elaboram análises completamente distintas sobre a questão dos **fluxos** existentes neste meio.

Celesia (2003) afirma que a cidade é um sistema aberto, em função dos fluxos, interações e trocas existentes, particularmente em relação a outros ecossistemas. Faz especial referência às matérias-primas que sustentam o consumo dos ambientes urbanos, salientando a importância destes fluxos de matéria e trocas energéticas para a subsistência destes espaços de origem antrópica.

Em contrapartida, Castells (1999) traça considerações sobre a nova forma da cidade – informacional, a qual não representa uma forma propriamente dita, mas um processo caracterizado pelo predomínio estrutural do espaço de fluxos. A nova sociedade, segundo o autor, está construída em torno de fluxos de capital, informação, tecnologia, imagens, sons e símbolos, constituindo “a expressão dos processos que dominam nossa vida econômica, política e simbólica” (CASTELLS, 1999, p. 436).

Estas abordagens demonstram como o processo de urbanização representa um amplo tema de estudo, de repercussões e interpretações diversificadas e complexas. Esta complexidade, por sua vez, exige a cooperação interdisciplinar para a promoção do entendimento deste fenômeno, mas, como afirma Lefebvre (1999, p.57), "cada especialidade deve levar a utilização de seus próprios recursos até o limite para atingir o fenômeno global, mas nenhuma dessas ciências pode pretender esgotá-lo".

2.2.1 Ecologia urbana

A palavra ecologia foi criada pelo biólogo alemão Ernst Haeckel em 1869 e tem origem nos termos gregos *oikos* e *logos*, que significam “casa” e “estudo”, respectivamente. Segundo Odum (1988, p.1), “o estudo do *ambiente da casa* inclui todos os organismos contidos nela e todos os processos funcionais que a tornam habitável”.

O significado do termo ecologia, entretanto, se transformou ao longo dos anos. A ciência adquiriu novas concepções, as quais, de acordo com Haila e Levins (1992⁵ apud NIEMELÄ, 1999), podem ser organizadas da seguinte maneira:

- a) ecologia como ciência;
- b) ecologia como natureza;
- c) ecologia como idéia;
- d) ecologia como movimento.

A ecologia como **ciência** investiga os fluxos de matéria e energia, a distribuição e a abundância dos organismos; como **natureza**, é vista como fonte de recursos para os seres humanos; como **idéia**, caracteriza-se como um conceito que relaciona a existência do homem à ciência – Ecologia Humana; como **movimento**, diz respeito às atividades políticas ligadas aos fenômenos ambientais.

O conceito de urbano, por sua vez, extrapola as questões territoriais e espaciais próprias do ambiente construído das cidades, envolvendo, além do meio físico, as formas e as articulações dos tecidos social e espacial (TSIOMIS, 1994). Para Lefebvre (1999), o espaço urbano supõe a concentração de tudo que há no mundo (elementos naturais e antrópicos) e no cosmos – obras humanas, produtos derivados da indústria, frutos da terra, objetos, instrumentos, atos, situações, signos e símbolos, representando um ambiente concentrado e multicêntrico.

Historicamente, a **aproximação** da ciência ecologia com o fenômeno urbano se deu em dois campos: o meio ambiente começou a integrar a literatura destinada aos fenômenos urbanos e as cidades passaram a ser incluídas em estudos teóricos ambientais (LEITMANN, 1999). Segundo o autor, geógrafos,

⁵ Ver HAILA, Y.; LEVINS, R. **Humanity and nature**. London: Pluto Press, 1992.

sociólogos e planejadores trataram dos fenômenos naturais no ambiente urbano de três formas distintas:

- a) cidades como sistemas naturais – os processos urbanos e as relações estabelecidas entre as cidades podem ser parcialmente compreendidas pensando-se a cidade como um organismo vivo;
- b) cidades como vítimas da Revolução Industrial – palco do processo de industrialização, as cidades e suas populações estão expostas aos efeitos negativos deste processo, como poluição, insalubridade e problemas sanitários;
- c) cidades como parte integrante da natureza – os projetos urbanos devem incorporar características naturais do ambiente sob risco de entrarem em colapso se não o fizerem (LEITMANN, 1999).

Na segunda situação, inicialmente as cidades foram vistas como espécies de parasitas ambientais. Os pesquisadores focavam seus trabalhos no impacto das atividades humanas sobre o ambiente, inclusive sobre as implicações das atividades agrícolas sobre o meio natural. Temas como fontes e fluxos de energia, ecossistemas, crescimento populacional, fontes de alimentos, ciclagem de nutrientes e biodiversidade, entre outros, foram posteriormente sendo incorporados às análises.

Segundo Leitmann (1999), a **integração** definitiva da ecologia e do ambiente urbano no campo teórico ocorreu no momento em que pensou-se na possibilidade da aplicação de princípios ecológicos no processo de planejamento das cidades. Esta união, que pode representar o nascimento da Ecologia Urbana, foi realizada de forma pioneira por Robert Ezra Park em artigo publicado em 1916 e intitulado *The city: suggestions for the investigation of human behavior in the urban environment*.

Foi necessário que transcorresse mais de meio século para que esta associação voltasse a ser realizada com a finalidade de elaboração de projetos urbanos. Em 1969, Ian McHarg publicou a obra *Design with nature*, na qual analisa a cidade inserida no seu entorno natural, buscando uma visão ecossistêmica de planejamento. Neste mesmo trabalho, McHarg demonstra como a técnica de *overlay*

*mapping*⁶ poderia ser utilizada para a análise de questões ambientais nas cidades e para a identificação de áreas de risco na malha urbana (LEITMANN, 1999).

A partir da década de 1970, vários conceitos de ecologia, elaborados por Howard Odum em seu livro *Ecology*, passaram a ser utilizados no estudo de processos urbanos. O Quadro 6 reúne alguns destes termos e suas respectivas aplicações no novo contexto.

CONCEITO	APLICAÇÃO NO AMBIENTE URBANO
ambientes de entrada e de saída	a relação da cidade com o meio natural pode ser parcialmente compreendida pela avaliação dos elementos que entram e saem deste ecossistema - fluxos de energia, de alimento, de informação e geração de resíduos
reciclagem de nutrientes	resíduos urbanos devem ser vistos como fonte de recursos e serem reaproveitados
relação entre diversidade e resiliência	cidades com maior variedade de sistemas (ex. infraestrutura bem diversificada e constituída) terão maior sucesso em resistir às inflexões urbanas
capacidade de suporte	sistemas urbanos afetam o ambiente natural circundante: a capacidade do meio de produzir recursos e assimilar desperdícios se altera, afetando a qualidade de vida nas cidades
metabolismo urbano	os requerimentos metabólicos de uma cidade podem ser definidos como todos os materiais, energias e comodidades necessários para sustentar em sua dinâmica seus habitantes

Quadro 6: Conceitos ecológicos no ambiente urbano

Fonte: Adaptado com base em Leitmann (1999) e Wolman (1965⁷ apud DIAS, 2002).

Nota: Formulados por Howard Odum em seu livro *Ecology*.

Odum (1988) avaliou a cidade como um sistema incompleto ou heterotrófico, dependente de grandes áreas externas para obtenção de energia, alimentos, água e outros materiais. Diferenciou-o, porém, de um sistema natural pelo seu metabolismo mais intenso, pela significativa necessidade de insumos e pela maior e mais prejudicial produção de resíduos. Outras análises comparativas entre os ambientes natural e urbano (Quadro 7) são elaboradas por Dias (1992).

⁶ Técnica precursora do Sistema de Informações Geográficas – GIS.

⁷ Ver WOLMAN, A. The methabolism of cities. **Scientific American**, New York, v. 213, n. 3, 1965.

ELEMENTO DE ANÁLISE	ECOSSISTEMA NATURAL	ECOSSISTEMA URBANO
ENERGIA	<p>sustentado por fonte ilimitada de energia: radiação solar</p> <p>não há acúmulo de excesso de energia</p> <p>nas cadeias alimentares cerca de dez calorias de um organismo são necessárias para produzir uma caloria de outro (10:1)</p>	<p>sustentado por fontes finitas de energia, como os combustíveis fósseis</p> <p>o elevado consumo de combustíveis fósseis libera excesso de calor para a biosfera, provocando alterações na temperatura</p> <p>nas cadeias alimentares são necessárias cem calorias de combustível fóssil para produzir dez calorias de alimentos que geram uma caloria no homem (100:1)</p>
EVOLUÇÃO	<p>a evolução biológica adapta os organismos e o seu sistema de suporte ao processos que sustentam a vida</p>	<p>a evolução cultural subordina os organismos e os sistemas de suporte da Terra aos processos que sustentam a tecnologia</p>
POPULAÇÃO	<p>as dimensões populacionais são mantidas dentro dos limites estabelecidos pelos processos naturais, como oferta de alimento, abrigo, relações de competição, entre outros</p>	<p>as dimensões populacionais crescem tão rapidamente quanto pode aumentar a disponibilidade de alimento e abrigo, embora a carência destes elementos não seja limitadora ao crescimento; a seleção natural perde sua força frente ao uso de medicamentos e eliminação de inimigos naturais</p>
COMUNIDADE	<p>apresenta diversidade de espécies que vivem nos limites dos recursos naturais do local</p> <p>tende a apresentar uma dispersão regular no ecossistema</p>	<p>tende a excluir a maioria das espécies e é sustentado por recursos provenientes do meio produtor circundante</p> <p>tende à concentração em locais próximos a grandes corpos d'água, que apresentam rede de serviços e oferta de trabalho</p>
INTERAÇÃO	<p>as comunidades organizam-se em torno das interações e processos biológicos; os organismos interagem com grande variedade de outros organismos</p>	<p>as comunidades são organizadas em torno de interações de funções e processos tecnológicos</p>
EQUILÍBRIO	<p>são governados por processos naturais, de controle e equilíbrio: disponibilidade de luz, alimentos, água, oxigênio, habitat e a presença ou ausência de inimigos naturais e doenças</p>	<p>são governados por conjunto de competições de origem antrópica: cultural, ideológica, religiosa, econômica e legal; costuma desconsiderar os requerimentos necessários para a sustentação da vida que não seja humana</p>

Quadro 7: Comparações entre ecossistemas natural e urbano
Fonte: DIAS (1992)

A cidade pode ser vista como um ecossistema, um ambiente em desequilíbrio dinâmico frágil que, pela contínua e impactante ação humana, distancia-se do meio natural. Porém, o processo de urbanização pode ser interpretado como um experimento ecológico, onde novas características são introduzidas em uma área restrita, de onde muitas outras originais foram removidas (EMLEN, 1974⁸ apud FONTANA, 2004).

Nos ecossistemas urbanos, os fluxos de energia são parciais e unidirecionais. Segundo Hardt (2000), as cidades como sistemas abertos estabelecem fortes vínculos de dependência com outros ecossistemas em seu entorno, como resultado de interações de fluxos e trocas (Figura 5). O complexo sistema de importações e exportações urbanas que estabelecem com os demais ecossistemas é indicativo desta dependência.

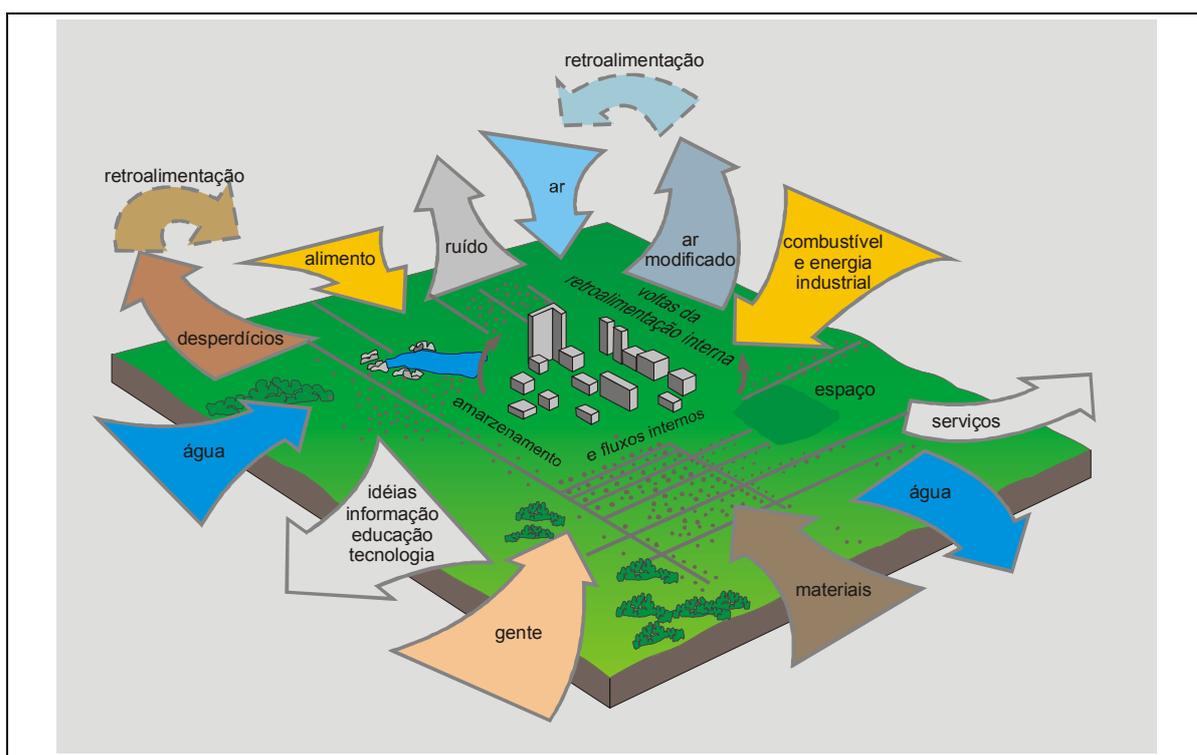


Figura 5: Importações e exportações urbanas
Fonte: Adaptada por Hardt (2000) de Sutton e Harmon (1977⁹ apud HARDT, 2000).

A cidade representa um local de consumo, estando normalmente distante dos centros produtores dos recursos energéticos para o seu sustento. Os acúmulos

⁸ Ver EMLLEN, J. T. An urban bird community in Tucson, Arizona: derivation, structure, regulation. **The Condor**, Colorado, n. 76, p. 184-197, 1974.

⁹ Ver SUTTON, D. B.; HARMON, N. P. **Ecology**: selected concepts. New York: John Wiley, 1977.

de resíduos e os excessos de energia e poluentes provocam a sua transformação, sob o ponto de vista da termodinâmica, em um sistema em permanente desequilíbrio (MOTA, 1999). Os distúrbios nas cadeias tróficas, as alterações dos ciclos biogeoquímicos e a redução da capacidade auto-reguladora transformam o sistema urbano num ecossistema carente de autonomia (HARDT, 2000).

Embora a urbanização atue de forma severa sobre os diversos ecossistemas, comunidades, espécies e populações, poucos são os ecologistas que optam por pesquisar o ambiente construído, preferindo direcionar seus estudos aos locais preservados, onde é encontrada maior diversidade de fauna e flora (BLAIR, 1996¹⁰; BEZZEL, 1985¹¹ apud FONTANA, 2004). Entretanto, o estudo de fatores ambientais e ecológicos inseridos no ambiente urbano se tornou uma necessidade, devido ao esgotamento de recursos naturais, ao crescente desequilíbrio dos ecossistemas e à intensidade, rapidez e complexidade com que estes processos ocorrem na cidade global. De acordo com Hough (1998), existe, porém, um paradoxo nas formas de compreensão das crises ambientais urbanas e do meio natural. Enquanto que a preocupação com os problemas ambientais globais – crise energética, perda da biodiversidade, alterações na camada de ozônio e mudanças climáticas – é crescente, a população, em geral, segue evitando o enfrentamento das questões ambientais relativas à sua própria cidade. Segundo Ultramari (2003, p.28), apesar desta dificuldade “visual” de percepção dos problemas ambientais urbanos, “as cidades são entendidas como uma série ameaça aos recursos ambientais do planeta”. Assim, a desconsideração das ciências naturais ou ecológicas no planejamento das cidades faz com que as bases do desenho urbano da atualidade tenham de ser reexaminadas (HOUGH, 1998).

A aplicação de conceitos da ecologia ao projeto urbano, como um princípio de planejamento, começou de modo efetivo na década de 1990 e atualmente tem-se a definição de diversas propostas, como é o caso da estrutura ecológica urbana – EEU. Em países como Portugal, por exemplo, diversos municípios já acrescentaram a seus planos diretores este novo instrumento de planejamento, o qual busca reunir e regulamentar os sistemas naturais que, pela sua raridade ecológica ou pelas exigências decorrentes de sua resiliência, deverão ser

¹⁰ Ver BLAIR, R. B. Land use and avian species diversity along an urban gradient. **Ecological Applications**, New York, v. 6, p. 506-519, 1996.

¹¹ Ver BEZZEL, E. Birdlife in intensively used rural and urban environments. **Ornis Fennica**, n. 62, p. 90-95, 1985.

objeto de normativa específica. Estes são os casos de cidades como Coimbra, Porto e Lisboa e sua região metropolitana, entre outras (TELLES, 2001).

A estrutura ecológica urbana visa criar um *continuum naturale* integrado ao espaço urbano, buscando assegurar maior diversidade biológica e a proteção dos sistemas fundamentais que contribuem para o equilíbrio das cidades. A estrutura consiste em um sistema formado por diferentes biótopos e por corredores estabelecendo ligações entre os mesmos. Estes espaços podem ser naturais, ou serem criados intencionalmente pelo homem com o objetivo de dar suporte à vida silvestre (MAGALHÃES, 2001).

As limitações espaciais deste modelo consistem em restrições quanto a forma e ao volume da estrutura ecológica, uma vez que o estabelecimento do circuito da malha verde é feito sobre um traçado preexistente na cidade (PILLOTO, 2003). Porém, a implementação deste sistema, mesmo em situações nas quais não seja possível o estabelecimento de continuidade física de elementos naturais, torna-se importante para os cidadãos e para a variedade de vegetais e animais que habitam o ambiente antrópico, como é o caso de espécimes da avifauna urbana. Os fragmentos de vegetação constituem-se funcionalmente como trampolins e podem tornar-se locais apropriados para o hábitat, alimentação, repouso, nidificação e circulação de ampla variedade de espécies.

Magalhães (2001, p.413) acrescenta que um dos objetivos específicos da implantação da estrutura ecológica urbana é o de criar, em um espaço predominantemente impermeável, “uma interface entre o subsolo e a atmosfera, onde as trocas de água, de produtos gasosos e de nutrientes possam ter lugar”. Isto demonstra outro aspecto da relevância do emprego dos princípios ecológicos na gestão urbana, uma vez que muitos elementos são também fundamentais para a administração de questões técnicas relativas à infra-estrutura, como saneamento, drenagem e controle da poluição do ar nas cidades.

Além de buscar o aumento da quantidade e da qualidade das áreas verdes, a permanência da biodiversidade e um maior grau de equilíbrio das funções ecológicas nos ambientes urbanos, a EEU exerce outro papel fundamental, de natureza ética, que consiste na educação ambiental da comunidade. Desta forma, parques, praças, jardins, arborização viária e outras áreas que compõem uma rede verde urbana, passam a desempenhar igualmente um papel social (PILLOTO, 2003).

Propostas como esta, que conciliam componentes ecológicos e sistemas sociais, enfrentam alguns obstáculos que são oriundos dos próprios valores, algumas vezes contraditórios, envolvidos neste tipo de associação (preservacionistas, econômicos, culturais, estéticos, entre outros). A manutenção e gestão do componente natural em ambientes urbanos dependem integralmente dos valores cultuados pela classe política, pelos tomadores de decisões, pelos planejadores e demais cidadãos (YLI-PELKONEN; NIEMELÄ, 2005). Segundo estes autores, a conscientização desta realidade exige que aspectos sociais sejam associados aos biológicos nos estudos de ecologia urbana, havendo a promoção de interdisciplinaridade no intuito de se desenvolver teorias e soluções mais adequadas aos desafios de planejamento e gestão das áreas urbanas.

Yli-Pelkonen e Niemelä (2005) apontam a existência de quatro obstáculos para o desenvolvimento de estudos interdisciplinares cujas origens residem na própria tradição acadêmica, na linguagem especializada, nos diferentes métodos de pesquisa utilizados e na falta de teorias comuns nas várias áreas do conhecimento. A ausência de comunicação entre ecologistas e os gestores públicos é também apontada como um dos grandes problemas na integração do conhecimento científico ao processo de planejamento.

Em situações nas quais a preservação da natureza em ambientes urbanizados não possa ser justificada exclusivamente por objetivos conservacionistas, os serviços prestados pelas áreas que abrigam elementos naturais – recreativos, psicológicos, educacionais e ambientais, entre outros – constituem razões suficientes para se considerar a manutenção da biodiversidade no meio construído. Ecologistas devem, então, buscar adicionar questões de valores aos seus estudos científicos e estudar a natureza em escalas que possam guiar as ações de planejamento e gestão. Esforços também devem ser feitos para a promoção de comunicação entre todas as partes interessadas – ecologistas, gestores, planejadores e demais cidadãos (YLI-PELKONEN; NIEMELÄ, 2005).

2.2.2 Biodiversidade Urbana

A biodiversidade urbana é formada por espécies vegetais e animais, nativos ou exóticos, que ocupam o ambiente construído pelo homem.

2.2.2.1 Flora – Áreas verdes urbanas

As áreas verdes urbanas têm como componentes básicos o espaço aberto (área livre) e a vegetação, que pode ou não apresentar porte arbóreo. Outros elementos naturais, como terra, água, rochas e animais, também podem, eventualmente, ser importantes em sua estruturação (HARDT, 2000). Segundo a autora, é justamente a proporcionalidade destes elementos naturais (principalmente a vegetação) em relação aos construídos no espaço aberto que determina sua classificação como área verde.

Ao longo da sua história, o ser humano atribui diferentes funções às áreas verdes, porém um fator é constante em todos os períodos: os benefícios da amenização climática são explorados desde a Pré-história.

O homem da Idade Antiga acrescenta funções plásticas e artísticas às áreas verdes, visão que persiste no decorrer da Idade Média, mesmo considerando-se a sua significativa redução no meio urbano neste período (HARDT, 2000).

Foi a partir da Idade Moderna, entretanto, que o homem ocidental passa a valorizar a inclusão da vegetação no ambiente urbano e começa a inseri-la no projeto arquitetônico como um elemento compositivo do espaço.

Os jardins europeus renascentistas do século XVI são exemplos da importância que a vegetação alcança no período, embora seu valor permaneça exclusivamente ligado às questões estéticas, estruturadas em princípios racionais e geométricos. Suntuosos, os jardins barrocos representam a expressão máxima do poder de seus nobres proprietários. O jardim do Palácio de Versalhes, França, é exemplo deste tipo de composição paisagística privada (Figura 6).



Figura 6: Vista do Jardim de Versalhes, França

Fonte: VIOTTI (2005)

Nota: Exemplo de valorização da vegetação, porém ainda de utilização exclusiva dos espaços privados.

Porém, também no Barroco a vegetação deixa de ser de propriedade exclusiva da nobreza. O elemento “árvore” faz surgir novos espaços na malha urbana, como o parque, a alameda e o passeio arborizado. É neste período que o paisagismo se estrutura como um campo específico da arquitetura e do planejamento urbano (LAMAS, 1992¹² apud FRANCO, 1997) e a paisagem passa a ser manipulada como um objeto estético de caráter público.

No século XVII, os parques urbanos destinam-se apenas a preencher o tempo livre dos cidadãos. As cidades crescem em velocidades muito inferiores às atuais e as questões ambientais estão muito distantes de suscitar qualquer tipo de debate. Os recursos naturais parecem ilimitados e a natureza, um objeto a ser dominado.

Os séculos XVIII e XIX são caracterizados por novas experiências urbanas, as quais têm lugar nos Estados Unidos, na Inglaterra e na Áustria. São criadas novas tipologias, até então inéditas, como o *square* e o *boulevard* (a exemplo do Ring de Viena).

Até a metade do século XIX, Viena conta com 440.000 habitantes, sendo a terceira maior cidade da Europa e, ainda assim, se encontra cercada por fortificações (SCHWANTNER, 2003). A construção do Ring de Viena é resultado de

¹² Ver LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992.

um processo de expansão da cidade, a qual promove a derrubada das muralhas medievais e a construção de uma variedade de edificações institucionais, como Parlamento, Prefeitura, Universidade, teatro, ópera, museu, galeria e quartel. A Rua do Anel (Figura 7) é inaugurada em 1885, sendo uma das mais extensas do mundo, apresentando 4,4 km de extensão e 60 m de largura (SCHWANTNER, 2003). Segundo o autor, um aspecto relevante e inovador deste projeto é a estruturação de uma série de parques ao longo do perímetro de intervenção, que contribuem na diversificação de usos dentro dos bulevares. Há manutenção de parte da vegetação preexistente, a qual se destina ao lazer das camadas sociais privilegiadas da época. Pechman e Kuster (2007) concordam com esta visão no momento em que afirmam que a construção deste anel representa uma intervenção urbana radical que procura dificultar o acesso das camadas operárias à área nobre central da cidade.

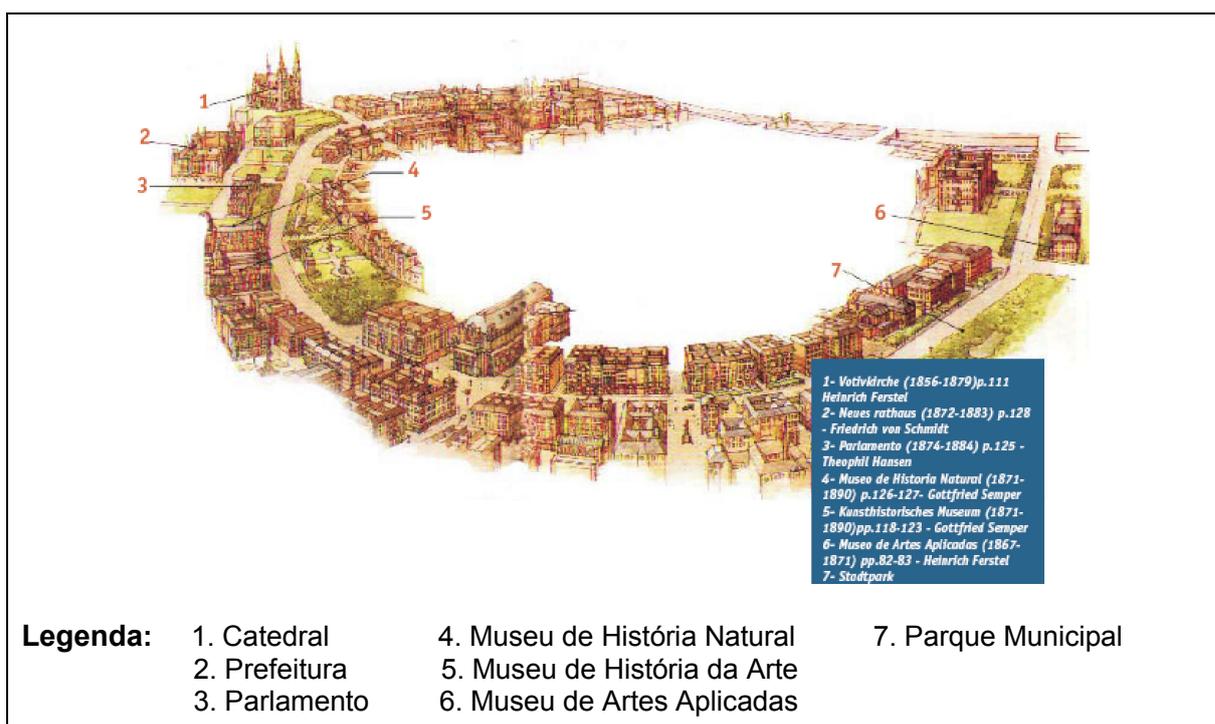


Figura 7: Representação do Ring de Viena¹

Fonte: Adaptado de Schwantner (2003).

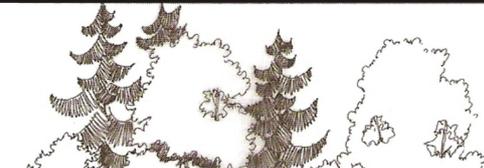
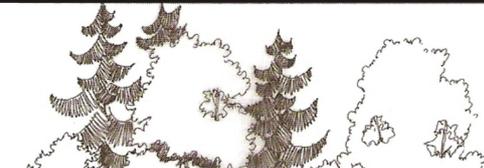
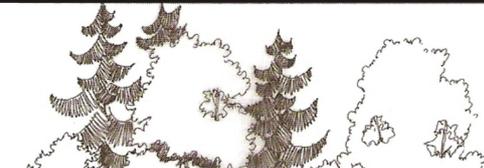
Nota: ¹Intervenção do século XIX que contempla a permanência de áreas verdes originais na malha urbana, a partir da sua transformação em parques para o usufruto dos nobres da época.

É a partir da Revolução Industrial, entretanto, com o surgimento dos processos de industrialização, expansão das ferrovias, concentração populacional e geração de ambientes urbanos insalubres, que várias questões relacionadas ao crescimento desordenado das cidades começam a ser alvo de reflexões. Os parques

urbanos passam a ser vistos como “uma solução para a desintegração do tecido físico e social das grandes cidades informes”, ajudando na reforma social por proporcionar à população urbana oprimida o contato com a natureza (FRANCO, 2001, p. 95). Assim, segundo Hardt (2000), neste período as áreas verdes adquirem significado mais expressivo, ampliando suas funções para os contextos ambiental e social, envolvidos especialmente no controle da poluição e lazer, respectivamente.

Nos dias atuais, diversos benefícios proporcionados pela presença de áreas verdes na malha urbana são conhecidos e podem ser utilizados como norteadores de processos de planejamento. Algumas destas contribuições são reunidas no Quadro 8.

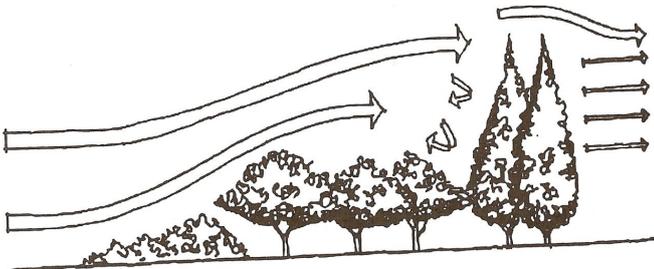
(continua)

CONTRIBUIÇÃO	CARACTERÍSTICAS												
redução da poluição atmosférica	<p>processo viabilizado por meio da retenção das partículas de poeira na superfície das folhas (principalmente as pilosas, espinhosas e cerosas) e absorção e neutralização de gases tóxicos</p> <p>absorção pela vegetação de gás carbônico e eliminação de oxigênio na atmosfera a partir do processo de fotossíntese</p>												
ação sobre os microclimas urbanos	<p>a influência da vegetação na temperatura do ar relaciona-se com o controle da radiação solar, umidade relativa do ar e ventilação (aceleração das brisas de convecção e as brisas de vale e de encosta)</p> <p>as árvores, principalmente as de grande porte, acrescentam ao recinto urbano tanto mais capacidade térmica, quanto maior for sua massa</p> <p>os vegetais presentes nas áreas urbanas contribuem para a diminuição dos custos despendidos com energia: a evapotranspiração e a redução da incidência da radiação solar sobre a superfície promovem a diminuição da temperatura e o aumento da umidade do ambiente</p> <table data-bbox="635 1429 1377 1816"> <thead> <tr> <th></th> <th>TEMPERATURA</th> <th>UMIDADE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>96°F</td> <td>33%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>92,5°</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>71°</td> <td>87%</td> </tr> </tbody> </table>		TEMPERATURA	UMIDADE		96°F	33%		92,5°	35%		71°	87%
	TEMPERATURA	UMIDADE											
	96°F	33%											
	92,5°	35%											
	71°	87%											
monitoramento	algumas espécies vegetais são utilizadas como bioindicadoras da qualidade do ar em ambientes urbanos												

Quadro 8: Benefícios das áreas verdes urbanas

Fonte: Elaborado com base em Biondi (2000), Biondi e Althaus (2005), Girling e Kellett (2005), Magalhães (2001), Mascaró e Mascaró (2002), Molnar e Rutledge (1971), Sanhotene et al. (1998), Souto (2002) e Trindade [200-].

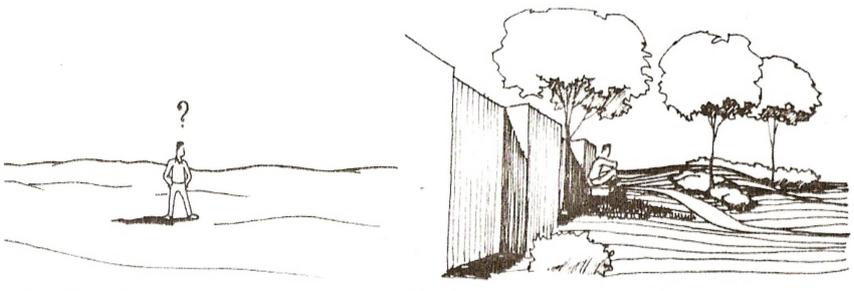
(continuação)

CONTRIBUIÇÃO	CARACTERÍSTICAS
sombreamento	<p>as árvores protegem da insolação indesejada, principalmente nos longos períodos quentes das regiões tropicais e subtropicais</p> <p>os componentes arbóreos diminuem as temperaturas superficiais das fachadas das edificações, amenizando a sensação de calor dos usuários e os custos com a energia gasta para o acondicionamento térmico artificial</p>
ação sobre a ventilação	<p>a partir das características das espécies arbóreas como porte, forma, período de desfolhamento e idade, pode-se interferir nas condições de ventilação de um determinado espaço; o vento pode sofrer deflexão, quando a vegetação altera a sua direção e velocidade; obstrução, quando uma barreira de vegetação bloqueia a sua passagem; canalização, quando a vegetação utilizada é de porte superior à altura média das edificações e filtragem, quando barreiras de massas vegetais reduzem a velocidade dos ventos e barram os resíduos sólidos transportados</p> 
melhoria acústica	<p>a vegetação atua aumentando o conforto acústico – pela ação moderadora sobre o ruído através da absorção do som (elimina-se o som), do desvio (altera-se a direção do som), pela reflexão (o som refletido volta a sua fonte de origem), pela refração (as ondas sonoras mudam de direção ao redor de um objeto) ou por ocultamento (cobre-se o som indesejado com outro mais agradável)</p>
abrigo para diferentes espécies animais	<p>a vegetação contribui para a manutenção da biodiversidade no ambiente urbano com a geração de um ambiente mais equilibrado</p>
patrimônio biológico	<p>as áreas verdes atuam na conservação do potencial de adaptação das espécies ao meio antrópico e desenvolvimento de novas variedades mais resistentes às condições urbanas</p>
políticos e econômicos	<p>a implementação de novas áreas verdes eleva, consideravelmente, a categoria de uma cidade, beneficiando aspectos políticos, sociais e econômicos, servindo de atrativo turístico e promovendo valorização imobiliária</p>
promoção do equilíbrio psicossocial do homem	<p>as áreas verdes proporcionam espaços de repouso, de lazer, de contemplação, de convivência e interações sociais, de proximidade a alguns elementos do meio natural, contribuindo na redução do estresse, doença freqüente entre os habitantes dos centros urbanos</p>
proteção das encostas	<p>o uso da vegetação adequada contribui de forma significativa para a estabilização das superfícies íngremes</p>

Quadro 8: Benefícios das áreas verdes urbanas

Fonte: Elaborado com base em Biondi (2000), Biondi e Althaus (2005), Girling e Kellett (2005), Magalhães (2001), Mascaró e Mascaró (2002), Molnar e Rutledge (1971), Sanhotene et al. (1998), Souto (2002) e Trindade [200-].

(conclusão)

CONTRIBUIÇÃO	CARACTERÍSTICAS
melhoria das condições do solo	<p>as áreas permeáveis permitem a absorção das águas pluviais; o aumento das superfícies permeáveis nos ambientes urbanos exerce grande influência na prevenção de alagamentos; a retenção de água na massa foliar e a diminuição da força com que a chuva atinge o solo contribuem para evitar o rápido escoamento superficial da água, o qual é gerador do processo de erosão, contribuindo para o controle dos escoamentos hídricos e diminuindo o volume de água que alcança o sistema de drenagem</p> 
paisagística	<p>os espécimes vegetais possuem características intrínsecas, fenotípicas, as quais são consideradas na composição paisagística: seu porte, textura, cor, forma, floração, galharia, perfume e densidade das folhagens são utilizados, por exemplo, para demarcar caminhos, fortalecer a perspectiva, aumentar o sombreamento, alterar a percepção da escala das construções com relação ao homem, enfatizar ou focalizar componentes da paisagem urbana, melhorar a sua ambiência e promover seu embelezamento</p> <p>escala – para que o homem se sinta confortável em um ambiente é necessário a presença de elementos com os quais possa estabelecer, mentalmente, medições, partindo de sua própria escala; na ausência desta possibilidade, surgem as sensações de confusão e desconforto</p> 

Quadro 8: Benefícios das áreas verdes urbanas

Fonte: Elaborado com base em Biondi (2000), Biondi e Althaus (2005), Girling e Kellett (2005), Magalhães (2001), Mascaró e Mascaró (2002), Molnar e Rutledge (1971), Sanhotene et al. (1998), Souto (2002) e Trindade [200-].

Cestaro (1985¹³ apud BIONDI, 2000) e Kendle e Forbes (1997¹⁴ apud YLI-PELKONEN; NIEMELÄ, 2005) classificam a vegetação existente nas áreas verdes urbanas de acordo com suas origens e características:

- a) vegetação natural – primitiva, constituída de espécies nativas e que, em teoria, conta com maior diversidade de espécies;
- b) vegetação introduzida ou plantada – plantas ornamentais, geralmente encontradas em parques, jardins etc., apresentando baixa diversidade de espécies;
- c) vegetação espontânea – espécies que se instalam naturalmente no meio urbano e que apresentam diversidade intermediária aos dois tipos anteriores, não necessitando de cuidados de manutenção e estando adaptadas às condições adversas presentes nas cidades.

Reis et al. (2003b) definem critérios para a seleção de espécies vegetais, buscando o estabelecimento de uma arborização urbana fundamentada em princípios ecológicos, afirmando haver a necessidade de se constituir paisagens compostas de vegetação nativa em ambientes urbanos. Este fator também é considerado relevante por Spirn (1995, p. 207), uma vez que a imagem produzida é “baseada na herança natural própria da cidade e não naquela de algum outro lugar e tempo”.

A utilização de vegetação nativa em projetos de arborização não constitui uma novidade. Sanchotene (1990) comenta que a tendência em arborização de logradouros públicos em Porto Alegre é a utilização de espécies nativas, especialmente frutíferas, atrativas da fauna local. Espécies exóticas, mas também frutíferas para aves, integram as composições vegetais, de modo a intensificar a diversidade e a oferta de alimentação e abrigo nas quatro estações do ano.

Questões relativas às espécies vegetais utilizadas em projetos de arborização de ruas são abordadas adiante, na seção 2.3 – Gerenciamento das áreas verdes urbanas, subseção 2.3.1 – Arborização viária.

¹³ Ver CESTARO, L. A. A vegetação no ecossistema urbano. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1985, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMAM, 1985. p. 51-56.

¹⁴ Ver KENDLE, T.; FORBES, S. **Urban nature conservation**. London: E & FN Spon, 1997.

2.2.2.2 Fauna – Aves no ambiente urbano

De acordo com o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2007), o número de espécies de aves com ocorrência no Brasil é de 1801, sendo 1767 espécies pertencentes à lista primária e 34, à lista secundária¹⁵. Algumas destas espécies têm sido encontradas no meio urbano, parte devido à contínua degradação dos ambientes naturais, parte devido a fatores atrativos que podem estar presentes nas cidades, como: a existência de vegetação frutífera e florífera; restos de alimentos humanos; instalação de bebedouros e fontes de água; e disponibilidade de locais alternativos para nidificação (ARGEL-DE-OLIVEIRA, 1996; FIGUEIREDO [200-?]).

De acordo com Marini e Garcia (2005), as intervenções humanas sobre os ecossistemas afetam de modo significativo a vida das aves, que respondem de formas diferentes, existindo desde aquelas que se beneficiam com as modificações de habitats, aumentando suas populações – como é o caso do bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), até aquelas, situação mais comum, que sofrem extinção – como a arara-azul-pequena (*Anodorhynchus glaucus*).

Os impactos do processo de urbanização sobre as populações de aves são de diversas ordens, podendo existir ampla gradação de efeitos, que variam de positivos a negativos de acordo com a espécie analisada. Chace e Walsh (2006) relacionam entre os mais significativos:

- a) alterações na vegetação – existência de correlação fortemente positiva entre o volume e estrutura da vegetação autóctone e a diversidade de aves nativas, assim como riqueza de espécies; correlação semelhante é encontrada entre vegetação não nativa e espécies exóticas de aves;
- b) efeitos da fragmentação – mesmo que as dimensões de uma floresta não se alterem com a urbanização, o entorno urbanizado degrada as manchas florestais, impactando a abundância e a riqueza da comunidade da avifauna;

¹⁵ Pertencem à lista primária aquelas espécies de aves que possuem pelo menos um registro de ocorrência no Brasil com evidência documental (fotografia, gravação de áudio ou vídeo); na lista secundária são incluídas as espécies com provável ocorrência no país, que possuem registros específicos publicados, mas cuja evidência documental não é conhecida ou disponível (CBRO, 2007).

- c) impactos sobre a fecundidade – algumas espécies de aves apresentam taxas menores de sucesso reprodutivo no meio urbano. Isto ocorre, em parte, da inabilidade de obtenção de alimento neste ambiente;
- d) impactos na sobrevivência – os principais fatores que afetam a sobrevivência de aves em ambientes urbanos são as colisões com as edificações, dificuldade de aquisição de alimento, predação e doenças;
- e) atividade humana – parques e reservas em áreas urbanas recebem grande número de visitantes, fator que pode desencadear impactos negativos sobre a comunidade de aves;
- f) temperatura – áreas urbanas são mais quentes que as rurais circundantes.

Lira Filho e Medeiros (2006) identificam, ainda, onze impactos de cunho negativo resultantes, especificamente, da gestão da arborização urbana:

- a) redução espacial do hábitat da avifauna, quando da remoção do espécime arbóreo em degenerescência ou morto;
- b) diminuição da capacidade de suporte do meio para avifauna, em função da remoção de árvores ou da aplicação de podas, durante a manutenção de árvores urbanas;
- c) afugentamento das aves, causado pela proximidade da presença humana, bem como por ruídos gerados a partir dos equipamentos de manutenção, ou outras atividades antrópicas como festas e shows;
- d) afugentamento das aves frugívoras pela escassez de espécies frutíferas nas áreas urbanas;
- e) afugentamento das aves nectarívoras devido à escassez de espécies arbóreas que desenvolvem floração abundante;
- f) redução da fonte de alimentos da avifauna, pela não opção por espécies produtoras de frutos e sementes comestíveis;
- g) destruição das áreas de nidificação da avifauna, proveniente da aplicação de podas nas árvores urbanas;
- h) contaminação e morte da avifauna, quando da aplicação de produtos químicos no combate a pragas e doenças nas árvores;

- i) possibilidade de intoxicação e eventual morte de aves insetívoras pela ingestão de insetos controlados por via química;
- j) morte de indivíduos (filhotes ou adultos) por causas mecânicas, durante as operações de manutenção;
- k) possibilidade de estreitamento da base genética da avifauna, devido ao afugentamento e morte das aves, em decorrência das atividades de manutenção e remoção de árvores.

Desta forma, os autores ressaltam a necessidade de que o planejamento das áreas verdes urbanas considere suas três funções, ecológicas, econômicas e sociais, de modo a aumentar as chances de manutenção das aves no ambiente. Esforços neste sentido são fundamentais para que os cidadãos se beneficiem das contribuições geradas pelas aves, como a polinização de flores, a disseminação de sementes, o controle de pragas, o embelezamento das paisagens urbanas, a transmissão de bem-estar a partir da escuta de seu canto e a utilização como indicadores da qualidade ambiental, entre outras (LIRA FILHO; MEDEIROS, 2006).

Existem, entretanto, situações nas quais o aumento da população de aves no meio urbano não é desejado, como é o caso do pombo-doméstico (*Columba livia*). Este animal é freqüentemente observado em áreas urbanas, às quais se adapta com facilidade pela presença de três fatores ligados a sua sobrevivência: oferta abundante de abrigo, ausência de predadores e grande quantidade de alimentos disponíveis, fator que estimula sua capacidade reprodutiva (NUNES, 2003). De acordo com esta autora, medidas de controle devem ser exercidas sobre a proliferação de pombos nas cidades, uma vez que eles são transmissores de várias doenças como a histoplasmose, toxoplasmose, criptococose, salmonelose, psitacose, entre outras.

O caso da *Columba livia* é exemplo de espécie que encontra alimento dentro do ambiente urbano de forma facilitada e que exibe uma resposta de crescimento populacional positiva (CHACE; WALSH, 2006), podendo até mesmo a constituir densidades populacionais maiores que aquelas encontradas nos ambientes naturais, de onde são originárias. Este gradiente de densidade populacional pode ser medido, indicando diversos graus de sinantropia, os quais são reunidos no Quadro 9.

AMBIENTE NATURAL	AMBIENTE URBANO	CLASSIFICAÇÃO
inexistente	presente	espécie urbana
existente	inexistente	espécie selvagem
mais densa	menos densa	espécie resiliente
mesma densidade		espécie indiferente
menos densa	mais densa	espécie sinantrópica

Quadro 9: Classificação das espécies de avifauna baseada na análise da sua densidade em ambientes natural e urbano

Fonte: FIGUEIREDO [200-?]

Comparadas a outros vertebrados, aves são facilmente monitoradas e representam um mecanismo para explorar efeitos da urbanização e avaliar a resposta a diferentes desenhos urbanos. Soma-se a isto o fato de que “as aves são consideradas ideais indicadores ecológicos para o ambiente terrestre” uma vez que respondem rapidamente às alterações do meio no qual se inserem (STOTZ et al., 1996¹⁶ apud GIMENES; ANJOS, 2003, p.392). Segundo Andrade (1993¹⁷ apud LIRA FILHO; MEDEIROS, 2006), constituem um dos grupos faunísticos mais importantes em termos de bioindicação da qualidade ambiental, devido à facilidade da obtenção de dados em pesquisas de campo, parte em função de seus hábitos diurnos, intensa movimentação e existência de representantes em quase todos os níveis tróficos, principalmente os terrestres. Por possuírem estas características, foram utilizadas como indicadores da poluição atmosférica (SCHILDERMAN et al., 1997) e alertar sobre concentrações elevadas de monóxido de carbono em minas de carvão (SCHALIE et al., 1999).

Utilizando-se das aves como bioindicadores, Melles (2005) estabelece relações entre as condições sociais e econômicas da população que vive na cidade de Vancouver, British Columbia, Canadá, e a diversidade de aves urbanas, utilizando estes animais como indicadores da estratificação social existente. Seus resultados demonstram que bairros considerados mais saudáveis (alta qualidade ambiental) apresentam um número superior de aves nativas e que a abundância destes animais aumenta à medida que o *status* socioeconômico da área de estudo cresce. Na pesquisa, parte do crescimento da avifauna registrado é atribuído à maior presença de vegetação existente nos bairros prósperos.

¹⁶ Ver STOTZ, D. F. et al. **Neotropical birds**: ecology and conservation. Chicago: The University of Chicago Press, 1996.

¹⁷ Ver ANDRADE, M. A. **A vida das aves**: introdução à biologia e conservação. Belo Horizonte: Littera Maciel, 1993.

Em outro trabalho, Fernández-Juricic (2000) avalia a utilização pela avifauna de vias arborizadas inseridas na paisagem urbana de Madri, Espanha. As ruas selecionadas no estudo apresentam densa vegetação de porte arbóreo disposta linearmente, formando uma cobertura de vegetação contínua sobre as vias e passeios, efeito conhecido como túnel verde.

Entre os vários elementos abordados na pesquisa estão alguns dos aspectos que interferem na riqueza e densidade de espécies de aves, como os distúrbios resultantes da ação humana, a estrutura da vegetação existente e a localização das vias arborizadas na paisagem. A Figura 8 traz uma representação esquemática da disposição espacial na malha urbana de Madri dos 15 parques, 30 túneis verdes e 13 vias sem vegetação (controles) definidos pelo autor.

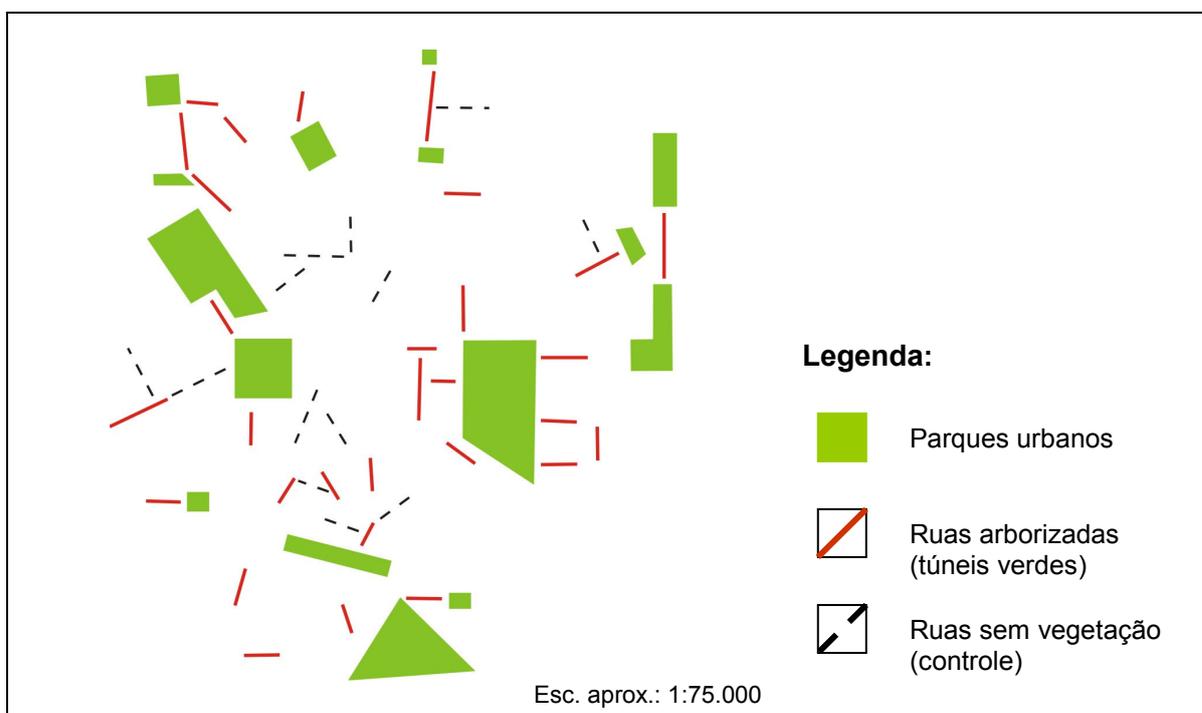


Figura 8: Representação esquemática da distribuição das 30 ruas arborizadas, 15 parques urbanos e 13 vias sem vegetação sobre a malha urbana de Madri, Espanha, objetos do estudo sobre avifauna

Fonte: FERNÁNDEZ-JURICIC (2000)

Entre os procedimentos metodológicos empregados na pesquisa estão a seleção de túneis verdes que possuem de 150 m a 400 m de comprimento e a condução do estudo por um período de dois anos consecutivos. Nos parques, o registro da avifauna é feito por meio de observações e escutas realizadas no turno da manhã, de quatro a cinco vezes ao ano, determinando-se a riqueza de espécies

e a densidade de cada uma; nas vias, os dados da avifauna são obtidos por meio de observações e escutas de pelo menos 20 minutos de duração, realizadas de seis a sete vezes ao ano, sendo apenas registradas as aves que se encontram a uma altura de 20 m do solo.

O trabalho demonstra que o número de espécies de aves encontrado na malha urbana obedece a um gradiente que se eleva do elemento menos adequado (matriz urbana representada pelas vias sem cobertura vegetal) ao mais favorável (parque urbano), estando os túneis verdes situados de modo intermediário aos dois. Constata também que a conexão física das ruas arborizadas aos parques urbanos afeta de modo positivo o número de espécies registrado nos túneis verdes, havendo inclusive aumento na densidade e permanência temporal das aves nestas vias. De forma oposta, os distúrbios resultantes de ações antrópicas – circulação de pedestres e tráfego de veículos – produzem influência negativa sobre as mesmas variáveis. Por fim, a pesquisa sugere que as ruas arborizadas podem ser consideradas como corredores em potencial e que o melhoramento destas vias, com o aumento da complexidade da vegetação e a redução do distúrbio humano, pode fomentar a conectividade do sistema de áreas verdes nas cidades, permitindo novas possibilidades de habitats para a avifauna que encontra nestas ruas densamente vegetadas novas fontes de alimento e áreas de nidificação e descanso.

A partir do estudo da estrutura de uma comunidade de aves na cidade de Porto Alegre, RS, também Fontana (2004) demonstra que a riqueza de aves na cidade sofre influência da arborização existente e da densidade populacional humana do local. Outras variáveis que interferem nas contagens das aves efetuadas na pesquisa são: o horário de coleta dos dados, as estações do ano e o ruído do ambiente. Neste trabalho sugere-se um protocolo de pesquisa padronizado para o estudo continuado da avifauna em cidades. Para a realização de um levantamento adequado de aves em Porto Alegre, entre outros procedimentos metodológicos, a autora determina a contagem por pontos com oito minutos de duração, realizadas antes das 10 horas da manhã, e a definição de 100 pontos de amostragem distribuídos sobre a malha urbana.

O Quadro 10 ilustra algumas espécies de aves que, segundo bibliografia especializada, são encontradas no Estado do Rio Grande do Sul e que, conforme Fontana (2005), integram um grupo formado por 169 espécies consideradas habitantes regulares da cidade de Porto Alegre, nos séculos XX e XXI.

(continua)

Nome da espécie ¹ comum / científico	Imagem	Família	Generalidades
Andorinha-do-campo <i>Progne tapera</i>		Hirundinidae	tamanho - 17,5 cm aves migratórias com reprodução no RS
Andorinha-doméstica-grande <i>Progne chalybea</i>		Hirundinidae	tamanho - 19,5 cm alimentação - insetos capturados em vôo (cupins, moscas, pequenas formigas, etc.)
Andorinha-pequena-de-casa <i>Notiochelidon cyanoleuca</i>		Hirundinidae	tamanho - 12,0 cm alimentação - insetos capturados em vôo
Andorinhão-do-temporal <i>Chaetura meridionalis</i>		Apodidae	tamanho - 11,5 cm nidificam em árvores ocas e, nos ambientes construídos, em chaminés
Anu-branco <i>Guira guira</i>		Cuculidae	tamanho - 38,0 cm alimentação - insetos e pequenos vertebrados
Beija-flor-dourado <i>Hylocharis chrysura</i>		Trochilidae	tamanho - 10,5 cm alimentação - néctar importante polinizador
Beija-flor-preto-de-rabo-branco <i>Melanotrochilus fuscus</i>		Trochilidae	tamanho - 12,6 cm alimentação - néctar importante polinizador, especialmente gravatás (Bromeliaceae)
Bem-te-vi <i>Pitangus sulphuratus</i>		Tyrannidae	tamanho - 22,5 cm alimentação - insetos, pequenos peixes de água doce e frutos
Cambacica <i>Coereba flaveola</i>		Coerebinae	tamanho - 11,0 cm insetívoros, preferência por néctar e pequenas larvas de insetos

Quadro 10: Espécies de aves com ocorrência em Porto Alegre – RS

Fonte: Elaborado com base em Efe, Mohr e Bugoni (2001), Fontana (2005), Salvi et al. (2007b), Scherer et al. (2005) e Sick (1997).

Nota: ¹Espécies listadas em ordem alfabética de nome popular.

(continuação)

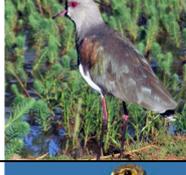
Nome da espécie ¹ comum / científico	Imagem	Família	Generalidades
Carrapateiro <i>Milvago chimachima</i>		Falconidae	tamanho - 40,0 cm espécie resiliente; alimentação - artrópodos, cobras, pequenos mamíferos e frutos
Caturrita <i>Myiopsitta monachus</i>		Psittacidae	tamanho - 30,0 cm alimentação - grãos, brotos e frutos; única espécie da família que faz ninho de gravetos em árvores altas
Corruíra <i>Troglodytes musculus</i>		Troglodytidae	tamanho - 12,0 cm onívoros; nidificação em cavidades de árvores e ninhos abandonados de joão-de-barro e pica-pau
Fim-fim <i>Euphonia chlorotica</i>		Thraupidae	tamanho - 9,5 cm frugívoro, disseminador de ervas-de-passarinho (Viscaceae)
Garça-branca-grande <i>Casmerodius albus</i>		Ardeidae	tamanho - 88,0 cm alimentação - peixes, rãs, cobras, moluscos; espécie associada a ambientes aquáticos
Guaracava-de-barriga-amarela <i>Elaenia flavogaster</i>		Tyrannidae	tamanho - 16,0 cm insetívoro, frugívoro oportunista; habita capoeiras, campos de cultivo, quintais
João-de-barro <i>Furnarius rufus</i>		Furnariidae	tamanho - 19,0 cm onívoros, preferência por artrópodos e minhocas; ninho constituído de barro, esterco e palha
Maçarico-de-cara-pelada <i>Phimosus infuscatus</i>		Threskiornithidae	tamanho - 54,0 cm alimentação - moluscos e insetos aquáticos; vistos em campos alagados, banhados, arrozais
Mariquita <i>Parula pitaiyumi</i>		Parulidae	tamanho - 10,0 cm alimentação - insetos e larvas; habitam estratos superiores das árvores

Quadro 10: Espécies de aves com ocorrência em Porto Alegre – RS

Fonte: Elaborado com base em Efe, Mohr e Bugoni (2001), Fontana (2005), Salvi et al. (2007b), Scherer et al. (2005) e Sick (1997).

Nota: ¹Espécies listadas em ordem alfabética de nome popular.

(continuação)

Nome da espécie ¹ comum / científico	Imagem	Família	Generalidades
Papagaio-verdadeiro <i>Amazona aestiva</i>		Psittacidae	tamanho - 35,0 cm alimentação - frutos procurado para servir de animal de cativeiro por ser “falador”
Pardal <i>Passer domesticus</i>		Passeridae	tamanho - 15,0 cm onívoros; espécie urbana, introduzida no Brasil no século XVIII
Pica-pau-verde-barrado <i>Colaptes melanochloros</i>		Picidae	tamanho - 26,0 cm arborícola alimentação - insetos e pequenos frutos
Pomba-de-bando <i>Zenaida auriculata</i>		Columbidae	tamanho - 21,0 cm espécie sinantrópica, alimentação - frutos e sementes
Pombo-doméstico <i>Columba livia</i>		Columbidae	tamanho - 38,0 cm onívoros; espécie urbana, introduzida no Brasil no século XIX
Quero-quero <i>Vanellus chilensis</i>		Charadriidae	tamanho - 37,0 cm alimentação - insetos vivem em campos e pastagens; encontrados sobre o solo
Quiriquiri <i>Falco sparverius</i>		Falconidae	tamanho - 25,0 cm alimentação - insetos, lagartixas, camundongos, pequenas cobras; vivem em campos e lavouras
Risadinha <i>Camptostoma obsoletum</i>		Tyrannidae	tamanho - 10,5 cm espécie arborícola chama a atenção pela voz alegre “risadinha”
Rolinha-picuí <i>Columbina picui</i>		Columbidae	tamanho - 16,0 cm alimentação - grãos e pequenos frutos

Quadro 10: Espécies de aves com ocorrência em Porto Alegre – RS

Fonte: Elaborado com base em Efe, Mohr e Bugoni (2001), Fontana (2005), Salvi et al. (2007b), Scherer et al. (2005) e Sick (1997).

Nota: ¹Espécies listadas em ordem alfabética de nome popular.

(conclusão)

Nome da espécie ¹ comum / científico	Imagem	Família	Generalidades
Rolinha-roxa <i>Columbina talpacoti</i>		Columbidae	tamanho - 17,0 cm granívoros, preferência por frutos e sementes
Sabiá-barranco <i>Turdus leucomelas</i>		Turdinae	tamanho - 23,0 cm alimentação - frutos e invertebrados voz múltipla para cantos e chamados
Sabiá-laranjeira <i>Turdus rufiventris</i>		Turdinae	tamanho - 25,0 cm onívoros, preferência por frutos e invertebrados voz múltipla para cantos e chamados
Sanhaçu-cinzeno <i>Thraupis sayaca</i>		Thraupidae	tamanho - 17,5 cm alimentação - frutos, folhas, flores e insetos
Sanhaçu-do-coqueiro <i>Thraupis palmarum</i>		Thraupidae	tamanho - 18,0 cm presença ligada à existência de palmeiras
Sanhaçu-papa-laranja <i>Thraupis bonariensis</i>		Thraupidae	tamanho - 18,0 cm alimentação - frutos, flores, brotos e insetos
Suiriri <i>Tyrannus melancholicus</i>		Tyrannidae	tamanho - 21,5 cm alimentação - insetos e frutos; aves migratórias com reprodução no RS
Tico-tico <i>Zonotrichia capensis</i>		Emberizidae	tamanho - 15,0 cm alimentação - insetos e sementes; movimentam-se sobre o solo aos saltos
Vira-bosta <i>Molothrus bonariensis</i>		Icteridae	tamanho - 16,5 a 21,5 cm alimentação - sementes e insetos; vivem em bandos; colocam ovos em ninhos de outras espécies de aves

Quadro 10: Espécies de aves com ocorrência em Porto Alegre – RS

Fonte: Elaborado com base em Efe, Mohr e Bugoni (2001), Fontana (2005), Salvi et al. (2007b), Scherer et al. (2005) e Sick (1997).

Nota: ¹Espécies listadas em ordem alfabética de nome popular.

2.3 GERENCIAMENTO DAS ÁREAS VERDES URBANAS

Hardt (2000) afirma que as áreas verdes urbanas consistem em um conjunto formado por duas categorias distintas de espaços: de domínio público ou privado. As áreas públicas compreendem a arborização viária e os espaços verdes que desempenham funções de lazer e recreação (parques e praças), de conservação ambiental (áreas de preservação permanente e unidades de conservação) ou especiais (a exemplo de cemitérios-parque). Estes espaços estão sujeitos, basicamente, a um enfoque técnico da administração municipal. As áreas privadas são formadas pelos espaços verdes voltados ao lazer (jardins e quintais), à conservação ambiental (áreas de preservação permanente e unidades de conservação), ou a funções especiais (a exemplo de determinados câmpus de universidades particulares) e estão subordinadas a um enfoque político e legal, principalmente pelo fato de serem de propriedade privada – sem a acessibilidade pública – e pela facilidade de supressão da cobertura vegetal (HARDT, 2000). A organização destes elementos é mostrada na Figura 9.



Figura 9: Esquema da tipologia de áreas verdes urbanas
Fonte: HARDT (2000)

Para o gerenciamento destas áreas verdes urbanas, tanto públicas como privadas, a autora recomenda a adoção de duas abordagens distintas, que devem se adequar às diretrizes gerais de gestão ambiental urbana:

- a) tratamento de espaços individuais – envolve soluções tradicionais ou inovadoras para espaços situados às margens de elementos urbanos

como rodovias, aeroportos, aterros sanitários e espaços funcionalmente alijados do processo de estruturação urbana como vazios urbanos;

- b) tratamento geral – engloba um sistema de áreas verdes com funções de melhoria de qualidade ambiental e de recuperação de áreas degradadas, por meio de um conjunto de soluções integradas para a cidade (HARDT, 2000).

Além dos benefícios gerados pelo sistema de áreas verdes urbanas – abordados por este trabalho na seção Flora – Áreas verdes urbanas, Quadro 8 –, existem questões que envolvem o valor monetário destes benefícios e que devem ser considerados por aqueles que detêm a responsabilidade de gerenciamento destas áreas. Embora os ambientes urbanos sejam complexos, tornando difícil a especificação das contribuições econômicas dos elementos naturais, são crescentes as evidências que justificam investimentos constantes na conservação e no gerenciamento das áreas verdes neles inseridos (WOLF, 2004). A *Alliance for Community Trees* – ACT fornece informações em seu *site* que demonstram alguns benefícios proporcionados pela arborização urbana associados ao seu valor econômico (Quadro 11).

(continua)

TIPO DE BENEFÍCIO	VALOR ECONÔMICO ESTIMADO
Limpeza do ar	40 árvores possuem a capacidade de remover do ar 80 libras de poluentes por ano (aproximadamente 36,3 quilos), o que significa que 4 milhões de árvores economizam 20 milhões de dólares a cada ano em processos de controle da poluição atmosférica
Economia de energia	3 a 4 árvores no entorno de uma edificação podem reduzir os custos com refrigeração de ar por volta de 30 a 50%; isto representa, para um conjunto de um milhão de árvores, uma economia de energia no valor de 10 milhões de dólares
Atração de negócios	estudos demonstram que a arborização viária estimula o aumento da permanência de clientes no comércio de rua, promovendo maior estabilidade econômica na comunidade, com crescimento de 11% no volume de negócios
Valorização do mercado imobiliário	os preços dos imóveis residenciais inseridos em paisagens arborizadas são da ordem de 5-20% superiores aos valores apresentados por residências destituídas de vegetação

Quadro 11: Valores estimados dos benefícios gerados pela arborização urbana nos Estados Unidos da América

Fonte: Adaptado de ACT (2006).

(conclusão)

TIPO DE BENEFÍCIO	VALOR ECONÔMICO ESTIMADO
Redução dos danos causados pelas águas de chuvas torrenciais	as raízes das árvores estabilizam o solo, diminuindo a erosão e o assoreamento dos rios; uma única árvore é capaz de reduzir a formação de correntes (formadas de precipitações pluviométricas) na ordem de 4.000 galões de água por ano (aproximadamente 15.142 litros); logo, 4 milhões de árvores promovem uma economia de 14 milhões de dólares anuais investidos em controle das águas das chuvas

Quadro 11: Valores estimados dos benefícios gerados pela arborização urbana nos Estados Unidos da América

Fonte: Adaptado de ACT (2006).

Segundo Wolf (2004), os benefícios gerados pelas florestas urbanas são riquezas públicas que, em parte das situações, são intangíveis, mas enriquecedoras à vida dos cidadãos de modo geral. Outro aspecto relevante é que estes benefícios são bens considerados não-rivais, uma vez que podem ser experimentados indefinidamente por muitas pessoas, de forma simultânea e imediata (FONSECA, 2001; WOLF, 2004).

Cabe ressaltar que a expressão “floresta urbana” é utilizada por alguns autores para descrever o somatório de toda a vegetação existente em ambientes urbanos, dentre os quais se incluem o centro da cidade, as áreas residenciais, os subúrbios e a periferia (MOCK, 2004). Para Girling e Kellett (2005), o conceito reúne, além da vegetação, o solo e seus microorganismos, insetos, seres humanos e demais formas de vida existentes neste espaço que combina elementos naturais e construídos. A floresta urbana possui três componentes essenciais que devem ser considerados pelos profissionais envolvidos nos projetos de arborização: **vegetação saudável, manejo abrangente e apoio comunitário** (MOCK, 2004). O fator **vegetação saudável** inclui, entre outros elementos, a qualidade dos exemplares utilizados nos projetos de arborização, a heterogeneidade de idades e a combinação de espécies, de modo que se obtenha proteção contra eventos climáticos ou ataques de pragas e doenças. A floresta urbana deve buscar a diversidade, evitando a geração de grandes extensões de vegetação homogênea. Sua composição deve se constituir por, no máximo:

- a) 10% de cada espécie;
- b) 20% do mesmo gênero;
- c) 30% da mesma família (MOCK, 2004).

A utilização de um percentual mínimo de 70% de espécies nativas regionais também é recomendável, conforme diretrizes estabelecidas pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Alegre – SMAM para a promoção da biodiversidade e preservação da floresta urbana (PORTO ALEGRE, 2007a).

Por **manejo abrangente** entende-se um conjunto de atividades diversificadas, como o manejo individual de cada árvore, e também de seus grupos, a educação ambiental da comunidade e a coordenação das instituições responsáveis pela manutenção das florestas urbanas, de forma a promover a integração de suas ações e a inclusão das questões ambientais nos processos de planejamento. Estas ações, entretanto, não possuem sobrevida se o terceiro item, o **apoio da comunidade**, não for obtido, uma vez que é a opção dos cidadãos pela manutenção das florestas e ecossistemas urbanos o elemento essencial para o estabelecimento de novas práticas, políticas e formas de gerenciamento (MOCK, 2004).

Torna-se fundamental, portanto, que os cidadãos e os órgãos governamentais considerem todo o capital natural de uma cidade como parte da infra-estrutura urbana, sendo gerenciadas de modo planejado e integrado, da mesma forma como acontece com os sistemas de saneamento, transporte, energia etc. (GIRLING; KELLETT, 2005; WOLF, 2004). Senna (2002) concorda com este pensamento quando afirma ser necessária a existência de infra-estrutura específica no município para a gestão das áreas verdes urbanas e que as cidades, independentemente de seu porte, devem possuir um serviço municipal de administração que seja capaz de realizar ações de planejamento, implementação e gestão destas áreas.

Importante frisar que a ação do município é também essencial para manter a integridade das áreas de preservação permanente inseridas em áreas urbanas. Tal responsabilidade lhe é atribuída a partir das alterações introduzidas no art. nº 22 da Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 – Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965) – por meio da promulgação da Lei Federal nº 7.803, de 18 de julho de 1989 (BRASIL, 1989): “Nas áreas urbanas, a que se refere o parágrafo único do art. 2º desta Lei, a fiscalização é de competência dos municípios, atuando a União supletivamente”.

Não é por acaso que a administração municipal recebe novas competências e sua autonomia é reforçada. Mudanças neste sentido acompanham a

Constituição Federal promulgada em 5 de outubro de 1988 (BRASIL, 2002), a qual apresenta inovações. A Constituição Federal de 1988 inclui, pela primeira vez na história brasileira, um capítulo específico que trata da política urbana, inserido no Título VII – Da Ordem Econômica e Financeira –, que define questões relacionadas ao plano diretor municipal, à propriedade urbana, às desapropriações de imóveis nas cidades e ao direito do Poder Público municipal de exigir o adequado aproveitamento de lotes urbanos pelos seus proprietários.

Os instrumentos municipais buscam garantir o direito à cidade e assegurar sua função social, assim como da propriedade, resultando na democratização da gestão urbana. No entanto, o texto constitucional requeria uma legislação específica e de abrangência nacional, que definisse e viabilizasse a aplicação dessas medidas por meio de instrumentos adequados. Assim, surge uma legislação infraconstitucional, a Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001 – Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) –, que estabelece diretrizes gerais da política urbana, fornecendo aos Municípios as normas balizadoras e indutoras da aplicação dos instrumentos de política urbana, sem, contudo, interferir na autonomia dos entes federativos.

A aprovação deste marco legal representa o início de uma nova trajetória para as cidades brasileiras. O desafio atual consiste em promover sua implementação, com a aplicação de seus instrumentos no intuito de responder positivamente à construção da ordem urbanística nacional (SALVI et al., 2007a).

2.3.1 Arborização viária

Segundo Milano (1988¹⁸ apud MILANO, 1990), o processo de planejamento da arborização viária pelos municípios deve considerar:

- a) o ambiente urbano – caracterizado seu clima, solos e qualidade do ar;
- b) o espaço físico disponível – definido pela largura de ruas e calçadas, afastamento predial, ocorrência e posicionamento de redes aéreas e

¹⁸ Ver MILANO, M. S. **Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana**: exemplo de Maringá – PR. 1988. 120 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)–Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1988.

subterrâneas;

- c) as características das espécies a utilizar – avaliada a adaptabilidade climática, resistência a pragas e doenças, tolerância à poluição e características morfológicas e fenológicas (forma, porte, raiz, floração e frutificação, entre outras).

É recomendável que estes elementos integrem os planos de arborização municipais, que devem ser dinâmicos e capazes de responder a quatro questões essenciais: o que plantar, onde, quando e como (MILANO, 1987¹⁹ apud MILANO, 1990). A composição de um plano de arborização de ruas deve seguir as seguintes etapas (BIONDI, 2000):

- a) estabelecimento de objetivos – podendo ser gerais ou específicos e envolvendo diversas situações, desde a melhoria da qualidade de vida nos ambientes urbanos, até o sombreamento de ruas;
- b) elaboração de ante-projeto – corresponde ao diagnóstico com detalhada análise das características do local e da vegetação existente, envolvendo também dados históricos da cidade;
- c) desenvolvimento de plano – compreende a implantação (quando, quanto, como e onde plantar); o manejo (ações para a manutenção do vigor das árvores); e o monitoramento (acompanhamento dos plantios);
- d) organização de banco de dados – comporta o armazenamento de informações geradas pelos dados colhidos durante o monitoramento;
- e) replanejamento – engloba a análise e avaliação do plano de arborização implantado, o qual é alimentado pelas informações contidas no banco de dados.

Para ilustrar a dinâmica deste processo de planejamento, Milano (1987²⁰ apud MILANO, 1990) apresenta o fluxograma da Figura 10.

¹⁹ Ver MILANO, M. S. Planejamento e replanejamento de arborização de ruas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1987, Maringá. **Anais...** Maringá: Prefeitura Municipal de Maringá, 1987. p. 1-8.

²⁰ *Ibid.*, p. 64.

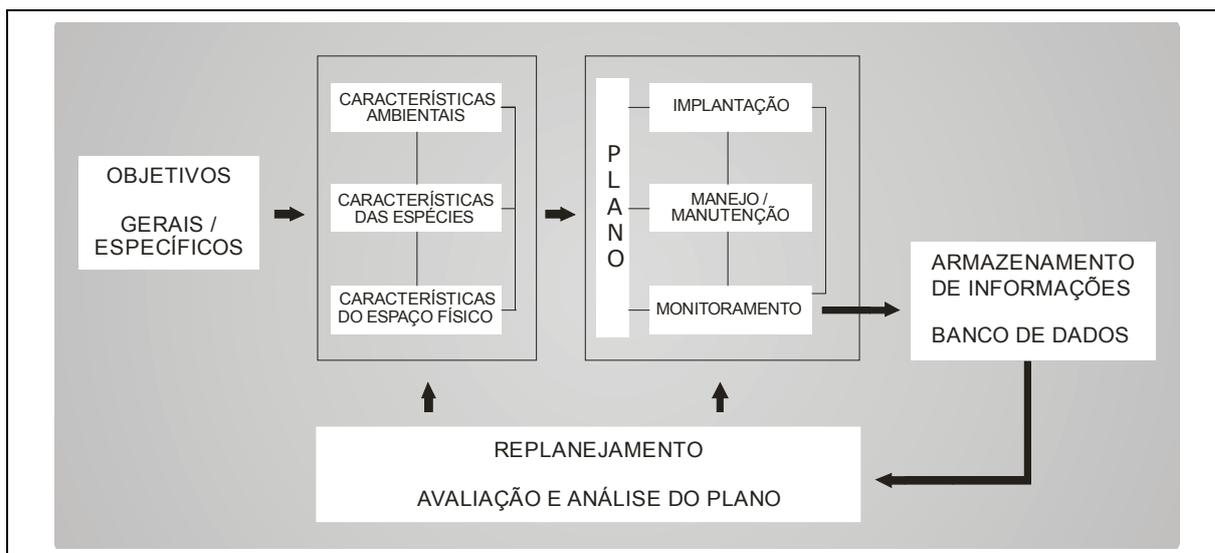


Figura 10: Fluxograma de planejamento da arborização viária
 Fonte: MILANO (1987²¹ apud MILANO, 1990)

De acordo com Biondi (2000), um dos elementos fundamentais para se elaborar um adequado planejamento de arborização de ruas é a avaliação da arborização urbana. Entre os objetivos gerais desta avaliação estão o monitoramento da arborização, o aperfeiçoamento das práticas de manejo, o diagnóstico para o replanejamento e o apoio para o planejamento de novas áreas (BIONDI, 2000).

Existem, entretanto, procedimentos distintos que podem ser adotados nestas avaliações. Segundo Milano e Dalcin (2000), os inventários para avaliação da arborização de ruas podem possuir caráter quantitativo, qualitativo ou quali-quantitativo. São as características apresentadas pelas cidades e os objetivos da avaliação que determinam o melhor sistema a ser adotado. Estes autores afirmam que a simples avaliação quantitativa das áreas verdes urbanas, seja pela expressão de percentuais de cobertura vegetal, seja pela formulação de índice de área por habitante, não implica no real conhecimento da situação da arborização, destacando a fundamental importância da realização de análises de caráter qualitativo para o conhecimento do estado da vegetação existente. Entre os vários benefícios deste tipo de avaliação, estão a identificação de problemas, como incidência de pragas, doenças e danos provocados por atos de vandalismo, e a reunião de subsídios para intervenções e manejo desta vegetação.

²¹ Ibid., p. 64.

As avaliações podem ainda ser totais – indicadas quando o objetivo é a realização de cadastro, ou para avaliações qualitativas em cidades pequenas – ou por amostragem, método que se mostra adequado para levantamentos quantitativos e também qualitativos (MILANO; DALCIN, 2000). As informações obtidas a partir destes processos de avaliação são fundamentais para as ações de replanejamento dos planos de arborização, permitindo a seleção das espécies mais adequadas a cada situação urbana em particular. Para Biondi (2000), os aspectos qualitativos que devem ser considerados para a seleção dos exemplares arbóreos utilizados na arborização viária são:

- a) desenvolvimento – deve-se optar por espécies que apresentem desenvolvimento moderado; aquelas que possuem crescimento muito rápido, demandam maiores custos de manutenção (podas periódicas ou ocasionais);
- b) copa – as formas de copa piramidal e pendente são desaconselhadas, uma vez que competem em espaço com veículos e pedestres; em climas tropicais recomenda-se a utilização de vegetais de copa densa e perene e em ambientes frescos e úmidos, espécies de copa rala e folhas caducas;
- c) bifurcação – as árvores deverão ter tronco livre de ramificações até a altura de 1,80 m, especialmente para evitar conflitos com a circulação de pedestres e veículos;
- d) floração e frutificação – estes aspectos provocam divergência entre os autores; em geral, recomenda-se a opção por flores que não exalem perfume de forma acentuada e frutos pequenos e não carnosos;
- e) altura da árvore – este fator é determinado pelo espaço urbano disponível;
- f) raízes – o sistema radicial deve ser pivotante e profundo para que se evite conflitos com canalizações, muros e calçadas;
- g) resistência à poluição, pragas e doenças – é necessária a seleção de espécies resistentes para a redução dos custos com sua manutenção.

O Quadro 12 reúne espécies vegetais nativas e exóticas, na sua maioria de porte arbóreo, que são comumente utilizadas na arborização viária.

(continua)

Nome da espécie comum / científico	Origem	Porte	Forma da copa	Imagem	Folhagem	Atrativo p/ avifauna	Local adequado para plantio
Aroeira-vermelha <i>Schinus terebinthifolius</i>	nativa	médio	globosa		perene	fruto	jardins, parques, calçadas com ou sem fiação
Canafístula <i>Peltophorum dubium</i>	nativa	grande	umbeliforme		decídua	flor	canteiros centrais
Caroba <i>Jacaranda puberula</i>	nativa	médio	globosa		decídua	flor	canteiros centrais, calçadas sem fiação
Cássia-fastuosa <i>Cassia leptophylla</i>	nativa	médio	elíptica		semidecídua	flor	jardins, parques, calçadas com ou sem fiação
Chuva-de-ouro <i>Cassia fistula</i>	nativa	médio	umbeliforme		decídua	flor	canteiros centrais
Cinamomo <i>Melia azedarach</i>	exótica	grande	elíptica		decídua	fruto	praças e parques
Corticeira <i>Erythrina falcata</i>	nativa	grande	elíptica		decídua	flor	praças e parques
Extremosa <i>Lagerstroemia indica</i>	exótica	pequeno	globosa		decídua	fruto	jardins, parques, calçadas com ou sem fiação

Quadro 12: Espécies vegetais utilizadas em arborização viária

Fonte: Elaborado com base em Argel-de-Oliveira (1990), Biondi e Althaus (2005), Porto Alegre (1998b), Sanchotene (1989) e Sanchotene et al. (1998).

(continuação)

Nome da espécie comum / científico	Origem	Porte	Forma da copa	Imagem	Folhagem	Atrativo p/ avifauna	Local adequado para plantio
Flamboyant <i>Delonix regia</i>	exótica	grande	umbeliforme		decídua	flor	praças e parques
Hibisco <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	exótica	pequeno	globosa		perene	flor abrigo	jardins, parques, calçadas com ou sem fiação
Ipê amarelo <i>Tabebuia chryso-tricha</i>	nativa	grande	elíptica		decídua	flor	canteiros centrais, calçadas sem fiação
Ipê roxo <i>Tabebuia avellanedae</i>	nativa	grande	globosa		decídua	flor	canteiros centrais, calçadas sem fiação
Jacarandá <i>Jacaranda mimosifolia</i>	exótica	grande	elíptica		decídua	flor	canteiros centrais, calçadas sem fiação
Jerivá <i>Syagrus romanzoffiana</i>	nativa	grande	pendente		perene	fruto	jardins, canteiros centrais, calçadas sem fiação
Ligustro <i>Ligustrum lucidum</i>	exótica	médio	globosa		perene	fruto	calçadas com ou sem fiação
Magnólia-branca <i>Magnolia grandiflora</i>	exótica	médio	elíptica		perene	sementes	jardins, canteiros centrais, calçadas sem fiação

Quadro 12: Espécies vegetais utilizadas em arborização viária

Fonte: Elaborado com base em Argel-de-Oliveira (1990), Biondi e Althaus (2005), Porto Alegre (1998b), Sancho-tene (1989) e Sancho-tene et al. (1998).

(conclusão)

Nome da espécie comum / científico	Origem	Porte	Forma da copa	Imagem	Folhagem	Atrativo p/ avifauna	Local adequado para plantio
Malvaisco <i>Malvaviscus arboreus</i>	exótica	pequeno	arbusto ramificado		perene	flor abrigo	cercas vivas, jardins, praças, parques
Paineira <i>Chorisia speciosa</i>	nativa	grande	globosa		decídua	flor fruto	praças, parques e outras áreas amplas sem fiação
Pata-de-vaca-rosa <i>Bauhinia variegata</i>	exótica	pequeno	umbeliforme		perene	flor	jardins, parques, calçadas com ou sem fiação
Pau-ferro <i>Caesalpinia ferrea</i>	nativa	grande	umbeliforme		semidecídua	–	canteiros centrais, calçadas largas sem fiação
Pitangueira <i>Eugenia uniflora</i>	nativa	pequeno	elíptica		perene	flor fruto	praças e parques
Quaresmeira <i>Tibouchina granulosa</i>	nativa	pequeno	globosa		perene	flor	canteiros centrais, calçadas com ou sem fiação
Sibipiruna <i>Caesalpinia peltophoroides</i>	nativa	médio	umbeliforme		semidecídua	flor	canteiros centrais, calçadas sem fiação
Tipuana <i>Tipuana tipu</i>	exótica	grande	umbeliforme		decídua	abrigo	praças e parques

Quadro 12: Espécies vegetais utilizadas em arborização viária

Fonte: Elaborado com base em Argel-de-Oliveira (1990), Biondi e Althaus (2005), Porto Alegre (1998b), Sanchoatene (1989) e Sanchoatene et al. (1998).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Visando atender ao objetivo geral estabelecido por este trabalho, de analisar a capacidade dos túneis verdes de constituir corredores urbanos de vegetação para a avifauna, diversas metodologias e técnicas foram empregadas. Os métodos utilizados por esta pesquisa são o exploratório, o descritivo e o analítico.

O método **exploratório** procura elevar o grau de familiaridade de um determinado problema de modo a torná-lo explícito, facilitando a construção de hipóteses em uma pesquisa. Envolve levantamento bibliográfico, entrevistas e análise de exemplos que estimulem a compreensão, podendo assumir as formas de estudo de caso e pesquisa bibliográfica (GIL, 2002).

O método **descritivo** envolve atividades que visam descrever as características de uma dada população ou fenômeno, podendo, ou não, estabelecer relações entre as variáveis encontradas. As técnicas usualmente utilizadas obedecem à padronização e à sistematização na coleta de dados, assumindo, freqüentemente, a forma de levantamentos (GIL, 2002).

O método **analítico** busca elaborar análises sobre os dados coletados, gerando considerações sobre os fenômenos observados.

As técnicas adotadas, por sua vez, incluem as documentações direta e indireta.

A **técnica de documentação direta** consiste no processo pelo qual a obtenção de dados é realizada no próprio local onde os fenômenos ocorrem, podendo ser efetuadas por meio de pesquisa de laboratório ou de campo (LAKATOS; MARCONI, 1992). No caso específico desta dissertação, realizou-se pesquisa de campo em Porto Alegre, RS, cidade selecionada como estudo de caso. A escolha da capital gaúcha se deve, principalmente, à importância atribuída à

arborização viária e à identificação de um de seus elementos peculiares, os túneis verdes, como um dos vários componentes formadores da imagem da cidade.

Segundo Gil (2002), o estudo de caso envolve estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de modo que seja possível seu amplo e detalhado conhecimento. Para Martins (2006), esta estratégia de pesquisa consiste em investigação empírica de determinado fenômeno dentro de seu contexto real, sobre o qual o pesquisador não possui controle sobre eventos e suas variáveis. O autor afirma ainda que neste tipo de estudo avaliações qualitativas são essenciais.

As observações realizadas na pesquisa de campo constituem técnicas de observação direta intensiva, que podem ser caracterizadas como técnica de coleta de dados para a obtenção de informações que se utiliza dos sentidos para a apreensão de determinados aspectos da realidade (MARCONI; LAKATOS, 1999).

Na **técnica de documentação indireta**, os dados utilizados são coletados por outras pessoas e podem se constituir em material elaborado ou não. O modo de aquisição das informações divide-se, ainda, em duas categorias de pesquisa: documental e bibliográfica. A pesquisa documental utiliza-se de fontes primárias, que são aquelas informações e dados “de primeira mão” oriundos dos órgãos que realizaram as observações, produzindo, então, documentos como fotografias, gravações, objetos de arte etc. (LAKATOS; MARCONI, 1992, p. 43). Gil (2002) acrescenta ainda que materiais que já foram processados, mas que podem receber novas interpretações, como relatórios de empresas, tabelas etc., podem ser também incluídos neste grupo. A pesquisa bibliográfica reúne fontes secundárias, que consistem na bibliografia publicada nas mais diferentes formas: livros, revistas, imprensa escrita, artigos científicos e publicações avulsas, nas formas impressas ou veiculadas *on line*. De acordo com Lakatos e Marconi (1992), a pesquisa bibliográfica pode ser considerada como passo inicial de toda pesquisa científica.

A seguir, são apresentados os objetivos específicos desta pesquisa e os respectivos métodos, técnicas e atividades desenvolvidas, assim como os resultados alcançados ao término dos processos (Quadro 13).

(continua)

ETAPA 1: estabelecimento, a partir de revisão bibliográfica, do referencial teórico que promova reflexões sobre os temas da biodiversidade, do ambiente urbano sob a perspectiva ecológica e do gerenciamento das áreas verdes no contexto da gestão urbana	
MÉTODO – Exploratório	
Técnica de pesquisa	Descrição das atividades
Pesquisa Bibliográfica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consulta a teses, dissertações, artigos científicos, legislação etc. ▪ Identificação de dados e informações constantes do material impresso, estabelecendo suas relações com o problema proposto (GIL, 2002)
Resultado: redação das sub-seções integrantes do referencial teórico da dissertação	
OBJETIVO ESPECÍFICO 1: caracterizar a estrutura da cidade (macrozonas) e definir a(s) área(s) de estudo a partir da análise de imagens aéreas	
MÉTODOS – Descritivo / Exploratório	
Técnica de pesquisa	Descrição das atividades
Pesquisa Bibliográfica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ estudo e caracterização das macrozonas existentes em Porto Alegre a partir da literatura que trata sobre o zoneamento da cidade
Documentação Indireta – Pesquisa Documental (fonte primária)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ análise de imagens aéreas obtidas a partir do <i>software Google-Earth Mapping Service™</i> com o objetivo de elaborar informações e selecionar imagens representativas destas macrozonas
Resultado: definição da área de estudo	
OBJETIVO ESPECÍFICO 2: identificar e selecionar os túneis verdes na malha urbana de Porto Alegre, os quais são objeto central da pesquisa	
MÉTODOS – Descritivo / Exploratório	
Técnica de pesquisa	Descrição das atividades
Documentação Indireta – Pesquisa Documental (fonte primária)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ identificação no mapa da cidade das vias que possuem vegetação que desenvolve o efeito túnel, por meio da interpretação visual de imagens aéreas obtidas a partir do <i>software Google-Earth</i>, disponível <i>on line</i>
Documentação Direta – Pesquisa de Campo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ realização de conferência no local, obtendo pontos georreferenciados a partir da utilização de <i>Global Positioning System – GPS</i>
Resultado: geração de mapas ilustrativos da distribuição dos túneis verdes na cidade	

Quadro 13: Procedimentos metodológicos relativos aos objetivos específicos da pesquisa
 Fonte: Elaborado com base em Gil (2002) e Lakatos e Marconi (1992).

(continuação)

OBJETIVO ESPECÍFICO 3: selecionar trechos viários de controle com características urbanas semelhantes aos túneis verdes, mas destituídos de densa vegetação	
MÉTODOS – Descritivo / Exploratório	
Técnica de pesquisa	Descrição das atividades
Documentação Indireta – Pesquisa Documental (fonte primária)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ seleção dos trechos viários que servirão de controle no estudo realizado sobre a observação de aves em ambientes urbanos, por meio da interpretação visual de imagens aéreas obtidas a partir do <i>software Google-Earth</i>, disponível <i>on line</i>
Documentação Direta – Pesquisa de Campo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ realização de conferência no local, obtendo pontos georreferenciados a partir da utilização de <i>Global Positioning System – GPS</i>
Resultado: obtenção de fotografias e geração de mapas ilustrativos	
OBJETIVO ESPECÍFICO 4: caracterizar os tipos vegetais que compõem os túneis verdes e vias controle	
MÉTODOS – Descritivo / Exploratório	
Técnica de pesquisa	Descrição das atividades
Documentação Direta – Pesquisa de Campo + Pesquisa Bibliográfica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ realização de levantamento de campo para identificação taxonômica, quantificação e caracterização das espécies vegetais que compõem os túneis verdes e vias controle
Resultados: elaboração de planilhas a partir dos dados obtidos e construção de banco de dados para utilização posterior no <i>software Microsoft Office Access</i>	
OBJETIVO ESPECÍFICO 5: caracterizar as espécies de avifauna que se utilizam dos túneis verdes quanto à diversidade e composição	
MÉTODO – Descritivo	
Técnica de pesquisa	Descrição das atividades
Documentação Direta – Pesquisa de Campo + Observação Direta Intensiva Sistemática	<ul style="list-style-type: none"> ▪ realização de levantamento de campo para identificação das espécies de avifauna encontradas junto aos túneis e aos controles; técnica aplicada por Fontana (2004) para a observação de aves em ambientes urbanos – raio fixo de 50 m; tempo 8' (min)
Análise de Resultados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ classificação sistemática das aves observadas ▪ análise da presença e frequência dos espécimes encontrados
Resultados: elaboração de planilhas a partir dos dados obtidos e construção de banco de dados para uso posterior junto ao <i>software Microsoft Office Access</i>	

Quadro 13: Procedimentos metodológicos relativos aos objetivos específicos da pesquisa
Fonte: Elaborado com base em Gil (2002) e Lakatos e Marconi (1992).

(conclusão)

OBJETIVO ESPECÍFICO 6: verificar se os túneis verdes desempenham papel de ligação entre áreas de relevância ambiental existentes na cidade	
MÉTODO – Analítico	
Técnica de pesquisa	Descrição das atividades
Documentação Indireta – Pesquisa Documental (fonte primária)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ medição das distâncias entre os túneis verdes e os espaços de valor ambiental da cidade, verificando a existência ou não de ligação entre os mesmos. <i>Software</i> utilizado: IDRISI, versão 15.0 – <i>The Andes Edition</i> – com sobreposição de pontos georreferenciados sobre a malha urbana ▪ elaboração de representação esquemática das distribuições encontradas de acordo com trabalho de Fernández-Juricic (2000)
Resultado: geração de mapas temáticos	
OBJETIVO ESPECÍFICO 7: avaliar se estas composições vegetais contribuem para promover a ocupação de ambiente intensamente urbanizado por diferentes espécies da avifauna	
MÉTODO – Analítico	
Técnica de pesquisa	Descrição das atividades
Análise de Resultados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ realização de estimativas da contribuição dos túneis verdes na permanência da avifauna em ambiente urbano, por meio da comparação entre os resultados encontrados nas observações realizadas nos túneis verdes e nos controles (presença e quantificação dos espécimes da avifauna)
Resultado: discussão de resultados da dissertação	
ETAPA 2: elaborar discussão reflexiva sobre a importância ecológica dos túneis verdes no meio urbano	
MÉTODO – Analítico	
Técnica de pesquisa	Descrição das atividades
Análise de Resultados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ formulação de síntese dos dados levantados, informações geradas e bibliografia pesquisada, com avaliação do conjunto de conhecimentos obtidos, buscando a reflexão sobre o tema (hipótese) proposto
Resultados: redação de texto “Discussão de Resultados” da Dissertação; elaboração de subsídios para a formulação de estratégias para a implantação de corredores urbanos de vegetação para avifauna; proposição de inclusão no Plano Diretor de Arborização Urbana de Porto Alegre de item referente à implantação de corredores urbanos de vegetação para avifauna	

Quadro 13: Procedimentos metodológicos relativos aos objetivos específicos da pesquisa
 Fonte: Elaborado com base em Gil (2002) e Lakatos e Marconi (1992).

3.1 ÁREA DE ESTUDO: A CIDADE DE PORTO ALEGRE

Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul, localiza-se sob a latitude de 30°01'59"S e a longitude de 51°13'48"W e na altitude de 4 m s.n.m. em seu marco rodoviário zero, junto a Praça Montevideu, no centro da cidade (MENEGAT et al., 1998). A Figura 11 ilustra as situações geográficas de Porto Alegre na América do Sul e Brasil.



Figura 11: Imagens de satélite de Porto Alegre – RS

Fonte: Imagem A – IHGRGS (2005)

Imagem B – IFUFRGS (2007)

A ocupação da cidade, segundo Souza e Müller (1997), pode ser organizada em cinco períodos históricos distintos. De **1680 a 1772**, ocorre a chegada no território de casais provenientes das ilhas dos Açores, Portugal. Nessa fase, o Rio Grande do Sul é incorporado à Colônia do Brasil, depois de muitas décadas de disputas entre Portugal e Espanha pelo domínio da região.

A partir de 26 de março de 1772, com a instalação da Capela Curada de Nossa Senhora da Madre de Deus, a qual conta com um padre permanente para todos os ofícios religiosos e um limite territorial para a sua jurisdição, nascem os primeiros cidadãos porto-alegrenses. Neste momento, o núcleo possui 1.500 habitantes e é elevado à categoria de freguesia (MACEDO, 1998).

Monteiro (1995, p. 22) afirma que:

apesar de iniciado o povoamento, não se pode falar ainda de um núcleo urbano, em vista da dispersão dos habitantes, inexistência de ruas e da demarcação dos lotes. De outra parte, não havia se estabelecido um poder autônomo e a maior parte da população praticava agricultura de subsistência.

Segundo Lüdke (1998), as primeiras praças constituídas na cidade datam da segunda metade do século XVIII e apresentam a configuração de grandes largos voltados para a celebração de festas populares e religiosas, assim como para a comercialização de gêneros alimentícios.

O segundo período, de **1772 a 1820**, é marcado pela crescente produção de trigo na região, a qual impulsiona o desenvolvimento portuário. O escoamento destas safras agrícolas provenientes da região do Jacuí eleva a importância do porto às margens do Guaíba, provocando a transferência da capital do continente do arraial de Viamão para Porto Alegre no ano de 1773 (SOUZA DOCCA, 1941²² apud MACEDO, 1998). Em 1810, Porto Alegre é elevada à categoria de vila e conta com 12 mil habitantes.

Segundo Monteiro (1995), a construção de fortificações (ano de 1778) foi significativa na organização do espaço, promovendo a delimitação entre os ambientes urbano e rural, além da orientação do sentido de crescimento da vila. O cotidiano do povoado se dá no interior destas fortificações. Protegidos por seus limites, os estabelecimentos de comércio e as pequenas residências se distribuem em uma malha urbana constituída por três ruas principais, que partem da ponta da península, atravessando-a no sentido longitudinal, se encontrando diante do portão da vila (atual Praça Argentina).

Antes do término do século XVIII, a cidade possui três grandes espaços públicos: o Largo da Matriz, a Praia do Arsenal e o Largo da Quitanda, os quais constituem hoje, respectivamente, as praças Marechal Deodoro, Brigadeiro Sampaio e da Alfândega (LÜDKE, 1998).

²² Ver SOUZA DOCCA, O. **Bicentenário da colonização de Porto Alegre**. Rio de Janeiro: Biblioteca Militar, 1941.

As residências de Porto Alegre do final do século XVIII são assim descritas por Weimer (1987, p. 92-93):

[...] foi sendo construído um sem-número de pequenas residências como eram encontradas por todo o país: exprimidas umas contra as outras em terrenos de vinte ou trinta palmos (4,40 e 5,50 m) de largura. Em planta baixa tinham uma sala na frente e outra que servia de copa e cozinha nos fundos. Um estreito corredor ligava as duas e passava ao longo de algumas alcovas sem iluminação e ventilação naturais. No fundo havia um pequeno pátio murado onde eram feitos serviços domésticos e onde ficava a senzala.

A fase de **1820 a 1890** é marcada por diversos fatos relevantes: o declínio da produção do trigo, a Guerra dos Farrapos (1835 a 1845) e a chegada dos primeiros alemães (1824) e italianos (1875) que acrescentam à capital diferentes hábitos e culturas. A população atinge 52 mil habitantes e, em 1822, Porto Alegre é elevada à categoria de cidade (SOUZA, 1998). Neste período, as famílias açorianas abandonam a cultura do trigo e passam a se dedicar à pecuária; entretanto, a região permanece estagnada economicamente. O porto é fechado aos revolucionários farroupilhas e a cidade é abastecida apenas pela colônia. Essa situação perdura até 1850, quando são retomadas as exportações e importações portuárias.

Até o final da Guerra dos Farrapos, a cidade apresenta apenas equipamentos indispensáveis à vida urbana, como enfermaria e prédios administrativos, religiosos e militares. O fim do conflito e a derrubada das muralhas, que limitavam fisicamente a cidade, permitem a expansão da malha urbana.

A partir da segunda metade do século XIX, vários serviços públicos são implantados, modernizando o espaço urbano central de Porto Alegre, que recebe calçamento, iluminação e transporte coletivo com uma linha de bonde de tração animal.

O primeiro ajardinamento de espaço público ocorre em 15 de maio de 1868 (MACEDO, 1998). As ações de saneamento e plantio de árvores em espaços públicos, segundo o autor, têm como objetivos sanear as áreas de importância para a cidade, como as que possuem os chafarizes – que são fundamentais para o abastecimento de água da população, e evitar o surgimento de espaços abertos, os quais eram utilizados como lixões pelos porto-alegrenses da época.

De acordo com Oliveira (1984²³ apud MONTEIRO, 1995), entre os serviços de relevância implantados no período, pode-se citar: a construção do Gasômetro (1874), a regularização da coleta do lixo (por lei municipal datada de 1876), o início do saneamento (1878) e a instalação dos serviços telefônicos (1886).

De **1890 a 1945** ocorre a entrada da cidade na era industrial. A classe burguesa solidifica-se e passa a comercializar suas mercadorias não somente na capital, mas também no interior. As duas guerras mundiais provocam a diminuição das importações e a maior aceitação das mercadorias nacionais. Ao final do período, a cidade possui 275 mil habitantes (SOUZA; MÜLLER, 1997).

O primeiro plano urbanístico de características abrangentes para Porto Alegre é deste período tendo sido elaborado pelo Arquiteto e Engenheiro João Moreira Maciel (1914). Denominado "Plano de Melhoramentos", tem caráter viário e propõe reformas no centro da cidade, as quais consistem no alargamento de várias ruas e na ligação do centro com a periferia (SOUZA; MÜLLER, 1997). A cidade se transforma com a implantação de vários equipamentos urbanos, conforme mostrado no Quadro 14.

(continua)

COMPONENTE	ANO
Infra-estrutura	
Estrada de ferro para Tristeza	1896
Companhia de Força e Luz Porto-alegrense	1906
Usina elétrica	1908
Bondes elétricos	1908
Iluminação elétrica pública	1908
Ligação ferroviária Porto Alegre - São Paulo	1910
Dragagem e canalização do acesso ao porto	1913/20
Porto: construção e inauguração	1918/21
Educação / Saúde	
Faculdade de Farmácia	1896
Escola de Engenharia	1896
Ginásio Júlio de Castilhos	1896
Escola de Medicina	1899
Escola Livre de Direito	1899

Quadro 14: Exemplos de equipamentos urbanos implantados na cidade de Porto Alegre durante as administrações do Intendente José Montauray (1897-1924)

Fonte: SOUZA; MÜLLER (1997)

²³ Ver OLIVEIRA, C. S. de. **Porto Alegre: a cidade e sua formação**. Porto Alegre: Norma, 1984.

(conclusão)

COMPONENTE	ANO
Lazer	
Bairro Tristeza: veraneio, viagem por trem	1896 -
Velódromo: Sarmento Leite e Redenção	1899
Grêmio Foot-ball Porto-alegrense	1903
Primeiro cinema: "Recreio Ideal"	1907
Sport Club Internacional	1909
Administrativo	
Palácio Piratini	1896
Prefeitura (prédio da praça Montevideu)	1900
Comercial e Industrial	
Cia Fiação e Tecidos de Porto Alegre	1891
Fábrica de calçados Companhia Progresso	1892
Companhia Fabril Porto-alegrense	1893
Fábrica de Pregos Ponta de Paris	1893
Cervejaria Ritter	1894
Companhia de Fábrica de Vidro Sul Brasil	1894
Tecelagem Renner / Mentz	1911
Cervejaria Continental	1924

Quadro 14: Exemplos de equipamentos urbanos implantados na cidade de Porto Alegre durante as administrações do Intendente José Montauray (1897-1924)

Fonte: SOUZA; MÜLLER (1997)

A administração do Intendente Otávio Rocha (1924 a 1928) é marcada por intervenções do poder público municipal sobre as áreas verdes urbanas, buscando a transformação estética dos espaços, com a implantação de diversos elementos, como bancos, fontes e monumentos. Nesta gestão são criados o Serviço Municipal de Jardins e Arborização de Logradouros Públicos (PORTO ALEGRE, 2000) e um setor na Comissão de Obras Novas chamado "Seção de Embelezamento", que se encarrega da implantação de novos jardins e praças à malha urbana, buscando, no viveiro e no horto municipais, flores, arbustos e árvores para a execução das obras (MONTEIRO, 1995).

São implantados jardins contemplativos, por meio da retirada de árvores antigas e reordenação dos espaços com o uso de canteiros desenhados (MONTEIRO, 1995, p. 114). Segundo este autor, as intervenções têm a intenção de afastar das ruas os cidadãos mal vistos pela sociedade da época (prostitutas, bêbados e malandros), acrescentando um "tom aristocrático aos hábitos da sociedade porto-alegrense".

Nos anos subseqüentes, a cidade ganha novos componentes, como os apresentados no Quadro 15.

COMPONENTE	ANO
Sistema viário	
Avenida Três de Novembro	1938-39
Avenida Farrapos	1939-40
Avenida Salgado Filho	1939-40
Avenida Protásio Alves	nd
Saneamento	
Canalização do riacho Ipiranga	nd
Ampliação da rede de distribuição de água	nd
Ampliação das instalações de recalque, tratamento e reservatórios	nd
Rede cloacal atingindo os bairros Centro, Floresta, Independência, Moinhos de Vento, Rio Branco, Cidade Baixa e Menino Deus	nd
Ampliação da rede pluvial	nd
Saúde	
Hospital de Pronto Socorro Municipal - HPS	Início 1941
Centro de Saúde Modelo	1941

Quadro 15: Exemplos de equipamentos urbanos implantados na cidade de Porto Alegre durante a administração do Prefeito Loureiro da Silva (1937-1943)

Fonte: SOUZA; MÜLLER (1997)

Nota: nd (dado não disponível).

Além destas transformações viárias e de infra-estrutura, diversas intervenções são realizadas sobre os espaços verdes da cidade, os quais experimentam significativo aumento em área (Tabela 1).

Tabela 1 – Crescimento das áreas de parques, praças e jardins na cidade de Porto Alegre nos anos 30 e 40, durante a administração do Prefeito Loureiro da Silva

ANO	ÁREA VERDE TOTAL (m ²)
1937	211.001
1938	222.950
1939	237.573
1940	793.613
1941	810.831

Fonte: SOUZA; MÜLLER (1997)

Neste período, a vegetação viária recebe especial atenção. Os bairros da cidade recebem plantios de tipos específicos de espécies arbóreas, as quais passam a ser fatores de identificação do local (Figura 12). De acordo com Porto Alegre

(2000) e Sanchotene et al. (1998), dentre as árvores extensivamente utilizadas nos projetos de arborização urbana da época encontram-se: jacarandá (*Jacaranda mimosifolia* – bairros Bom Fim, Floresta e Rio Branco), cinamomo (*Melia azedarach* – bairros Petrópolis, Mont Serrat e Higienópolis), ligustro (*Ligustrum lucidum* – bairros Centro e Cidade Baixa), perna-de-moça (*Brachychiton populneum* – bairro Moinhos de Vento), plátano (*Platanus acerifolia* – bairro Boa Vista) e tipuana (*Tipuana tipu* – conjunto residencial do Instituto de Aposentadoria e Pensões dos Industriários – IAPI).

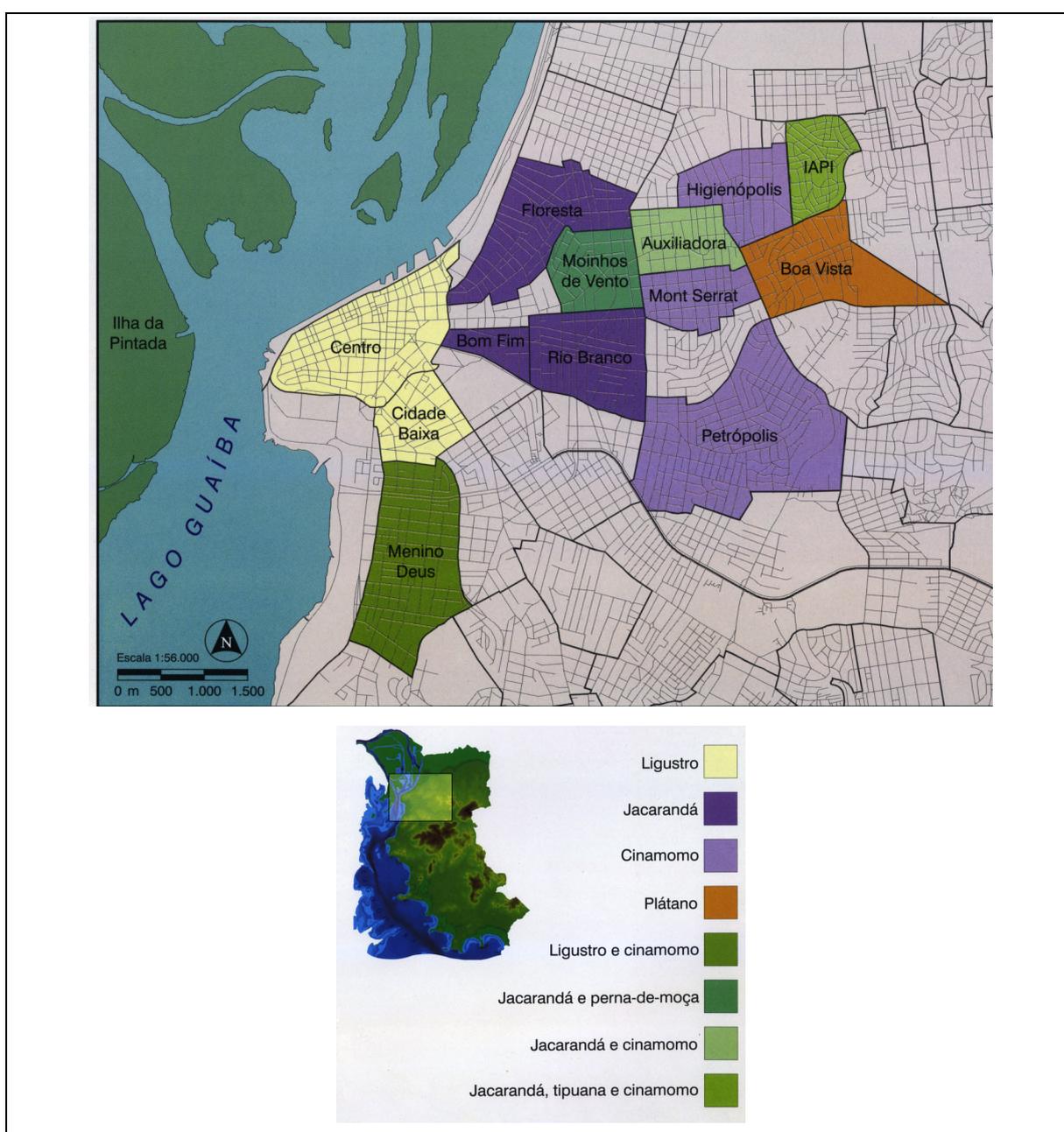


Figura 12: Mapa de espécies arbóreas predominantes nos bairros antigos de Porto Alegre – RS
Fonte: SANCHOTENE et al. (1998)

O "efeito túnel" resultante da densa arborização viária, encontrado em vários bairros da cidade, é resultante de plantios realizados nesta transição das décadas de 1930 e 1940.

O último período, de **1945 até os dias de hoje**, é marcado pela metropolização, crescimento populacional intenso e deslocamento das indústrias para a periferia da cidade. O pólo hegemônico do estado não se limita mais à capital, mas envolve também a sua região metropolitana (SOUZA, 1998).

Nos anos 50, são construídas mais de 60 praças, as quais recebem equipamentos de recreação infantil e esportivos. O primeiro Plano Diretor de Porto Alegre, datado de 1954, destina 10% da área total dos loteamentos para a implantação de praças, percentual que se eleva a 15% no ano de 1966. O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de 1979 passa a exigir a doação de 2% da área total dos loteamentos em terrenos destinados à viabilização da rede de parques do município (LÜDKE, 1998).

Porto Alegre, ao longo de sua história, sofre profundas transformações sociais e econômicas, que promovem alterações físicas de impacto sobre o espaço natural para transformá-lo em urbanizado. A cidade, que nasce desenhada segundo o padrão das cidades portuguesas – orgânicas, irregulares ou espontâneas (GUERREIRO, 2000²⁴ apud NEVES, 2005), apresenta, na atualidade, um tecido urbano heterogêneo resultante deste crescimento.

A partir do estudo da paisagem e das funções das áreas urbanizadas, é possível a identificação de espaços específicos. Hoje, são reconhecidas no município dez macrozonas, as quais apresentam, segundo o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Porto Alegre – PDDUA (PORTO ALEGRE, 1999):

diferentes padrões de desenvolvimento, espaços públicos de natureza e funções diversas, tipologias de edificações e estruturação viária distintas, além de aspectos socioeconômicos, paisagísticos, ambientais e de potencial de crescimento próprios (HICKEL et al., 1998, p. 107).

Os 83 bairros do município distribuem-se nessas macrozonas (Figura 13 e Quadro 16) e abrigam uma população estimada, em julho de 2006, de 1.440.939 habitantes (IBGE, 2006).

²⁴ Ver GUERREIRO, M. R. **A lógica territorial na gênese e formação das cidades brasileiras: o caso de Ouro Preto**. Lisboa: [s. n.], 2000.

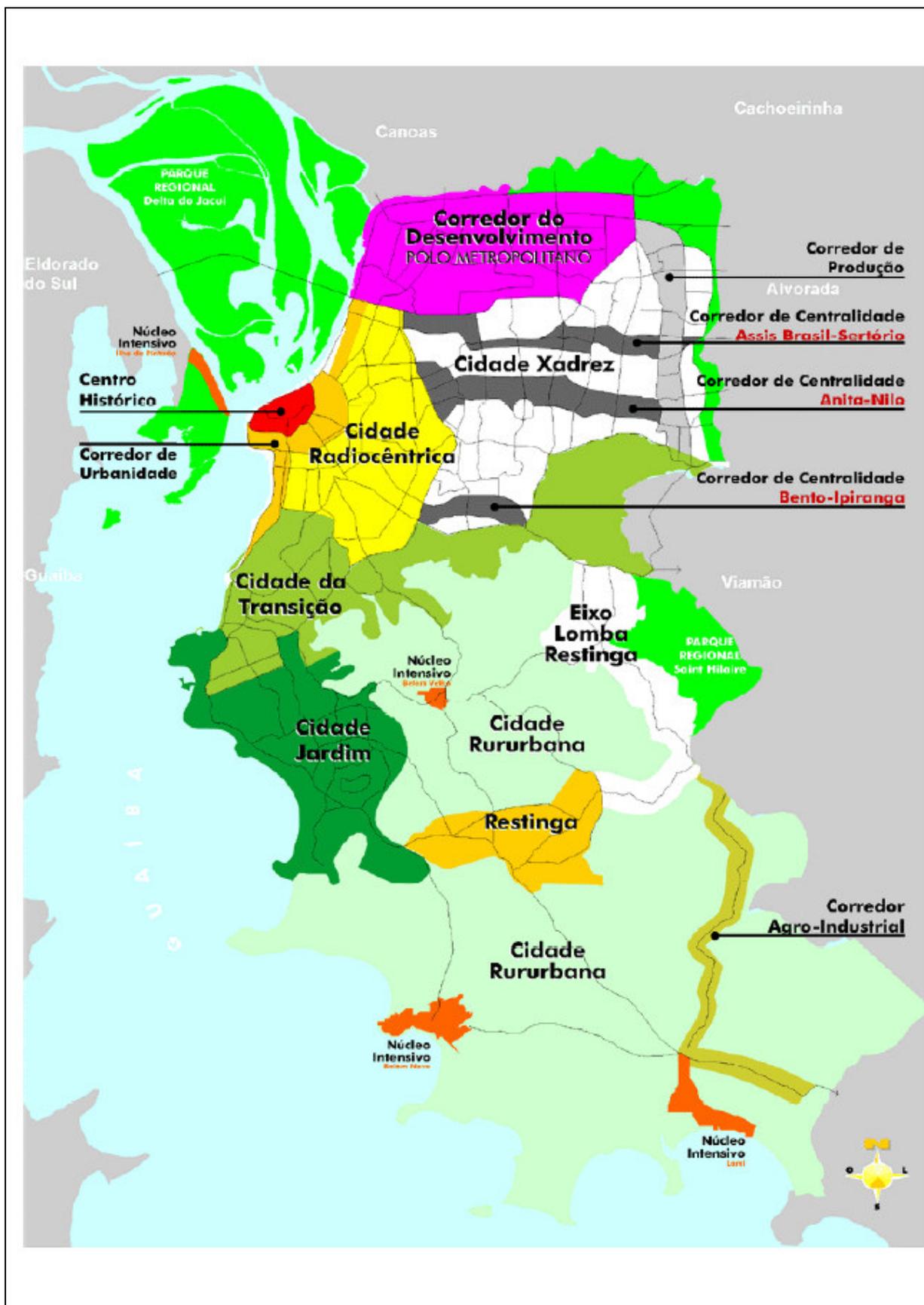


Figura 13: Mapa de macrozonas do município de Porto Alegre – RS
 Fonte: PORTO ALEGRE (1999)

MACROZONAS	CARACTERÍSTICAS GERAIS
Centro Histórico	alta densidade de edificações (funções comerciais e de serviços) limitada pela Primeira Perimetral
Cidade Radiocêntrica	centro Histórico associado à trama radial de vias principais com maior densidade, e melhores condições de infra-estrutura da cidade. Região de ocorrência de túneis verdes
Corredor de Desenvolvimento	grandes vazios urbanos com potencialidade para desenvolvimento de pólo econômico regional, próximo as BR116 e BR290
Cidade Xadrez	malha viária ortogonal com densificação mais intensa a partir da década de 1980, mas ainda com muitos lotes vazios
Cidade de Transição	entre a Cidade Xadrez e a Crista de Porto Alegre (morros da Polícia, Santana, Companhia, Teresópolis e Pedra Redonda), com predomínio residencial
Cidade Jardim	área residencial, com baixas densidades populacionais
Restinga	implantada na década de 1960 pelo Poder Público para abrigar população de baixa renda
Cidade Rural-Urbana	acentuada produção de hortigranjeiros na região sul do município, com áreas naturais de importância
Ilhas do delta do Jacuí	importante área de preservação natural de 16 ilhas, com cerca de 4.500 ha, da Província Costeira do Estado
Eixo Lomba do Pinheiro-Restinga	limite de Porto Alegre e Viamão, onde há o maior número de vilas populares da cidade

Quadro 16: Características gerais das macrozonas de Porto Alegre – RS
 Fonte: Elaborado com base em Hickel et al. (1998) e Porto Alegre (1999).

Atualmente, existem distribuídas nas vias públicas destas macrozonas, aproximadamente 1 milhão de árvores, correspondendo a mais de 200 espécies, entre frutíferas, nativas – regionais ou brasileiras – e exóticas (SANCHOTENE et al., 1998).

De acordo com a Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMAM (PORTO ALEGRE, 2007b), a cidade possui 712 praças, dentre as quais 539 encontram-se urbanizadas, correspondendo a uma área total de 3.750.887 m². Somam-se a estas áreas verdes, os parques e as unidades de conservação do município (Tabela 2).

Tabela 2 – Parques e unidades de conservação do município de Porto Alegre – RS

ÁREA VERDE	ÁREA (ha)	ANO DE CRIAÇÃO
Parque Farroupilha (Redenção)	37,51	1935
Parque Moinhos de Vento	11,50	1972
Parque Marinha do Brasil	70,70	1978
Parque Maurício Sirotsky Sobrinho	65,00	1981
Parque Mascarenhas de Moraes	18,30	1982
Parque Chico Mendes	25,29	1992
Parque da Restinga	23,48	1993
Parque Gabriel Knijnik	11,95	2004
Parque Alemanha	15,08	2006
Unidade de Conservação Parque Saint' Hilaire	1.148,62	1947
Unidade de Conservação Reserva Biológica do Lami	179,78	1975
Unidade de Conservação Morro do Osso	127,00	1994

Fonte: Elaborado com base em Porto Alegre (2008).

A totalização das áreas verdes no município compreende 22.169.736 m² e a relação de área verde por habitante é de 16,42 m² (PORTO ALEGRE, 2007b). Para o gerenciamento destes espaços, o Município conta com extensa legislação ambiental (PORTO ALEGRE, 2004).

Ao longo dos anos, também a arborização das vias passa a ser considerada como patrimônio natural da cidade, recebendo atenção especial dos administradores públicos. Entre as condutas adotadas que demonstram a preocupação do município referente à arborização de ruas estão (PORTO ALEGRE, 1998b, 2000, 2007a):

- a) ano de 1985 – promoção do 1º Encontro Nacional sobre Arborização Urbana – ENAU, evento que se constitui em uma oportunidade pioneira de intercâmbio de informações entre pesquisadores e profissionais de outros estados que se dedicam ao estudo e gerenciamento da arborização pública;

- b) ano de 1990 – inserção do tema “Arborização Urbana” na Lei Orgânica Municipal, no Capítulo VII intitulado Da Política do Meio Ambiente;
- c) ano de 1992 – elaboração de obra que reúne normas para o estabelecimento da arborização pública. O documento inclui ampla variedade de informações, como as espécies vegetais adequadas para o plantio em diferentes situações, como sob rede aérea, em calçadas, em canteiros centrais etc., além de aspectos técnicos, como distanciamentos entre os exemplares, épocas de plantio e dimensões de covas adequadas, entre outras (PORTO ALEGRE, 1998b);
- d) ano de 2000 – publicação do Plano Diretor de Arborização de Vias Públicas (PORTO ALEGRE, 2000) que possui várias informações, como um inventário da realidade da vegetação urbana existente na cidade, instruções para manejo, poda e remoções de espécimes e avaliações de custos, dentre outras orientações úteis à gestão das áreas verdes urbanas;
- e) ano de 2007 – lançamento do Plano Diretor de Arborização Urbana de Porto Alegre – PDAU, que se torna um instrumento legal e oficial para o planejamento, implantação e manejo da arborização da cidade a partir da publicação da Resolução nº 5 de 28 de setembro de 2006 do Conselho Municipal do Meio Ambiente – COMAM (PORTO ALEGRE, 2007a). O PDAU possui, entre outros objetivos, “promover a arborização como instrumento de desenvolvimento urbano e qualidade de vida; integrar e envolver a população, com vistas à manutenção e à preservação da arborização urbana” (PORTO ALEGRE, 2007a, p. 11).

Os túneis verdes, estruturas peculiares da arborização urbana e presentes em diversos bairros de Porto Alegre, também têm sua importância reconhecida pelos porto-alegrenses e pelo poder público municipal. Recentemente, em decorrência de mobilização popular, promoveu-se o tombamento de três túneis verdes na cidade, o situado na Rua Gonçalo de Carvalho, no Bairro Independência, o da Rua João Mendes Ouriques, no Bairro Ipanema e o presente na Rua Marquês do Pombal, no Bairro Moinhos de Vento. Todos são elevados a Patrimônio Cultural, Histórico e Ecológico de Porto Alegre a partir dos decretos municipais nº 15.196, de 2 de junho de 2006 (PORTO ALEGRE, 2006a), nº 15.585, de 4 de junho de 2007

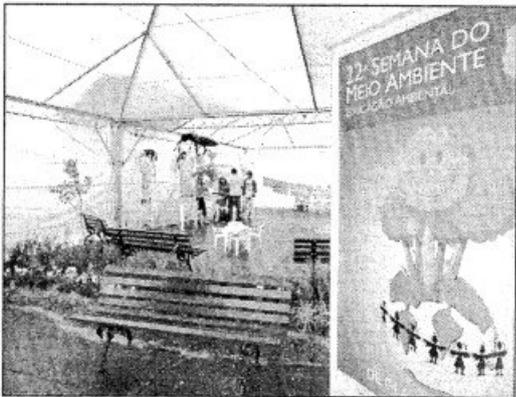
(PORTO ALEGRE, 2007c) e nº 15.666, de 25 de setembro de 2007 (PORTO ALEGRE, 2007d), respectivamente. As Figuras 14 e 15 ilustram parte da repercussão destes atos na mídia local.

Gonçalo de Carvalho é patrimônio da cidade

No Dia Mundial do Meio Ambiente, ontem, o prefeito José Fogaça assinou decreto instituindo a rua Gonçalo de Carvalho patrimônio cultural, histórico e ecológico da cidade. Pelo decreto, fica estabelecida a manutenção das características locais, como a preservação das dezenas de árvores tipuanas plantadas em 1937, e do calçamento da via, localizada no bairro Independência. Qualquer intervenção na rua Gonçalo de Carvalho deverá atender à legislação e ao decreto municipal.

Segundo Fogaça, a iniciativa integra a proposta da prefeitura de considerar o desenvolvimento ambiental da cidade na adoção de políticas públicas. "Estamos simbolizando o apreço pela Gonçalo de Carva-

lho, resultado de décadas de respeito ao ambiente, e consagrando uma prática do governo que leva em conta o ambiente preservado e respeitado", afirmou o prefeito. O ato ocorreu na abertura da 22ª Semana do Meio Ambiente, no Shopping Total. No estacionamento, o prefeito visitou a exposição sobre preservação ambiental. No local, um túnel mostra as diferenças entre uma cidade mal conservada e outra sustentável. O evento seguirá até domingo, com intensa programação, que culminará com o 5º Passeio Ciclístico do Morro do Osso. A inscrição é 1 quilo de alimento não-perecível com direito a concorrer ao sorteio de uma bicicleta. Informações pelo telefone (51) 3268-5514.



Semana Municipal foi lançada no Shopping Total

Figura 14: Reportagem veiculada em periódico que noticia a elevação de túnel verde da Rua Gonçalo de Carvalho a *status* de Patrimônio Cultural, Histórico e Ecológico de Porto Alegre
Fonte: (GONÇALO..., 2006, p.16).

14 — QUARTA-FEIRA, 26 de setembro de 2007 GERAL

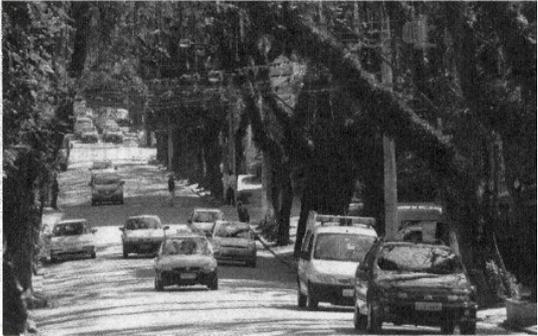
Túnel verde é patrimônio da cidade

Prefeitura decreta a preservação das tipuanas e do calçamento de um trecho da Marquês do Pombal

O túnel verde da rua Marquês do Pombal, entre a travessa Carmem e a rua Coronel Bordini, é o novo patrimônio cultural, histórico e ecológico da Capital. Isso devido ao decreto assinado ontem, no local, pelo prefeito José Fogaça e o secretário municipal do Meio Ambiente, Beto Moesch, dentro das comemorações da 17ª Semana da Primavera.

Pelo decreto, fica estabelecida a manutenção das características locais, como a preservação das dezenas de árvores tipuanas e do calçamento. Para Fogaça, o novo instrumento de preservação ambiental é uma atitude inovadora. "Na história de Porto Alegre e do Estado, nunca foi aplicada uma lei como essa. É um legado que deixamos para as futuras gerações", frisou. Ele agradeceu aos comerciantes da avenida Cristóvão Colombo por terem entendido a necessidade de desvio das obras do Conduto Forçado Álvaro Chaves para evitar dano ambiental à Marquês do Pombal.

Segundo Moesch, a partir de agora qualquer intervenção na rua terá de obedecer ao decreto. Destacou que a criação da área de proteção garantirá a perpetuação do túnel verde, como aconteceu nas ruas Gonçalo de Carvalho e João Mendes Ouriques. O presidente da Associação de Moradores do Bairro Moinhos de Vento, Raul Agostini, elogiou a sensibilidade da prefeitura, que entendeu a necessidade de alterar o projeto, poupando a Marquês do Pombal.



Obras do Conduto Forçado foram desviadas para poupar a arborização

Figura 15: Reportagem veiculada em periódico que noticia a elevação de túnel verde da Rua Marquês do Pombal a *status* de Patrimônio Cultural, Histórico e Ecológico de Porto Alegre
Fonte: (TÚNEL..., 2007, p.14).

Além de considerar a manifestação de interesse público na proteção do patrimônio natural existente nas referidas vias, o aspecto histórico das composições arbóreas existentes e os fatores cultural e educativo relacionados à valorização do meio natural, os decretos municipais citados (PORTO ALEGRE, 2006a, 2007c, 2007d) fazem referência ao relevante papel ecológico e paisagístico dos túneis verdes na promoção da qualidade de vida na cidade (Figura 16).



Figura 16: Imagens dos jacarandás floridos; ao centro, detalhe de flores de tipuana sobre o passeio

Considerando que os túneis verdes são resultantes de plantios antigos realizados nos logradouros (boa parte nas décadas de 1930 e 1940) e que danos podem ser provocados pela eventual queda de árvores, a Prefeitura Municipal de Porto Alegre, a partir da Lei Municipal n° 551, de 8 de junho de 2006 (PORTO ALEGRE, 2006b), estabelece a compensação do crédito tributário do Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana – IPTU, resultante de indenização por danos em bem imóvel localizado nestes logradouros. A regulamentação desta lei representa mais um elemento que demonstra a identificação da relevância dos túneis verdes para a cidade, uma vez que é criado um instrumento legal para ser aplicado em eventuais acidentes, refletindo o interesse da administração pública na perpetuação destas estruturas paisagísticas na malha urbana.

O somatório destes diferentes aspectos – a preocupação histórica da administração pública municipal com a arborização viária, a identificação da singularidade dos túneis verdes na paisagem urbana e a sua valorização pelos cidadãos e poder público – faz com que Porto Alegre seja eleita a área de estudo desta pesquisa, uma vez que são evidentes o apreço pela arborização urbana existente e o reconhecimento da importância dos túneis verdes como um dos vários elementos que compõem a identidade da capital gaúcha.

3.2 SELEÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS – TÚNEIS VERDES E SEUS CONTROLES

Elemento fundamental ao desenvolvimento desta pesquisa, a seleção dos túneis verdes foi feita considerando-se dois aspectos básicos: sua relevância histórico-cultural e sua situação na malha urbana de Porto Alegre.

Alguns túneis verdes são, reconhecidamente, importantes na identificação de alguns bairros da cidade, sendo citados no Atlas Ambiental de Porto Alegre (MENEGAT, 1998) e no Plano Diretor de Arborização de Vias Públicas (PORTO ALEGRE, 2000).

A seleção dos túneis verdes objetos desta pesquisa leva em consideração os seguintes aspectos:

- a) sua inserção em macrozona plenamente urbanizada;
- b) sua composição por, pelo menos, duas quadras consecutivas de densa vegetação de porte arbóreo (critério arbitrado em função da menor extensão de vegetação contínua apresentada por três túneis verdes selecionados pela pesquisa);
- c) sua ligação ou proximidade a uma área verde urbana de porte – parque, praça etc.;
- d) a existência de rua próxima ao túnel e de mesma direção utilizada como controle. Além da condição espacial, a rua de controle apresenta características urbanas semelhantes às do túnel, como fluxo viário, uso e ocupação do solo, largura de via etc., diferenciando-se, basicamente, por ser destituída de vegetação que produz o efeito de túnel.

Obedecendo-se os princípios apresentados, as cinco vias escolhidas para este trabalho (Figura 17) integram a Macrozona Cidade Radiocêntrica, que se constitui na área mais urbanizada do município (PORTO ALEGRE, 1999).

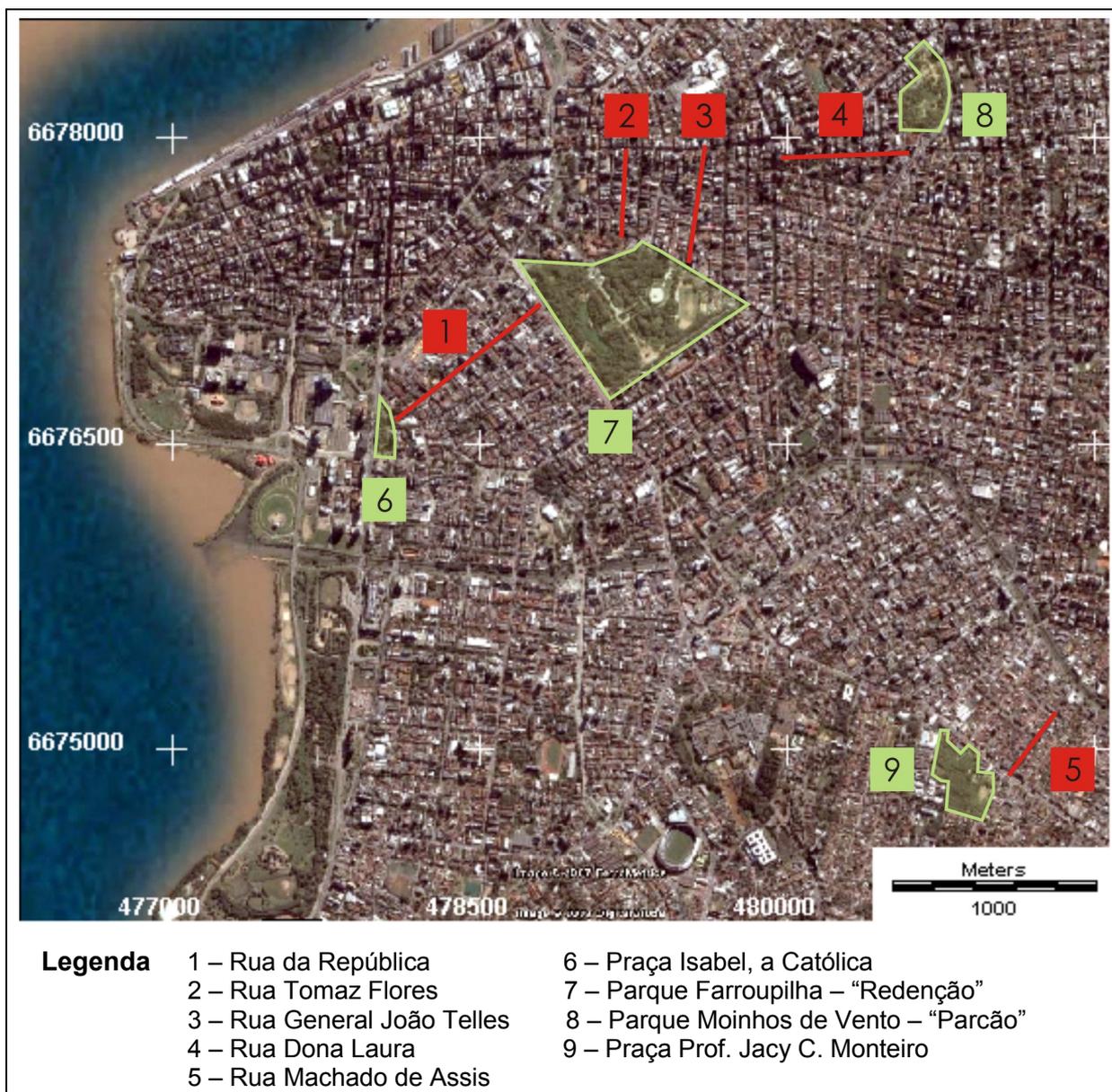


Figura 17: Imagem aérea de parte da Macrozona Cidade Radiocêntrica, Porto Alegre – RS – localização dos túneis verdes e áreas com expressiva vegetação na cidade

Fonte: Adaptada de *Google Earth™ Mapping Service* (2008).

Notas: linhas vermelhas – túneis verdes
 polígonos verdes – áreas com expressiva vegetação

Segundo Hickel et al. (1998), a Cidade Radiocêntrica, que abrange o território formado pelo Centro Histórico e sua extensão até a Terceira Avenida Perimetral (Figura 18), tem a quase totalidade de seus lotes ocupados, possuindo as mais altas densidades e as melhores condições de infra-estrutura de Porto Alegre.



Figura 18: Macrozona Cidade Radiocêntrica, Porto Alegre – RS
 Fonte: Adaptada de *Google Earth™ Mapping Service* (2008).

Em comparação com as demais macrozonas do município, é a que apresenta a maior variedade de funções urbanas. Diversas são as áreas comerciais de importância e os prédios institucionais, históricos ou de funções significativas. A Cidade Radiocêntrica abriga também espaços públicos especiais, como os parques Farroupilha, Moinhos de Vento, Maurício Sirotsky Sobrinho e Marinha do Brasil (HICKEL et al., 1998).

É importante ressaltar que a existência de um tecido totalmente urbanizado é um dos fatores condicionantes para a seleção dos cinco túneis verdes desta pesquisa, descritos a seguir.

3.2.1 Rua da República – Bairro Cidade Baixa

A Rua da República inicia na Avenida João Pessoa e termina na Avenida Praia de Belas (PMPA, 2007), junto a Praça Isabel, a Católica. De acordo com Franco (2006), sua origem histórica remonta a 23 de outubro de 1845, quando o Vereador Dr. Luiz da Silva Flores propõe a abertura de duas vias denominadas Rua do Imperador e Rua da Imperatriz (atuais ruas da República e Venâncio Aires, respectivamente). O ato marca a aproximação da visita a Porto Alegre dos monarcas Dom Pedro II e Dona Tereza Cristina.

A Câmara Municipal aprova a abertura da Rua do Imperador em 30 de outubro de 1845 e, em 11 de dezembro de 1889, muda a sua denominação para a atual, em homenagem à proclamação da República. A estatística predial de 1892 registra nesta via a existência de um total de 81 casas.

Atualmente, a vegetação presente na Rua da República é composta, em quase toda a sua extensão, por exemplares da espécie *Jacaranda mimosifolia*, os quais desenvolvem o efeito de túnel verde devido à proximidade dos plantios realizados junto aos passeios (Figura 19).



Figura 19: Imagens do túnel verde composto por *Jacaranda mimosifolia* na Rua da República, Bairro Cidade Baixa, Porto Alegre – RS

Outro elemento vegetal significativo é o pertencente à espécie *Tipuana tipu*, presente na porção oeste da via, próxima a Praça Isabela, a Católica e que, de modo similar ao anterior, também forma um maciço vegetal que cobre a rua e as calçadas, promovendo uma continuidade ao túnel de vegetação existente.

Dentre os túneis verdes escolhidos, este constitui o de maior extensão (Figura 20). A Rua da República é também a única via selecionada para o estudo que faz ligação entre duas áreas verdes da cidade, embora de características e dimensões distintas. Esta particularidade é que motiva a realização do levantamento da vegetação viária em toda a sua extensão de sete quadras.

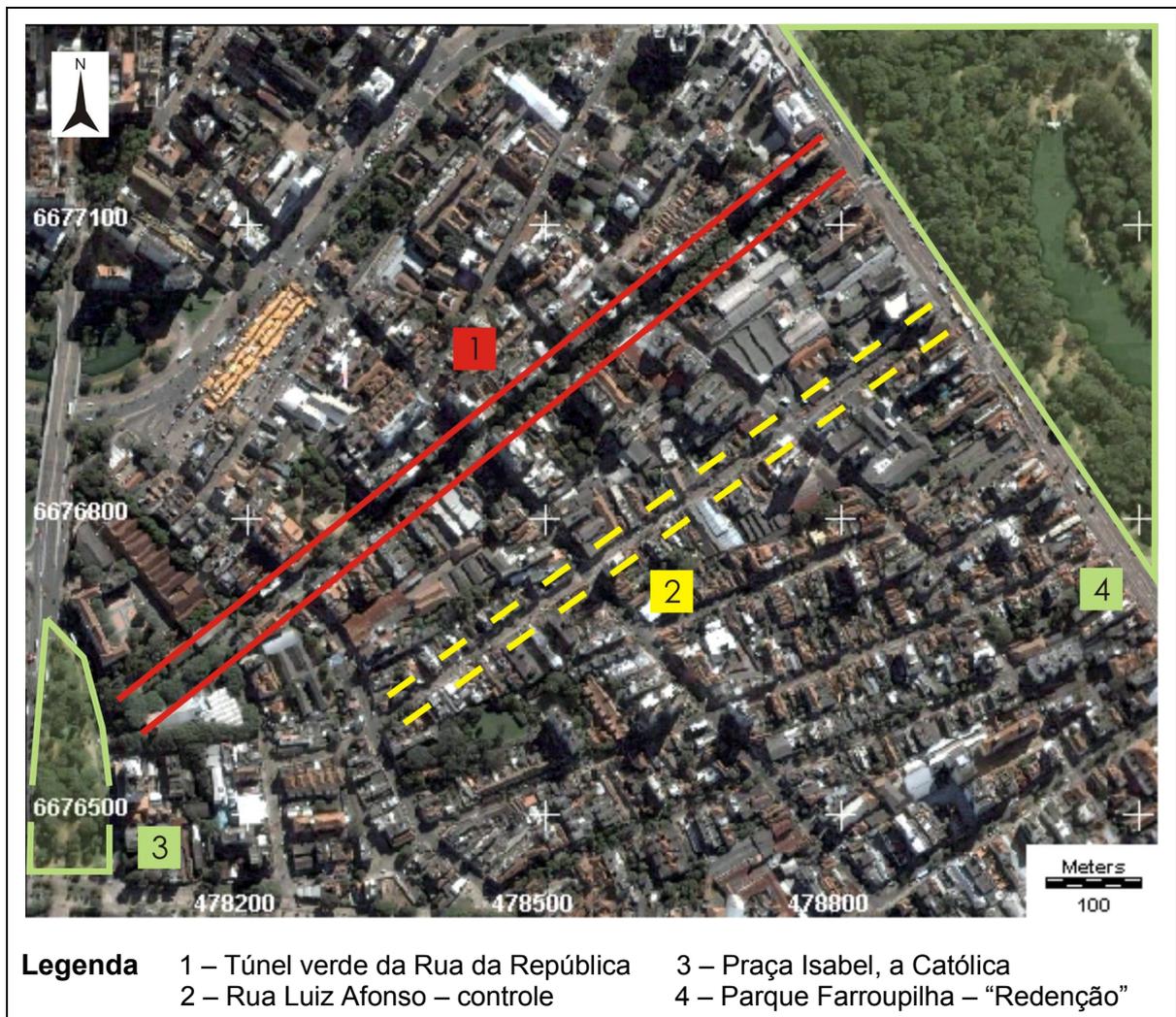


Figura 20: Imagem aérea parcial do Bairro Cidade Baixa, Porto Alegre – RS – com situação das vias de estudo

Fonte: Adaptada de Google Earth™ Mapping Service (2008).

A Rua Luiz Afonso (ver Figura 20, item 2) é utilizada como controle por apresentar mesma orientação no tecido urbano e funções de uso e ocupação do solo semelhantes, além de ser destituída de vegetação que produz o efeito de túnel.

3.2.2 Ruas General João Telles e Tomaz Flores – Bairro Bom Fim

As ruas General João Telles e Tomaz Flores iniciam na Avenida Independência e terminam na Avenida Osvaldo Aranha (PMPA, 2007). A origem oficial da Rua General João Telles data de 23 de outubro de 1878, quando recebe seu primeiro nome, Rua Silveira Martins. A estatística predial de 1892 revela a existência de 55 casas térreas e um sobrado. O logradouro tem seu nome alterado para Rua General João Telles em homenagem ao porto-alegrense João Batista da Silva Telles, general do exército brasileiro, por meio do Ato Municipal nº 21, de 02 de março de 1892 (FRANCO, 2006).

A abertura da Rua Tomaz Flores ocorre em período próximo, durante a década de 1890; entretanto, na estatística predial realizada em 1892 não existe cadastro de edificações. Anos mais tarde, em 1917, o recenseamento municipal já relata a existência de 101 prédios que abrigam 776 habitantes. O nome da via rende homenagem ao coronel Tomaz Thompson Flores, militar porto-alegrense falecido em combate durante a Guerra dos Canudos, em 27 de junho de 1897 (FRANCO, 2006).

Além das proximidades espacial e cronológica das ruas, ambas recebem, entre as décadas de 1930 e 1940, o plantio de árvores da espécie *Jacaranda mimosifolia* (PORTO ALEGRE, 2000; SANCHOTENE et al., 1998), realizado em ambos os lados das vias, produzindo atualmente o efeito de túnel verde ao longo dos logradouros (Figuras 21 e 22).



Figura 21: Imagens do túnel verde composto por *Jacaranda mimosifolia* na Rua General João Telles, Bairro Bom Fim, Porto Alegre – RS

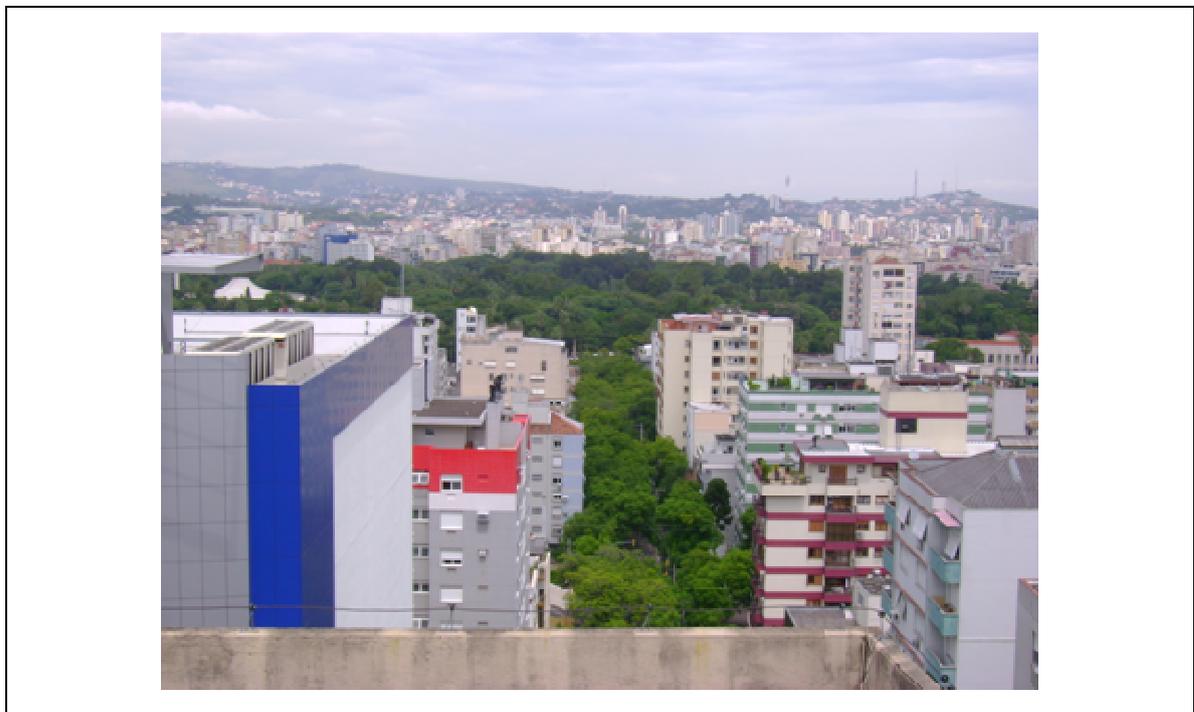


Figura 22: Imagem do túnel verde composto por *Jacaranda mimosifolia* na Rua Tomaz Flores, Bairro Bom Fim, Porto Alegre – RS

Nota: O maciço vegetal visto ao fundo corresponde ao Parque Farroupilha.

Estes conjuntos paisagísticos são importantes na identificação histórico-cultural do bairro Bom Fim. Somada a este fato, a ligação na malha urbana dos túneis a uma área verde de relevância para toda a cidade – o Parque Farroupilha (Figura 23), representa importante fator para a sua seleção como objeto desta pesquisa.

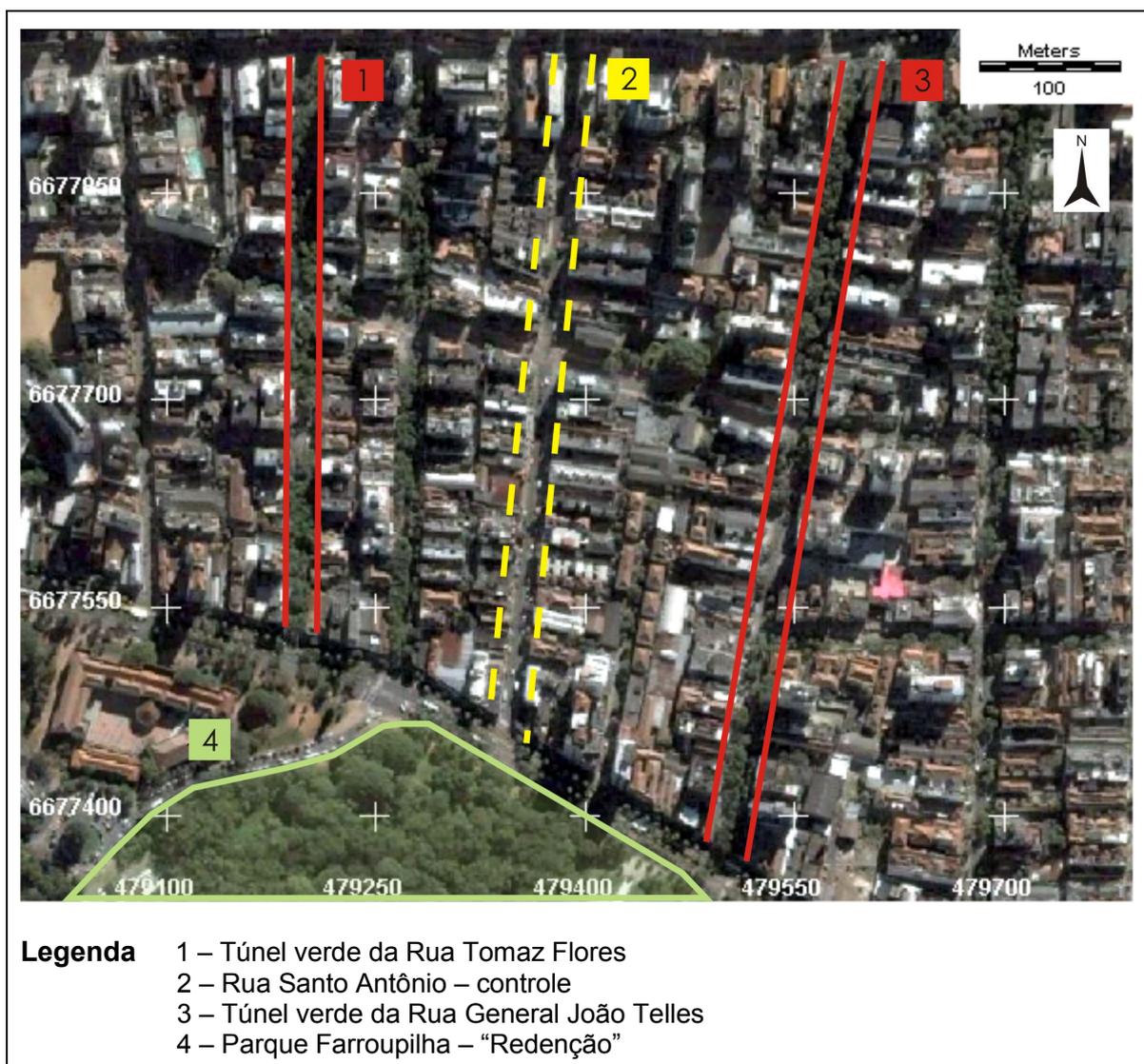


Figura 23: Imagem aérea parcial do Bairro Bom Fim, Porto Alegre – RS – com situação das vias de estudo

Fonte: Adaptada de *Google Earth™ Mapping Service* (2008).

A Rua Santo Antônio (ver Figura 23, item 2) serve de controle aos dois túneis, por se localizar praticamente de modo equidistante a ambos, possuir similaridades estruturais e apresentar vegetação arbórea rarefeita dispersa em seus passeios.

3.2.3 Rua Dona Laura – Bairro Rio Branco

A Rua Dona Laura inicia junto a Rua Dr. Miguel Tostes e termina na Rua Tito Lívio Zambecari (PMPA, 2007). Aparece na planta municipal de 1896, embora ainda destituída de construções. O Decreto Municipal de 15 de dezembro de 1927 transfere a via da zona suburbana à zona urbana e seu nome rende homenagem a Laura Mostardeiro, antiga proprietária da área (FRANCO, 2006).

Assim como as ruas General João Telles e Tomaz Flores, a Rua Dona Laura também recebe o plantio de espécies arbóreas de *Jacaranda mimosifolia* (Figura 24).



Figura 24: Imagens do túnel verde composto por *Jacaranda mimosifolia* na Rua Dona Laura, Bairro Rio Branco, Porto Alegre – RS

Como os três túneis verdes anteriores selecionados são adjacentes ao Parque Farroupilha, a escolha do túnel presente na Rua Dona Laura se deve, principalmente, pela sua proximidade a outra área verde de importância para a cidade – o Parque Moinhos de Vento, ou, como é popularmente conhecido pelos porto-alegrenses, “Parcão” (Figura 25). O controle, neste caso, apresenta a particularidade de se situar na mesma via objeto de estudo. Isso é possível graças à descontinuidade brusca que sofre a vegetação viária nesta rua, a partir do ponto em que a mesma é interrompida pela Avenida Goethe (Figura 25).

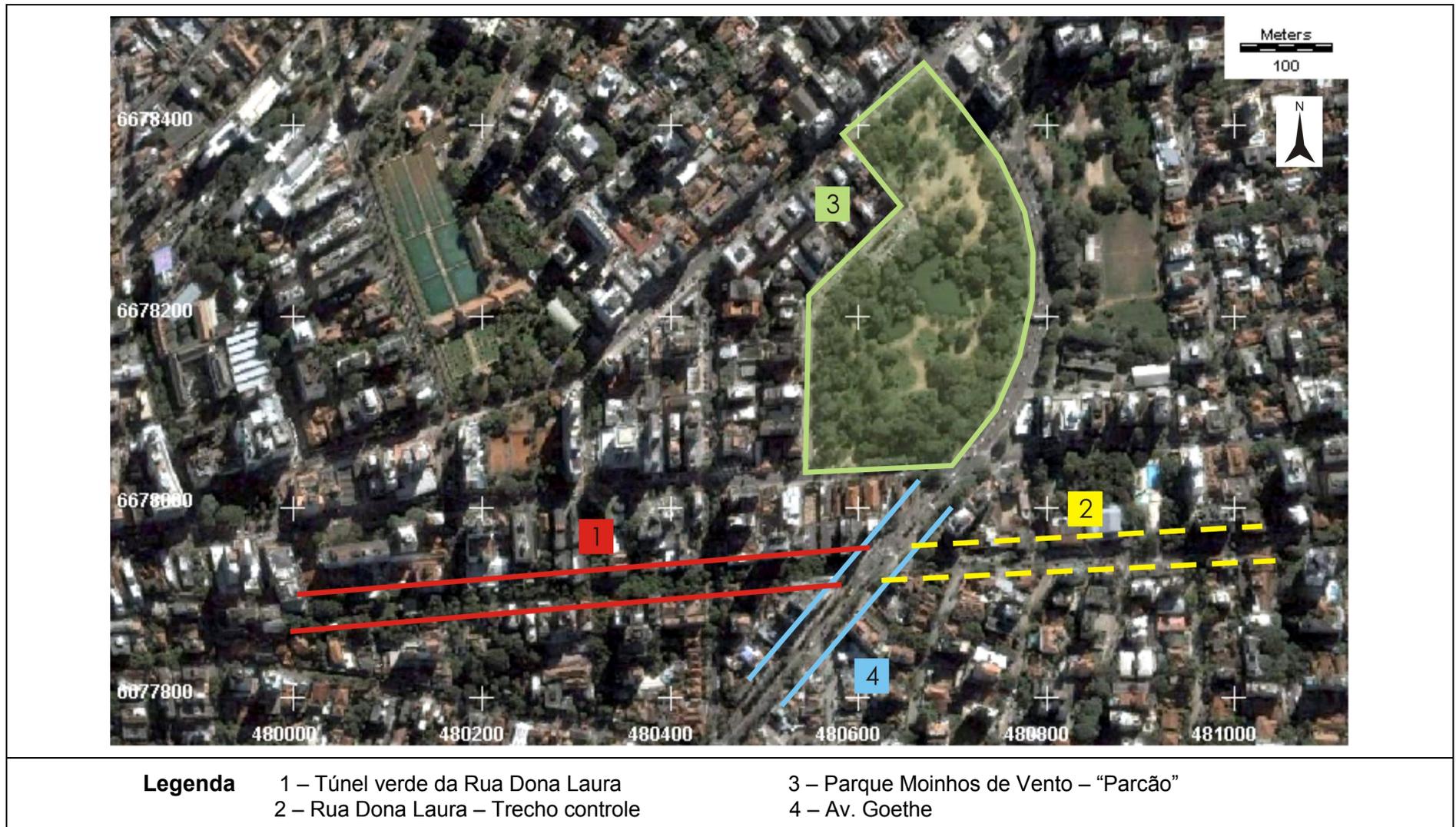


Figura 25: Imagem aérea parcial dos Bairros Rio Branco e Moinhos de Vento, Porto Alegre – RS – com situação das vias de estudo
 Fonte: Adaptada de *Google Earth™ Mapping Service* (2008).

3.2.4 Rua Machado de Assis – Bairro Partenon

A Rua Machado de Assis inicia na Avenida Bento Gonçalves e termina junto a Rua Felizardo (PMPA, 2007). Seu nome presta homenagem a Joaquim Maria Machado de Assis, jornalista, poeta e escritor nascido na cidade do Rio de Janeiro em 1839. Esta via, localizada no Bairro Partenon, possui árvores da espécie *Tipuana tipu* junto às calçadas (Figura 26).

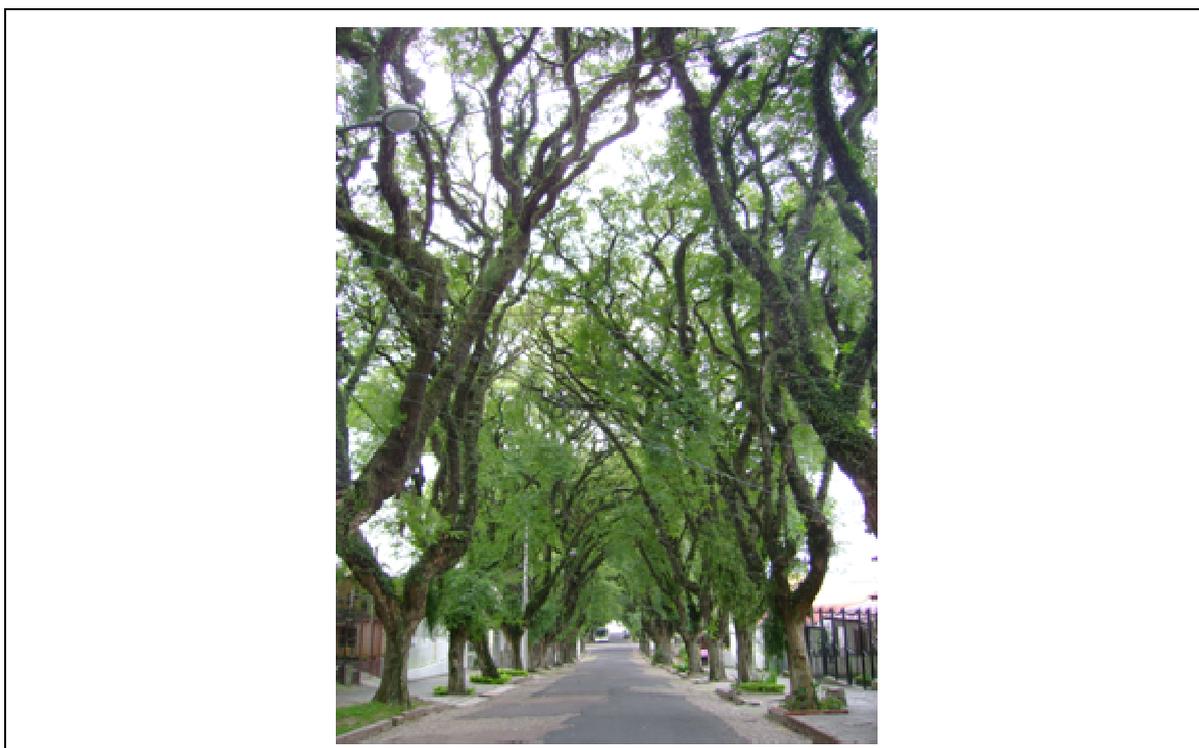


Figura 26: Imagem do túnel verde composto por *Tipuana tipu* na Rua Machado de Assis, Bairro Partenon, Porto Alegre – RS

O túnel verde da Rua Machado de Assis se destaca sobre seu entorno imediato. A vegetação das ruas adjacentes é escassa e os lotes são praticamente destituídos de jardins, embora sejam ocupados, em grande parte, por edificações térreas e de uso residencial. O túnel torna-se, assim, uma estrutura singular na paisagem (Figura 27).



Figura 27: Imagem aérea parcial do Bairro Partenon, Porto Alegre – RS – com situação das vias de estudo

Fonte: Adaptada de *Google Earth™ Mapping Service* (2008).

Outro aspecto considerado na análise é a proximidade do túnel a extensa área verde, a Praça Prof. Jacy C. Monteiro, que apresenta quantidade de vegetação significativa na paisagem. Obedecendo as mesmas condicionantes exigidas para o estabelecimento de controles, é selecionada a Rua Veríssimo Rosa, localizada de modo paralelo ao túnel, conforme demonstra o item 2 da Figura 27, anteriormente apresentada.

Cabe ressaltar que algumas ruas que apresentam vegetação que desenvolve efeito de túnel, e que são reconhecidas na cidade por esta característica, são desconsideradas por este trabalho, por não apresentarem algumas das condições necessárias anteriormente especificadas. Como exemplo

destes túneis, pode-se citar os presentes nas alamedas Coelho Neto e Raimundo Corrêa (Bairro Boa Vista) e o da Rua Gonçalo de Carvalho (Bairro Independência), sendo distintas as razões que motivam a não utilização destas vias como objeto da pesquisa, conforme comentado a seguir.

A espécie vegetal predominante nas alamedas Coelho Neto e Raimundo Corrêa é o plátano (*Platanus acerifolia* – Figura 28). Vegetal exótico, de origem indeterminada (possivelmente do Sul da Itália), é freqüentemente utilizado em arborização urbana, principalmente em regiões de clima temperado (LORENZI et al., 2003).

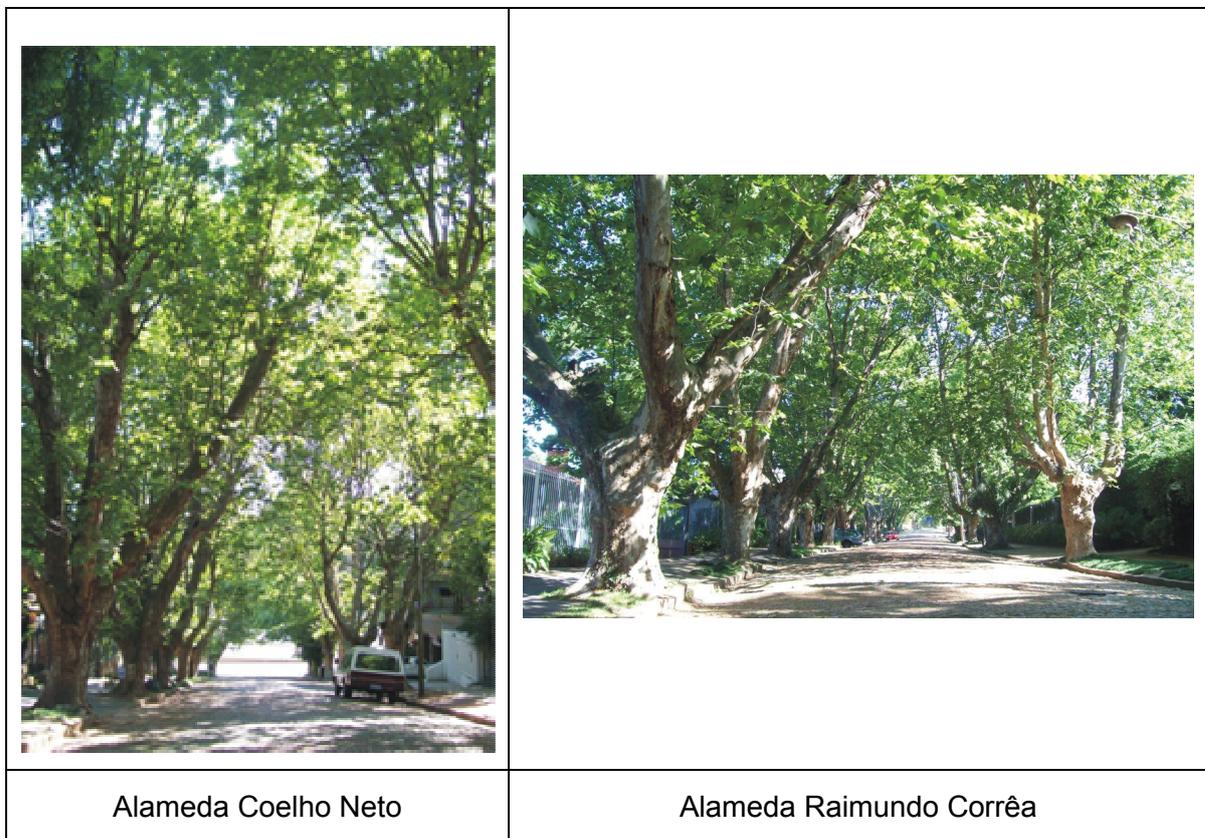


Figura 28: Imagens de túneis verdes compostos por *Platanus acerifolia* presentes no Bairro Boa Vista, Porto Alegre – RS

O fator principal que determina a não utilização destes túneis no trabalho é a expressiva quantidade de vegetação de porte arbóreo encontrada nos jardins das residências e ruas próximas (Figura 29). Como um dos objetivos desta pesquisa consiste em avaliar a importância ecológica dos túneis verdes, analisando-se a possibilidade de constituírem corredores para a avifauna urbana, são realizadas observações das espécies de aves que se utilizam dos túneis com diversas

intencões: abrigo, alimentação, descanso etc. É preciso, portanto, ser possível afirmar que o fator atrativo das aves aos locais de estudo é o túnel e não a vegetação circundante. Caso contrário, os dados obtidos a partir das observações de campo podem ser comprometidos pela presença de aves que ocupam a região pela significativa oferta de área verde dispersa e não em decorrência da vegetação viária que desenvolve o efeito de túnel.

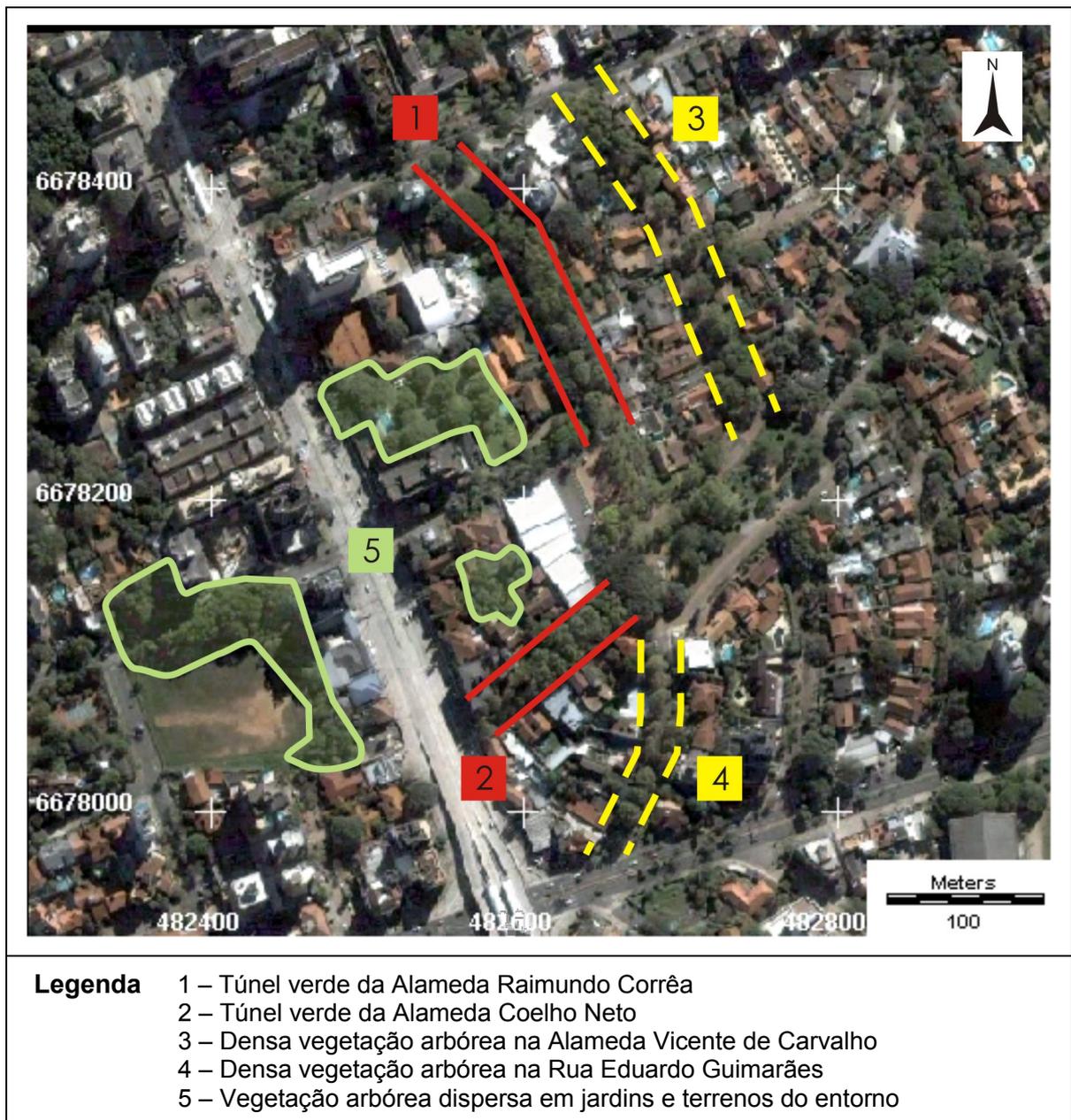


Figura 29: Imagem aérea parcial do Bairro Boa Vista em Porto Alegre – RS
 Fonte: Adaptada de *Google Earth™ Mapping Service* (2008).

A Rua Gonçalo de Carvalho, por sua vez, é especial para a cidade de Porto Alegre. Recentemente, em 2006, foi tombada e considerada componente do Patrimônio Histórico, Cultural e Ecológico da Capital. A partir deste ato municipal, as árvores estão protegidas de cortes e a rua, revestida de paralelepípedos, impedida de ser asfaltada, permitindo a drenagem das águas pluviais.

O túnel existente na Gonçalo de Carvalho (Figura 30) é formado por exemplares arbóreos de *Tipuana tipu*, de aproximadamente 18 m de altura, os quais desenvolvem livremente suas copas em virtude do uso, desde 1994, de proteção nos cabos da rede elétrica – rede compacta (SANCHOTENE et al., 1998).



Figura 30: Imagens do túnel verde composto por *Tipuana tipu* na Rua Gonçalo de Carvalho, Bairro Independência, Porto Alegre – RS

Apesar da importância deste túnel para a cidade, sua utilização neste trabalho foi descartada pela inexistência de rua próxima adequada para a realização de seu controle. As vias paralelas à Rua Gonçalo de Carvalho, Rua André Poente e Avenida Independência, apresentam algumas condições que não obedecem àquelas determinadas para as vias controle (Figura 31).

A Rua André Poente (Figura 31, item 2), apesar de possuir altura de edificações e fluxo viário semelhantes a Rua Gonçalo de Carvalho, orientação

paralela e similaridade de uso e ocupação do solo, apresenta densa arborização viária, fator que inviabiliza a sua utilização.

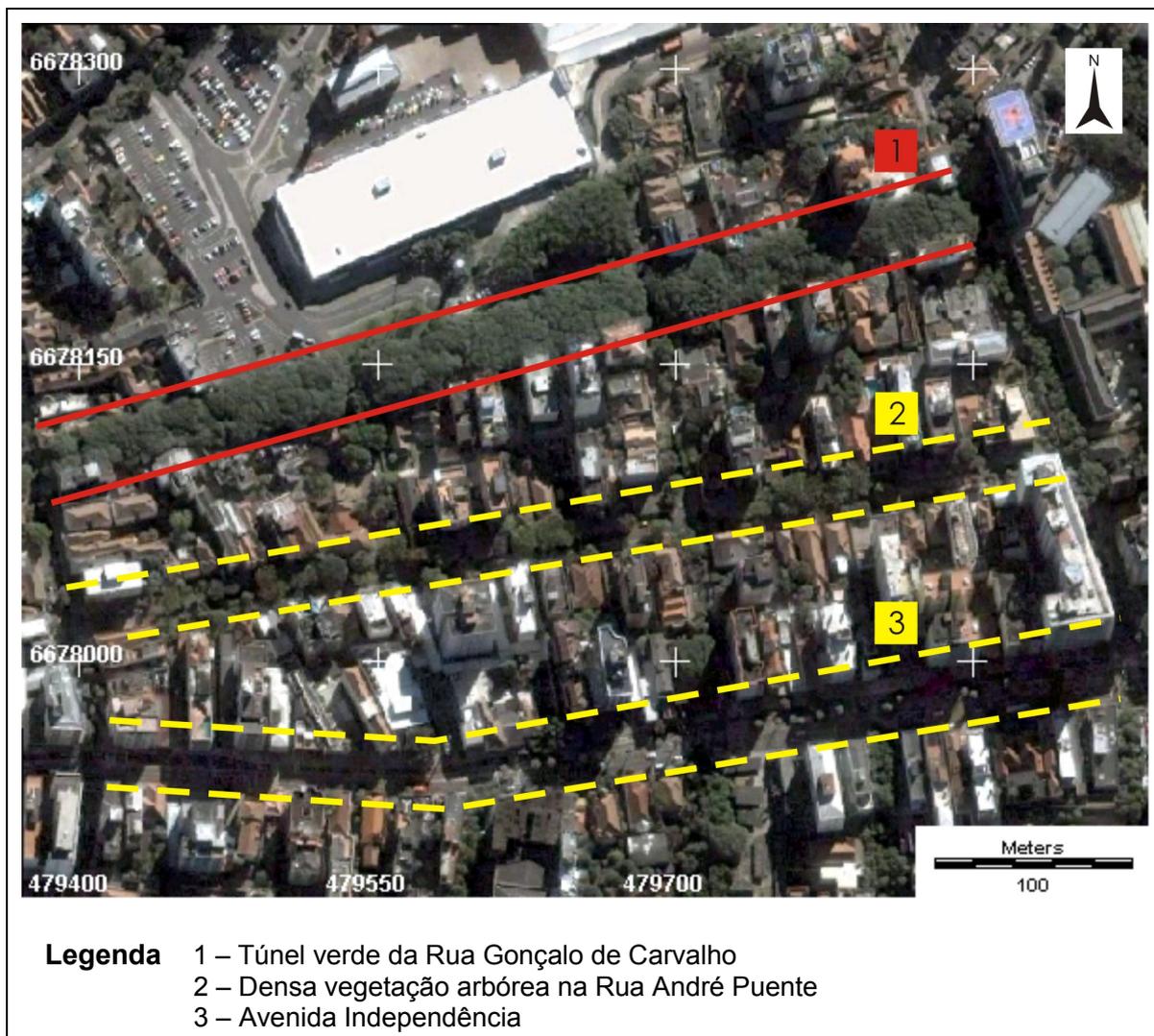


Figura 31: Imagem aérea do túnel verde da Rua Gonçalo de Carvalho, Bairro Independência, Porto Alegre – RS

Fonte: Adaptada de *Google Earth™ Mapping Service* (2008).

A Avenida Independência (ver Figura 31, item 3) possui fluxo viário muito mais intenso que a Rua Gonçalo de Carvalho, constituindo-se em um dos principais eixos de ligação do centro à região leste da cidade. Por ela trafegam automóveis, táxis-lotação e linhas de ônibus, trânsito que difere da tranquilidade característica da Rua Gonçalo de Carvalho, que abriga, basicamente, circulação veicular de moradores locais. Portanto, em função dos argumentos apresentados, este túnel, apesar da importância que representa para a cidade, não foi selecionado para este estudo.

3.3 OBTENÇÃO DE DADOS

Com início em 16 de janeiro de 2007 e término em 27 de dezembro do mesmo ano, a coleta de dados em campo foi realizada em três áreas distintas, referentes ao meio construído (ambiente urbano), à vegetação e à avifauna.

3.3.1 Obtenção de dados do ambiente urbano

Nas saídas a campo, foram realizados registros escritos da presença ou não de rede aérea (energia elétrica, telefonia, etc.), assim como o lado da via em que está instalada, bem como da largura dos passeios. Estes dados foram coletados em cada rua analisada – túneis verdes e controles – e repassados para banco de dados criado no *software Microsoft Office Access*.

Em campo também foram obtidos pontos georreferenciados (em cada um dos extremos das vias de estudo), por meio da utilização de *Global Positioning System – GPS*, com o auxílio de aparelho Etrex Garmin modelo Euro, de precisão de 15 m *RMS*. O lançamento destes pontos sobre as imagens corrigidas geometricamente possui a finalidade de indicar a exatidão do processo de georreferenciamento realizado na pesquisa.

As atividades descritas a seguir são referentes a este processo de correção geométrica de imagens, desenvolvidas junto ao Laboratório de Geoprocessamento e Tratamento de Imagens da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS em janeiro de 2008.

As imagens de satélite utilizadas neste trabalho foram obtidas a partir do *software Google Earth™ Mapping Service*, disponibilizado *on line* na internet de forma gratuita no endereço <<http://earth.google.com/intl/pt/download-earth.html>>. As áreas de interesse foram selecionadas e salvas em um arquivo digital com extensão *JPEG*²⁵ para sua posterior importação no *software IDRISI*, versão 15.0 – *The Andes Edition*. Este segundo *software* permitiu, entre várias outras ações, a elaboração de georreferenciamento das referidas imagens. Este processo, assim como o a edição final de cada imagem, obedeceu as etapas descritas a seguir.

²⁵ *JPEG* – Joint Photographic Experts Group

Cada imagem foi reformatada, importada para o IDRISI em formato *RASTER*²⁶ e separada em três diferentes bandas, pois este *software* não reconhece imagens *RGB* (*Red, Green, Blue*). Este processo, denominado bipartição, permitiu o trabalho individualizado de cada uma das bandas geradas.

A imagem contendo a banda nº 1 foi carregada e sobre ela foram definidos cinco pontos distintos. Para cada um destes pontos gerados no IDRISI foi criado um correspondente sobre a respectiva imagem fornecida pelo *Google Earth*, cuidando-se para que a resolução e a acuracidade dos pontos fosse a melhor possível. Crosta (1993) denomina este processo, no qual há o estabelecimento de relação entre dois sistemas de coordenadas (mapa e imagem), como correção geométrica, reamostragem, ou ainda, georreferenciamento.

Para cada ponto obtido no *Google Earth*, foram registradas suas coordenadas X (longitude) e Y (latitude), as quais foram, posteriormente, repassadas a seus correspondentes no IDRISI. De modo semelhante, os pontos X máximo, X mínimo, Y máximo e Y mínimo também foram obtidos para a definição do retângulo envolvente. Com estas coordenadas, fez-se o georreferenciamento da banda nº 1, em latlong (latitude e longitude); as bandas números 2 e 3 foram corrigidas geometricamente a partir das mesmas coordenadas utilizadas pela banda inicial.

No passo seguinte, as bandas números 1, 2 e 3 tiveram suas coordenadas transformadas de latlong para o sistema de projeção *Universal Transverse Mercator – UTM*, com o sistema de referência *Datum* Horizontal Córrego Alegre Minas Gerais (BR_UTM_22CA_S). A composição colorida da imagem, sobre a qual são possíveis diversas medições, resultou da reunião destas bandas de números 1, 2 e 3 georreferenciadas em *UTM*.

A fim de verificar a precisão das análises e produtos cartográficos deste trabalho, procedeu-se ao lançamento dos pontos coletados com *GPS* (nas extremidades das vias de estudo) sobre as imagens que apresentam os respectivos trechos viários. Verificada a correção do processo de georreferenciamento realizado, foi executada a edição das imagens, a qual consistiu no acréscimo de escala gráfica, *grid*, texto de coordenadas e indicação de norte cartográfico. Por fim, a imagem foi salva em arquivo digital com extensão de *BITMAP*²⁷, para posterior utilização no *software* CorelDraw.

²⁶ *RASTER* – matriz bidimensional formada por pontos individuais (pixels).

²⁷ *BITMAP* – formato de imagem (criação *Microsoft*) onde há a representação de todos os pixels.

- 5 – CAP – medida (m) da circunferência à altura do peito (a 1,30 m do solo);
- 6 – PORTE – dimensão geral do espécime (pequeno – até 4 m; médio – de 5 a 7 m; grande – acima de 7 m);
- 7 – CONDIÇÕES – características físicas e fitossanitárias das estruturas vegetais, caule (C), tronco (T) e raiz (R), considerando três categorias: boa (1), regular (2) e ruim (3).

Todos os túneis verdes e vias controle selecionados foram percorridos a pé e o início das atividades foi marcado pelo registro da presença ou não de fiação da rede técnica aérea na via. Em caso positivo, anotava-se o lado da rua onde a fiação estava implantada (cabeçalho da planilha), junto à localização do túnel.

Para o registro dos dados da vegetação, diversos procedimentos foram adotados. Cada árvore recebeu um número e foi identificada em nível de espécie. Os vegetais desconhecidos foram fotografados (imagens de exemplar inteiro e detalhes de caule e copa) e tiveram um ramo colhido e acondicionado em saco plástico com a sua respectiva identificação (abreviatura da rua seguida da numeração atribuída ao exemplar). Este material foi utilizado para sua posterior classificação, contando-se com o auxílio de chave sistemática proposta por Souza e Lorenzi (2005) e bibliografia especializada, como Lorenzi (2002a, 2002b) e Lorenzi et al. (2003), entre outras. Plantas de menor porte, arbustivas ou trepadeiras, que se encontravam sobre as árvores também foram identificadas, recorrendo-se a Lorenzi e Souza (2001). Se após este trabalho de classificação a espécie vegetal permanecesse indeterminada, era solicitado o auxílio de especialistas do Museu Botânico Municipal de Curitiba ou do Departamento de Botânica da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.

A altura do vegetal também foi registrada, porém esta avaliação foi feita de forma aproximada, uma vez que para realizá-la tomou-se como referência aspectos como a altura da edificação mais próxima (considerando-se cada pavimento com 3 m) e a proximidade às redes aéreas de serviços.

Para a obtenção dos valores relativos ao CAP, o ideal é a utilização de fita métrica plástica, que envolve o vegetal de forma precisa. Entretanto, uma vez que a coleta dos dados foi realizada sem o auxílio de um segundo pesquisador,

optou-se pela utilização de trena metálica de 3 m, que facilita a realização das medidas por uma única pessoa. Em situações em que não foi possível envolver o tronco da árvore com a trena para a obtenção do CAP (neste caso específico, para árvores com CAP acima de 1,5 m), a extremidade da trena foi colada com fita adesiva ao caule, de modo que se pudesse circundar a árvore e pegar o início da trena fixado do outro lado, fechando a circunferência. Cuidado adicional foi tomado para que, durante o procedimento, a trena não se inclinasse formando uma elipse, alterando a medida. Por fim, foi realizada a classificação das condições do vegetal em três categorias – estados bom, regular ou ruim – a partir dos critérios adiante descritos.

A **copa** foi julgada em bom estado quando apresentava coloração adequada própria da espécie, folhas novas, brotos e aspecto homogêneo ao longo dos galhos de todo o vegetal. Uma copa regular foi considerada aquela que se apresentava saudável mesmo sendo parte integrante de uma planta que havia sofrido várias deformações por podas sucessivas, o que não acontece com as copas consideradas ruins, que não conseguem se restabelecer destas ações.

Com relação ao **caule**, o ideal é que seu desenvolvimento tenha ocorrido livremente (situação pouco comum em arborização viária), ou que possua poucas podas de correção (para fins deste estudo, definidas, no máximo, duas). Deve ainda estar íntegro (sem quebras e lesões resultantes do choque com veículos de grande porte como ônibus, caminhões etc.) e não possuir necroses. Obedecidas estas condições, o caule foi classificado em bom estado. O tronco de árvore julgado regular foi aquele que sofreu três podas (para afastá-lo da rede técnica aérea, marquises, telhados etc.), mas que, apesar disso, apresentava-se saudável, permitindo o desenvolvimento pleno da copa. A designação de ruim foi atribuída àqueles que sofreram quatro podas ou mais, apresentando lesões ou quebras resultantes de choques com veículos, ou possuindo necroses.

A **raiz** (elemento possível de se avaliar se parcialmente exposto) foi considerada em bom estado quando se encontrava inteira, sem lesões, possuindo espaço previsto no calçamento para se desenvolver e sem conflito com redes subterrâneas de infra-estrutura (abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais, energia elétrica, gás, telecomunicações etc.) ou com outros elementos, como meio-fio, bases de mobiliários urbanos etc. Este elemento foi considerado em estado regular quando uma das condições acima não era

Esta planilha possui campos para o preenchimento das seguintes informações:

- a) no cabeçalho – data da saída a campo, especificação da rua (localização do túnel verde ou seu controle), identificação do ponto de observação, hora inicial e final da coleta de dados, nome dos observadores que saem a campo, coordenadas e temperatura ambiente registrada na ocasião;
- b) no corpo – dados sobre avifauna distribuídos nas colunas:
 - 1 – HORA – horário (constando de hora e minutos) em que a ave foi visualizada e/ou escutada;
 - 2 – ESPÉCIE – identificação do nome científico da ave;
 - 3 – NI (Não Identificado) – em caso de não determinação da espécie, foi feito um sinal nesta célula;
 - 4 – ALTURA – dimensão vertical média (m) em que a ave foi observada;
 - 5 – PP (pousada no ponto) – descreve a situação de pouso da ave;
 - 6 – EP (entrada no ponto) – descreve o movimento de chegada da ave;
 - 7 – AP (abandono do ponto) – descreve o movimento de saída da ave;
 - 8 – CP (cruzamento do ponto) – descreve o movimento de passagem da ave;
 - 9 – espaço para possíveis observações.

O trabalho realizado em campo buscou estimar a composição e a riqueza da avifauna nos túneis verdes e controles. Para isso, foram feitas amostragens pontuais, matutinas (dentro de intervalo das 7h00 às 9h00), de oito minutos de duração, baseadas em técnica descrita por Fontana (2004). É importante ressaltar que, nos meses de outubro e fevereiro, o horário descrito acima se referiu ao real (solar) e não ao “horário de verão”, de modo a padronizar, ao longo de todo o ano, o período no qual foram feitas as observações, independente da estação vigente.

As observações foram realizadas, no mesmo dia, em três pontos de cada túnel e igualmente em três pontos em seu respectivo controle – nos extremos de

cada trecho considerado e num ponto intermediário a eles. A localização dos pontos de coleta foi registrada tomando-se como referência a numeração predial dos imóveis urbanos. As localizações dos pontos de observação são mostradas no Quadro 17.

RUA	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
da República	esquina com beco ¹	nº 292	ao lado da Escola Pão dos Pobres
Luiz Afonso (controle)	nº 609	nº 283	nº 133 ¹
Tomaz Flores	nº 97	nº 219	nº 309 ¹
Santo Antônio (controle)	nº 611	nº 733	nº 851 ¹
João Telles	nº 167	nº 301	nº 473 ¹
Dona Laura	nº 354 ²	nº 228	nº 78
Dona Laura (controle)	nº 785	nº 655	nº 546 ²
Machado de Assis	nº 430	nº 210	nº 53 ³
Veríssimo Rosa (controle)	nº 67 ³	nº 225	nº 375

Quadro 17: Localização dos pontos de coleta de dados de avifauna presente nos túneis verdes e controles

Notas: ¹Ponto mais próximo ao Parque Farroupilha.

²Ponto mais próximo ao Parque Moinhos de Vento.

³Ponto mais próximo à Praça Prof. Jacy C. Monteiro.

Em campo, a presença da avifauna foi registrada de duas formas distintas, de modo individual e por contato. No primeiro caso, todas as aves foram contadas de modo a se obter o número total de indivíduos observados. No segundo, foi feita a anotação do contato com a espécie, independentemente do número de animais presentes. Assim, de acordo com esta orientação, a observação simultânea de três aves da espécie *Columba livia* sobre o solo resultam no registro de três indivíduos e apenas um contato. Este procedimento é particularmente importante para a determinação da diversidade, composição e abundância das espécies existentes nos túneis verdes e controles. A identificação das espécies foi feita ainda em campo pelo observador e, em caso de indeterminação, utilizado material bibliográfico especializado como De La Peña e Rumboll (1998) e Narosky e Yzurieta (1987).

3.4 TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados relativos à vegetação amostrada foram analisados de formas quantitativa e qualitativa. Ambas as análises utilizaram informações organizadas em banco de dados criado com o auxílio do *software Microsoft Office Access*.

O tratamento quantitativo dos dados consistiu no cálculo dos percentuais de cada espécie vegetal registrada em cada túnel verde e via controle, com a definição das totalidades das espécies, famílias e classificação entre exóticas e nativas, de modo a gerar informações acerca da diversidade de vegetação que compõe a arborização das ruas estudadas. O “n” total da amostra de vegetação ao longo de todas as vias estudadas consistiu em 760 registros, mas, em decorrência da não determinação de dois exemplares (um permaneceu sem ser identificado e outro foi apenas identificado até o nível de Família), o “n” total final resultante foi de 758 indivíduos (Apêndice B). A partir dos resultados gerados, foi feita a análise de agrupamento com base na similaridade da abundância da vegetação, utilizando-se o *software Biodiversity Pro 3.2* (McALEECE, 1997). O índice de associação escolhido para o cálculo da similaridade foi o *Bray-Curtis* por representar uma das medidas de distância mais robustas para ordenar correlações lineares, sendo amplamente utilizado pelas ciências ambientais (FAITH; MINCHIN; BELBIN, 1987).

A análise qualitativa avaliou os aspectos fitossanitários dos vegetais, formando um panorama do estado geral da arborização existente. Foram analisadas as condições de copa, tronco e raiz e os resultados, extraídos do banco de dados anteriormente citado, foram expressos em números absolutos e em porcentagens. A avaliação dos troncos dos vegetais considerou duas situações: a totalidade das amostras e a seleção de troncos com altura igual ou superior a 6 m. Neste segundo caso, procurou-se investigar uma possível relação de conflito entre o estado apresentado pelos exemplares e o estabelecimento da rede aérea de serviços implantada nas vias. Os gráficos ilustrativos destes resultados foram gerados a partir do *software Microsoft Office Access* e editados em *CoreIDRAW* versão 13.0.

As anotações relativas à avifauna foram armazenadas em banco de dados criado com o *software Microsoft Office Access*. Os valores referentes ao número de contatos com as espécies e número de indivíduos observados (na sua totalidade e em cada rua de estudo) foram apresentados em números brutos e em porcentagens. Para padronização dos dados no cálculo das porcentagens, os registros obtidos

junto a Rua Santo Antônio foram multiplicados por dois, uma vez que a pesquisa investigou cinco túneis verdes e apenas quatro vias controle. A Rua Santo Antônio é a via selecionada neste caso por consistir em controle de dois túneis, os existentes nas ruas General João Telles e Tomaz Flores.

Os dados brutos referentes ao número de contatos e indivíduos foram também demonstrados para cada um dos pontos de observação definidos em cada uma das vias. Os gráficos foram gerados utilizando-se o banco de dados criado com o *software Microsoft Office Access* e as imagens foram editadas com o auxílio de um segundo *software*, *CoreIDRAW* versão 13.0. As médias dos valores de número total de contatos e de indivíduos foram comparadas por meio de teste estatístico não paramétrico de *Mann-Whitney*, uma vez que a distribuição dos dados não segue uma distribuição normal, apresentando elevado grau de variabilidade. O teste de *Kruskal-Wallis* foi utilizado nas análises das diferenças entre os dados coletados nos três pontos de cada via. O programa utilizado em ambos os processos foi o *SYSTAT* (SPSS, 2000).

Referência especial é feita a Rua Tomaz Flores cujo esforço de levantamentos final consistiu de uma amostragem a menos do que o obtido junto às demais vias, situação corrigida no cálculo do Índice Pontual de Abundância – IPA, o qual considera a divisão do número de contatos pelo número total de pontos amostrados em cada via (PRADO, 2008). Assim, os valores obtidos para as espécies de aves junto a Rua Tomaz Flores foram divididos por 33 (amostragem total de pontos na via), enquanto que os registros apresentados pelas demais ruas foram divididos por 36 (total de pontos amostrados). A partir dos resultados gerados foi feita a análise de agrupamento com base no número de contatos (IPA) por meio do *software Biodiversity Pro 3.2* (McALEECE, 1997). O índice de associação utilizado no cálculo da similaridade foi o *Bray-Curtis*.

O *software Microsoft Office Access* foi utilizado também para o estabelecimento de relação entre o número de registros de contatos com as aves e a sazonalidade. No processo, o período de doze meses de levantamentos foi dividido em quatro trimestres, salientando-se a estação predominante de cada período:

- a) 1° trimestre – janeiro, fevereiro e março (verão);
- b) 2° trimestre – abril, maio e junho (outono);
- c) 3° trimestre – julho, agosto e setembro (inverno);
- d) 4° trimestre – outubro, novembro e dezembro (primavera).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o intuito de organizar as informações deste capítulo, os resultados obtidos foram divididos em três itens: referentes ao **ambiente urbano**, à **vegetação** e à **avifauna**. Os objetivos específicos descritos na seção 3 – Procedimentos Metodológicos foram tratados dentro destes itens da seguinte forma:

- a) ambiente urbano – relacionado à caracterização da estrutura da cidade (macrozonas) e definição das áreas de estudo, identificação e seleção dos túneis verdes e vias controle e verificação do papel desempenhado pelos túneis verdes como ligação entre áreas de relevância ambiental existentes na cidade (objetivos específicos a, b, c, f);
- b) vegetação – voltado à caracterização dos tipos vegetais que compõem os túneis verdes e vias controle (objetivo d);
- c) avifauna – referente à caracterização, quanto à diversidade e composição das espécies de avifauna que se utilizam dos túneis verdes (objetivo e).

A análise do papel destas composições vegetais na promoção da ocupação de ambiente intensamente urbanizado por diferentes espécies da avifauna (objetivo g) foi elaborada a partir da reunião das informações obtidas nos itens anteriormente descritos.

4.1 AMBIENTE URBANO

A utilização de aparelho *GPS* nesta pesquisa possuía, inicialmente, dois propósitos distintos. O primeiro deles consistia na obtenção de coordenadas geográficas, junto aos túneis verdes e seus controles, para o posterior lançamento destes pontos sobre as imagens de satélite georreferenciadas.

A preocupação em adotar tal procedimento originou-se da impossibilidade de acesso a imagens de satélite georreferenciadas com precisão, como é o caso de imagens Landsat²⁸, e o único material disponível ter sido obtido por meio do *software* gratuito *Google Earth™ Mapping Service*. Apesar deste *software* fornecer imagens com boa resolução para estudos urbanos, o desconhecimento dos elipsóides de referência utilizados no georreferenciamento de suas imagens impossibilita a aplicação de fatores de correção sobre possíveis erros. Assim, o lançamento dos pontos coletados nas vias com o auxílio de aparelho de *GPS* serviu como uma medida alternativa para verificação da exatidão do processo de reamostragem de imagens realizado pela pesquisa (figuras apresentadas na subseção 3.2 – Seleção das unidades amostrais – túneis verdes e seus controles).

A aplicação do procedimento de reamostragem, com o lançamento de quatro pontos sobre as respectivas imagens contendo as vias de estudo, fez surgir uma situação recorrente: o deslocamento dos pontos sobre o eixo X, em direção à esquerda, avançando sobre os lotes edificados. A variação do deslocamento dos pontos oscilou nas diferentes imagens, porém ficou compreendida num intervalo entre 9,5 m e 15 m (medidas aproximadas das distâncias dos pontos situados no interior dos lotes até o passeio, onde as coordenadas foram obtidas). O possível deslocamento sobre o eixo Y não pôde ser estimado por este critério. A Figura 34 exemplifica esta situação, exibindo o deslocamento dos pontos sobre as vias de estudo localizadas no Bairro Bom Fim, em Porto Alegre.

²⁸ Landsat – Satélite que orbita a uma altitude de 705 km e velocidade de 7,7 km/s; tempo de captura de cada cena de 24 segundos e observação de cada área a cada 16 dias (INPE, 2006).

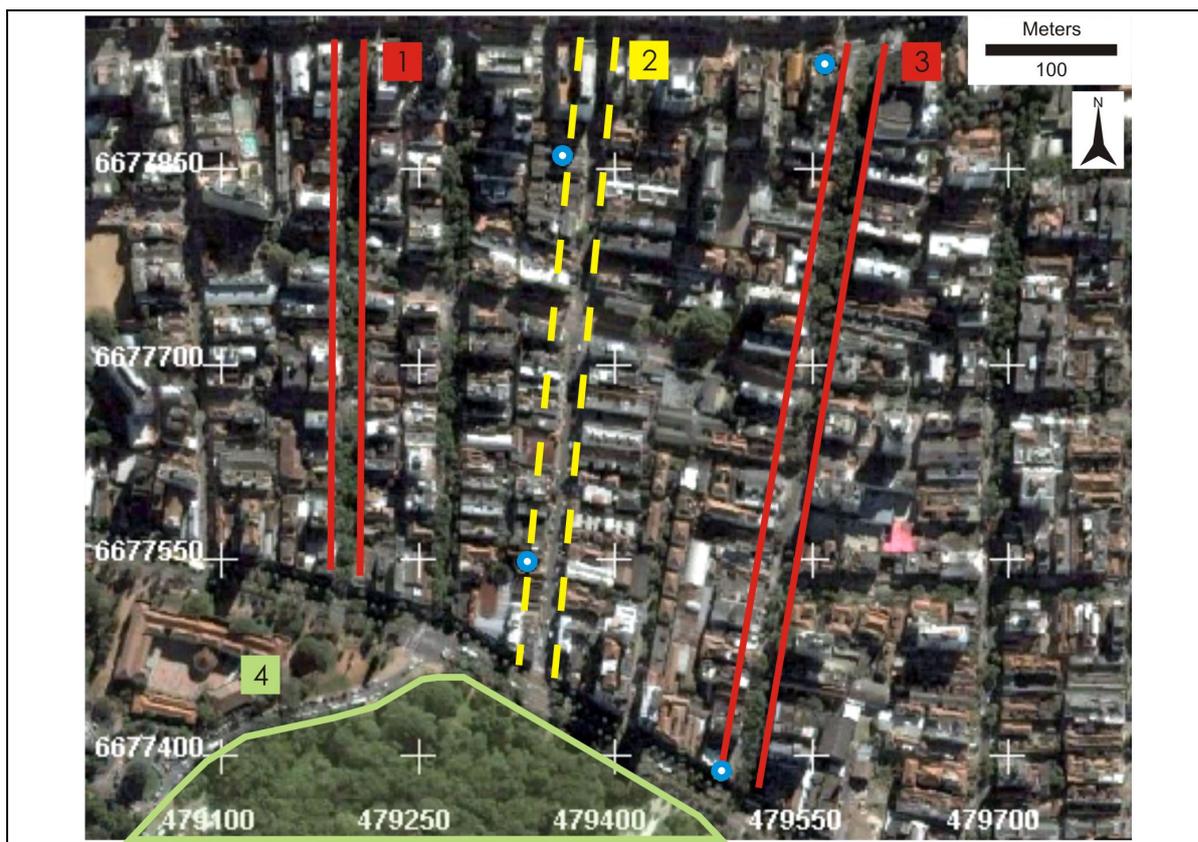


Figura 34: Exemplo do lançamento de pontos colhidos em campo com GPS (em azul) para avaliação das imagens georreferenciadas no estudo

Fonte: Adaptada de *Google Earth™ Mapping Service* (2008).

Notas: 1 – Túnel verde da Rua Tomaz Flores.

2 – Rua Santo Antônio – controle.

3 – Túnel verde da Rua General João Telles.

4 – Parque Farroupilha – “Redenção”.

Os erros constatados de georreferenciamento no estudo podem ser resultantes das imagens obtidas junto ao *software Google Earth* (e aos pontos de coordenadas por ele definidos), à (im)precisão dos dados colhidos com aparelho GPS, ou ainda (e mais provável) da combinação destes dois fatores. No trabalho, foi mantida a utilização das imagens corrigidas geometricamente, uma vez que os erros observados obedeceram a um mesmo padrão nas diferentes imagens e nenhuma outra fonte de imagens de satélite tornou-se possível no decorrer da pesquisa.

Após a verificação do grau de exatidão do processo de georreferenciamento realizado no trabalho, foi selecionada a imagem contendo a área correspondente à Cidade Radiocêntrica. Os parques, túneis verdes e vias controle foram identificados e suas distribuições na malha urbana analisadas. A referida imagem, corrigida geometricamente, foi utilizada para a medição das distâncias entre as áreas de estudo e na elaboração de representação esquemática

de sua espacialidade, conforme a apresentada por Fernández-Juricic (2000). A Figura 35 ilustra o resultado obtido e indica os quatro trechos que foram alvo de medições (letras A, B, C e D).

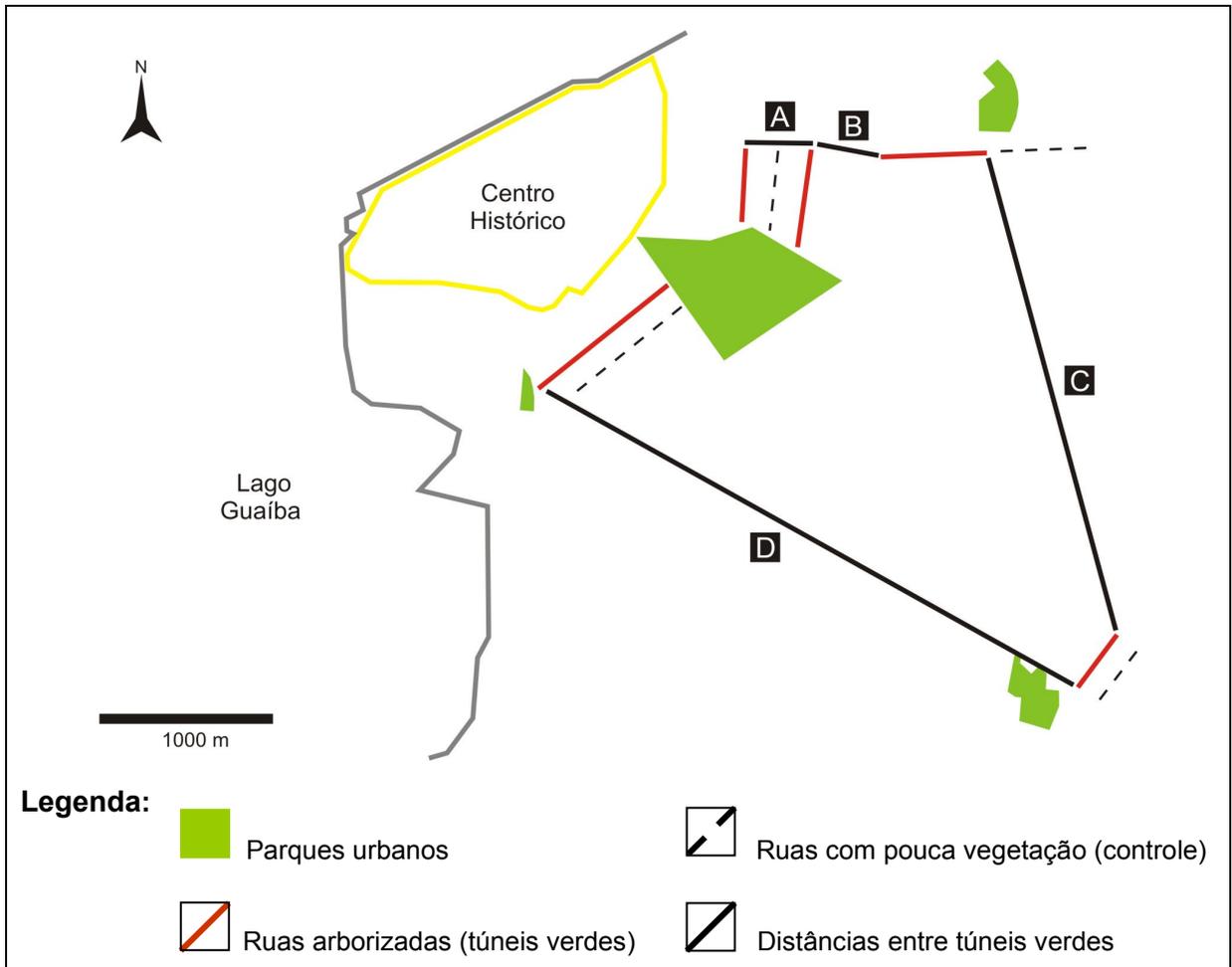


Figura 35: Representação esquemática da distribuição das áreas de estudo em Porto Alegre – RS
Fonte: Adaptada de *Google Earth™ Mapping Service* (2008).

Os trechos representados pelas letras A, B, C e D (ver Figura 35) compreendem as seguintes distâncias:

- a) trecho A – 382,90 m;
- b) trecho B – 437,86 m;
- c) trecho C – 2.870,78 m;
- d) trecho D – 3.467,07 m.

A representação esquemática dos parques, túneis verdes e vias controle demonstram a ausência de continuidade física entre estas estruturas. A esperada

descontinuidade espacial apresentada e as distâncias registradas, entretanto, não devem representar obstáculo significativo às aves que utilizam os túneis verdes como corredores de deslocamento, uma vez que a aptidão ao vôo lhes confere maior capacidade de movimentação. A inserção, entretanto, de novos túneis verdes na matriz construída é recomendada, pois deve facilitar a circulação das espécies, potencializando a ocupação do ambiente urbano pela avifauna.

O segundo propósito da utilização de aparelho *GPS* no trabalho era o de se obter a localização geográfica de cada exemplar vegetal presente nos túneis verdes e controles. Estas informações seriam utilizadas na construção de mapas demonstrativos da distribuição da vegetação nas referidas vias, proposta que foi descartada após o levantamento de campo e discussões sobre os resultados parciais até então obtidos. O maior problema enfrentado na coleta destes dados foi a dificuldade de manter constante os sinais de satélite para o adequado funcionamento do aparelho *GPS*, quando a coleta dos pontos avançava para o interior das quadras. O ambiente urbano da pesquisa apresenta ruas com larguras que variam, em média, de 7 a 9 m e que, em parte das vezes, são ladeadas por edificações com mais de quatro pavimentos. Soma-se a isto, o fato de que a leitura dos pontos era feita junto ao tronco das árvores, sob a copa densa dos vegetais, tornando ainda mais restrito o acesso à área de céu visível. Com o desaparecimento de um ou mais sinais de satélite, o aparelho passava a apresentar erro de leitura superior a 10 m, chegando, em algumas situações, a alcançar 33 m, o que provocava a sobreposição das coordenadas lidas, inviabilizando a obtenção das informações. Após várias tentativas, e de terem sido colhidas as coordenadas de todos os vegetais existentes nas ruas Santo Antônio e General João Telles, optou-se por não efetuar mais este tipo de levantamento em função da falta de confiabilidade apresentada por uma parcela significativa dos dados obtidos.

4.2 VEGETAÇÃO

A coleta de dados da vegetação ocorreu nos meses de março, abril, maio, setembro, outubro e dezembro de 2007, totalizando 13 dias de atividades, com 9 horas diárias de levantamentos, perfazendo um total de 117 horas de trabalho. A coleta destes dados não obedeceu a uma periodicidade, uma vez que este fator não era relevante para o levantamento das espécies vegetais existentes nas vias diferentemente do que ocorre com a coleta de dados da avifauna.

Os levantamentos da vegetação realizados abordaram questões de taxonomia e contemplaram avaliações quantitativas e qualitativas, sugeridas por Milano e Dalcin (2000). Estes critérios conduziram para uma leitura da situação real da arborização, reunindo subsídios para possíveis intervenções futuras sobre a mesma. Como resultado dos levantamentos da composição vegetal de cinco túneis verdes e quatro trechos controle situados na macrozona Cidade Radiocêntrica em Porto Alegre, tem-se o registro de 760 exemplares vegetais (Tabela 3).

Tabela 3 – Número de exemplares vegetais alvo de levantamentos e sua densidade por via

VIA ALVO DE LEVANTAMENTO	A – Nº EXEMPLARES VEGETAIS	B – COMPRIMENTO DA VIA ¹ (m)	DENSIDADE DA VEGETAÇÃO ² (A / B)
Rua General João Telles	99	573,28	0,17
Rua Tomaz Flores	89	416,31	0,21
Rua Santo Antônio (controle)	23	485,29	0,05
Rua da República	177	911,64	0,19
Rua Luiz Afonso (controle)	57	701,28	0,08
Rua Dona Laura	79	574,01	0,14
Rua Dona Laura (controle)	42	396,90	0,10
Rua Machado de Assis	81	350,54	0,23
Rua Veríssimo Rosa (controle)	113	351,79	0,32
TOTAL	760		

Notas: ¹Dados obtidos a partir de imagens georreferenciadas pelo estudo.

²Densidade de vegetação conforme Fernández-Juricic (2000).

De acordo com os dados reunidos no Apêndice B, a flora existente junto ao túnel verde da Rua General João Telles (avaliados 99 exemplares) é composta

por 19 diferentes espécies (pertencentes a 14 famílias botânicas), sendo 9 exóticas (89,9% dos exemplares avaliados); a espécie de maior ocorrência é a *Jacaranda mimosifolia* (família Bignoniaceae), tendo sido contabilizadas 73 árvores, correspondendo a 73,7% dos elementos vegetais presentes na via.

A Rua Tomaz Flores apresenta, conforme demonstrado no Apêndice B, um total de 89 exemplares vegetais, pertencentes a 9 espécies (6 famílias) das quais 6 são exóticas (frequência relativa de 94,4% dos indivíduos); a maior incidência é de vegetais da espécie *Jacaranda mimosifolia* (família Bignoniaceae) com o registro de 76 árvores, as quais representam 85,4% dos exemplares vegetais existentes nesta rua.

A Rua da República, túnel de maior extensão estudado na pesquisa (ver Tabela 3), apresenta um total de 177 exemplares vegetais; entretanto, um destes elementos foi desconsiderado nesta análise pelo fato ter sido parcialmente identificado (somente até o grupo sistemático de família), sem haver a definição de sua procedência, o que resultou numa amostra numérica final de 176 indivíduos. Estes são integrantes de 24 espécies (16 famílias), sendo 12 exóticas e 12 nativas. Apesar deste aparente equilíbrio, o número de exemplares registrados nestas categorias é bastante diverso (148 exemplares exóticos – 84,1% – contra apenas 28 nativos – 15,9%). De modo idêntico aos túneis verdes anteriores, a espécie de maior representatividade é a de *Jacaranda mimosifolia* (família Bignoniaceae) tendo sido identificados 119 exemplares, ou seja, 67,6% dos espécimes vegetais da Rua da República – Apêndice B).

O Apêndice B demonstra ainda que os 79 exemplares vegetais presentes no túnel verde da Rua Dona Laura se distribuem em apenas 7 diferentes espécies (7 famílias), das quais 4 são exóticas, num total de 74 indivíduos (93,7% dos exemplares). A espécie vegetal de maior incidência no túnel (70 exemplares – 88,6%) é a *Jacaranda mimosifolia* (família Bignoniaceae).

Os 81 indivíduos avaliados no túnel verde da Rua Machado de Assis (Apêndice B) pertencem a 7 espécies (6 famílias), sendo 4 exóticas (78 indivíduos – 96,3%) e 3 nativas (3 indivíduos – 3,7%). O maior número de registros efetuados corresponde a exemplares de *Tipuana tipu* (família Fabaceae), com 72 exemplares, compreendendo 88,9% das espécies analisadas na via.

A Rua Santo Antônio (controle dos túneis verdes das ruas General João Telles e Tomaz Flores) apresenta 23 indivíduos, dos quais 16 (69,6%) pertencem a 5

espécies exóticas e os 7 indivíduos restantes (30,4%) correspondem a 3 espécies nativas, num total de 8 diferentes espécies oriundas de apenas 5 famílias botânicas, sendo *Lagerstroemia indica* (família Lythraceae) a de maior representatividade na via, num total de 6 exemplares – 26,1% (Apêndice B).

Conforme o Apêndice B, tem-se na Rua Luiz Afonso (controle da Rua da República) 57 exemplares vegetais pertencentes a 15 espécies (10 famílias), das quais 9 (51 indivíduos – 89,5%) correspondem a exóticas e 6 (6 indivíduos – 10,5%) a nativas. O vegetal com maior frequência na via é *Lagerstroemia indica* (família Lythraceae), totalizando 25 indivíduos (43,8% dos espécimes registrados).

O trecho controle da Rua Dona Laura apresenta 42 indivíduos, constituindo uma amostra de 14 diferentes espécies vegetais (10 famílias), sendo 7 exóticas (24 indivíduos – 57,1%) e 7 nativas (18 exemplares – 42,9%). Quanto à maior incidência na via, houve duas espécies exóticas que se destacaram: o *Ligustrum lucidum* (família Oleaceae, com 8 exemplares – 19,0%) e *Lagerstroemia indica* (família Lythraceae, com 7 indivíduos – 16,7% – Apêndice B).

A Rua Veríssimo Rosa (controle do túnel verde existente na Rua Machado de Assis) apresenta elevado número de indivíduos, num total de 113 registros. Entretanto, em função de não ter sido possível realizar a identificação taxonômica de uma amostra, o número final de exemplares nesta avaliação se reduziu a 112. Na via são encontradas 25 espécies de plantas (16 famílias) distribuídas entre 17 exóticas (97 exemplares – 86,6%) e 8 nativas (15 exemplares – 13,4%). A espécie *Lagerstroemia indica* (família Lythraceae, com 36 indivíduos – 32,1% das amostras) é a de maior incidência na via (Apêndice B).

O somatório dos resultados obtidos em todas as vias, túneis verdes e controles, demonstra a existência de 61 espécies de vegetais, 25 nativas e 36 exóticas, pertencentes a 33 famílias botânicas distintas (Apêndice C).

A análise comparativa destes resultados, considerando a similaridade da abundância da vegetação encontrada nos corredores verdes e controles, mostra que os corredores verdes mais semelhantes são os existentes nas ruas Tomaz Flores e Dona Laura, com 89,7% de similaridade e que, entre os controles, o maior grau de similaridade é constatado entre as vias Santo Antônio e Dona Laura, com porcentagem de 61,9% (Figura 36 e Apêndice D). A Figura 36 ilustra a formação de apenas um grupo de vias com alto grau de semelhança (85,5%), composto pelas ruas General João Telles, Tomaz Flores e Dona Laura, grupo similar em 62,1% a

Rua da República. A Rua Machado de Assis é a que mais se difere, chegando a apresentar 0% de similaridade com o túnel da Rua Tomaz Flores (Figura 36 e Apêndice D).

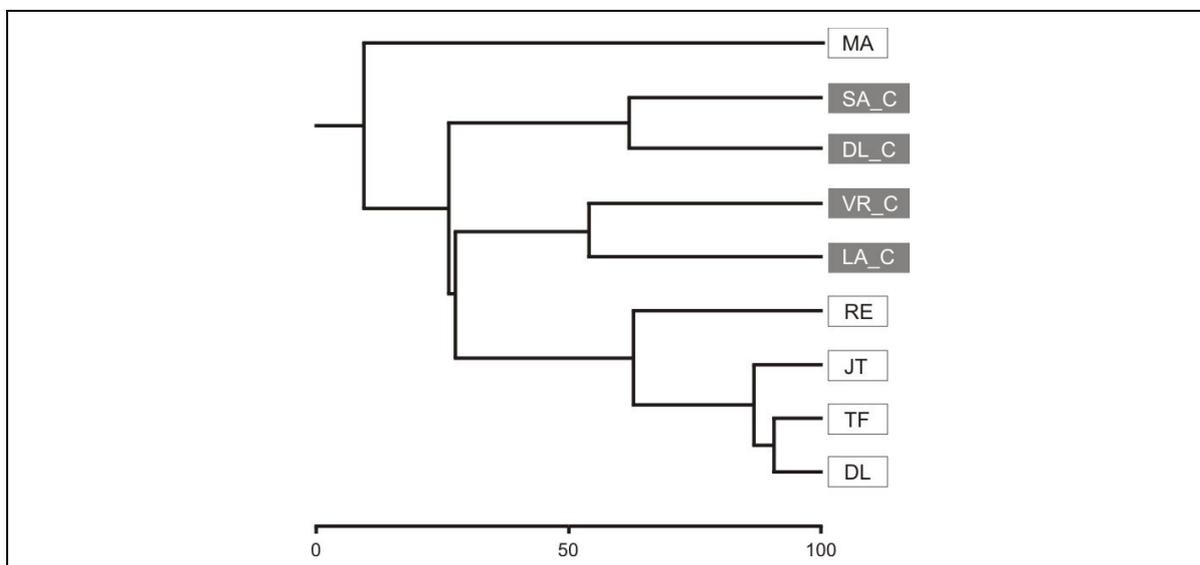


Figura 36: Análise de agrupamento com base na similaridade da abundância da vegetação
 Notas: MA - Machado de Assis; SA_C - Santo Antônio; DL_C - Dona Laura controle;
 VR_C - Veríssimo Rosa; LA_C - Luiz Afonso; RE - República; JT - General João Telles;
 TF - Tomaz Flores; DL - Dona Laura.

A baixa diversidade de espécies vegetais constatada (identificadas apenas 61 espécies distintas pertencentes a 33 famílias botânicas) é verificada principalmente entre os túneis verdes, sendo que os existentes nas ruas Dona Laura e Machado de Assis são os que evidenciam a menor diversidade de espécies entre todas as ruas analisadas (apenas 7 espécies vegetais em cada trecho pesquisado – Apêndice B). Esta situação tem origem na própria definição do projeto paisagístico implantado nas ruas que objetivou a formação dos túneis verdes nas décadas de 1930 e 1940 (PORTO ALEGRE, 2000 e SANCHOTENE et al., 1998).

As espécies vegetais predominantes nos cinco túneis pesquisados registram porcentagens que oscilam de 67,6% (*Jacaranda mimosifolia* na Rua da República) até 88,9% de ocorrência (*Tipuana tipu* na Rua Machado de Assis), valores superiores aos máximos recomendados por Mock (2004) para a constituição de florestas urbanas (10% de uma mesma espécie e 30% de uma mesma família botânica). Entre as vias controle, a densidade da vegetação diminui, porém a heterogeneidade de espécies e famílias botânicas aumenta, possivelmente em

decorrência da participação autônoma dos moradores locais no plantio de árvores junto aos logradouros, o que acaba refletindo sobre a composição da vegetação.

Quanto à origem da vegetação, observa-se uma proporção elevada de espécies exóticas nas vias, contrariando a orientação atual definida no Plano Diretor de Arborização de Porto Alegre (PORTO ALEGRE, 2007a), a qual recomenda a implantação de um percentual mínimo de 70% de espécies nativas. A porcentagem de espécies exóticas encontrada oscila de 57,1% (Rua Dona Laura controle) até 96,3% (Rua Machado de Assis) sendo que o cálculo da média entre as nove vias pesquisadas alcança 84,6%. Esses valores elevados chamam a atenção para a necessidade de se buscar a implantação de vegetação nativa na paisagem urbana, conforme defendido por Reis et al. (2003b) e Sanhotene (1990), buscando-se a estabilidade e a preservação da floresta urbana e da biodiversidade (PORTO ALEGRE, 2007a).

Importante salientar que o aumento do emprego de vegetação nativa não representa, de forma alguma, a extinção dos túneis verdes. O processo de implantação destes corredores urbanos de vegetação deve apenas considerar o incremento da diversidade de espécies implantadas nos logradouros, por meio da utilização de vegetais nativos de diversos portes. A busca da redução do grau de similaridade da vegetação existente nas vias, por meio do plantio de ampla gama de espécies, contribui para o aumento da sua complexidade, fator especialmente importante para a criação de novos habitats para a avifauna, conforme citado por Fernández-Juricic (2000).

Além da questão que envolve elementos quantitativos da vegetação, aspectos de ordem qualitativa também devem ser alvo de atenção na formação e manutenção das florestas urbanas, motivando a análise das condições dos vegetais nas vias de estudo. Os resultados de natureza qualitativa dos túneis verdes e controles relativos às condições de copa, tronco e raiz das espécies vegetais são descritos a seguir.

Condições de copa –

Em quatro dos cinco túneis verdes estudados, a classificação de copa **regular** é a de maior incidência entre os vegetais (em indivíduos arbustivos foi analisada a massa foliar). As ruas Tomaz Flores, General João Telles, República e Machado de Assis apresentaram, respectivamente, 58 (65,2%), 51 (51,5%), 101

(57,0%) e 42 (51,8%) indivíduos com copas regulares. A exceção foi o túnel verde situado a Rua Dona Laura, cuja maioria dos exemplares vegetais (num total de 45 – 57,0%) tem suas copas avaliadas como **boa** (Figura 37).

Em todas as vias controle, a avaliação de copa na categoria **boa** é a de maior frequência: ruas Dona Laura – 35 (83,3%), Santo Antônio – 19 (82,6%), Luiz Afonso – 34 (59,6%) e Veríssimo Rosa – 60 (53,1%). O critério de copa em estado **ruim** apresenta baixa incidência entre as árvores avaliadas, com uma porcentagem máxima de 21,2% dos exemplares entre os túneis verdes (Rua General João Telles) e 14,1% entre os controles (Rua Veríssimo Rosa), não tendo sido feito nenhum registro na Rua Santo Antônio (Figura 37).

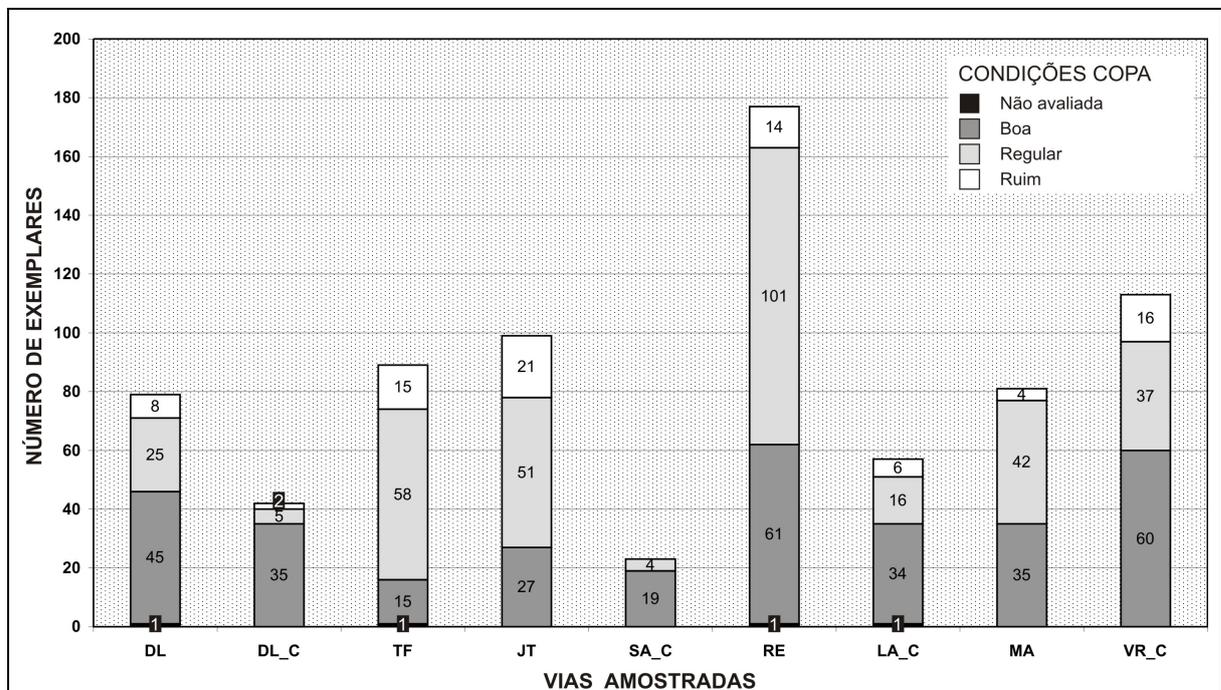


Figura 37: Classificação das condições de copa apresentadas pelos vegetais existentes nos túneis verdes e ruas controle

Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; TF - Tomaz Flores; JT - General João Telles; SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis; VR_C - Veríssimo Rosa.

Condições de tronco –

A classificação de tronco em estado **regular** é a situação de maior frequência entre os vegetais existentes nos túneis verdes (quatro em cinco analisados): Dona Laura – 34 (43,0%), Tomaz Flores – 49 (55,0%), General João Telles – 50 (50,5%) e Machado de Assis – 47 (58,0%). A exceção cabe a Rua da

República, onde o maior grupo verificado é o de árvores que têm seus troncos classificados como **ruins** (77 – 43,5% – Figura 38).

Entre os controles, as três condições – boa, regular e ruim – se destacaram: **boa** – ruas Dona Laura (27 – 64,3%) e Santo Antônio (14 – 60,9%); **regular** – Luiz Afonso (23 – 40,3%); **ruim** – Veríssimo Rosa (46 – 40,7%). Entretanto, na Rua Veríssimo Rosa este resultado quase se iguala às avaliações positivas (45 exemplares vegetais, ou seja, 39,8% das amostras com troncos em **bom** estado – Figura 38).

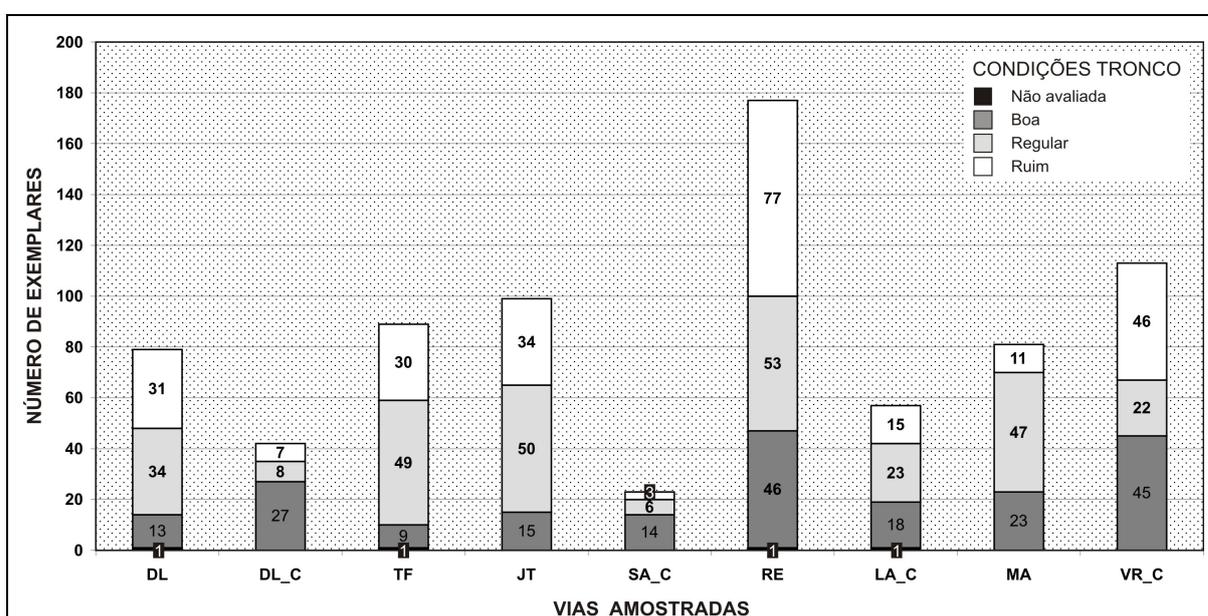


Figura 38: Classificação das condições de tronco apresentadas pelos vegetais existentes nos túneis verdes e ruas controle

Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; TF - Tomaz Flores; JT - General João Telles; SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis; VR_C - Veríssimo Rosa.

Entre os túneis verdes, a maior parte da vegetação apresenta copas e troncos regulares, enquanto que nas vias controle há o predomínio de vegetais com copas em bom estado. Em relação a avaliação dos troncos da vegetação das vias controle, as três condições propostas se destacam (bom, regular e ruim).

Enquanto a análise das copas dos vegetais demonstra um baixo índice de avaliações negativas, a porcentagem de troncos classificados como ruins cresce significativamente, tanto nos túneis como nas vias controle (Tabela 4).

Tabela 4 – Análise qualitativa da vegetação dos túneis verdes e vias controle baseada em porcentagens (%) de avaliações negativas de copas e troncos

	DL	DL_C	TF	JT	SA_C	RE	LA_C	MA	VR_C
copa	10,1	4,8	16,8	21,2	0,0	7,9	10,5	4,9	14,1
tronco	39,2	16,6	33,7	34,3	13,0	43,5	26,3	13,6	40,7

Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; TF - Tomaz Flores; JT - General João Telles; SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis; VR_C - Veríssimo Rosa.

A análise das condições dos troncos dos vegetais numa segunda situação (selecionados apenas exemplares com alturas iguais ou superiores a 6 m e que por esta razão podem ter conflitos com redes aéreas de serviços) resulta numa expressiva diminuição no tamanho das amostras iniciais nas vias controle, com “n” total reduzindo-se a menos da metade do valor apresentado inicialmente (Tabela 5).

Tabela 5 – Comparativo de porcentagens (avaliações negativas em troncos - ruins) em amostras totais e com seleção de vegetais com altura superior ou igual a 6 m

	DL	DL_C	TF	JT	SA_C	RE	LA_C	MA	VR_C
tronco - amostra total	79	42	89	99	23	177	57	81	113
% ruim	39,2	16,6	33,7	34,3	13,0	43,5	26,3	13,6	40,7
tronco - amostra h >= 6	72	19	77	88	7	146	14	75	36
% ruim	41,7	31,6	39,0	36,4	28,6	49,3	35,7	14,7	36,1

Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; TF - Tomaz Flores; JT - General João Telles; SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis; VR_C - Veríssimo Rosa.

A Tabela 5 demonstra ainda que, com exceção da Rua Veríssimo Rosa, as porcentagens de avaliações **ruins** se elevam nesta situação, sendo o crescimento mais expressivo entre as vias controle. Estas e demais variações expressas em números absolutos são ilustradas na Figura 39.

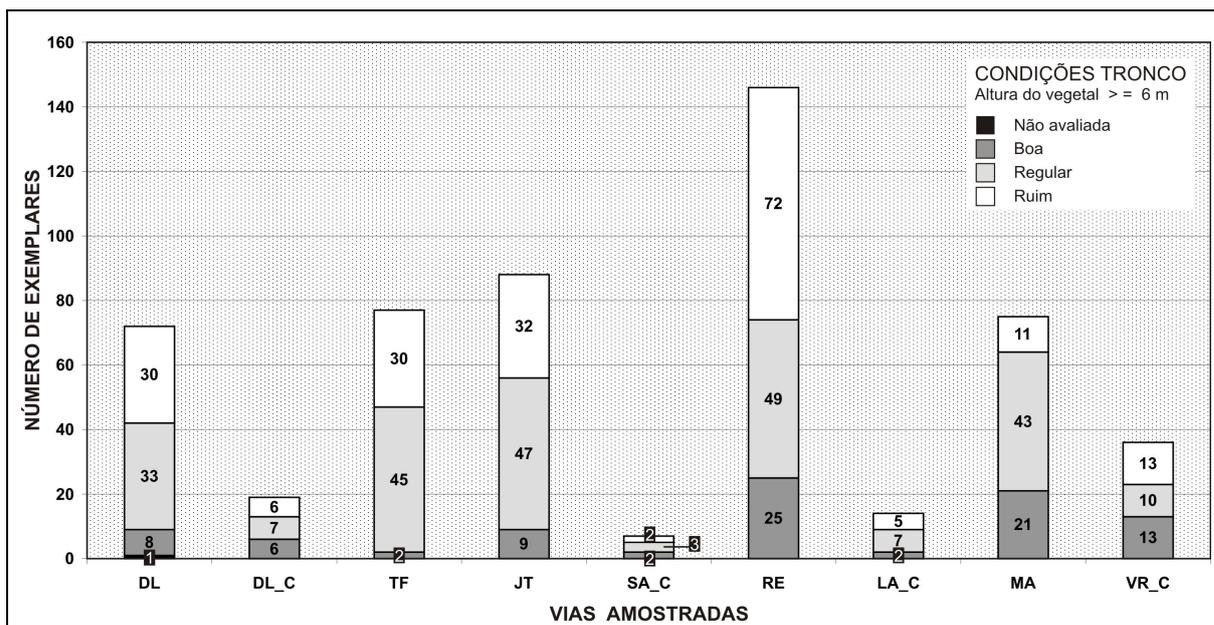


Figura 39: Classificação das condições de tronco apresentadas pelos vegetais existentes nos túneis verdes e ruas controle – análise de exemplares com altura igual ou superior a 6 m
 Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; TF - Tomaz Flores; JT - General João Telles; SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis; VR_C - Veríssimo Rosa.

De forma geral, as vias controle apresentam indivíduos mais preservados (copas e troncos), o que pode ser atribuído à menor estatura da vegetação presente. A seleção de exemplares com porte igual ou superior a 6 m reduz significativamente a amostra de indivíduos nas vias controle (menos da metade da amostra), apontando para a existência de uma vegetação de porte inferior àquela existente nos túneis verdes. Cabe lembrar que a arborização que desenvolve altura superior a 5 m alcança a rede de serviços aérea e está sujeita a podas de condução pelas concessionárias, processo que deforma os vegetais e, em vários casos, compromete sua integridade e desenvolvimento. Os dados coletados junto à Rua da República (túnel verde) corroboram para esta explicação, uma vez que esta é a única via que possui rede de serviços aérea em ambos os passeios, sujeita a podas frequentes, fator que contribui para que a maior parte da vegetação seja classificada com troncos ruins (ver Figura 38).

Entretanto, a Rua Veríssimo Rosa parece contrariar a associação entre “porte do vegetal X condições do tronco”, possivelmente em função de podas realizadas sobre a vegetação independentemente do porte apresentado. Esta situação é observada em toda a extensão da via e foi, inclusive, objeto de reclamações de alguns moradores locais durante a execução do trabalho.

Condições de raiz –

A análise das condições das raízes dos vegetais existentes nos túneis verdes e vias controle foi possível nas situações em que estas encontravam-se parcialmente expostas sobre os passeios. A Figura 40 demonstra que a grande maioria dos exemplares, tanto nos túneis verdes como nas vias controle, possui raízes **ocultas**, ou seja, desenvolveram-se penetrando verticalmente no solo ou sob o calçamento, mas sem danificá-lo. Nas situações em que as raízes dos vegetais encontraram espaço adequado para o seu desenvolvimento e não estavam em conflito com redes subterrâneas de infra-estrutura, não foi aplicada a avaliação segundo os critérios de boa, regular e ruim. As vias que apresentam o maior número de indivíduos classificados segundo estas três categorias (apenas 31 avaliações) são a Rua da República (túnel formado por *Jacaranda mimosifolia*) e a Rua Machado de Assis, que consiste em túnel formado, basicamente, por *Tipuana tipu*.

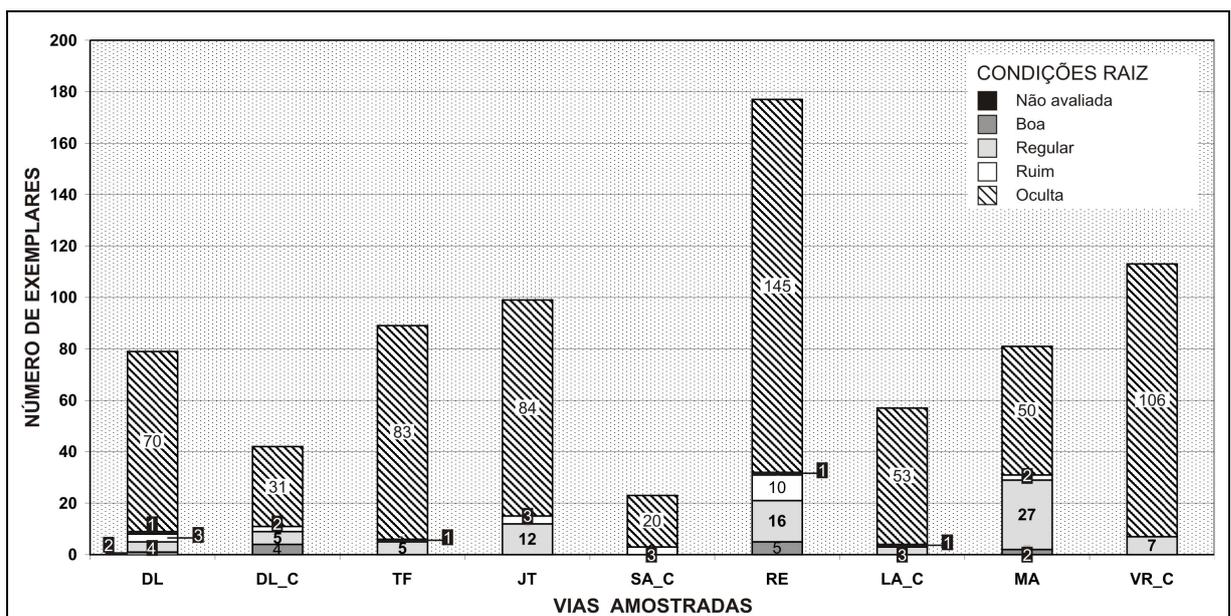


Figura 40: Classificação das condições de raiz apresentadas pelos vegetais existentes nos túneis verdes e ruas controle

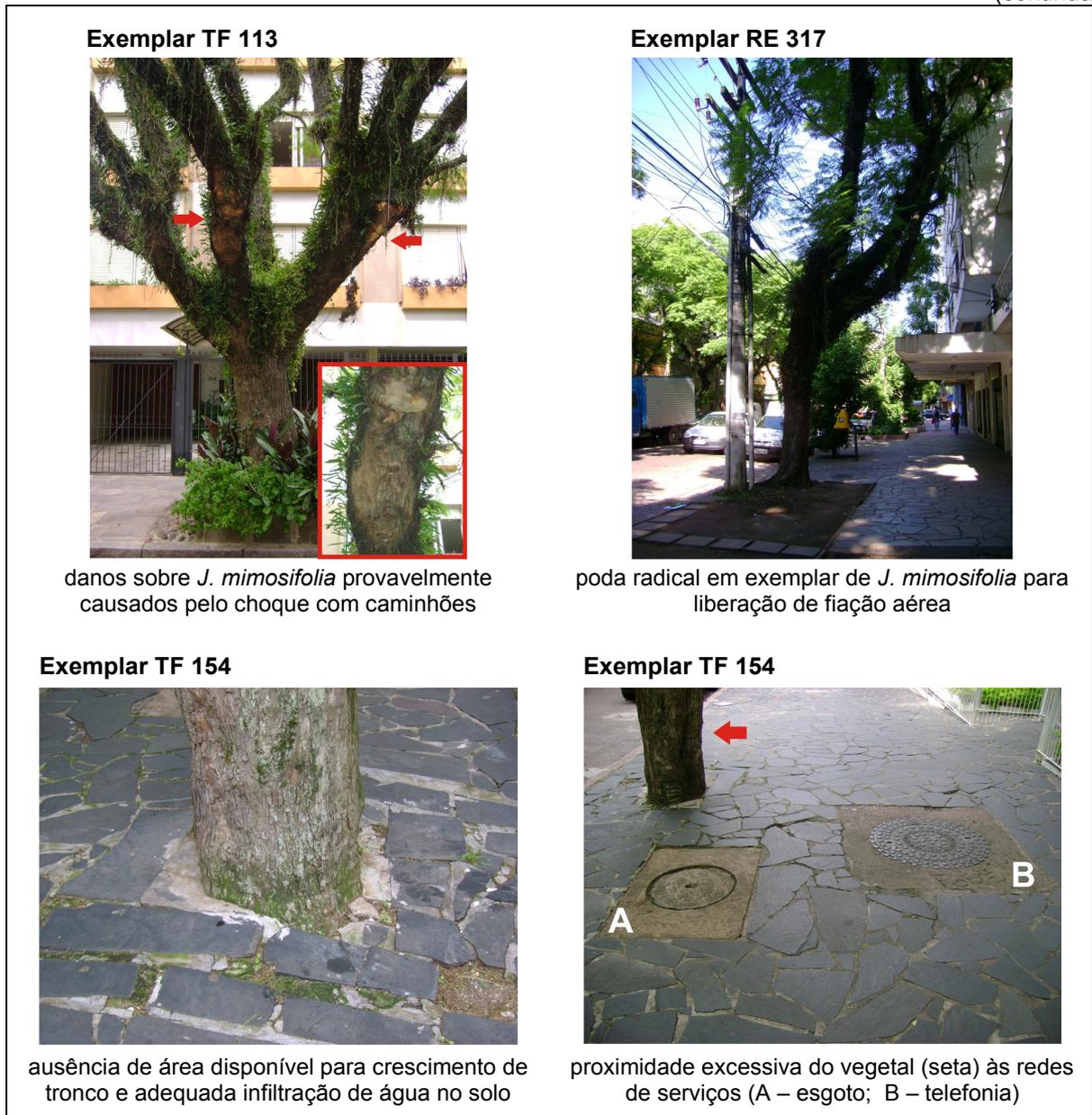
Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; TF - Tomaz Flores; JT - General João Telles; SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis; VR_C - Veríssimo Rosa.

Cabe comentar que na Rua da República foram efetuados 31 registros de avaliações de raízes sobre um total de 177 exemplares vegetais e na Rua Machado de Assis, sobre 81 exemplares. Neste aspecto, a Rua Machado de Assis se destaca como a via que apresenta a maior proporção de casos de condições inadequadas

das raízes dos vegetais, situação que pode ser parcialmente explicada pela maior necessidade de área disponível para o crescimento das raízes de *Tipuana tipu*, espécie de grande porte que compõe 88,9% dos registros de vegetação efetuados na via.

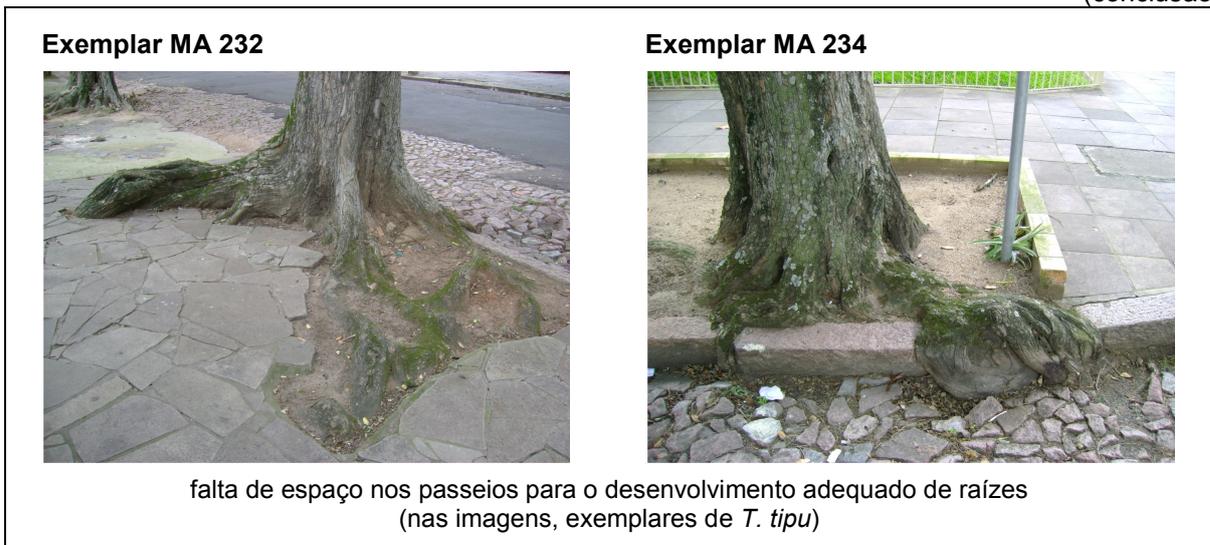
Alguns dos problemas recorrentes em arborização urbana, como inadequação de passeios e conflito com rede de serviços, também presentes nos túneis verdes e nas vias controle, são ilustrados no Quadro 18.

(continua)



Quadro 18: Exemplos de alguns problemas encontrados em túneis verdes de Porto Alegre – RS

(conclusão)



Quadro 18: Exemplos de alguns problemas encontrados em túneis verdes de Porto Alegre – RS

Embora a realização de levantamento quali-quantitativo da vegetação existente sobre as árvores presentes nos túneis verdes não tenha sido definido como objetivo desta pesquisa, foi possível se observar, durante as saídas de campo, grande quantidade de vegetais sobre os exemplares de *Jacaranda mimosifolia* e *Tipuana tipu*, ambos tipos arbóreos formadores dos túneis verdes. Todas as árvores pertencentes a estas duas espécies, com CAP superior a 1 m, apresentam uma ou mais espécies de vegetais sobre a superfície de seus troncos ou ramos.

Entre a diversidade de plantas encontradas estão as pteridófitas *Microgramma squamulosa* (vegetal mais vezes observado), *Nephrolepsis* sp. e *Rumohra adiantiformis*, e as angiospermas *Rhipsalis baccifera* (cacto-macarrão), *Hylocereus undatus* (rainha-da-noite), *Tillandsia stricta* (cravo-do-mato), *Schefflera arboricola* (chefflera-pequena), *Ficus pumila* (unha-de-gato), *Syngonium angustatum* (singônio) e até vegetais de porte arbóreo como *Ficus enormis* (figueira). O epifitismo²⁹ desenvolvido por estas espécies não representa ameaça à integridade das árvores e torna mais complexa a composição vegetal dos túneis verdes, criando uma estratificação vertical útil aos pássaros e artrópodes. Com isso amplia-se a disponibilidade de flores e frutos ao longo do ano, a oferta de palha para a construção de ninhos e locais para abrigo e refúgio para várias espécies. O Quadro 19 ilustra algumas das espécies vegetais encontradas sobre as tipuanas e jacarandás existentes nos túneis verdes visitados.

²⁹ Epifitismo – relação harmônica entre indivíduos na busca de proteção, abrigo ou maior acesso à luz solar.

Exemplar MA 220



Rhipsalis baccifera sobre *T. tipu* –
cactácea herbácea epífita que produz frutos
brancos e arredondados atrativos à avifauna

Exemplar MA 277



T. tipu como suporte a outros vegetais como
Tillandsia stricta (bromélia cujas flores atraem
beija-flores) e *Hylocereus undatus* (cactácea de
flores noturnas e frutos comestíveis)

Exemplar JT 39



ramo de *J. mimosifolia* recoberto por
Microgramma squamulosa (Pteridophyta);
ao centro e pendente, exemplar de
Rhipsalis baccifera

Exemplar JT 98



Ficus enormis (seta) sobre *J. mimosifolia* –
figueira cujos frutos amadurecem nos meses de
dezembro e janeiro, atraindo várias espécies de
pássaros

Quadro 19: Exemplos de vegetais não parasitas encontrados sobre exemplares de *Tipuana tipu* e *Jacaranda mimosifolia* presentes nos túneis verdes

A altura da vegetação, o formato da copa e as características do sistema radicial são alguns dos elementos qualitativos dos vegetais que devem ser considerados na seleção das espécies adequadas à arborização urbana, principalmente a viária (BIONDI, 2000). É correto afirmar que quanto maior o porte do exemplar, maior será a chance de interferência sobre os demais serviços urbanos, considerando-se a arborização como um elemento da infra-estrutura da cidade (GIRLING; KELLETT, 2005; WOLF, 2004). Entretanto, a utilização apenas de exemplares de porte reduzido não se constitui na melhor solução, uma vez que grande parcela dos benefícios gerados pela arborização está diretamente associada à massa foliar dos vegetais (BIONDI, 2000; BIONDI; ALTHAUS, 2005; GIRLING; KELLETT, 2005; MAGALHÃES, 2001; MASCARÓ; MASCARÓ, 2002; MOLNAR; RUTLEDGE, 1971; SANCHOTENE et al., 1998; SOUTO, 2002; TRINDADE [200-]). É importante ressaltar também que a arborização de grande porte é a que reúne as condições físicas para suporte a outras espécies vegetais, ampliando a complexidade da floresta urbana (ver Quadro 19). As contribuições prestadas pela vegetação em ambientes urbanos devem impulsionar a busca de alternativas para as situações que representam conflitos entre os diversos serviços de infra-estrutura, como é o caso, por exemplo, da adoção de rede compacta para distribuição de energia elétrica, no intuito de reduzir o número de podas, mantendo a integridade dos vegetais de porte arbóreo que se encontrem nos logradouros sob a fiação.

A adoção de condutas voltadas ao gerenciamento da vegetação urbana passa, obrigatoriamente, pelo reconhecimento da relevância do elemento vegetal como componente do espaço urbano, estruturador da paisagem, como agente que qualifica o ar, o clima, o solo e a ambiência urbana de um modo geral e de igual importância aos demais serviços de infra-estrutura. A utilização de processos dinâmicos de planejamento fundamentados em proposta de Milano (1987³⁰ apud MILANO, 1990), e já adotado parcialmente pela cidade por Porto Alegre, consiste em exemplo positivo da sistemática a ser implantada nas cidades, elevando a arborização ao patamar dos demais serviços de infra-estrutura, consolidado seu papel como um instrumento de gestão urbana.

³⁰ Ver MILANO, M. S. Planejamento e replanejamento de arborização de ruas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1987, Maringá. **Anais...** Maringá: Prefeitura Municipal de Maringá, 1987. p. 64.

4.3 AVIFAUNA

A coleta de dados da avifauna teve início em janeiro de 2007 e término em março de 2008, sendo realizada mensalmente nos túneis verdes e controles. As vias que não puderam ser avaliadas em janeiro, fevereiro e março de 2007 (quando do início das atividades e estabelecimento do método e equipes) foram visitadas nos mesmos meses no ano subsequente, em 2008, de forma a se obter 12 meses de coleta de dados e contemplando as quatro estações do ano. Cabe ressaltar que a Rua Tomaz Flores consiste em exceção quanto ao número total de levantamentos realizados, uma vez que só foram possíveis 11 visitas ao local, em decorrência das freqüentes chuvas registradas no mês de junho de 2007, as quais impossibilitaram o trabalho nesta via durante o período. Os corredores verdes e vias controle, organizados em quatro grupos distintos, exigiram um esforço total de 48 manhãs de atividades.

Uma avaliação preliminar da amostra total de registros obtida ao término da coleta de dados (3.269 contatos, totalizando 5.645 indivíduos pertencentes a 39 espécies de 20 famílias) demonstra a existência de um elevado número de aves que se encontravam cruzando os pontos de observação em grandes altitudes. Como não é possível estabelecer uma relação entre a presença destas espécies (que apenas sobrevoam as vias de estudo) com a existência dos corredores de vegetação ou com as vias controle, optou-se pela eliminação de todos os registros referentes às aves observadas nesta condição, mantendo-se na pesquisa apenas as espécies que se encontravam sobre o solo, pousadas sobre a vegetação ou em vôos até uma altura de 30 m e registradas no interior de um raio de até 50 m do observador. Entre as espécies excluídas da amostra inicial citada estão o papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva* – Psittacidae), o maçarico-de-cara-pelada (*Phimosus infuscatus* – Threskiornithidae), o quiriquiri (*Falco sparverius* – Falconidae) e o carrapateiro (*Milvago chimachima* – Falconidae).

A amostra final, considerada nas análises por esta pesquisa, é formada por 2.256 contatos, compostos de 3.956 indivíduos pertencentes a 27 espécies de aves de 13 famílias (Quadro 20).

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	TOTAL CONTATOS	TOTAL INDIVÍDUOS
APODIDAE	<i>Chaetura meridionalis</i>	andorinhão-do-temporal	50	139
COEREBINAE	<i>Coereba flaveola</i>	cambacica	202	279
COLUMBIDAE	<i>Columba livia</i>	pombo-doméstico	179	373
	<i>Columbina picui</i>	rolinha-picuí	21	23
	<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	203	297
	<i>Zenaida auriculata</i>	pomba-de-bando	77	102
CUCULIDAE	<i>Guira guira</i>	anu-branco	10	25
FURNARIIDAE	<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	104	143
HIRUNDINIDAE	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	128	395
	<i>Progne chalybea</i>	andorinha-doméstica-grande	8	17
	<i>Progne tapera</i>	andorinha-do-campo	5	7
PASSERIDAE	<i>Passer domesticus</i>	pardal	691	1419
PICIDAE	<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado	1	1
THRAUPIDAE	<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	33	40
	<i>Euphonia sp.</i>	gaturamo	1	1
	<i>Thraupis bonariensis</i>	sanhaçu-papa-laranja	1	2
	<i>Thraupis palmarum</i>	sanhaçu-do-coqueiro	2	3
	<i>Thraupis sayaca</i>	sanhaçu-cinzento	77	114
TROCHILIDAE	<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado	42	42
	<i>Melanotrochilus fuscus</i>	beija-flor-preto-de-rabo-branco	1	2
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes musculus</i>	corruíra	38	42
TURDINAE	<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	1	1
	<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	281	366
TYRANNIDAE	<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	14	15
	<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela	2	2
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	67	87
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	17	19
Total geral			2256	3956

Quadro 20: Espécies de aves registradas pelo estudo: suas famílias, número de contatos e indivíduos

As espécies com maior frequência de contatos, em ordem decrescente, são: *Passer domesticus* (691 – 30,6% dos contatos), *Turdus rufiventris* (281 – 12,5%), *Columbina talpacoti* (203 – 9,0%) e *Coereba flaveola* (202 – 8,9%), *Columba livia* (179 – 7,9%), *Notiochelidon cyanoleuca* (128 – 5,7%) e *Furnarius rufus* (104 – 4,6% – ver Quadro 20). Tratando-se do número total de indivíduos registrados, observa-se uma inversão na ordem de frequência de algumas destas espécies (quando comparada à ordem estabelecida pelo número de contatos): *Passer domesticus* (1.419 – 35,9% dos indivíduos) permanece na primeira posição, porém em segundo lugar surge a espécie *Notiochelidon cyanoleuca* (395 – 10,0%). Em seguida, aparecem, com frequências aproximadas, *Columba livia* (373 – 9,4%) e *Turdus rufiventris* (366 – 9,2%), seguidos de *Columbina talpacoti* (297 – 7,5%) e *Coereba flaveola* (279 – 7,0%). *Furnarius rufus* (143 – 3,6%) ocupa, tanto na análise do número de contatos como de indivíduos, a sétima colocação em frequência (ver Quadro 20).

Entre os túneis verdes, o existente na Rua Machado de Assis é o que evidencia um maior número de contatos com as espécies, com 361 anotações, sendo seguido pelas ruas da República (359), Tomaz Flores (305) e General João Telles (278). A via controle Veríssimo Rosa aparece logo em seguida (271 contatos), superando até mesmo o número de registros apresentado pelo túnel verde da Rua Dona Laura (262 – Tabela 6).

Tabela 6 – Número de aves contatadas nas vias de estudo

ESPÉCIE	DL	DL_C	JT	TF (1)	SA_C	RE	LA_C	MA	VR_C	TOTAIS TÚNEIS	TOTAIS CONTROL.
<i>Passer domesticus</i>	58	39	93	81	68	96	90	69	97	397	294
<i>Turdus rufiventris</i>	54	8	35	38	6	48	2	61	29	236	45
<i>Coereba flaveola</i>	37	3	27	40	5	35	3	36	16	175	27
<i>Columbina talpacoti</i>	24	16	33	39	17	22	7	29	16	147	56
<i>Columba livia</i>	13	1	15	23	13	53	35	12	14	116	63
<i>Furnarius rufus</i>	14	1	10	16	4	15	4	25	15	80	24
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	17	18	12	13	12	13	12	16	15	71	57
<i>Thraupis sayaca</i>	11	6	10	9		10	2	21	8	61	16
<i>Pitangus sulphuratus</i>	6	3	7	6	1	18	2	17	7	54	13
<i>Zenaida auriculata</i>	12	7	12	10	4	9	6	9	8	52	25
<i>Hylocharis chrysura</i>	1		6	8		15		10	2	40	2
<i>Troglodytes musculus</i>	4	1	8	3		5		13	4	33	5
<i>Euphonia chlorotica</i>	5		3	2		5		15	3	30	3
<i>Chaetura meridionalis</i>	1	6	3	6	5	4	3	8	14	22	28
<i>Camptostoma obsoletum</i>				2		3		8	1	13	1
<i>Columbina picui</i>			1	4		1	1	3	11	9	12
<i>Guira guira</i>	1		1	1	1	5		1		9	1
<i>Progne chalybea</i>	2	1		2				1	2	5	3
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	4				2	2	2	6	5	12
<i>Elaenia flavogaster</i>								2		2	0
<i>Thraupis palmarum</i>								2		2	0
<i>Colaptes melanochloros</i>	1									1	0
<i>Euphonia sp.</i>			1							1	0
<i>Melanotrochilus fuscus</i>				1						1	0
<i>Progne tapera</i>							1	1	3	1	4
<i>Thraupis bonariensis</i>				1						1	0
<i>Turdus leucomelas</i>			1							1	0
TOTAIS CONTATOS	262	114	278	305	136	359	170	361	271	1565	691
TOTAL GERAL										2256	
TOTAIS DA DIVERSIDADE	18	14	18	20	11	18	14	22	19		

Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; JT - General João Telles; TF - Tomaz Flores; SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis; VR_C - Veríssimo Rosa.

(1) Dados referentes a 11 levantamentos.

Quanto à diversidade da avifauna presente nas vias, a Tabela 6 demonstra ainda que o túnel existente na Rua Machado de Assis obtém o maior número de registros de espécies distintas (22), sendo seguido pelas ruas Tomaz Flores (20), Veríssimo Rosa (19), Dona Laura, General João Telles e República (18), Dona Laura controle e Luiz Afonso (14) e Santo Antônio (11). Estas informações, assim como a listagem das espécies de aves observadas (números de contatos e indivíduos) de cada um dos pontos definidos nas vias de estudo, são encontradas no Apêndice E deste documento.

A aplicação do teste estatístico de *Mann-Whitney* sobre o número total de contatos registrados nos túneis verdes e vias controle (ver Tabela 6) demonstra a existência de diferença significativa entre os resultados ($U = 19$; $P = 0.027$; $\alpha 0.05$). A repetição do teste estatístico, porém excluindo-se das amostras as espécies *Columba livia* e *Passer domesticus*, mostra novamente haver significância nas diferenças entre os resultados ($U = 20$; $P = 0.014$; $\alpha 0.05$).

Os valores totais de contatos compilados na Tabela 6 são resultantes do somatório de dados obtidos em três diferentes pontos de observação estipulados para cada uma das vias. Analisando-se os valores encontrados em cada um dos pontos (tomando-se cada túnel e controle de forma individual), observa-se que os três pontos da Rua Santo Antônio apresentam número de contatos aproximados, o que não ocorre com as ruas controles Dona Laura, Luiz Afonso e Veríssimo Rosa, as quais registram, para o ponto de número 1, valores superiores ao ponto com menor número de registros (diferenças de 27, 33 e 41 contatos, respectivamente – Figura 41 e Apêndice E). A aplicação do teste de variância de *Kruskal-Wallis* entre os pontos por via, entretanto, não indica existir diferença significativa entre os mesmos.

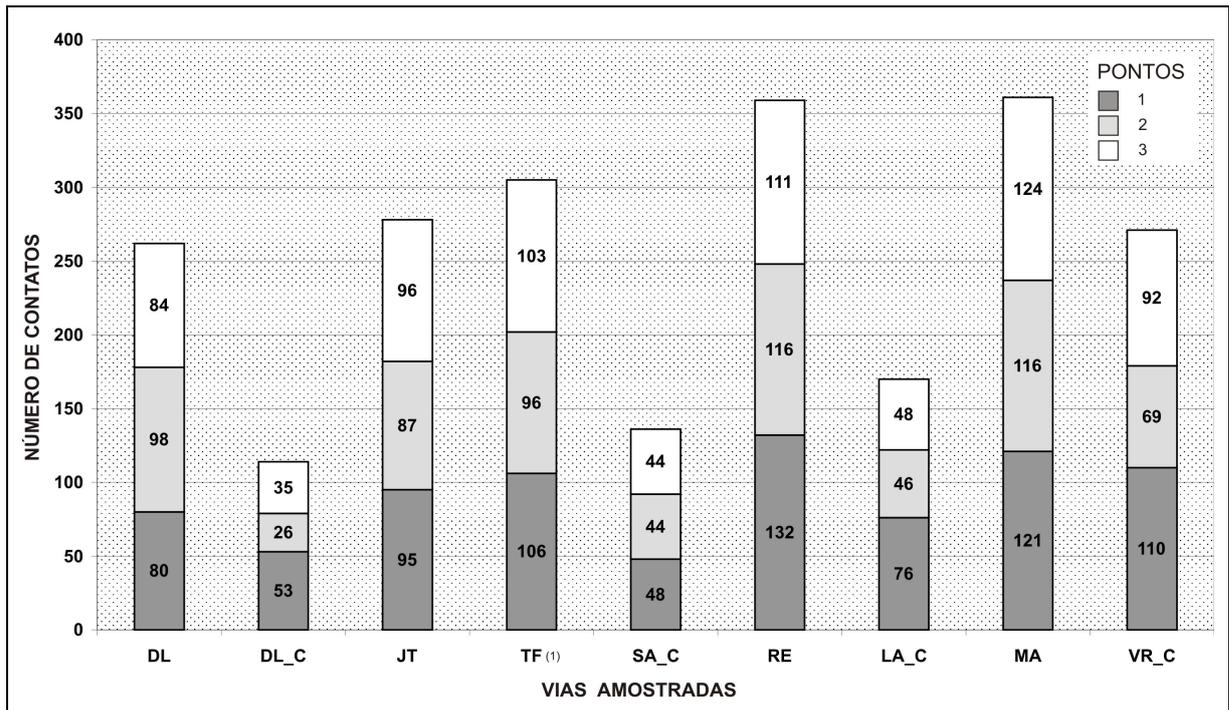


Figura 41: Número de contatos com as espécies de aves nos três pontos de cada via de estudo
 Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; JT - General João Telles; TF - Tomaz Flores;
 SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis;
 VR_C - Veríssimo Rosa.

(1) Dados referentes a 11 levantamentos.

Para se estabelecer as porcentagens de contatos com as espécies nos túneis verdes foi necessário dobrar os valores registrados em uma das vias controle, de modo a se obter um equilíbrio entre o número de túneis (originariamente 5) e vias controle (apenas quatro). Optou-se pela Rua Santo Antônio, uma vez que a mesma foi controle dos túneis existentes nas ruas General João Telles e Tomaz Flores. A partir da duplicação de seus registros, foi calculada a frequência de contatos com a avifauna nos túneis verdes, observando-se que, com exceção de quatro espécies (*Columbina picui*, *Chaetura meridionalis*, *Tyrannus melancholicus* e *Progne tapera*), todas as demais (23) apresentam uma porcentagem de contatos superior nos túneis verdes em relação às vias controle (Tabela 7).

A Tabela 7 mostra ainda que sete espécies de aves são exclusivamente registradas nos túneis verdes e que outras 17 espécies apresentam mais de 70% de seus contatos nestes corredores de vegetação. Algumas espécies, como *Coereba flaveola* e *Turdus rufiventris*, possuem, inclusive, número elevado de contatos.

Tabela 7 – Porcentagens de contatos com as espécies de aves nos túneis verdes (n=5)

ESPÉCIE	TOTAIS TÚNEIS	TOTAIS CONTROL.	SOMATÓRIO TÚNEIS E CONTROLES	% DA ESPÉCIE NOS TÚNEIS
<i>Elaenia flavogaster</i>	2	0	2	100.0
<i>Thraupis palmarum</i>	2	0	2	100.0
<i>Colaptes melanochloros</i>	1	0	1	100.0
<i>Euphonia sp.</i>	1	0	1	100.0
<i>Melanotrochilus fuscus</i>	1	0	1	100.0
<i>Thraupis bonariensis</i>	1	0	1	100.0
<i>Turdus leucomelas</i>	1	0	1	100.0
<i>Hylocharis chrysura</i>	40	2	42	95.2
<i>Camptostoma obsoletum</i>	13	1	14	92.9
<i>Euphonia chlorotica</i>	30	3	33	90.9
<i>Troglodytes musculus</i>	33	5	38	86.8
<i>Coereba flaveola</i>	175	32	207	84.5
<i>Turdus rufiventris</i>	236	51	287	82.3
<i>Guira guira</i>	9	2	11	81.8
<i>Pitangus sulphuratus</i>	54	14	68	79.4
<i>Thraupis sayaca</i>	61	16	77	79.2
<i>Furnarius rufus</i>	80	28	108	74.1
<i>Columbina talpacoti</i>	147	73	220	66.8
<i>Zenaida auriculata</i>	52	29	81	64.2
<i>Progne chalybea</i>	5	3	8	62.5
<i>Columba livia</i>	116	76	192	60.4
<i>Passer domesticus</i>	397	362	759	52.3
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	71	69	140	50.7
<i>Columbina picui</i>	9	12	21	42.9
<i>Chaetura meridionalis</i>	22	33	55	40.0
<i>Tyrannus melancholicus</i>	5	12	17	29.4
<i>Progne tapera</i>	1	4	5	20.0
TOTAIS	1565	827	2392	

Nota: Dados da rua controle Santo Antônio duplicados.

Entre os corredores de vegetação, o existente na Rua Machado de Assis é o que apresenta o maior número de indivíduos, com 642 registros, sendo seguido pela Rua da República com 612. A via controle Veríssimo Rosa aparece na terceira posição (501), novamente superando o número de registros apresentados pelos túneis verdes das ruas Tomaz Flores (498 – dados de 11 levantamentos), General João Telles (472) e Dona Laura (436 – Tabela 8 e Apêndice E).

Tabela 8 – Abundância (nº indivíduos) e distribuição das espécies de aves nas vias de estudo

ESPÉCIE	DL	DL_C	JT	TF (1)	SA_C	RE	LA_C	MA	VR_C	TOTAIS TÚNEIS	TOTAIS CONTROL.
<i>Passer domesticus</i>	121	74	172	166	141	204	159	187	195	850	569
<i>Turdus rufiventris</i>	67	8	51	44	7	59	3	92	35	313	53
<i>Coereba flaveola</i>	53	4	39	56	5	47	4	52	19	247	32
<i>Columba livia</i>	24	1	32	40	36	119	68	25	28	240	133
<i>Columbina talpacoti</i>	33	20	50	61	27	32	10	46	18	222	75
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	51	53	38	29	32	34	36	50	72	202	193
<i>Furnarius rufus</i>	19	1	16	20	6	23	4	37	17	115	28
<i>Thraupis sayaca</i>	18	7	14	15		15	2	31	12	93	21
<i>Pitangus sulphuratus</i>	9	4	11	7	1	22	2	21	10	70	17
<i>Zenaida auriculata</i>	15	8	16	14	8	9	8	14	10	68	34
<i>Chaetura meridionalis</i>	2	15	7	13	19	7	8	18	50	47	92
<i>Hylocharis chrysura</i>	1		6	8		15		10	2	40	2
<i>Euphonia chlorotica</i>	7		4	3		6		17	3	37	3
<i>Troglodytes musculus</i>	4	1	9	3		5		16	4	37	5
<i>Guira guira</i>	5		4	1	1	9		5		24	1
<i>Camptostoma obsoletum</i>				3		3		8	1	14	1
<i>Progne chalybea</i>	5	2		5				2	3	12	5
<i>Columbina picui</i>			1	6		1	1	3	11	11	12
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	5				2	2	2	7	5	14
<i>Thraupis palmarum</i>								3		3	0
<i>Elaenia flavogaster</i>								2		2	0
<i>Melanotrochilus fuscus</i>				2						2	0
<i>Thraupis bonariensis</i>				2						2	0
<i>Colaptes melanochloros</i>	1									1	0
<i>Euphonia sp.</i>			1							1	0
<i>Progne tapera</i>							2	1	4	1	6
<i>Turdus leucomelas</i>			1							1	0
TOTAIS NAS VIAS	436	203	472	498	283	612	309	642	501	2660	1296
TOTAL GERAL										3956	

Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; JT - General João Telles; TF - Tomaz Flores; SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis; VR_C - Veríssimo Rosa.

(1) Dados referentes a 11 levantamentos.

A aplicação do teste estatístico de *Mann-Whitney* sobre o número total de indivíduos registrados nos túneis verdes e vias controle (ver Tabela 8) não mostra a existência de diferença significativa entre os resultados ($U = 17$; $P = 0.08$; $\alpha 0.05$). Entretanto, a repetição do teste estatístico, excluindo-se das amostras as espécies *Columba livia* e *Passer domesticus*, demonstra haver significância nas diferenças entre os resultados ($U = 19$; $P = 0.027$; $\alpha 0.05$).

Os valores totais de indivíduos representados na Tabela 8 resultam do somatório de dados obtidos nos três diferentes pontos de observação de cada via. A análise individualizada de cada túnel e controle demonstra uma distribuição quase uniforme no número de indivíduos observados nos três pontos da Rua Santo Antônio, o que não ocorre com os pontos do túnel verde da Rua General João Telles (diferença de 45 indivíduos entre os pontos de maior e menor número de registros) e

os controles Luiz Afonso e Veríssimo Rosa, com diferenças de 56 e 44 anotações, respectivamente (Figura 42 e Apêndice E). A aplicação do teste de variância de *Kruskal-Wallis* entre os pontos por via, entretanto, não indica existir diferença significativa entre os resultados.

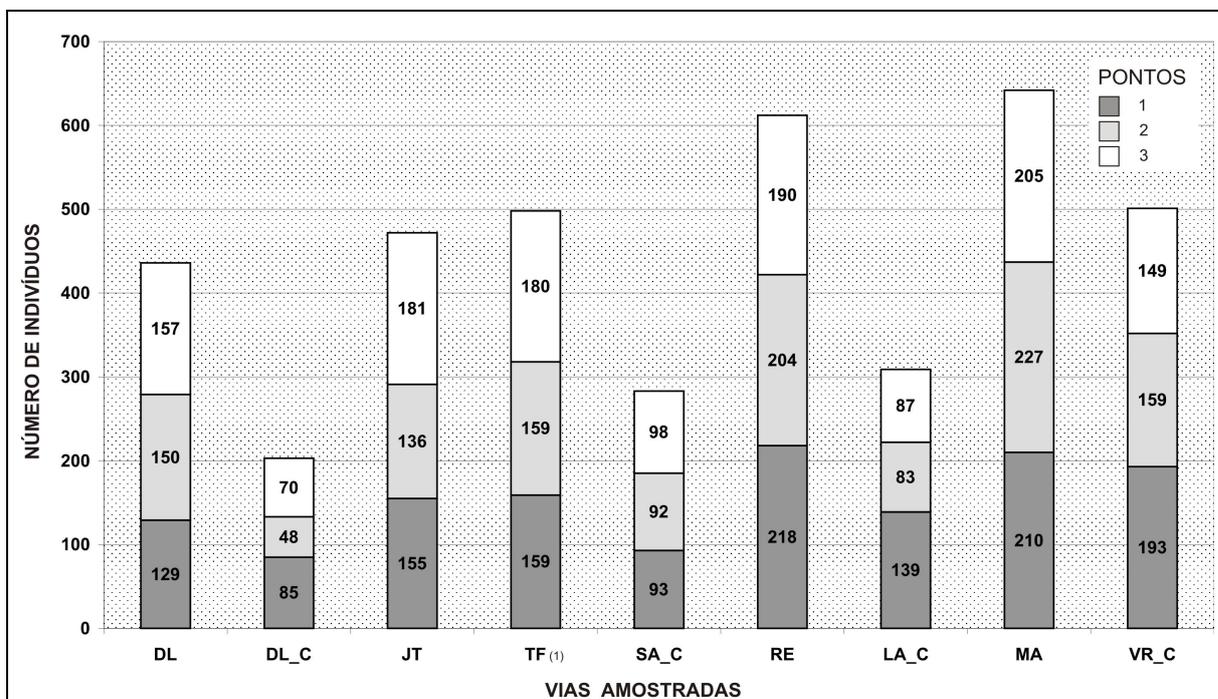


Figura 42: Números de indivíduos da avifauna registrados nos três pontos de cada via de estudo
 Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; JT - General João Telles; TF - Tomaz Flores;
 SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis;
 VR_C - Veríssimo Rosa.

(1) Dados referentes a 11 levantamentos.

Para o cálculo das porcentagens do número de indivíduos nos corredores de vegetação adotou-se o mesmo procedimento descrito para o cálculo das porcentagens dos contatos. Os resultados mostram que 18 espécies de aves (num total de 27) apresentam porcentagens acima de 70% nos túneis verdes e que apenas cinco registram maior número de indivíduos nas vias controle (as mesmas quatro espécies verificadas na análise de contato somadas a *Notiochelidon cyanoleuca* – Tabela 9). Três espécies pertencentes à família Columbidae (*Columbina talpacoti*, *Zenaida auriculata* e *Columba livia*) junto com *Passer domesticus* compõem um grupo de elevado número de indivíduos (2.403 registros) que possuem porcentagens entre 69% e 50% nos túneis verdes.

A Tabela 9 mostra ainda que outras espécies com elevado número de indivíduos apresentam registros de altas porcentagens nos túneis verdes, como é o

caso de *Coereba flaveola* (247 indivíduos – 87,0%), *Turdus rufiventris* (313 – 83,9%), *Thraupis sayaca* (93 – 81.6%) e *Pitangus sulphuratus* (70 – 79.5%).

Tabela 9 – Porcentagens de aves (número de indivíduos) registradas nos túneis verdes (n=5)

ESPÉCIE	TOTAIS TÚNEIS	TOTAIS CONTROL.	SOMATÓRIO TÚNEIS E CONTROLES	% DA ESPÉCIE NOS TÚNEIS
<i>Thraupis palmarum</i>	3	0	3	100.0
<i>Elaenia flavogaster</i>	2	0	2	100.0
<i>Melanotrochilus fuscus</i>	2	0	2	100.0
<i>Thraupis bonariensis</i>	2	0	2	100.0
<i>Colaptes melanochloros</i>	1	0	1	100.0
<i>Euphonia sp.</i>	1	0	1	100.0
<i>Turdus leucomelas</i>	1	0	1	100.0
<i>Hylocharis chrysura</i>	40	2	42	95.2
<i>Camptostoma obsoletum</i>	14	1	15	93.3
<i>Euphonia chlorotica</i>	37	3	40	92.5
<i>Guira guira</i>	24	2	26	92.3
<i>Troglodytes musculus</i>	37	5	42	88.1
<i>Coereba flaveola</i>	247	37	284	87.0
<i>Turdus rufiventris</i>	313	60	373	83.9
<i>Thraupis sayaca</i>	93	21	114	81.6
<i>Pitangus sulphuratus</i>	70	18	88	79.5
<i>Furnarius rufus</i>	115	34	149	77.2
<i>Progne chalybea</i>	12	5	17	70.6
<i>Columbina talpacoti</i>	222	102	324	68.5
<i>Zenaida auriculata</i>	68	42	110	61.8
<i>Columba livia</i>	240	169	409	58.7
<i>Passer domesticus</i>	850	710	1560	54.5
<i>Columbina picui</i>	11	12	23	47.8
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	202	225	427	47.3
<i>Chaetura meridionalis</i>	47	111	158	29.7
<i>Tyrannus melancholicus</i>	5	14	19	26.3
<i>Progne tapera</i>	1	6	7	14.3
TOTAIS	2660	1579	4239	

Nota: Dados da rua controle Santo Antônio duplicados.

Apresentados os dados do número de contatos e indivíduos registrados nas vias de estudo e calculadas suas porcentagens, optou-se pela realização do cálculo do Índice Pontual de Abundância – IPA para a eliminação de eventual erro relativo ao menor número de amostragens realizadas junto a Rua Tomaz Flores (11 levantamentos, totalizando 33 pontos, enquanto que nas demais ruas foram realizados 12 levantamentos num total de 36 pontos). Os valores de IPA nas vias são reunidos na Tabela 10.

Tabela 10 – Índice Pontual de Abundância (IPA) nas vias de estudo

	DL	DL_C	JT	TF	SA_C	RE	LA_C	MA	VR_C
IPA	7.28	3.17	7.72	9.24	3.78	9.97	4.72	10.02	7.53

Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; JT - General João Telles; TF - Tomaz Flores; SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis; VR_C - Veríssimo Rosa.

Os valores de IPA (contatos) de cada uma das espécies de aves encontradas nos túneis verdes e vias controle são mostrados na Tabela 11.

Tabela 11 – Número de contato e Índice Pontual de Abundância (IPA) de cada uma das espécies de aves nas vias de estudo

ESPÉCIE	DL		DL_C		JT		TF		SA_C		RE		LA_C		MA		VR_C	
	Nº	IPA	Nº	IPA	Nº	IPA	Nº	IPA	Nº	IPA	Nº	IPA	Nº	IPA	Nº	IPA	Nº	IPA
<i>Camptostoma obsoletum</i>							2	0.06			3	0.08			8	0.22	1	0.03
<i>Chaetura meridionalis</i>	1	0.03	6	0.17	3	0.08	6	0.18	5	0.14	4	0.11	3	0.08	8	0.22	14	0.39
<i>Coereba flaveola</i>	37	1.03	3	0.08	27	0.75	40	1.21	5	0.14	35	0.97	3	0.08	36	1.00	16	0.44
<i>Colaptes melanochloros</i>	1	0.03																
<i>Columba livia</i>	13	0.36	1	0.03	15	0.42	23	0.70	13	0.36	53	1.47	35	0.97	12	0.33	14	0.39
<i>Columbina picui</i>					1	0.03	4	0.12			1	0.03	1	0.03	3	0.08	11	0.30
<i>Columbina talpacoti</i>	24	0.67	16	0.44	33	0.92	39	1.18	17	0.47	22	0.61	7	0.19	29	0.80	16	0.44
<i>Elaenia flavogaster</i>															2	0.06		
<i>Euphonia chlorotica</i>	5	0.14			3	0.08	2	0.06			5	0.14			15	0.42	3	0.08
<i>Euphonia sp.</i>					1	0.03												
<i>Furnarius rufus</i>	14	0.39	1	0.03	10	0.28	16	0.48	4	0.11	15	0.42	4	0.11	25	0.69	15	0.42
<i>Guira guira</i>	1	0.03			1	0.03	1	0.03	1	0.03	5	0.14			1	0.03		
<i>Hylocharis chrysura</i>	1	0.03			6	0.17	8	0.24			15	0.42			10	0.28	2	0.06
<i>Melanotrochilus fuscus</i>							1	0.03										
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	17	0.47	18	0.50	12	0.33	13	0.39	12	0.33	13	0.36	12	0.33	16	0.44	15	0.42
<i>Passer domesticus</i>	58	1.61	39	1.08	93	2.58	81	2.45	68	1.89	96	2.67	90	2.50	69	1.92	97	2.69
<i>Pitangus sulphuratus</i>	6	0.17	3	0.08	7	0.19	6	0.18	1	0.03	18	0.50	2	0.06	17	0.47	7	0.19
<i>Progne chalybea</i>	2	0.06	1	0.03			2	0.06							1	0.03	2	0.06
<i>Progne tapera</i>													1	0.03	1	0.03	3	0.08
<i>Thraupis bonariensis</i>							1	0.03										
<i>Thraupis palmarum</i>																2	0.06	
<i>Thraupis sayaca</i>	11	0.30	6	0.17	10	0.28	9	0.27			10	0.28	2	0.06	21	0.58	8	0.22
<i>Troglodytes musculus</i>	4	0.11	1	0.03	8	0.22	3	0.09			5	0.14			13	0.36	4	0.11
<i>Turdus leucomelas</i>					1	0.03												
<i>Turdus rufiventris</i>	54	1.50	8	0.22	35	0.97	38	1.15	6	0.17	48	1.33	2	0.06	61	1.69	29	0.80
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	0.03	4	0.11							2	0.06	2	0.06	2	0.06	6	0.17
<i>Zenaida auriculata</i>	12	0.33	7	0.19	12	0.33	10	0.3	4	0.11	9	0.25	6	0.17	9	0.25	8	0.22

Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; JT - General João Telles; TF - Tomaz Flores; SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis; VR_C - Veríssimo Rosa.

Os dados de IPA reunidos na Tabela 11 foram utilizados na determinação da similaridade da abundância de aves nos túneis verdes e vias controle. Os valores encontrados são reunidos no Apêndice F deste documento e demonstram a existência de elevado grau de similaridade entre as ruas com base nas espécies de aves registradas. Em sete situações as porcentagens de similaridade superam os 80,0% (Rua Dona Laura combinada com as ruas General João Telles, Tomaz Flores e Machado de Assis; Rua General João Telles comparada a Tomaz Flores,

República e Veríssimo Rosa e Rua Tomaz Flores associada à República – Apêndice F).

A análise de agrupamento demonstra a existência de dois grupos maiores bem distintos (Figura 43). O primeiro deles possui elevado grau de similaridade (80.19%) e é formado pelos túneis verdes juntamente com a Rua Veríssimo Rosa (controle). O segundo grupo é composto pelas vias controle, as quais apresentam 69.49% de similaridade.

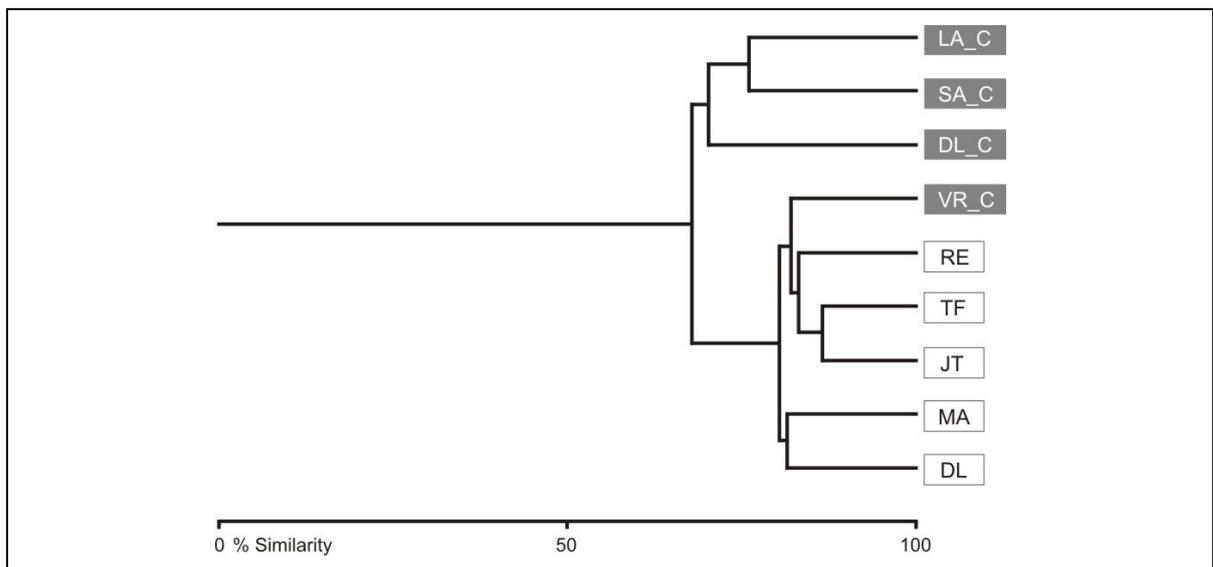


Figura 43: Dendrograma de similaridade de abundância de contatos de aves entre as vias de estudo
 Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; JT - General João Telles; TF - Tomaz Flores;
 SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis;
 VR_C - Veríssimo Rosa.

A utilização de parâmetros relacionados à análise da avifauna no referido estudo evidencia, a partir dos resultados, um número significativo de informações. É constatada baixa **diversidade** de espécies (apenas 27, pertencentes a 13 famílias), representando 16,0% de um total de 169 espécies de aves consideradas regulares na cidade (FONTANA, 2005). A reduzida variação da diversidade de espécies de aves entre os túneis, oscilando entre 22 (Rua Machado de Assis) e 18 (ruas da República, Dona Laura e General João Telles – ver Tabela 6), não permite o estabelecimento de associação entre a composição da vegetação destes corredores verdes e as espécies de aves encontradas.

Espécies sinantrópicas como *Passer domesticus* e *Columba livia* figuram entre as mais freqüentes, tanto nas avaliações do número de contatos como de indivíduos, interferindo de modo relevante sobre as análises dos resultados

(obtenção ou não de significância estatística entre os registros do número de indivíduos). Alguns autores, como Fernández-Juricic (2000), excluem estas espécies de suas análises, devido sua ampla distribuição nos ambientes urbanos. Além disso, são observadas em grandes quantidades nos locais de estudo, conforme comprovam os resultados obtidos por esta pesquisa. *P. domesticus* e *C. livia* são espécies urbanas que não possuem a capacidade de dar respostas sobre a qualidade ambiental e, por essa razão, dependendo do enfoque do trabalho, podem vir a ser desconsideradas.

Os **hábitos alimentares** das sete espécies de aves que registram o maior número de contatos e de indivíduos na pesquisa – *Passer domesticus*, *Notiochelidon cyanoleuca*, *Columba livia*, *Turdus rufiventris*, *Columbina talpacoti*, *Coereba flaveola* e *Furnarius rufus* – compreendem os grupos onívoros, insetívoros e granívoros. Há o predomínio de espécies onívoras, obedecendo à mesma ordem de frequências encontrada por Scherer et al. (2005) em pesquisa que investigou a estrutura trófica da avifauna em oito parques da cidade de Porto Alegre.

No estudo não é constatada **influência da proximidade de uma área verde (parque)** sobre a diversidade e abundância das aves nas ruas, uma vez que a distribuição dos dados coletados não evidencia diferença significativa entre os três pontos analisados em cada via, resultado que contraria o obtido em estudo de Fernández-Juricic (2000).

As porcentagens referentes ao **número de contatos** demonstram que a grande maioria das espécies de aves é, predominantemente, encontrada junto aos túneis verdes, situação que se repete quando analisado o **número de indivíduos** (ver Tabelas 7 e 9). As espécies *Elaenia flavogaster*, *Thraupis palmarum*, *Colaptes melanochloros*, *Euphonia* sp., *Melanotrochilus fuscus*, *Turdus leucomelas* e *Thraupis bonariensis* são somente registradas nos túneis, sendo que outras cinco espécies de aves alcançam porcentagens acima dos 85% nestas vias. Duas espécies em especial – *Coereba flaveola* e *Turdus rufiventris* – apresentam valores elevados de IPA nos túneis, principalmente quando comparados aos valores encontrados nas vias controle (ver Tabela 11).

Os dados coletados demonstram a importância da existência da vegetação para a manutenção das espécies da avifauna no ambiente da pesquisa, indicando a relevância destas estruturas paisagísticas na malha urbana para a

promoção da biodiversidade no ambiente construído. Considerações semelhantes acerca desta importância foram discutidas por Fontana (2004).

Os resultados obtidos permitem supor que a baixa diversidade de espécies de aves encontrada pelo estudo seria ainda mais reduzida no caso da inexistência dos corredores verdes, situação que aumentaria o já elevado grau de similaridade apresentado pela avifauna nas vias (ver Figura 43). O dendrograma elaborado mostra uma similaridade próxima a 80,0% na abundância de contatos com aves entre os cinco túneis verdes e de 67,7%, no agrupamento que reúne todos os túneis verdes e seus controles.

Os gráficos ilustrados na Figura 44 constituem variações do número de contatos com aves relativas à **sazonalidade**. Os registros, agrupados em quatro trimestres, demonstram a existência de tendência na distribuição sazonal de aves semelhante nas ruas Tomaz Flores, República e Veríssimo Rosa. Nestas vias é observado um decréscimo de registros de contatos no segundo trimestre (meses de abril, maio e junho) e um número de contatos clímax no terceiro trimestre, representado pelos meses de julho, agosto e setembro, consistindo numa variação que ocorre entre as estações de outono e inverno. A elevação no número de contatos nos meses que antecedem a primavera corresponde a uma situação esperada, uma vez que a maioria das aves ocupantes de zonas subtropicais e temperadas se reproduz neste período, acentuando seu comportamento de exibição, de conquista e defesa de território, dentre outros. A observação desta realidade no ambiente da pesquisa corresponde a um aspecto positivo, uma vez que demonstra que o processo reprodutivo das aves ocorre no meio urbano, junto aos túneis verdes.

Possuindo características distintas (índice de similaridade da abundância de vegetação de apenas 6.18 – Apêndice D, localização geográfica distante e números de contatos com as espécies de aves bem diferentes), as vias Santo Antônio (controle) e Machado de Assis (túnel verde) apresentam distribuições de aves semelhantes ao longo dos trimestres analisados (Figura 44).

A Figura 44 ilustra ainda que, apesar da variabilidade encontrada, é possível se observar a existência de um padrão desenvolvido junto às vias Tomaz Flores, Santo Antônio (controle), República, Machado de Assis e Veríssimo Rosa (controle), o qual consiste na diminuição do número de contatos no segundo trimestre (meses de abril, maio e junho).

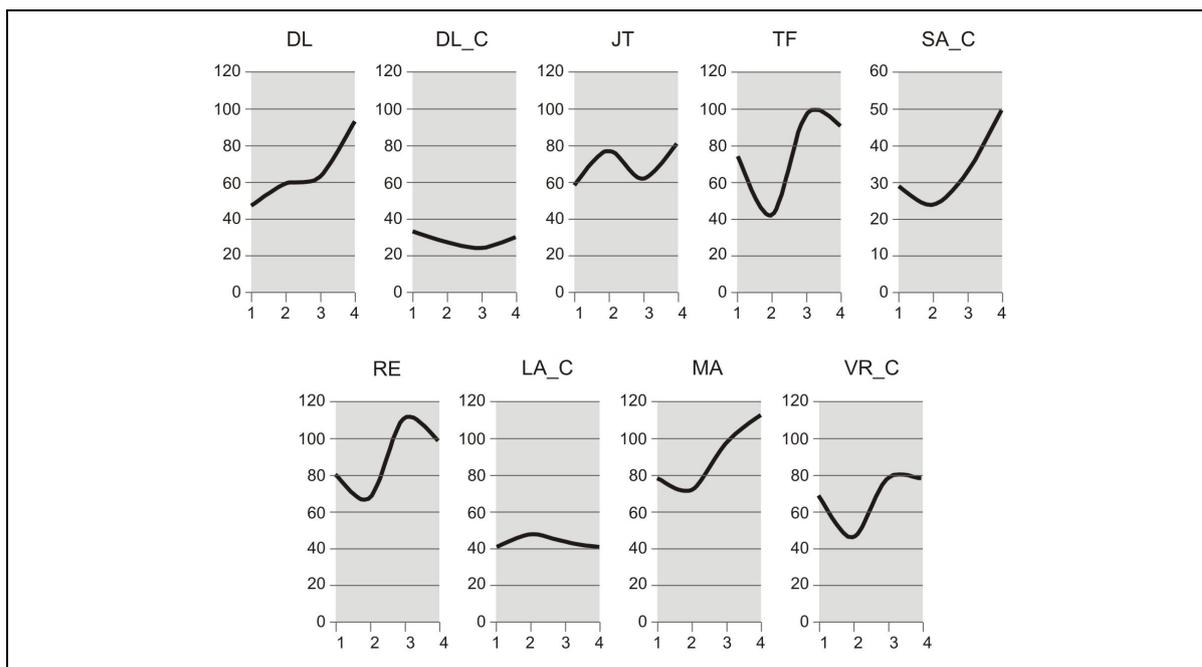


Figura 44: Representações da sazonalidade da avifauna encontrada nas vias de estudo
 Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; JT - General João Telles; TF - Tomaz Flores;
 SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis;
 VR_C - Veríssimo Rosa.

Valores no eixo das abscissas representam os trimestres:

- 1- janeiro, fevereiro e março (verão).
- 2- abril, maio e junho (outono).
- 3- julho, agosto e setembro (inverno).
- 4- outubro, novembro e dezembro (primavera).

Interessante observar os padrões opostos formados nos dois túneis verdes das ruas General João Telles e Tomaz Flores (ver Figura 44). A situação apresentada por estas duas vias surpreende, uma vez que elas são próximas geograficamente e ambas constituem corredores de vegetação formados por *Jacaranda mimosifolia*. O contato com a avifauna, entretanto, demonstra uma variação antagônica entre os registros (valores máximo e mínimo) no segundo e terceiro trimestres do ano (estações predominantes de outono e inverno), sugerindo um papel complementar das vias sobre as espécies de aves. Embora não seja possível justificar com exatidão tal comportamento, o presente trabalho chama a atenção para duas questões. Este resultado pode ter sido influenciado por uma questão de origem metodológica (a ausência de dados referentes ao mês de junho na Rua Tomaz Flores) e pode também estar relacionado à diversidade de espécies vegetais existentes nestes túneis (19 espécies junto a Rua General João Telles e nove junto a Rua Tomaz Flores). Cabe ressaltar que maior diversidade de espécies vegetais pode representar uma maior oferta de flores, frutos e sementes ao longo do

ano, consistindo em fator atrativo da avifauna. A realização de novos estudos, entretanto, faz-se necessária para o melhor entendimento dos resultados obtidos.

A análise dos procedimentos metodológicos empregados por este estudo (vegetação e avifauna) demonstra que a Rua Veríssimo Rosa não se constituiu em escolha adequada para o desenvolvimento do trabalho. Esta rua apresenta resultados que superam os obtidos nas demais vias controle em relação a número de contatos e indivíduos, diversidade de espécies, IPA e similaridade da abundância de aves, comportamento que a aproxima dos perfis apresentados pelos túneis verdes. Este fato pode ser explicado pela alta densidade da vegetação existente na via (ver Tabela 3). A inclusão da Rua Veríssimo Rosa, entretanto, não compromete o experimento, uma vez que foi possível a sua identificação como componente destoante e, mesmo com a utilização dos dados coletados nesta via (número de contatos e indivíduos da avifauna), são encontradas diferenças significativas entre túneis verdes e controles.

Tomando como base as considerações sobre avaliações quantitativas e qualitativas da vegetação e sobre levantamentos de avifauna em túneis verdes da cidade de Porto Alegre, foi possível avançar para a análise da importância dos túneis verdes no estabelecimento de corredores de vegetação para avifauna.

A utilização dos túneis verdes pelas aves representa o primeiro de dois componentes relacionados à hipótese proposta, a de que os túneis verdes possuem a capacidade de constituir corredores urbanos de vegetação para a avifauna. O segundo elemento corresponde à capacidade destas estruturas paisagísticas de estabelecer ligações físicas entre fragmentos (áreas verdes) na malha urbana, promovendo a conectividade (discutido adiante).

Por meio do estudo de caso desenvolvido, demonstra-se que a densa vegetação que compõe os túneis verdes na cidade de Porto Alegre age como elemento atrativo da avifauna, incentivando sua permanência no ambiente construído e atuando como corredores biológicos. Estes fatos são evidenciados pelas diferenças significativas a favor dos túneis verdes quando comparados a seus controles, nas análises do número de contatos com as espécies e indivíduos da avifauna.

A relevância desta comprovação está associada aos diversos benefícios gerados pela conservação da biodiversidade, a qual representa a base dos serviços prestados pelos ecossistemas (MEA, 2005) e se constitui na propriedade que

fomenta a resiliência dos sistemas contra as perturbações (HAILA; KOUKI, 1994). Importante lembrar que as cidades compreendem sistemas em permanente desequilíbrio, essencialmente pelas diferenças que apresentam em relação aos ecossistemas naturais (DIAS, 1992; MOTA, 1999). Se é correta a afirmação de Dias (1992), que os ambientes urbanos desconsideram os requerimentos necessários para o sustento de outras formas de vida que não a humana, então a relação existente entre diversidade biológica e resiliência do ambiente deve constituir motivo suficiente para a manutenção da biodiversidade no meio construído, servindo inclusive como elemento condutor de planejamento urbano, como defendido por Niemelä (1999).

As ações de planejamento que buscam ampliar ou conservar a biodiversidade em ambientes urbanos devem considerar a arborização viária, em especial os túneis verdes, como um dos instrumentos adequados para tais realizações, principalmente nas situações cujo foco principal seja a avifauna.

A inserção destas estruturas paisagísticas no tecido urbano poderá ocorrer em áreas ainda em expansão ou em regiões já consolidadas, buscando-se uma aproximação ao modelo de estrutura ecológica urbana experimentado em algumas cidades, como as exemplificadas por Telles (2001). No primeiro caso, a implementação de vegetação de grande porte e de modo contínuo nos logradouros deverá ser planejada em conformidade com os demais serviços de infra-estrutura a serem implantados. Nestas situações será possível se obter, com o desenvolvimento dos espécimes vegetais, a conectividade entre fragmentos de áreas verdes por meio da continuidade física da vegetação, elemento importante na construção da própria definição de corredor ecológico (ANDERSON; JENKINS; MAY, 2003).

Na maior parte dos casos, entretanto, é grande a probabilidade de que a infra-estrutura já estabelecida ofereça um maior número de restrições à implementação de densa vegetação, de grande porte e de modo contínuo. Porém, mesmo a eventual descontinuidade espacial da vegetação imposta pelo traçado preexistente não se constitui em empecilho para o alcance dos objetivos de reconexão de habitats isolados. Importante lembrar que o impacto da descontinuidade física em um corredor será muito variável, dependendo de fatores como o comprimento desta interrupção, a mobilidade das espécies que dele se utilizam e da capacidade de visualização dos fragmentos sucessivos pelas espécies (DRAMSTAD; OLSON; FORMAN, 1996).

A implantação de túneis verdes na malha urbana de forma aparentemente dispersa, porém com localização estrategicamente planejada, pode funcionar como a inserção de trampolins que facilitem, entre outros aspectos, o deslocamento de diferentes espécies, especialmente da avifauna. Este estudo demonstra que, mesmo na inexistência de continuidade física entre todos os túneis verdes e parques, as aves utilizam os corredores de vegetação, os quais representam locais alternativos de abrigo, descanso, nidificação, hábitat e alimentação, facilitando a circulação dos indivíduos (FERNÁNDEZ-JURICIC, 2000; FORMAN, 1995³¹ apud KARPATI, 2003; HILTY; LIDICKER Jr.; MERENLENDER, 2006; PILLOTO, 2003).

As considerações feitas por Hilty, Lidicker Jr. e Merenlender (2006) sobre os riscos da implantação de corredores biológicos devem ser objeto de análise nas ações de planejamento que visem ao restabelecimento de conectividade entre áreas verdes isoladas na malha urbana. Porém, comparativamente, os aspectos negativos citados pelos autores representam riscos mais elevados nas intervenções humanas sobre o ambiente natural do que sobre o construído (em princípio, menos conservado e equilibrado).

A reduzida quantidade de áreas verdes no meio urbano se reflete na existência de baixa diversidade de espécies animais e vegetais e, conseqüentemente, numa menor complexidade de relações interespecíficas. Neste caso, a ação humana na implantação de corredores de vegetação em áreas urbanas, além de promover conectividade, propicia a redução de diversos fatores abióticos adversos existentes à vida silvestre, restaurando algumas das condições necessárias ao seu desenvolvimento.

O corredor urbano de vegetação representa uma nova alternativa a ser incluída nas ações de planejamento de arborização viária já existentes. Estas propostas exemplificam a contribuição que outras áreas do conhecimento podem oferecer ao gerenciamento urbano, pela reunião de aspectos interdisciplinares, suas lógicas e procedimentos metodológicos distintos (SOUZA, 2003; TSIOMIS, 1994). As dificuldades inerentes a este tipo de integração, apontadas por Yli-Pelkonen e Niemelä (2005) – linguagem especializada, diferentes métodos de pesquisa e falta de teorias comuns, entre outras – são transponíveis, podendo vir a ser superadas com maior facilidade pelos esforços comuns de comunicação entre os envolvidos,

³¹ Ver FORMAN, R. T. T. **Land mosaics**: the ecology of landscapes and regions. Cambridge: University Press, 1995.

por meio da prática continuada e pela formação acadêmica de profissionais com uma visão inovadora.

A inserção do elemento vegetal de forma densa, na tipologia de corredor urbano de vegetação, não se constitui em benefício exclusivo às relações ecológicas que podem ter lugar nas cidades. Sob o ponto de vista antrópico e também pragmático, trata-se de resgatar a flora para aprimorar a ambiência urbana, nos seus mais diferentes aspectos – na redução do ruído e da poluição atmosférica; na melhoria dos microclimas urbanos, da acústica e das condições do solo; e na valorização econômica resultante da qualificação dos espaços (BIONDI, 2000; BIONDI; ALTHAUS, 2005; GIRLING; KELLETT, 2005; MAGALHÃES, 2001; MASCARÓ; MASCARÓ, 2002; MOLNAR; RUTLEDGE, 1971; SANCHOTENE et al., 1998; SOUTO, 2002; TRINDADE [200-]).

Por fim, e de forma alguma menos relevante, os corredores urbanos de vegetação agregam ao tecido urbano valores intangíveis que estão associados à beleza e à sensação de bem-estar que emana da presença da vegetação e das outras formas de vida a ela associadas. A educação ambiental, viabilizada por um maior contato com a natureza, é capaz de induzir nos cidadãos o despertar de uma consciência ética e de respeito a todas as formas de vida, principalmente àquela dos seus semelhantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os procedimentos metodológicos empregados neste trabalho se mostraram, em geral, adequados à obtenção dos resultados propostos nos objetivos específicos. Salienta-se, entretanto, a relevância do desenvolvimento de um delineamento experimental às atividades de campo para a solução de eventuais problemas não previstos, passíveis de ocorrer ao longo dos levantamentos, como a seleção equivocada de uma via controle. Sugere-se também que, nas atividades de campo, a coleta de dados seja realizada por, no mínimo, uma dupla de pesquisadores, de modo a agilizar os trabalhos e garantir a segurança dos mesmos e de seus equipamentos.

As análises quantitativas e qualitativas da vegetação, assim como o emprego do elemento avifauna nas pesquisas, mostraram-se úteis para estudos da realidade urbana, uma vez que grande variedade de informações é obtida e os dados podem ser associados uns aos outros, em um processo sinérgico de geração de conhecimento. Porto Alegre consistiu em escolha apropriada para estudo de caso; entretanto, o trabalho não é restritivo, podendo ser repetido em outras cidades, sem comprometimento metodológico.

A baixa diversidade de espécies de vegetais e de aves encontrada nos túneis verdes pela pesquisa alerta para a necessidade de se implantar uma arborização viária mais heterogênea, preferencialmente composta por plantas nativas, contribuindo para o aumento da complexidade da vegetação, fator especialmente importante para a criação de novos habitats para a avifauna.

Os projetos de arborização viária devem incluir vegetais de grande porte, formadores de túneis verdes, uma vez que os benefícios gerados pela densa vegetação justificam os esforços empreendidos na compatibilização dos serviços de infra-estrutura existentes nas cidades. A implantação de novos corredores verdes no

tecido urbano poderá ocorrer em áreas ainda em expansão ou regiões já consolidadas, podendo-se considerar a tipologia de trampolim ecológico como alternativa de projeto. Assim, a inserção destas estruturas paisagísticas na matriz construída é recomendada, uma vez que auxilia na circulação das espécies, potencializando a ocupação do ambiente urbano pelas aves.

Importante ressaltar que a presença da avifauna em cidades é um indicativo da qualidade do meio edificado pelo homem. As aves, especialmente as espécies não sinantrópicas, dependem diretamente da abundância e diversidade da vegetação para sobreviver e reproduzir, encontrando na flora suas fontes de alimento e locais para nidificação, abrigo e descanso. Ambientes tidos como saudáveis para a avifauna, são igualmente considerados como tal para os seres humanos. A relação deste grupo faunístico com qualidade ambiental é tão estreita, que estes animais são utilizados como bioindicadores de diversos tipos de poluição, inclusive a atmosférica.

Um segundo aspecto relevante da presença destes animais junto ao ambiente construído é seu papel educativo, na aproximação do homem ao mundo natural, na valorização da biodiversidade e no despertar da consciência ecológica de jovens e adultos. O reconhecimento da importância da coexistência com outras formas de vida auxilia na construção da urbanidade, por meio da formação de cidadãos capazes de valorizar aspectos que transcendem questões materiais.

Os túneis verdes qualificam a ambiência do meio construído e constituem corredores urbanos de vegetação para avifauna, agregando valores relacionados à biodiversidade aos ambientes edificados pelo homem. A confirmação da hipótese formulada no trabalho representa mais um componente a ser considerado nas ações de gerenciamento das áreas verdes urbanas.

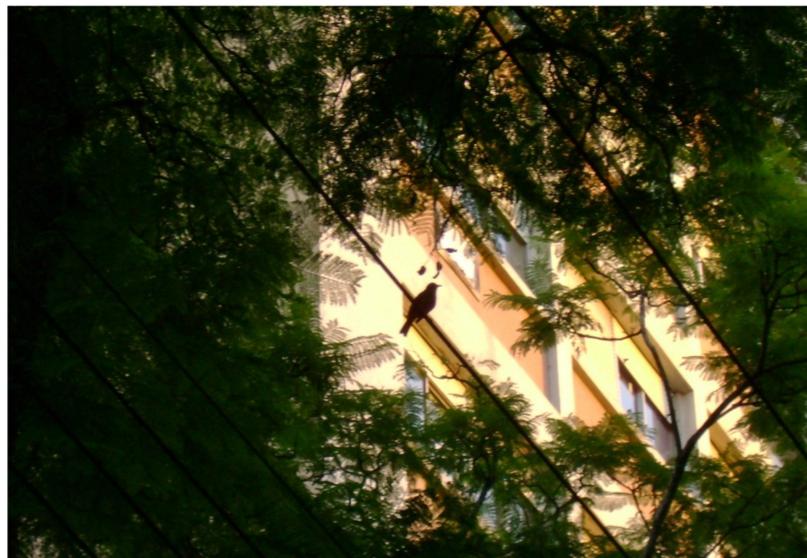
A partir das informações obtidas no presente estudo, é possível reunir subsídios capazes de nortear ações de planejamento de arborização viária, divididas em três esferas: acadêmica, gerencial e social. Atribui-se à área acadêmica atitudes voltadas ao fomento da interdisciplinaridade nos cursos de graduação de Arquitetura e Urbanismo. Estas medidas passam pela universalização da linguagem e pela incorporação de novos conceitos, com abandono de visões parciais e fragmentadas da realidade urbana em direção à visão do “todo”.

Cabe à esfera gerencial, a criação de novos corredores projetados em conjunto com os demais serviços de infra-estrutura, com a implantação de

vegetação de porte arbóreo, composta por plantas nativas, com grande diversidade de espécies vegetais que possam ampliar a oferta de alimentos para a avifauna nas diferentes estações do ano. O formato de trampolim deve ser igualmente considerado, principalmente nas situações em que exista impossibilidade de se implantar a estrutura linear contínua de corredor nos logradouros. Outra possibilidade consiste na implantação destes corredores juntamente com ciclovias, modelos estes que vêm sendo adotados pelas grandes cidades como soluções alternativas aos problemas de circulação. Compete igualmente à esfera de gerenciamento, a inclusão da proposta de corredores de vegetação no Plano Diretor de Arborização, em caráter suprapartidário.

À esfera social cabe a participação em ações de discussão e manutenção dos corredores, bem como promoção de atividades educativas pertinentes. As três áreas, acadêmica, gerencial e social, poderiam formar um sistema de relações que se alimentaria de forma continuada, por meio de políticas públicas municipais, participativas e integradas.

A reunião de aspectos interdisciplinares, suas lógicas e procedimentos metodológicos distintos constituem contribuições relevantes à gestão urbana, à formação acadêmica e ao fomento de discussões na esfera social, contribuindo para a construção de uma sociedade ética e mais equilibrada.



REFERÊNCIAS

Introdução

DONOSO, D. F. **Uso de corredores biológicos para aumentar la conectividad em ambientes fragmentados**. [200-]. Disponível em: <<http://www.veterinaria.uchile.cl/professor/agrez/informaciones%fragmentacio%f3n/seminarios/revisio>>. Acesso em: 12 ago. 2005.

FONTANA, C. S. **Estrutura de uma comunidade urbana de aves: um experimento em Porto Alegre, Rio Grande do Sul**. 2004. 166 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MASCARÓ, L. E. A. R. de; MASCARÓ, J. L. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: Pini, 2002.

PORTO ALEGRE. Lei nº. 8245, de 10 de dezembro de 1998. Institui, oficialmente, a árvore como símbolo ecológico de Porto Alegre. **Diário Oficial de Porto Alegre**, Porto Alegre, 15 dez. 1998a. p. 2.

PORTO ALEGRE. **Plano diretor de arborização de vias públicas**. SANCHOTENE, M. do C. C. (Coord.). Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2000.

PORTO ALEGRE. **Plano diretor de arborização urbana de Porto Alegre**. PICCOLI, L. (Coord.). Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2007a.

SANCHOTENE, M. do C.; PUENTE, A.; OLIVEIRA, F. B.; ROSO, A. L.; BARCELOS, P. R. Cidade das árvores: arborização urbana. In: MENEGAT, R. (Coord.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. p. 133-146.

Biodiversidade

ANDERSON, A. B.; JENKINS, C.; MAY, P. H. Cordão da mata: planejamento e implementação de um corredor biológico na Mata Atlântica do Rio de Janeiro. In: FUNDAÇÃO CIDE – Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (Org.). **Índice de qualidade dos municípios: IQM verde**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação CIDE; Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2003, p. 133-140.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

CHIVIAN, E. Environment and health: 7. species loss and ecosystem disruption – the implications for human health. **Canadian Medical Association Journal**. Ottawa, n. 169, p. 66-69, jan. 2001. Disponível em: <<http://www.cmaj.ca/cgi/reprint/164/1/66?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=chivian+e&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>>. Acesso em: 20 jul. 2006.

CHIVIAN, E. (Ed.). **Biodiversity: it's importance to human health**. 2. ed. Boston: UNDP – United Nations Development Programme; Harvard Medical School; WHO – World Health Organization; UNEP – United Nations Environmental Programme, 2003. Disponível em: <http://chge.med.harvard.edu/publications/documents/Hi_res_IES_2nd_Prtg.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2007.

CMMAD – CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – Rio-92, 1992, Rio de Janeiro. **Convenção sobre Diversidade Biológica**: artigo 2. Rio de Janeiro, Organização das Nações Unidas, 1992. Disponível em: <http://www.onu-brasil.org.br/doc_cdb1.php>. Acesso em: 10 mar. 2007.

CREEL, J. E. B. **¿Qué es un corredor biológico?** 2005. Disponível em: <<http://wbIn0018.worldbank.org/mesoam/malib.nsf>>. Acesso em: 06 out. 2005.

DONOSO, D. F. **Uso de corredores biológicos para aumentar la conectividad em ambientes fragmentados**. [200-]. Disponível em: <<http://www.veterinaria.uchile.cl/professor/agrez/informaciones%fragmentacio%f3n/seminarios/revisio>>. Acesso em: 12 ago. 2005.

DRAMSTAD, W. E.; OLSON, J. D.; FORMAN, R. T. T. **Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning**. Washington: Island Press, 1996.

FERNÁNDEZ-JURICIC, E. Avifaunal use of wooded streets in an urban landscape. **Conservation Biology**, Florida, v. 14, n. 2, p. 513-521, Apr. 2000.

FISRWG – THE FEDERAL INTERAGENCY STREAM RESTORATION WORKING GROUP. **Stream corridor restoration: principles, process, and practices**. Washington, 1998. 1 CD-ROM.

GABRIEL, V. de A.; PIZO, M. A. O uso de cercas-vivas por aves em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica. **Natureza e Conservação**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 79-89, 2005.

GIMENES, M. R.; ANJOS, L. dos. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 25, n. 2, p. 391-402, 2003.

HAILA, Y.; KOUKI, J. The phenomenon of biodiversity in conservation biology. **Annales Zoologici Fennici**, Helsinki, v. 31, n. 1, p. 5-18, jan. 1994. Disponível em: <<http://www.sekj.org/AnnZool.html>>. Acesso em: 4 nov. 2006.

HILTY, J. A.; LIDICKER Jr., W. Z.; MERENLENDER, A. M. **Corridor ecology: the science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation**. Washington: Island Press, 2006.

IUCN – THE WORLD CONSERVATION UNION. **The IUCN red list of threatened species: 2001 categories & criteria (v.3.1)**. Gland, 2001. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/info/categories_criteria2001>. Acesso em: 19 mar. 2007.

KARPATI, A. Dynamics of wildlife corridors as a result of land use changes. In: GRANT F WALTON CENTER FOR REMOTE SENSING & SPATIAL ANALYSIS – CRSSA. **Landscape ecology: patch dynamics**. New Jersey: 2003. Disponível em: <http://crssa.rutgers.edu/courses/lse/Web_Patch/final/Amy/Karpati_Final.htm>. Acesso em: 18 fev. 2007.

LEWINSOHN, T. M. Biodiversidade: valor econômico e social. **Com Ciência**, São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/biodiversidade/frameset/thomas.htm>>. Acesso em: 23 ago. 2006.

MEA – MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis**. Washington: World Resources Institute, 2005. Disponível em: <<http://ma.caudillweb.com/en/Products.aspx>>. Acesso em: 7 mar. 2007.

NIEMELÄ, J. Ecology and urban planning. **Biodiversity and Conservation**. Holanda, 8, p. 119-131, 1999.

OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICOS. **Mobilizando os mercados a serviço da biodiversidade: para a conservação e o desenvolvimento sustentável**. Paris, 2003.

ODUM, E. P. **Ecologia**. São Paulo: Guanabara Koogan, 1988.

PILOTTO, J. **Rede verde urbana: um instrumento de gestão ecológica**. 2003. 220 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPÍNDOLA, M. B. de; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. de. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza e Conservação**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003a.

THANOS, C. A. Aristotle and Theophrastus on plant-animal interactions. In: ARIANOUTSOU-FARAGGITAKI, M.; GROVES, R. H. (Orgs.). **Plant-animal interactions in mediterranean-type ecosystems**. Holanda: Kluwer Academic Publishers, 1994. p. 3-11. Disponível em: <<http://www.biology.uoa.gr/~cthanos/Papers/Aristotle%20and%20Theophrastus%20on%20plant-animal%20interactions.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2007.

WRI – WORLD RESOURCES INSTITUTE; IUCN – THE WORLD CONSERVATIONS UNION; UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **A estratégia global da biodiversidade: diretrizes de ação para estudar, salvar e usar de maneira sustentável e justa a riqueza biótica da Terra**. Washington, 1992.

Ambiente urbano sob a perspectiva ecológica

ARGEL-DE-OLIVEIRA, M. M. Aves urbanas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA, 5., 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 1996. p. 151-162.

BIONDI, D. **Curso de arborização urbana**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2000. 1 apostila.

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de rua de Curitiba**: cultivo e manejo. Curitiba: FUPEF – Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2005.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. A era da informação: economia, sociedade e cultura. v. 1. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CBRO – Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Lista das aves do Brasil**. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 15 jan. 2008.

CELECIA, J. As cidades como ecossistemas. In: SANTOS, C. R. dos (Org.). **Desenvolvimento urbano e meio ambiente**: textos escolhidos. Curitiba: UNILIVRE – Universidade Livre do Meio Ambiente, 2003. p. 17-20.

CHACE, J. F.; WALSH, J. J. Urban effects on native avifauna: a review. **Landscape and Urban Planning**, Elsevier, v. 74, p. 46-69, 2006.

DIAS, G. F. **Educação ambiental**: princípios e práticas. São Paulo: Gaia, 1992.

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

EFE, M. A.; MOHR, L. V.; BUGONI, L. **Guia ilustrado das aves dos parques de Porto Alegre**. Porto Alegre: PROAVES – Associação Brasileira para a Conservação das Aves; SMAM – Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Alegre; COPESUL – Companhia Petroquímica do Sul; João Pessoa: CEMAVE – Centro Nacional de Pesquisa para a Conservação das Aves Silvestres, 2001.

FERNÁNDEZ-JURICIC, E. Avifaunal use of wooded streets in an urban landscape. **Conservation Biology**, Florida, v. 14, n. 2, p. 513-521, Apr. 2000.

FIGUEIREDO, L. F. **Aves na cidade**. São Paulo, Centro de Estudos Ornitológicos – CEO, [200-?]. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/ceo/parqu/avesnacidad.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2006.

FONTANA, C. S. **Estrutura de uma comunidade urbana de aves**: um experimento em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2004. 166 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

FONTANA, C. S. A ornitofauna em Porto Alegre no século XX: *status* de ocorrência e conservação. **Comunicação do Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 161-206, jul. dez. 2005. Série Zoologia.

FRANCO, M. de A. R. **Desenho ambiental**: uma introdução à arquitetura da paisagem como paradigma ecológico. São Paulo: Annablume, 1997.

FRANCO, M. de A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume, FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2001.

GIMENES, M. R.; ANJOS, L. dos. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 25, n. 2, p. 391-402, 2003.

GIRLING, C.; KELLETT, R. **Skinny streets & green neighborhoods**: design for environment and community. Washington: Island Press, 2005.

HARDT, L. P. A. **Subsídios à gestão da qualidade da paisagem urbana**: aplicação a Curitiba – PR. 2000. 323 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

HOUGH, M. **Naturaleza y ciudad**: planificación urbana y procesos ecológicos. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

LEFEBVRE, H. **A revolução urbana**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1999.

LEITMANN, J. **Sustaining cities**: environmental planning and management in urban design. New York: McGraw-Hill, 1999.

LIRA FILHO, J. A. de; MEDEIROS, M. A. S. Impactos adversos na avifauna causados pelas atividades de arborização urbana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 375-390, 2006. Disponível em: <<http://www.uepb.edu.br/eduep/rbct/>>. Acesso em: 14 mar. 2007.

MAGALHÃES, M. R. **A arquitetura paisagista: morfologia e complexidade**. Lisboa: Editorial Estampa, 2001.

MARINI, M. A.; GARCIA, F. I. Conservação de aves no Brasil. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, jul. 2005. Disponível em: <http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/14_Marini_Garcia.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2007.

MASCARÓ, L. E. A. R. de; MASCARÓ, J. L. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: Pini, 2002.

MELLES, S. J. Urban bird diversity as an indicator of human social diversity and economic inequality in Vancouver, British Columbia. **Urban habitats**, New York, v. 3, Dec. 2005. Disponível em: <<http://www.urbanhabitats.org/v03n01/index.html>>. Acesso em: 20 maio 2007.

MOLNAR, D. J.; RUTLEDGE, A. J. **Anatomy of a park: the essentials of recreation area planning and design**. New York: McGraw-Hill, 1971.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999.

NIEMELÄ, J. Ecology and urban planning. **Biodiversity and Conservation**. Holanda, 8, p. 119-131, 1999.

NUNES, V. de F. P. Pombos urbanos: o desafio de controle. **Biológico**, São Paulo, v. 65, n. 1/2, p. 89-92, 2003.

ODUM, E. P. **Ecologia**. São Paulo: Guanabara Koogan, 1988.

PECHMAN, R. M.; KUSTER, E. Maldita rua. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 12., 2007, Belém. **Anais...** Belém: ANPUR; UFPA – Universidade Federal do Pará, 2007. Sem paginação. 1 CD-ROM.

PILOTTO, J. **Rede verde urbana**: um instrumento de gestão ecológica. 2003. 220 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

REIS, A.; DOS ANJOS, A.; LESSA, A. P.; BECCHARA, F. C. Critérios para a seleção de espécies na arborização urbana ecológica. **Sellowia**, Itajaí, v. 53, p.51-67, 2003b.

SALVI, L. T.; HARDT, L. P. A.; REZENDE, D. A.; HARDT, C. Novos desafios à administração estratégica de políticas públicas e projetos urbanos. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 49-62, 2007a.

SALVI, L. T.; ROVEDDER, C. E.; FONTANA, C. S.; HARDT, L. P. A. Composição e riqueza de aves em túneis verdes de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA, 15., 2007, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ornitologia; MCTPUCRS – Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2007b. p. 230.

SANCHOTENE, M. do C. Situação das áreas verdes e da arborização urbana em Porto Alegre. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF – Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1990. p. 34-40.

SANCHOTENE, M. do C.; PUENTE, A.; OLIVEIRA, F. B.; ROSO, A. L.; BARCELOS, P. R. Cidade das árvores: arborização urbana. In: MENEGAT, R. (Coord.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. p. 133-146.

SCHALIE, W. H.; GARDNER, H. S. Jr.; BANTLE, J. A.; ROSA, C. T. D.; FINCH, R. A.; REIF, J. S.; REUTER, R. H.; BACKER, L. C.; BURGER, J.; FOLMAR, L. C.; STOKES, W. S. Animals as sentinels of human health hazards of environmental chemicals. **Environmental Health Perspectives**, Corvallis, v. 107, n. 4, p. 309-315, 1999.

SCHERER, A.; SCHERER, S. B.; BUGONI, L.; MOHR, L. V.; EFE, M. A.; HARTZ, S. M. Estrutura trófica da avifauna em oito parques da cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Ornithologia**, João Pessoa, v. 1, n. 1, p. 25-32, jun 2005.

SCHILDERSMAN, P. A. E. L.; HOOGEWERFF, J. A.; SCHOOTEN, F.; MAAS, L. M.; MOONEN, E. J. C.; OS, B. J. H.; WIJNEN, J. H.; KLEINJANS, J. C. S. Possible relevance of pigeons as an indicator species for monitoring air pollution. **Environmental Health Perspectives**, Corvallis, v. 105, n. 3, p. 322-330, 1997.

SCHWANTNER, U. El Ring de Viena. **Revista Ambiente**, Buenos Aires, n. 88, 2003. Disponível em: <<http://www.revista-ambiente.com.ar/imagenes/06-08-03/Ring%20de%20Viena.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2006.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

SOUTO, A. E. M. **O elemento vegetal como qualificador dos recintos urbanos**. 2002. 331 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SOUZA, M. L. de. **Mudar a cidade**: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

SPIRN, A. W. **O jardim de granito**: a natureza no desenho da cidade. São Paulo: EDUSP – Universidade de São Paulo, 1995.

TELLES, G. R. Plano verde: estruturas ecológicas e componentes ambientais. **Boletim Lisboa Urbanismo**, Lisboa, 2001. Disponível em: <<http://ulisses.cm-lisboa.pt/data/002/003/004/artigo.php?ml=3&x=b16a1pt.xml>>. Acesso em: 13 maio 2007.

TRINDADE, A. V. de C. Áreas verdes urbanas. In: **A cidade e o meio ambiente**. Curitiba: UNILIVRE – Universidade Livre do Meio Ambiente, [200-]. Cap. 5. 1 apostila.

TSIOMIS, Y. O meio ambiente e a questão urbana. In: RAYNAUT, C.; ZANONI, M. **Cadernos de desenvolvimento e meio ambiente**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1994. p. 131-135.

ULTRAMARI, C. Da viabilidade de um desenvolvimento sustentável para as cidades. In: SANTOS, C. R. dos (Org.). **Desenvolvimento urbano e meio ambiente: textos escolhidos**. Curitiba: UNILIVRE – Universidade Livre do Meio Ambiente, 2003. p. 27-32.

VIOTTI, F. R. de A. **Jardim de Versailles**. 2005. 1 fotografia color. Disponível em: <http://www.olhares.com/galerias/detalhe_foto.php?id=158839>. Acesso em: 25 jul. 2006.

YLI-PELKONEN, V.; NIEMELÄ, J. Linking ecological and social systems in cities: urban planning in Finland as a case. **Biodiversity and Conservation**, Springer, v. 14, p. 1947-1967, 2005.

Gerenciamento das áreas verdes urbanas

ACT – Alliance for Community Trees. **The value of trees**. Maryland, 2006. Disponível em: <<http://actrees.org/site/resources/index.php>>. Acesso em: 20 jul. 2007.

ARGEL-DE-OLIVEIRA, M. M. Arborização e avifauna urbana em cidades do interior paulista. **Boletim CEO**, São Paulo, n. 7, jul. 1990. Sem paginação. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/ceo>>. Acesso em: 12 jul. 2007.

BIONDI, D. **Curso de arborização urbana**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2000. 1 apostila.

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de rua de Curitiba**: cultivo e manejo. Curitiba: FUPEF – Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2005.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 set. 1965.

BRASIL. Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 jul. 1989.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988. MORAES, A. de (Org.). 18. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

FONSECA, R. **Inovação tecnológica e o papel do governo**. Brasília: CNI – Confederação Nacional da Indústria, 2001.

GIRLING, C.; KELLETT, R. **Skinny streets & green neighborhoods**: design for environment and community. Washington: Island Press, 2005.

HARDT, L. P. A. **Subsídios à gestão da qualidade da paisagem urbana**: aplicação a Curitiba – PR. 2000. 323 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

MILANO, M. S. Planejamento da arborização urbana: relações entre áreas verdes e ruas arborizadas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF – Fundação de pesquisas florestais do Paraná, 1990. p. 60-71.

MILANO, M. S.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000.

MOCK, T. Implantando uma floresta urbana sustentável. **Revista de Agricultura Urbana**, Leusden, Holanda, n. 13, dez. 2004. Disponível em: <<http://www.agriculturaurbana.org.br/RAU/AU13/AU13.html#linear>>. Acesso em: 10 jun. 2006.

PORTO ALEGRE. **Normas para o estabelecimento do plano de arborização das vias públicas de Porto Alegre**. GOMES, C. M da C. F. (Coord.). 3. ed. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente; Secretaria Municipal de Obras e Viação, 1998b.

PORTO ALEGRE. **Plano diretor de arborização urbana de Porto Alegre**. PICCOLI, L. (Coord.). Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2007a.

SALVI, L. T.; HARDT, L. P. A.; REZENDE, D. A.; HARDT, C. Novos desafios à administração estratégica de políticas públicas e projetos urbanos. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 49-62, 2007a.

SANCHOTENE, M. do C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. 2. ed. Porto Alegre: Sagra, 1989.

SANCHOTENE, M. do C.; PUENTE, A.; OLIVEIRA, F. B.; ROSO, A. L.; BARCELOS, P. R. Cidade das árvores: arborização urbana. In: MENEGAT, R. (Coord.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. p. 133-146.

SENNA, D. C. Estado actual de la información sobre arboles fuera del bosque. In: FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Información para el desarrollo forestal sostenible: estado de la información forestal en Brasil**. Santiago: Comisión Europea; FAO, 2002. p. 10-19. Disponível em: <<http://ftp.fao.org/docrep/fao/006/ad399500.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2006.

WOLF, K. L. O valor econômico e social das florestas urbanas. **Revista de Agricultura Urbana**, Leusden, Holanda, n. 13, dez. 2004. Disponível em: <<http://www.agriculturaurbana.org.br/RAU/AU13/AU13.html#linear>>. Acesso em: 10 jun. 2006.

Procedimentos Metodológicos

CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: IG; UNICAMP, 1993.

DE LA PEÑA, M. R.; RUMBOLL, M. **Collins illustrated check list birds of Southern South America and Antarctica**. London: Harper Collins Publishers, 1998.

FAITH, D. P.; MINCHIN, P. R.; BELBIN, L. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 39, p. 57-68, 1987.

FERNÁNDEZ-JURICIC, E. Avifaunal use of wooded streets in an urban landscape. **Conservation Biology**, Florida, v. 14, n. 2, p. 513-521, Apr. 2000.

FONTANA, C. S. **Estrutura de uma comunidade urbana de aves: um experimento em Porto Alegre, Rio Grande do Sul**. 2004. 166 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

FRANCO, S. da C. **Porto Alegre: guia histórico**. 4. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALO de Carvalho é patrimônio da cidade. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p.16, 6 jun. 2006.

GOOGLE EARTH MAPPING SERVICE. **Imagens de satélite da cidade de Porto Alegre**. 2008. Disponível em: <<http://earth.google.com/intl/pt/download.earth.html>>. Acesso em: 7 jan. 2008.

HICKEL, H. T.; ALBANO, M. T. F.; PAVLICK, I. M. B.; BETTIOL, D. A organização urbana. In: MENEGAT, R. (Coord.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. p. 107-118.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades@**: Porto Alegre – RS. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 20 jun. 2007.

IFUFRGS – INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Porto Alegre no Brasil**: mapa de localização. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/microel/local/local.html>>. Acesso em: 14 maio 2007.

IHGRGS – INSTITUTO HISTÓRICO E GEOGRÁFICO DO RIO GRANDE DO SUL. **PoAAmericaSul**. Porto Alegre, 2005. 1 CD-ROM.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **O satélite Landsat**. São José dos Campos, 2006. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 13 fev. 2008.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 1, 2002a.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 2, 2002b.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de. **Plantas ornamentais no Brasil**: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2001.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil**: madeiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003.

LÜDKE, M. C. Evolução das áreas verdes: dos largos às praças e parques arborizados. In: MENEGAT, R. (Coord.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. p. 119-132.

MACEDO, F. R. de. **História de Porto Alegre**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. A. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MARTINS, G. de A. **Estudo de caso**: uma estratégia de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2006.

McALEECE, N. **Biodiversity Pro**. Natural History Museum & Scottish Association for Marine Science. 1997. Computer program.

MENEGAT, R. (Coord.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

MENEGAT, R.; MOHR, F. V.; CARRARO, C. C.; FLÔRES, R. Porto Alegre em dados. In: MENEGAT, R. (Coord.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. p. 203.

MONTEIRO, C. **Porto Alegre**: urbanização e modernidade – a construção social do espaço urbano. Porto Alegre: PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 1995.

NAROSKY, T.; YZURIETA, D. **Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay**. Buenos Aires: Vazquez Mazzini Editores, 1987.

NEVES, G. R. Introdução. In: NEVES, G. R. (Org.). **Cartografia virtual histórica-urbana de Porto Alegre**: século XIX e início do XX. Porto Alegre: IHGRGS – Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Sul, 2005. 1 CD-ROM.

PMPA – PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Mapa digital oficial de Porto Alegre**. Porto Alegre: PROCempa – Companhia de Processamento de Dados do Município de Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<http://geo.proccempa.com.br/geo/>>. Acesso em: 02 jul. 2007.

PORTO ALEGRE. **Normas para o estabelecimento do plano de arborização das vias públicas de Porto Alegre**. GOMES, C. M da C. F. (Coord.). 3. ed. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente; Secretaria Municipal de Obras e Viação, 1998b.

PORTO ALEGRE. Lei Complementar nº 434, de 1 de dezembro de 1999. Dispõe sobre o desenvolvimento urbano no Município de Porto Alegre, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Porto Alegre e dá outras providências. **Diário Oficial de Porto Alegre**, Porto Alegre, 24 dez. 1999.

PORTO ALEGRE. **Plano diretor de arborização de vias públicas**. SANCHOTENE, M. do C. C. (Coord.). Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2000.

PORTO ALEGRE. **Coletânea de Legislação Ambiental de Porto Alegre**. WARTCHOW, D.; TASSINARI, J. L. (Coord.). Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2004.

PORTO ALEGRE. Decreto nº 15.196, de 2 de junho de 2006. Declara a Rua Gonçalo de Carvalho Patrimônio Cultural, Histórico e Ecológico de Porto Alegre. **Diário Oficial de Porto Alegre**, Porto Alegre, 7 jun. 2006a. Edição 2794, p. 5.

PORTO ALEGRE. Lei Complementar nº 551, de 8 de junho de 2006. Cria a compensação do crédito tributário do Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana, com crédito de contribuinte municipal, líquido, certo e vencido, resultante de indenização por danos em seu bem imóvel localizado nos logradouros denominados “túneis verdes”. **Diário Oficial de Porto Alegre**, Porto Alegre, 12 jun. 2006b. Edição 2797, p. 2.

PORTO ALEGRE. **Plano diretor de arborização urbana de Porto Alegre.** PICCOLI, L. (Coord.). Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2007a.

PORTO ALEGRE. **Site oficial da SMAM:** Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Porto Alegre, 2007b. Disponível em: <<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/default.php?>>. Acesso em: 23 jun. 2007.

PORTO ALEGRE. Decreto n° 15.585, de 4 de junho de 2007. Declara Área de Uso Especial, para integrar o Patrimônio Histórico e Ecológico a Rua João Mendes Ouriques. **Diário Oficial de Porto Alegre**, Porto Alegre, 6 jun. 2007c. Edição 3041, p. 2.

PORTO ALEGRE. Decreto n° 15.666, de 25 de setembro de 2007. Declara Área de Uso Especial, para integrar o Patrimônio Histórico e Ecológico, trecho da Rua Marquês do Pombal. **Diário Oficial de Porto Alegre**, Porto Alegre, 26 set. 2007d. Edição 3118, p. 3.

PORTO ALEGRE. **Site oficial da SMAM:** Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/>>. Acesso em: 13 jan. 2008.

PRADO, V. M. **Composição, riqueza e abundância de aves que se alimentam de frutos em três ambientes florestais na Floresta Nacional de Irati, Estado do Paraná, Sul do Brasil.** 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

SANCHOTENE, M. do C.; PUENTE, A.; OLIVEIRA, F. B.; ROSO, A. L.; BARCELOS, P. R. Cidade das árvores: arborização urbana. In: MENEGAT, R. (Coord.). **Atlas ambiental de Porto Alegre.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. p. 133-146.

SOUZA, C. F. de. Evolução urbana: dos arraiais a metrópole. In: MENEGAT, R. (Coord.). **Atlas ambiental de Porto Alegre.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. p. 99-106.

SOUZA, C. F. de; MÜLLER, D. M. **Porto Alegre e sua evolução urbana.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática:** guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005.

SPSS. **Systat 10.0**. Chicago Il. 2000. Computer program.

TÚNEL verde é patrimônio da cidade. **Correio do Povo**, Porto Alegre, p. 14, 26 set. 2007.

WEIMER, G. Arquitetura. In: FLORES, H. A. H. (Org.). **Porto Alegre: história e cultura**. Porto Alegre: Martins Livreiro, 1987. p. 92-93.

APÊNDICE A –

Planilhas números 1 e 2 com dados coletados da vegetação

Localização do Túnel: Rua General João Telles	Nº Planilha: 01
Data Levantamento: 01/03/2007	Obs - sob rede elétrica

Nº	LADO DA VIA	EXEMPLAR	ALTURA	CAP	PORTE	CONDIÇÕES
001	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	9.0	1.70	G	C (2) T (2) R (oc)
002	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	10.0	1.42	G	C (3) T (3) R (oc)
003	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	10.0	1.63	G	C (3) T (3) R (oc)
004	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	10.0	1.47	G	C (3) T (3) R (oc)
005	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	10.0	1.51	G	C (2) T (2) R (oc)
006	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	10.0	1.25	G	C (2) T (2) R (oc)
007	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	10.0	1.63	G	C (2) T (2) R (oc)
008	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	7.0	0.98	M	C (3) T (3) R (oc)
009	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	9.0	1.24	G	C (3) T (3) R (2)
010	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	10.0	1.13	G	C (2) T (2) R (2)
011	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	7.0	1.65	M	C (2) T (2) R (oc)
012	()E (x)D	<i>Lagerstroemia indica</i>	6.0	0.54	M	C (1) T (1) R (oc)
013	()E (x)D	<i>Platanus acerifolia</i>	11.0	0.83	G	C (1) T (1) R (oc)
014	()E (x)D	<i>Platanus acerifolia</i>	7.0	0.65	M	C (1) T (1) R (oc)
015	()E (x)D	<i>Lagerstroemia indica</i>	5.0	0.49	M	C (3) T (3) R (oc)

Observações: Coluna Condições - C:copa; T: Tronco; R: Raiz; 1-Bom; 2- Regular; 3- Ruim

Localização do Túnel: Rua General João Telles	Nº Planilha: 02
Data Levantamento: 01/03/2007	Obs - sob rede elétrica

Nº	LADO DA VIA	EXEMPLAR	ALTURA	CAP	PORTE	CONDIÇÕES
016	()E (x)D	<i>Lagerstroemia indica</i>	5.0	0.33	M	C (2) T (2) R (oc)
017	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	7.0	1.00	M	C (2) T (2) R (2)
018	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	3.0	0.08	P	C (1) T (1) R (oc)
019	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	9.0	1.49	G	C (2) T (2) R (2)
020	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	7.0	0.76	M	C (2) T (2) R (oc)
021	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	7.0	0.66	M	C (2) T (2) R (oc)
022	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	6.0	0.75	M	C (2) T (3) R (oc)
023	()E (x)D	<i>Ligustrum lucidum</i>	6.0	0.57	M	C (1) T (1) R (oc)
024	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	7.0	0.86	M	C (2) T (3) R (oc)
025	()E (x)D	<i>Cedrela fissilis</i>	12.0	1.36	G	C (3) T (3) R (oc)
026	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	12.0	1.37	G	C (3) T (3) R (2)
027	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	12.0	1.62	G	C (2) T (2) R (oc)
028	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	2.0	0.05	P	C (1) T (1) R (oc)
029	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	2.0	0.06	P	C (1) T (1) R (oc)
030	()E (x)D	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	7.0	1.18	M	C (2) T (3) R (oc)

Observações: Coluna Condições - C:copa; T: Tronco; R: Raiz; 1-Bom; 2- Regular; 3- Ruim

APÊNDICE B –

**Espécies vegetais nativas e exóticas encontradas nos túneis
verdes e nos controles**

Contagem de Nº			ORIGEM		
COD_LOC	FAMILIA	EXEMPLAR - NOME CIENTIFICO	exótica	nativa	Total geral
DL	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	70		70
		<i>Jacaranda mimosifolia morta</i>	1		1
	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum argentinum</i>		1	1
	Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	1		1
	Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>		3	3
	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	1		1
	Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	1		1
	Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i>		1	1
DL Total			74	5	79
DL_C	Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>		1	1
	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	4		4
		<i>Tabebuia avellanedae</i>		5	5
		<i>Tabebuia chrysotricha</i>		2	2
	Bombacaceae	<i>Chorisia speciosa</i>		1	1
	Fabaceae	<i>Bauhinia sp.</i>	1		1
		<i>Peltophorum dubium</i>		2	2
	Lauraceae	<i>Persea americana</i>		1	1
	Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	7		7
	Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	1		1
		<i>Morus alba</i>	1		1
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	8		8	
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i>	2		2	
Verbenaceae	<i>Duranta repens</i>		6	6	
DL_C Total			24	18	42
JT	Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>		1	1
	Annonaceae	<i>Annona squamosa</i>	1		1
	Arecaceae	<i>Archonothophoenix alexandrae</i>	4		4
		<i>Phoenix canariensis</i>	1		1
	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	73		73
		<i>Tabebuia chrysotricha</i>		1	1
	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum argentinum</i>		1	1
	Fabaceae	<i>Caesalpinia echinata</i>		1	1
		<i>Caesalpinia peltophoroides</i>		1	1
	Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	3		3
	Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>		1	1
	Moraceae	<i>Ficus organensis</i>		1	1
	Myrsinaceae	<i>Rapanea gardneriana</i>		1	1
	Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>		1	1
		<i>Psidium guajava</i>		1	1
<i>Syzygium jambos</i>		1		1	
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	3		3	
Platanaceae	<i>Platanus acerifolia</i>	2		2	
Ulmaceae	<i>Celtis australis</i>	1		1	
JT Total			89	10	99
LA_C	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	4		4
	Arecaceae	<i>Archonothophoenix alexandrae</i>	2		2
		<i>Syagrus romanzoffiana</i>		1	1
	Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	24		24
		<i>Lagerstroemia indica morta</i>	1		1
	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	2		2
	Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	1		1
	Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i>		1	1
		<i>Eugenia uniflora</i>		1	1
		<i>Myrcia selloi</i>		1	1
		<i>Psidium guajava</i>		1	1
	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	13		13
	Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	1		1
<i>Murraya paniculata</i>		2		2	
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i>	1		1	
Verbenaceae	<i>Duranta repens</i>		1	1	
LA_C Total			51	6	57

Contagem de N°			ORIGEM		
COD_LOC	FAMILIA	EXEMPLAR - NOME CIENTIFICO	exótica	nativa	Total geral
MA	Boraginaceae	<i>Patagonula americana</i>		1	1
	Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i>		1	1
		<i>Tipuana tipu</i>	72		72
	Lauraceae	<i>Persea americana</i>		1	1
	Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	1		1
	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	4		4
	Sterculiaceae	<i>Brachychyton populneum</i>	1		1
MA Total			78	3	81
RE	Apocynaceae	<i>Thevetia thevetioides</i>	1		1
	Araliaceae	<i>Schefflera arboricola</i>	1		1
	Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i>		1	1
	Begoniaceae	<i>Begonia aconitifolia</i>		1	1
	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	119		119
		<i>Tabebuia avellanedae</i>		13	13
		<i>Tabebuia chrysotricha</i>		1	1
		<i>Tecoma stans</i>		2	2
	Fabaceae	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>		1	1
		<i>Schizolobium parahyba</i>		1	1
		<i>Senna multijuga - exemplar morto</i>		1	1
		<i>Tipuana tipu</i>	11		11
	Liliaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	4		4
	Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	3		3
	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	1		1
	Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	3		3
		<i>Morus nigra</i>	1		1
	Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>		4	4
<i>Psidium guajava</i>			1	1	
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	2		2	
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i>	1		1	
Solanaceae	<i>Brunfelsia uniflora</i>		1	1	
Ulmaceae	<i>Celtis australis</i>	1		1	
Verbenaceae	<i>Duranta repens</i>		1	1	
RE Total			148	28	176
SA_C	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	4		4
		<i>Tabebuia chrysotricha</i>		4	4
		<i>Tecoma stans</i>		1	1
	Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	6		6
	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	1		1
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>		2	2	
	<i>Syzigium cumini</i>	1		1	
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	4		4	
SA_C Total			16	7	23
TF	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	76		76
		<i>Tabebuia avellanedae</i>		2	2
		<i>Tabebuia chrysotricha</i>		1	1
	Lauraceae	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	1		1
	Liliaceae	<i>Dracaena fragrans</i>	1		1
		<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	4		4
	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	1		1
		<i>Eugenia uniflora</i>		2	2
Theaceae	<i>Camellia japonica</i>	1		1	
TF Total			84	5	89

Contagem de N°			ORIGEM			
COD_LOC	FAMILIA	EXEMPLAR - NOME CIENTIFICO	exótica	nativa	Total geral	
VR_C	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	1		1	
		<i>Plumeria rubra</i>	1		1	
	Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i>		1	1	
	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	18			18
		<i>Tabebuia avellanadae</i>			1	1
		<i>Tabebuia avellanadae</i>			1	1
		<i>Tabebuia chrysotricha</i>			2	2
	Fabaceae	<i>Bauhinia sp.</i>	1			1
		<i>Cassia fistula</i>	3			3
		<i>Delonix regia</i>	2			2
		<i>Peltophorum dubium</i>			1	1
		<i>Schizolobium parahyba</i>			6	6
	Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	36			36
	Magnoliaceae	<i>Magnolia grandiflora</i>	1			1
	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	9			9
	Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	8			8
	Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	1			1
		<i>Morus nigra</i>	1			1
	Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i>			1	1
		<i>Psidium guajava</i>			1	1
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	11			11	
Pinaceae	<i>Pinus elliottii</i>	1			1	
Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	1			1	
Solanaceae	<i>Brunfelsia uniflora</i>			1	1	
Sterculiaceae	<i>Brachychyton populneum</i>	1			1	
Ulmaceae	<i>Celtis australis</i>	1			1	
VR_C Total			97	15	112	
Total geral			661	97	758	

APÊNDICE C –
Listagem geral das espécies vegetais

Nº	FAMÍLIA	ESPÉCIE - NOME CIENTÍFICO	ESPÉCIE - NOME POPULAR	ORIGEM	COPA - COMPORTAMENTO
1	Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	aroeira-vermelha	nativa	perenifólia
2	Annonaceae	<i>Annona squamosa</i>	fruta do conde	exótica	caducifólia
3	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	espirradeira	exótica	perenifólia
4	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	jasmim-manga	exótica	caducifólia
5	Apocynaceae	<i>Thevetia thevetioides</i>	chapéu-de-napoleão	exótica	semidecídua
6	Araliaceae	<i>Schefflera arboricola</i>	chefflera-pequena	exótica	perenifólia
7	Arecaceae	<i>Archonhophoenix alexandrae</i>	palmeira-escada	exótica	perenifólia
8	Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i>	tamareira-das-canárias	exótica	perenifólia
9	Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	jerivá	nativa	perenifólia
10	Begoniaceae	<i>Begonia aconitifolia</i>	begônia-metálica	nativa	perenifólia
11	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	jacarandá-mimoso	exótica	caducifólia
12	Bignoniaceae	<i>Tabebuia avellanedae</i>	ipê-roxo	nativa	caducifólia
13	Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysostricha</i>	Ipê amarelo	nativa	caducifólia
14	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	amarelinha	nativa	perenifólia
15	Bombacaceae	<i>Chorisia speciosa</i>	paineira	nativa	caducifólia
16	Boraginaceae	<i>Patagonula americana</i>	guajuvira	nativa	caducifólia
17	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum argentinum</i>	cocão	nativa	perenifólia
18	Fabaceae	<i>Bauhinia sp.</i>	pata-de-vaca	exótica	perenifólia
19	Fabaceae	<i>Caesalpinia echinata</i>	pau-brasil	nativa	semidecídua
20	Fabaceae	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	sibipiruna	nativa	semidecídua
21	Fabaceae	<i>Cassia fistula</i>	chuva-de-ouro	exótica	caducifólia
22	Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	flamboyant	exótica	caducifólia
23	Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i>	canafístula	nativa	caducifólia
24	Fabaceae	<i>Schizolobium parayba</i>	guapuruvu	nativa	caducifólia
25	Fabaceae	<i>Senna multijuga</i> - Exemplar morto	aleluia	nativa	caducifólia
26	Fabaceae	<i>Tipuana tipu</i>	tipuana	exótica	caducifólia
27	Lauraceae	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	canela-da-índia	exótica	perenifólia
28	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	abacateiro	nativa	perenifólia
29	Liliaceae	<i>Dracaena fragrans</i>	pau-d'água	exótica	perenifólia
30	Liliaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	iuca-elefante	exótica	perenifólia
31	Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	extremosa	exótica	caducifólia
32	Magnoliaceae	<i>Magnolia grandiflora</i>	magnólia-branca	exótica	perenifólia
33	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	hibisco	exótica	perenifólia
34	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	malvavisco	exótica	perenifólia
35	Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	cedro-branco	nativa	caducifólia
36	Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	cinamomo	exótica	caducifólia
37	Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	figus	exótica	perenifólia
38	Moraceae	<i>Ficus organensis</i>	figueira de folha miúda	nativa	semidecídua
39	Moraceae	<i>Morus alba</i>	amoreira-branca	exótica	caducifólia
40	Moraceae	<i>Morus nigra</i>	amoreira-preta	exótica	caducifólia
41	Myrsinaceae	<i>Rapanea gardneriana</i>	capororoca	nativa	caducifólia
42	Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i>	cerejeira-do-rio-grande	nativa	semidecídua
43	Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	pitangueira	nativa	perenifólia
44	Myrtaceae	<i>Myrcia selloi</i>	cambuí	nativa	semidecídua
45	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	goiabeira	nativa	perenifólia
46	Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i>	jambolão	exótica	perenifólia
47	Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	jambo-amarelo	exótica	perenifólia
48	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	ligustro	exótica	perenifólia
49	Pinaceae	<i>Pinus elliottii</i>	pinos	exótica	perenifólia
50	Platanaceae	<i>Platanus acerifolia</i>	plátano	exótica	caducifólia
51	Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i>	uva-do-japão	exótica	caducifólia
52	Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	ameixa-amarela	exótica	perenifólia
53	Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	limoeiro	exótica	perenifólia
54	Rutaceae	<i>Murraya paniculata</i>	falsa-murta	exótica	perenifólia
55	Salicaceae	<i>Salix babylonica</i>	chorão	exótica	caducifólia
56	Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i>	chal-chal	nativa	perenifólia
57	Solanaceae	<i>Brunfelsia uniflora</i>	manacá-de-cheiro	nativa	perenifólia
58	Sterculiaceae	<i>Brachychiton populneum</i>	perna-de-moça	exótica	caducifólia
59	Theaceae	<i>Camellia japonica</i>	camélia	exótica	perenifólia
60	Ulmaceae	<i>Celtis australis</i>	grandiúva	exótica	caducifólia
61	Verbenaceae	<i>Duranta repens</i>	pingo-de-ouro	nativa	perenifólia

APÊNDICE D –

Análise de agrupamento com base na similaridade da abundância da vegetação

	DL	DL_C	JT	LA_C	MA	RE	SA_C	TF	VR_C
DL	*	12	85,8824	3,2787	1,2903	59,6639	13,0435	89,7436	23,5294
DL_C	*	*	18,3333	25	9,5238	10,6383	61,9048	13,2076	26,6667
JT	*	*	*	11,2676	3,4286	58,9147	17,8571	79,5455	27,3684
LA_C	*	*	*	*	6,2992	4,7619	25	1,5625	53,5211
MA	*	*	*	*	*	9,8765	6,1856	0	6,8571
RE	*	*	*	*	*	*	8,8889	62,2951	20,9302
SA_C	*	*	*	*	*	*	*	10,2041	21,4286
TF	*	*	*	*	*	*	*	*	23,8636
VR_C	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; JT - General João Telles; TF - Tomaz Flores;
SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis;
VR_C - Veríssimo Rosa.

APÊNDICE E –
Dados coletados da avifauna

		1		2		3		Total Cont. sp.	Total N° Indiv.
Cod-Local	Espécie	Cont. sp.	N° Indiv.	Cont. sp.	N° Indiv.	Cont. sp.	N° Indiv.		
DL	<i>Chaetura meridionalis</i>			1	2			1	2
	<i>Coereba flaveola</i>	9	12	13	21	15	20	37	53
	<i>Colaptes melanochloros</i>			1	1			1	1
	<i>Columba livia</i>	2	3	6	9	5	12	13	24
	<i>Columbina talpacoti</i>	6	8	13	18	5	7	24	33
	<i>Euphonia chlorotica</i>	4	6			1	1	5	7
	<i>Furnarius rufus</i>	6	9	5	5	3	5	14	19
	<i>Guira guira</i>			1	5			1	5
	<i>Hylocharis chrysur</i>					1	1	1	1
	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	4	13	3	5	10	33	17	51
	<i>Passer domesticus</i>	21	44	18	36	19	41	58	121
	<i>Pitangus sulphuratus</i>			3	5	3	4	6	9
	<i>Progne chalybea</i>					2	5	2	5
	<i>Thraupis sayaca</i>	4	9	4	5	3	4	11	18
	<i>Troglodytes musculus</i>	2	2	1	1	1	1	4	4
<i>Turdus rufiventris</i>	19	20	22	28	13	19	54	67	
<i>Tyrannus melancholicus</i>			1	1			1	1	
<i>Zenaida auriculata</i>	3	3	6	8	3	4	12	15	
DL Total		80	129	98	150	84	157	262	436
DL_C	<i>Chaetura meridionalis</i>	1	3	2	8	3	4	6	15
	<i>Coereba flaveola</i>	1	2	1	1	1	1	3	4
	<i>Columba livia</i>			1	1			1	1
	<i>Columbina talpacoti</i>	6	6	3	4	7	10	16	20
	<i>Furnarius rufus</i>	1	1					1	1
	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	7	19	5	10	6	24	18	53
	<i>Passer domesticus</i>	20	34	8	17	11	23	39	74
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	2	3			1	1	3	4
	<i>Progne chalybea</i>			1	2			1	2
	<i>Thraupis sayaca</i>	3	4	3	3			6	7
	<i>Troglodytes musculus</i>					1	1	1	1
	<i>Turdus rufiventris</i>	6	6			2	2	8	8
<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	2			2	3	4	5	
<i>Zenaida auriculata</i>	4	5	2	2	1	1	7	8	
DL_C Total		53	85	26	48	35	70	114	203
JT	<i>Chaetura meridionalis</i>	1	2	1	2	1	3	3	7
	<i>Coereba flaveola</i>	5	8	11	16	11	15	27	39
	<i>Columba livia</i>	3	8	5	8	7	16	15	32
	<i>Columbina picui</i>					1	1	1	1
	<i>Columbina talpacoti</i>	6	11	12	18	15	21	33	50
	<i>Euphonia chlorotica</i>	1	1	1	1	1	2	3	4
	<i>Euphonia sp.</i>	1	1					1	1
	<i>Furnarius rufus</i>	6	10	1	2	3	4	10	16
	<i>Guira guira</i>					1	4	1	4
	<i>Hylocharis chrysur</i>	2	2			4	4	6	6
	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	2	3	6	16	4	19	12	38
	<i>Passer domesticus</i>	36	66	25	39	32	67	93	172
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	6	1	2	2	3	7	11
	<i>Thraupis sayaca</i>	3	4	6	8	1	2	10	14
	<i>Troglodytes musculus</i>	4	4	2	2	2	3	8	9
	<i>Turdus leucomelas</i>	1	1					1	1
<i>Turdus rufiventris</i>	14	20	12	17	9	14	35	51	
<i>Zenaida auriculata</i>	6	8	4	5	2	3	12	16	
JT Total		95	155	87	136	96	181	278	472

		1		2		3		Total Cont. sp.	Total N° Indiv.
Cod-Local	Espécie	Cont. sp.	N° Indiv.	Cont. sp.	N° Indiv.	Cont. sp.	N° Indiv.		
TF	<i>Camptostoma obsoletum</i>	2	3					2	3
	<i>Chaetura meridionalis</i>	2	7	1	1	3	5	6	13
	<i>Coereba flaveola</i>	14	16	13	20	13	20	40	56
	<i>Columba livia</i>	5	6	8	16	10	18	23	40
	<i>Columbina picui</i>			1	1	3	5	4	6
	<i>Columbina talpacoti</i>	15	24	14	21	10	16	39	61
	<i>Euphonia chlorotica</i>	1	1			1	2	2	3
	<i>Furnarius rufus</i>	8	9	6	9	2	2	16	20
	<i>Guira guira</i>			1	1			1	1
	<i>Hylocharis chrysura</i>	1	1	3	3	4	4	8	8
	<i>Melanotrochilus fuscus</i>			1	2			1	2
	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	4	8	3	9	6	12	13	29
	<i>Passer domesticus</i>	30	55	25	48	26	63	81	166
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	2	2	1	2	3	3	6	7
	<i>Progne chalybea</i>					2	5	2	5
	<i>Thraupis bonariensis</i>					1	2	1	2
	<i>Thraupis sayaca</i>	2	2	4	7	3	6	9	15
	<i>Troglodytes musculus</i>	1	1	1	1	1	1	3	3
	<i>Turdus rufiventris</i>	16	20	10	11	12	13	38	44
	<i>Zenaida auriculata</i>	3	4	4	7	3	3	10	14
TF Total		106	159	96	159	103	180	305	498
SA_C	<i>Chaetura meridionalis</i>			3	13	2	6	5	19
	<i>Coereba flaveola</i>	2	2	1	1	2	2	5	5
	<i>Columba livia</i>	4	16	3	7	6	13	13	36
	<i>Columbina talpacoti</i>	9	14	3	5	5	8	17	27
	<i>Furnarius rufus</i>	1	1	2	4	1	1	4	6
	<i>Guira guira</i>			1	1			1	1
	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	3	11	4	8	5	13	12	32
	<i>Passer domesticus</i>	24	40	25	50	19	51	68	141
	<i>Pitangus sulphuratus</i>					1	1	1	1
	<i>Turdus rufiventris</i>	3	4	1	1	2	2	6	7
	<i>Zenaida auriculata</i>	2	5	1	2	1	1	4	8
SA_C Total		48	93	44	92	44	98	136	283
RE	<i>Camptostoma obsoletum</i>					3	3	3	3
	<i>Chaetura meridionalis</i>	2	4	1	2	1	1	4	7
	<i>Coereba flaveola</i>	17	21	7	10	11	16	35	47
	<i>Columba livia</i>	17	39	18	42	18	38	53	119
	<i>Columbina picui</i>			1	1			1	1
	<i>Columbina talpacoti</i>	11	14	6	9	5	9	22	32
	<i>Euphonia chlorotica</i>			2	3	3	3	5	6
	<i>Furnarius rufus</i>	6	11	3	3	6	9	15	23
	<i>Guira guira</i>			5	9			5	9
	<i>Hylocharis chrysura</i>	4	4	4	4	7	7	15	15
	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	5	16	5	7	3	11	13	34
	<i>Passer domesticus</i>	36	68	34	75	26	61	96	204
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	6	6	9	12	3	4	18	22
	<i>Thraupis sayaca</i>	5	7	4	7	1	1	10	15
	<i>Troglodytes musculus</i>	1	1			4	4	5	5
	<i>Turdus rufiventris</i>	17	22	16	19	15	18	48	59
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	2					2	2
	<i>Zenaida auriculata</i>	3	3	1	1	5	5	9	9
RE Total		132	218	116	204	111	190	359	612

		1		2		3		Total Cont. sp.	Total Nº Indiv.
Cod-Local	Espécie	Cont. sp.	Nº Indiv.	Cont. sp.	Nº Indiv.	Cont. sp.	Nº Indiv.		
LA_C	<i>Chaetura meridionalis</i>	1	2	1	4	1	2	3	8
	<i>Coereba flaveola</i>	1	1	1	2	1	1	3	4
	<i>Columba livia</i>	18	30	10	26	7	12	35	68
	<i>Columbina picui</i>			1	1			1	1
	<i>Columbina talpacoti</i>	2	4	2	3	3	3	7	10
	<i>Furnarius rufus</i>			3	3	1	1	4	4
	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	7	19	2	7	3	10	12	36
	<i>Passer domesticus</i>	41	76	21	30	28	53	90	159
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	1			1	1	2	2
	<i>Progne tapera</i>			1	2			1	2
	<i>Thraupis sayaca</i>	1	1	1	1			2	2
	<i>Turdus rufiventris</i>					2	3	2	3
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	2					2	2
	<i>Zenaida auriculata</i>	2	3	3	4	1	1	6	8
LA_C Total		76	139	46	83	48	87	170	309
MA	<i>Camptostoma obsoletum</i>	5	5	1	0	2	3	8	8
	<i>Chaetura meridionalis</i>	3	9	3	6	2	3	8	18
	<i>Coereba flaveola</i>	12	18	12	16	12	18	36	52
	<i>Columba livia</i>	8	17	3	7	1	1	12	25
	<i>Columbina picui</i>	1	1			2	2	3	3
	<i>Columbina talpacoti</i>	8	13	8	12	13	21	29	46
	<i>Elaenia flavogaster</i>					2	2	2	2
	<i>Euphonia chlorotica</i>	6	6	4	4	5	7	15	17
	<i>Furnarius rufus</i>	4	6	11	15	10	16	25	37
	<i>Guira guira</i>			1	5			1	5
	<i>Hylocharis chrysura</i>	4	4	2	2	4	4	10	10
	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	9	25	5	21	2	4	16	50
	<i>Passer domesticus</i>	18	49	27	84	24	54	69	187
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	6	8	7	8	4	5	17	21
	<i>Progne chalybea</i>	1	2					1	2
	<i>Progne tapera</i>	1	1					1	1
	<i>Thraupis palmarum</i>			1	2	1	1	2	3
	<i>Thraupis sayaca</i>	4	5	7	10	10	16	21	31
	<i>Troglodytes musculus</i>	3	3	7	8	3	5	13	16
<i>Turdus rufiventris</i>	23	31	13	20	25	41	61	92	
<i>Tyrannus melancholicus</i>			2	2			2	2	
<i>Zenaida auriculata</i>	5	7	2	5	2	2	9	14	
MA Total		121	210	116	227	124	205	361	642
VR_C	<i>Camptostoma obsoletum</i>					1	1	1	1
	<i>Chaetura meridionalis</i>	5	21	4	18	5	11	14	50
	<i>Coereba flaveola</i>	8	10	1	1	7	8	16	19
	<i>Columba livia</i>	6	15	3	5	5	8	14	28
	<i>Columbina picui</i>	8	8	1	1	2	2	11	11
	<i>Columbina talpacoti</i>	2	2	5	5	9	11	16	18
	<i>Euphonia chlorotica</i>					3	3	3	3
	<i>Furnarius rufus</i>	7	9	3	3	5	5	15	17
	<i>Hylocharis chrysura</i>	1	1			1	1	2	2
	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	5	8	7	55	3	9	15	72
	<i>Passer domesticus</i>	38	79	26	48	33	68	97	195
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	5	1	2	2	3	7	10
	<i>Progne chalybea</i>			2	3			2	3
	<i>Progne tapera</i>			3	4			3	4
	<i>Thraupis sayaca</i>	6	10			2	2	8	12
	<i>Troglodytes musculus</i>	1	1	2	2	1	1	4	4
	<i>Turdus rufiventris</i>	7	10	10	11	12	14	29	35
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	6	7					6	7
<i>Zenaida auriculata</i>	6	7	1	1	1	2	8	10	
VR_C Total		110	193	69	159	92	149	271	501
Total geral		821	1381	698	1258	737	1317	2256	3956

APÊNDICE F –

**Análise de agrupamento com base na similaridade
da abundância de aves**

	DL	DL_C	JT	TF	SA_C	RE	LA_C	MA	VR_C
DL	*	55.6938	80.3464	80.4848	61.2466	77.5912	51.4143	81.5714	73.1081
DL_C	*	*	50.7353	47.5344	70.317	43.8356	56.5273	46.2822	57.732
JT	*	*	*	86.5919	64.6956	81.2429	65.7028	75.6483	82.0749
TF	*	*	*	*	58.1986	83.1683	61.9799	78.4191	78.3493
SA_C	*	*	*	*	*	54.5058	76.1457	54.3478	65.899
RE	*	*	*	*	*	*	63.9021	78.1	75.8148
LA_C	*	*	*	*	*	*	*	47.5932	67.8105
MA	*	*	*	*	*	*	*	*	69.595
VR_C	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Notas: DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura controle; JT - General João Telles; TF - Tomaz Flores;
SA_C - Santo Antônio; RE - República; LA_C - Luiz Afonso; MA - Machado de Assis;
VR_C - Veríssimo Rosa.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6027**: informação e documentação: sumário: apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724 emenda 1**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Normas de apresentação tabular**. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993.