

ARBORIZAÇÃO AO LONGO DE RUAS - TÚNEIS VERDES - EM PORTO ALEGRE, RS, BRASIL: AVALIAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA¹

Luciane Teresa Salvi², Letícia Peret Antunes Hardt³, Cristiano Eidt Rovedder⁴ e Carla Suertegaray Fontana⁵

RESUMO – Face à relevância da presença de árvores distribuídas em ruas e avenidas nos ambientes urbanos, o presente estudo buscou identificar as espécies arbóreas utilizadas ao longo de ruas com túneis verdes e avaliar as condições desta vegetação em Porto Alegre, RS. A relação entre porte da árvore versus condições do tronco foi investigada, buscando-se estimar uma possível relação de conflito entre exemplares de grande porte e redes de serviços aéreas. Para tanto, foram realizados levantamentos quali-quantitativos da vegetação em nove ruas da cidade (cinco túneis verdes e quatro vias controle). Foram efetuados 760 registros de 61 espécies vegetais, 25 nativas e 36 exóticas, agrupadas em 33 famílias botânicas perfazendo apenas cerca de 34 % das espécies arbóreas registradas em Porto Alegre. Estes dados alertam para a necessidade de implantação de arborização viária mais heterogênea e composta de plantas nativas. Os túneis verdes apresentaram menos espécies e indivíduos menos preservados que as vias controle, situação atribuída em parte à maior estatura da vegetação presente nos túneis. Como alternativa às situações que representam conflitos entre os exemplares de porte arbóreo e os serviços de infra-estrutura aéreos implantados nas vias, recomenda-se a adoção de rede compacta para distribuição de energia elétrica.

Palavras-chave: Arborização urbana, Diversidade e Levantamento florístico.

TREES ALONG STREETS - GREEN TUNNELS - IN PORTO ALEGRE, RS, BRAZIL: QUANTITATIVE AND QUALITATIVE EVALUATION

ABSTRACT – *This study aims to identify the tree species used along the streets named as green tunnels and to evaluate the conditions of this vegetation in those streets in Porto Alegre city, RS, due to the relevance of the presence of trees placed along streets and avenues in urban environments. The relationship between the size of the tree versus the condition of its trunk was investigated, aiming to estimate if there is a conflict between big trees and the aerial cable net. Qualitative and quantitative surveys of the vegetation were conducted in nine streets (five green tunnels and four control streets). We registered 760 individuals of 61 species of trees, 25 native and 36 exotic, grouped in 33 botanical families which corresponds to about 34% of the tree species registered for Porto Alegre. This result alerts to the necessity of the implantation of a more heterogeneous vegetation along the streets compound of native species. The green tunnels present less species and minor preserved individuals than the control streets. It can partially be explained by the higher of the trees present in the green tunnels. As an alternative to the bigger individuals and the aerial power cables conflict, we recommend the adoption of an aerial compact distribution networks for services distribution.*

Key words: Urban arborization, Diversity and Floristic survey

¹ Recebido em 19.11.2008 e aceito para publicação em 16.12.2010.

² Coordenadora do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Faculdade Dom Bosco de Porto Alegre, FDB, Brasil. E-mail: <salvilu@hotmail.com>.

³ Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUCPR, Brasil. E-mail: <l.hardt@pucpr.br>.

⁴ Programa de Pós-Graduação em Biociências - Zoologia, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, Brasil. E-mail: <crovedder@yahoo.com.br>.

⁵ Laboratório de Ornitologia do Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - MCTPUCRS. E-mail: <carla@pucrs.br>.

1. INTRODUÇÃO

Os benefícios gerados pelas áreas verdes urbanas podem ser considerados riquezas públicas que, em parte das situações, são intangíveis, mas enriquecedoras na vida dos cidadãos de modo geral (WOLF, 2004). Quanto à diversidade de contribuições que emanam da presença da flora em áreas urbanizadas, pode-se citar: redução dos danos causados pelas águas de chuvas torrenciais e economia de energia – 3 a 4 árvores no entorno de uma edificação podem reduzir os custos com refrigeração do ar por volta de 30 a 50% (ACT, 2006); redução da poluição atmosférica, proteção das encostas, ação sobre os microclimas urbanos, atuação como barreira acústica, promoção do equilíbrio psicossocial do homem (BIONDI e ALTHAUS, 2005; MASCARÓ e MASCARÓ, 2002; SOUTO, 2002) e ampla gama de funções de origem ecológica (SALVI, 2008; WHITFORD et al., 2001).

Em face da relevância dessas contribuições e de outras aqui não citadas, é fundamental que os cidadãos e os órgãos governamentais considerem todo o capital natural de uma cidade como parte da infraestrutura urbana, sendo gerenciadas de modo planejado e integrado, da mesma forma como acontece com os sistemas de saneamento, transporte, energia etc. (GIRLING e KELLETT, 2005; WOLF, 2004). Senna (2002) concorda com esse pensamento quando afirma ser necessária a existência de infraestrutura específica no município para a gestão das áreas verdes urbanas e que as cidades, independentemente de seu porte, devem possuir serviço municipal de administração que seja capaz de realizar ações de planejamento, implementação e gestão dessas áreas.

A arborização viária, elemento que integra o sistema de áreas verdes, deve receber atenção especial, uma vez que pode representar parcela expressiva da flora total em uma cidade – como é o caso de Porto Alegre, que possui acima de um milhão e trezentas mil árvores distribuídas em seus logradouros (PORTOALEGRE, 2008; SANCHOTENE et al., 1998). Parte dessa arborização forma estruturas paisagísticas peculiares da capital gaúcha, os chamados “túneis verdes”, que são resultantes da proximidade da densa vegetação disposta próximo ao calçamento.

A presença marcante da vegetação na malha urbana exige esforços contínuos em sua manutenção, justificando a realização de avaliações periódicas

sobre suas condições para seu adequado manejo e gerenciamento. De acordo com Biondi (2000), a avaliação da arborização urbana representa um dos elementos fundamentais para o planejamento adequado da arborização de ruas. Conforme essa autora, o monitoramento da arborização, o aperfeiçoamento das práticas de manejo, o diagnóstico para o replanejamento e o apoio para o planejamento de novas áreas vegetadas constituem os objetivos gerais desse tipo de avaliação.

Existem, entretanto, procedimentos distintos que podem ser adotados nessas avaliações. Segundo Milano e Dalcin (2000), os inventários para avaliação da arborização de ruas podem possuir caráter quantitativo, qualitativo ou qualiquantitativo. São as características apresentadas pelas cidades e os objetivos da avaliação que determinam o melhor sistema a ser adotado. Esses autores afirmaram 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 real conhecimento da situação da arborização, e destacaram a fundamental importância da realização de análises de caráter qualitativo para o conhecimento do estado da vegetação. Entre os vários benefícios desse 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 dessa vegetação.

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 e DALCIN, 2000). As informações a partir desses processos de avaliação são fundamentais para as ações de replanejamento dos planos de arborização, permitindo a seleção das espécies mais indicadas para cada situação urbana em particular, assim como o manejo adequado dos exemplares já existentes.

Este estudo teve como objetivos realizar o levantamento florístico de ruas caracterizadas como túneis verdes em Porto Alegre, verificar as condições fitossanitárias da vegetação componente dessas ruas e avaliar a possível existência de conflito entre o porte das árvores e a rede de serviços aérea.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Estudo de caso: a cidade de Porto Alegre e a seleção das vias arborizadas

Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul, localiza-se sob a latitude de 30°01'59''S e longitude de 51°13'48''W, com altitude de 4 m s.n.m. em seu marco rodoviário zero, na Praça Montevideu, no centro da cidade (MENEGAT et al., 1998). Os 83 bairros do município distribuem-se em 10 macrozonas, as quais abrigam uma população estimada em 1.440.939 habitantes (IBGE, 2006). A cidade foi eleita como estudo de caso por possuir acima de um milhão e trezentas mil árvores distribuídas em suas ruas e avenidas,

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

Notas: Túneis verdes: 1 – Rua da República; 2 – Rua Tomaz Flores; 3 – Rua General João Telles; 4 – Rua Dona Laura; 5 – Rua Machado de Assis, Vias controle: 6 – Rua Luís Afonso; 7 – Rua Santo Antônio; 8 – Rua Dona Laura; 9 – Rua Veríssimo Rosa. Áreas verdes: A – Praça Isabel, a Católica; B – Parque Farroupilha “Redenção”; C – Parque Moinhos de Vento “Pirão”; D – Praça Prof. Jacy C. Monteiro Coordenadas geográficas aproximadas.



Figura 1 – Imagem aérea parcial da cidade de Porto Alegre – RS – localização dos túneis verdes (linhas contínuas), ruas controle (linhas tracejadas) e áreas com expressiva vegetação na cidade (polígonos).

Figure 1 – Partial aerial image from Porto Alegre city - RS - localization of the green tunnels streets (continue lines), control streets (dotted lines) and nearby areas with significant vegetation in the city (polygons).

correspondendo a mais de 200 espécies entre nativas regionais e brasileiras ou, ainda, originárias de outras procedências (PORTOALEGRE, 2008; SANCHOTENE et al., 1998).

As cinco vias selecionadas para estudo apresentavam densa vegetação, composta, essencialmente, por exemplares de porte arbóreo, dispostos em ambos os passeios. A proximidade do plantio efetuado (décadas de 1930 e 1940 – SANCHOTENE et al., 1998) resultou na formação de uma tipologia paisagística recorrente na cidade de Porto Alegre, denominada túnel verde, presente em diversos bairros da capital.

A seleção dos túneis verdes 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) 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 etc., diferenciando-se, basicamente, por ser destituída de vegetação que produz o efeito de túnel (Figura 1).

A Rua Santo Antônio (Figura 1) serve de controle aos dois túneis (Ruas Tomaz Flores e General João Telles) por se localizar praticamente de modo equidistante a ambos e possuir similaridades estruturais e apresentar vegetação arbórea rarefeita dispersa em seus passeios.

2.2. Coleta de dados da vegetação

A coleta de dados da vegetação ocorreu nos meses de março, abril, maio, setembro, outubro e dezembro de 2007. As atividades de levantamento não obedeceram a uma periodicidade, uma vez que esse fator não era relevante para o registro das espécies vegetais nas vias.

Nas saídas de campo, foi utilizado o seguinte material: prancheta, planilhas, trena metálica de 3 m, sacos plásticos para eventual coleta de amostras, fita adesiva e máquina fotográfica digital marca Sony, modelo S-500.

As planilhas empregadas no trabalho de campo possuíam lacunas para o preenchimento das seguintes informações: a) localização do túnel, número da planilha e data do levantamento; b) número da amostra; c)

localização da árvore, ao lado direito ou esquerdo da via; d) nome científico da espécie vegetal; e) porte do espécime (pequeno – até 4 m; médio – entre 4 e 7 m; grande – acima de 7 m – PORTO ALEGRE, 1998); e f) condições físicas e fitossanitárias aparentes das estruturas vegetais, copa (C), tronco (T) e raiz superficial (R), considerando três categorias: boa (1), regular (2) e ruim (3).

Todos os túneis verdes e vias-controle selecionados foram percorridos a pé, com o início das atividades 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.

Cada árvore recebeu um número e foi identificada por espécie. Os vegetais desconhecidos foram fotografados (imagens de exemplar inteiro e detalhes de tronco e copa) e tiveram um ramo colhido e acondicionado em saco plástico com a respectiva identificação (abreviatura da rua seguida da numeração atribuída ao exemplar). Esse 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 (2002ab) e Lorenzi et al. (2003), entre outras que seguem o sistema de classificação APG II. Plantas arbustivas ou trepadeiras que se encontravam sobre as árvores também foram identificadas, recorrendo-se a Lorenzi e Souza (2001). Se após esse 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 essa avaliação foi feita de forma aproximada, uma vez que para realizá-la tomaram-se como referência aspectos como a altura da edificação mais próxima (considerando-se cada pavimento com 3 m) e a proximidade com as redes aéreas de serviços.

Por fim, realizou-se 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 dessas ações.

Com relação ao **tronco**, 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 essas condições, o tronco 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 ruim foi atribuída àqueles troncos que sofreram quatro podas ou mais e apresentavam lesões ou quebras resultantes de choques com veículos ou possuíam necroses.

A **raiz** superficial (elemento avaliado com relação à sua interação com o mobiliário e infraestrutura urbana) 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 infraestrutura (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. A raiz foi considerada em estado regular quando uma das condições anteriores não era atendida, e ruim no caso de duas ou mais.

Exemplares vegetais encontrados mortos não foram classificados em categorias, sendo apenas identificados em nível de espécie. A relação destes exemplares consta nas Figuras 2 e 3 como “não avaliados”.

2.3. 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*.

Na análise qualitativa foram avaliados os aspectos fitossanitários dos vegetais, formando um panorama do estado geral da arborização. Analisaram-se as condições de copa, tronco e raiz, sendo os resultados

extraídos do banco de dados anteriormente citado expressos em números absolutos e em porcentagens. Na avaliação dos troncos dos vegetais foram consideradas duas situações: a totalidade das amostras e a seleção de troncos com altura igual ou superior a 6 m. Nesse segundo caso, procurou-se investigar possível relação de conflito entre o estado apresentado pelos exemplares e o estabelecimento da rede aérea de serviços implantada nas vias.

3. RESULTADOS

Nos levantamentos da vegetação realizados foram abordadas questões de taxonomia e contempladas avaliações quantitativas e qualitativas, sugeridas por Milano e Dalcin (2000). Esses critérios conduziram para a leitura da situação real da arborização, reunindo subsídios para possíveis intervenções futuras. Como resultado dos levantamentos da composição vegetal de cinco túneis verdes e quatro trechos-controle ao longo de 4.760 m de vias (ver Figura 1), tem-se o registro de 760 exemplares vegetais, pertencentes a 61 espécies, 25 nativas e 36 exóticas, agrupadas em 33 famílias botânicas distintas (Tabela 1). Ressalta-se que as 61 espécies levantadas correspondem a cerca de 34% das espécies arbóreas registradas na cidade e que entre os túneis verdes a homogeneidade da flora é elevada, havendo a predominância de poucas espécies, como *Jacaranda mimosifolia* e de *Tipuana tipu*. Entre os túneis, essas duas espécies eram as de maior ocorrência, com variação entre 67,6% e 88,9%, compondo o que poderia ser comparado a uma “monocultura arbórea” urbana.

Monocultura arbórea pode ser também observada quando se avalia a representatividade de cada uma das espécies sobre o total de registros efetuados nas nove vias: *Jacaranda mimosifolia*, representando 48% do total, *Tipuana tipu* – 10,9%, *Lagerstroemia indica* – 10,7%, *Ligustrum lucidum* – 5,8% e outras 57 espécies distribuídas nos 24,6% restantes.

Além da questão que envolve elementos quantitativos da vegetação, aspectos de ordem qualitativa foram avaliados. Os resultados relativos às condições de raiz superficial, copa e tronco das espécies vegetais nos túneis verdes e vias-controle são descritos a seguir.

Condições de raiz superficial – A Figura 2 demonstra que a grande maioria dos exemplares, tanto nos túneis verdes quanto nas vias-controle,

possuía 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 desenvolvimento e não estavam em conflito com redes subterrâneas de infraestrutura, não foi aplicada a avaliação segundo os critérios de boa, regular e ruim. As vias que apresentavam o maior número de indivíduos classificados segundo essas três categorias (apenas 31 avaliações) foram a Rua da República (túnel formado por jacarandá-mimoso – *Jacaranda mimosifolia*) e a Rua Machado de Assis (túnel formado por tipuanas – *Tipuana tipu*).

Importante ressaltar que na Rua da República foram efetuados 31 registros de avaliações de raízes sobre um total de 177 exemplares vegetais (17,5%) e na Rua Machado de Assis, sobre 81 exemplares. Nesse aspecto, a Rua Machado de Assis se destacou como a via que apresentava maior proporção de casos de condições inadequadas das raízes dos vegetais (38,3%), situação que pode ser parcialmente explicada pela maior necessidade de área disponível para o crescimento das raízes de *Tipuana tipu*, espécie de grande porte compondo 88,9% dos registros de vegetação efetuados na via.

Condições de copa – Em quatro dos cinco túneis verdes estudados, a classificação de copa **regular** foi 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 na Rua Dona Laura, cuja maioria dos exemplares vegetais (num total de 45 – 57,0%) tinha a copa avaliada como **boa** (Figura 2).

Em todas as vias-controle, a avaliação de copa na categoria **boa** era 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** apresentava baixa incidência entre as árvores avaliadas, com 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 2).

Tabela 1 – Síntese dos resultados obtidos nos levantamentos realizados em Porto Alegre, 2007.
Table 1 – Synthesis of the results obtained in surveys in Porto Alegre, 2007.

ESPÉCIE NOME COMUM	ESPÉCIE NOME CIENTÍFICO	ORIGEM	VIAS DE ESTUDO								
			JT	TF	SA _{-c}	RE	LA _{-c}	DL	DL _{-c}	MA	VR _{-c}
abacateiro	<i>Persea americana</i> Mill.	N	-	-	-	-	-	-	1	1	-
aleluia	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	N	-	-	-	1	-	-	-	-	-
amarelinha	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. Ex Kunth	N	-	-	1	2	-	-	-	-	-
ameixa-amarela	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.)	ex	-	-	-	2	-	-	-	-	-
amoreira-branca	<i>Morus alba</i> L.	ex	-	-	-	-	-	-	1	-	-
amoreira-preta	<i>Morus nigra</i> L.	ex	-	-	-	1	-	-	-	-	1
aroeira-vermelha	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	N	1	-	-	-	-	-	1	-	-
begônia-metálica	<i>Begonia aconitifolia</i> A. de Candolle	N	-	-	-	1	-	-	-	-	-
cambuí	<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.)	N	-	-	-	-	1	-	-	-	-
camélia	<i>Camellia japonica</i> L.	ex	-	1	-	-	-	-	-	-	-
canafístula	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.)	N	-	-	-	-	-	-	2	-	1
canela-da-índia	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Blume.	ex	-	1	-	-	-	-	-	-	-
capororoca	<i>Rapanea gardneriana</i> (A. DC.) Mez.	N	1	-	-	-	-	-	-	-	-
cedro-branco	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	N	1	-	-	-	-	-	-	-	-
cerejeira-do-rio-grande	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	N	-	-	-	-	1	-	-	-	1
chal-chal	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	N	-	-	-	-	-	1	-	-	-
chapéu-de-napoleão	<i>Thevetia thevetioides</i> (Kunth) K. Schum	ex	-	-	-	1	-	-	-	-	-
chefflera-pequena	<i>Schefflera arboricola</i> L.	ex	-	-	-	1	-	-	-	-	-
chorão	<i>Salix babylonica</i> L.	ex	-	-	-	1	1	-	-	-	-
chuva-de-ouro	<i>Cassia fistula</i> L.	ex	-	-	-	-	-	-	-	-	3
cinamomo	<i>Melia azedarach</i> L.	ex	-	-	-	-	-	-	-	-	8
cocão	<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E. Schulz	N	1	-	-	-	-	1	-	-	-
espirradeira	<i>Nerium oleander</i> L.	ex	-	-	-	-	4	-	-	-	1
extremosa	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	ex	3	-	6	3	25	1	7	-	36
falsa-murta	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack.	ex	-	-	-	-	2	-	-	-	-
figus	<i>Ficus benjamina</i> L.	ex	-	-	-	3	1	-	1	1	1
figueira-de-folha-miúda	<i>Ficus organensis</i> Miq.	N	1	-	-	-	-	-	-	-	-
flamboyant	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	ex	-	-	-	-	-	ex	-	-	2
fruta-do-conde	<i>Annona squamosa</i> L.	ex	1	-	-	-	-	-	-	-	-
goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.	N	1	-	-	1	1	-	-	-	1
grandiúva	<i>Celtis australis</i> L.	ex	1	-	-	1	-	-	-	-	1
guajuvira	<i>Patagonula americana</i> L.	N	-	-	-	-	-	-	-	1	-
guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	N	-	-	-	1	-	-	-	1	6
hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	ex	-	4	1	1	2	-	-	-	9
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. DC.) Standl.	ex	N	1	1	4	1	-	-	2	2
ipê-roxo	<i>Tabebuia avellanedae</i> L.	N	-	2	-	13	-	-	5	-	2
iuca-elefante	<i>Yucca elephantipes</i> Regel.	ex	-	-	-	4	-	-	-	-	-
jacarandá-mimoso	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	ex	73	76	4	119	-	71	4	-	18
jambo-amarelo	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston.	ex	1	-	-	-	-	-	-	-	-
jambolão	<i>Syzygium cumini</i> L.	ex	-	-	1	-	-	-	-	-	-
jasmim-manga	<i>Plumeria rubra</i> L.	ex	-	-	-	-	-	-	-	-	1
jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	N	-	-	-	1	1	-	-	-	1
ligustro	<i>Ligustrum lucidum</i> W. T. Aiton	ex	3	-	4	-	13	1	8	4	11
limoeiro	<i>Citrus</i> sp.	ex	-	-	-	-	1	1	-	-	1

Continua ...
Continued ...

Tabela 1 – Cont.
Table 1 – Cont.

magnólia-branca	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	ex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
malvaisco	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	ex	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
manacá-de-cheiro	<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don.	N	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
paineira	<i>Chorisia speciosa</i> A. St.-Hil.	N									1	
palmeira-escada	<i>Archonothophoenix alexandrae</i> (F.Muell.) H.Wendl. & Drudee	ex	4					2				
pata-de-vaca	<i>Bauhinia</i> sp.	ex									1	1
pau-brasil	<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	N	1									
pau-d'água	<i>Dracaena fragrans</i> L.	ex		1								
perna-de-moça	<i>Brachychiton populneum</i> (Schott & Endl). R. Br.	ex									1	1
pingo-de-ouro	<i>Duranta repens</i> L.	N				1	1				6	
pinos	<i>Pinus elliottii</i> Engel.	ex										1
pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i> L.	N	1	2	2	4	1	3				
plátano	<i>Platanus acerifolia</i> (Aiton) Willd.	ex	2									
sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	N	1			1						
tamareira-das-canárias	<i>Phoenix canariensis</i> Hort. ex Chabaud	ex	1									
tipuana	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	ex						11				72
uva-do-japão	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	ex									2	
NÚMERO DE EXEMPLARES VEGETAIS			99	89	23	177	57	79	42	81	113	
NÚMERO DE ESPÉCIES DISTINTAS			19	9	8	24	15	7	14	7	25	
PORCENTAGEM DE ESPÉCIES EXÓTICAS (%)			89.9	94.4	69.6	84.1	89.5	93.7	57.1	96.3	86.6	
PORCENTAGEM ESPÉCIE DE MAIOR OCORRÊNCIA (%)			73.7	85.4	26.1	67.6	43.8	88.6	19.0	88.9	32.1	

Notas: JT - General João Telles; TF - Tomaz Flores; SA_C - Santo Antônio (controle); RE - República; LA_C - Luiz Afonso (controle); DL - Dona Laura; DL_C - Dona Laura (controle); MA - Machado de Assis; VR_C - Veríssimo Rosa (controle). N - espécie nativa brasileira; ex - espécie exótica. Célula destacada em cinza: espécie vegetal de maior representatividade na via.

Condições de tronco – A classificação de tronco em estado **regular** foi a situação de maior frequência entre os vegetais dos 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 coube à Rua da República, onde o maior grupo verificado foi o de árvores com troncos classificados como **ruins** (77 – 43,5% – Figura 2).

Entre os controles, as três condições – boa, regular e ruim – destacaram-se: **boa** – Ruas Dona Laura (27 – 64,3%) e Santo Antônio (14 – 60,9%); **regular** – Luiz Afonso (23 – 40,3%); e **ruim** – Veríssimo Rosa (46 – 40,7%). Entretanto, na Rua Veríssimo Rosa esse resultado quase se igualou ao das avaliações positivas (45 exemplares vegetais, ou seja, 39,8% das amostras com troncos em **bom** estado – Figura 2).

Entre os túneis verdes, a maior parte da vegetação apresentava copas e troncos regulares, enquanto nas vias-controle predominavam os vegetais com copas em bom estado. Em relação à avaliação dos troncos da vegetação das vias-controle, as três condições propostas se destacaram (bom, regular e ruim).

Enquanto a análise das copas dos vegetais demonstrava baixo índice de avaliações negativas, a porcentagem de troncos classificados como ruins era mais elevada, tanto nos túneis quanto nas vias-controle (Tabela 2).

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 essa razão, podem ter conflitos com redes aéreas de serviços) resultou 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 2).

Tabela 2 – Análise qualitativa das árvores dos túneis verdes e vias controle realizada em Porto Alegre, 2007, baseada em porcentagens (%) de avaliações negativas de copas e troncos (amostras totais e amostras com vegetais de altura igual ou superior a 6 m).

Table 2 – Qualitative analysis of green tunnels and street controls trees in Porto Alegre, 2007, based on percentage (%) of negative canopy and trunk evaluations (Comparison of bad trunks in total and selected 6 m and higher trees).

	DL	DL_C	TF	JT	SA_C	RE	LA_C	MA	VR_C
Copa - % ruim	10,1	4,8	16,8	21,2	0,0	7,9	10,5	4,9	14,
Tronco - amostratotal % ruim	7939,2	4216,6	8933,7	9934,3	2313,0	17743,5	5726,3	8113,6	11340,7
Tronco - amostrah >= 6% ruim	7241,7	1931,6	7739,0	8836,4	728,6	14649,3	1435,7	7514,7	3636,1

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

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

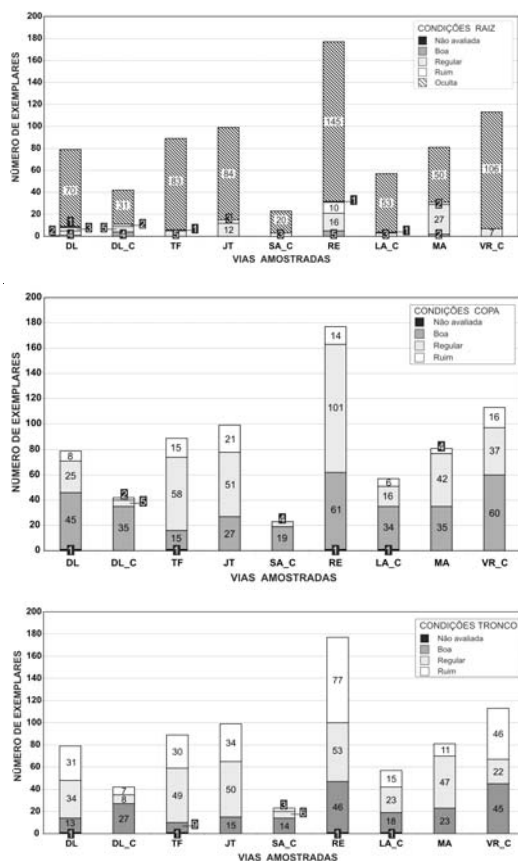


Figura 2 – Classificação das condições de raiz, copa e tronco apresentadas pelas árvores existentes nos túneis verdes e ruas controle em Porto Alegre, 2007.

Figure 2 – Classification of root, canopy and trunk conditions of trees present in green tunnels and control streets in Porto Alegre, 2007.

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

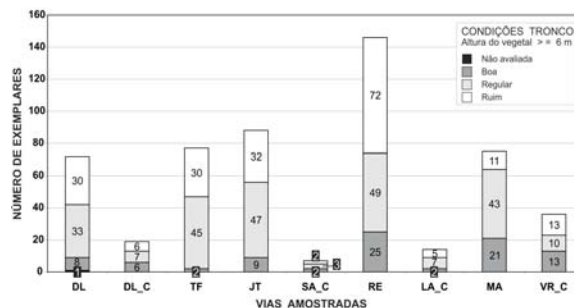


Figura 3 – Classificação das condições de tronco apresentadas pelas árvores em cada túnel verde e suas ruas controle em Porto Alegre, 2007 – análise de exemplares com altura igual ou superior a 6 m.

Figure 3 – Classification of vegetation trunk conditions in trees of each green tunnels and its controls in Porto Alegre, 2007 - analysis of 6 m and higher trees.

A Tabela 1 demonstra ainda que, com exceção da Rua Veríssimo Rosa, as porcentagens de avaliações **ruins** são predominantes, sendo o crescimento mais expressivo entre as vias- controle. Estas e demais variações expressas em números absolutos estão ilustradas na Figura 3.

4. DISCUSSÃO

A baixa diversidade de espécies vegetais constatada – verificada principalmente entre os túneis verdes – alerta para a necessidade de implantação de arborização viária mais heterogênea, preferencialmente composta de plantas nativas, contribuindo para o aumento da complexidade da vegetação. Segundo Silva e Bortoleto

(2005), a homogeneidade da flora urbana é característica comum nas cidades brasileiras e um fator que coloca em risco a própria integridade das populações vegetais nesses ambientes.

Não somente aspectos quantitativos, mas também qualitativos, como o porte da vegetação, o formato da copa e as características do sistema radicial, devem ser considerados na seleção das espécies adequadas à arborização urbana, principalmente a viária (BIONDI, 2000). O permanente monitoramento dessa vegetação por meio de levantamentos, como os realizados por este trabalho, é essencial para a reunião de subsídios que possam nortear o adequado gerenciamento das áreas verdes nos municípios.

Os dados desta pesquisa demonstram que os registros de danos sobre as raízes são mais frequentes nos exemplares arbóreos pertencentes às espécies de *Jacaranda mimosifolia* e *Tipuana tipu*, espécies predominantes nas Ruas da República e Machado de Assis, respectivamente.

De forma geral, os túneis verdes apresentavam indivíduos menos preservados (copas e troncos), o que pode ser atribuído à maior estatura da vegetação presente e também à idade dos exemplares, a qual variava entre 70 e 80 anos. Apesar desses fatores, a condição mais frequente da vegetação nos túneis era a regular, tanto em copas quanto em troncos. Já nas vias-controles as três condições variavam de acordo com cada uma das ruas. A seleção de exemplares com porte igual ou superior a 6 m reduziu significativamente a amostra de indivíduos nas vias-controle (menos da metade da amostra), apontando para a existência de vegetação de porte inferior àquela existente nos túneis verdes. Cabe ressaltar que a arborização que desenvolve altura superior a 5 m alcança a rede de serviços aérea e está sujeita às podas de condução pelas concessionárias, processo que deforma os vegetais e, em muitas situações, compromete sua integridade e desenvolvimento. Os dados coletados na Rua da República (túnel verde) corroboram essa explicação, uma vez que essa era a única via que possuía rede de serviços aérea em ambos os passeios e sujeita a podas frequentes, fator que contribuiu para que a maior parte da vegetação fosse classificada com troncos ruins (Figura 3). Entretanto, a Rua Veríssimo Rosa pareceu contrariar a associação entre “porte do vegetal X condições do tronco”, possivelmente em razão de podas realizadas

independentemente do porte apresentado. Essa situação foi observada em toda a extensão da via e, inclusive, objeto de reclamações de alguns moradores locais durante a execução do trabalho de campo.

Com relação às espécies vegetais empregadas em arborização viária, é correto afirmar que, quanto maior o porte do exemplar vegetal selecionado para o plantio, maior a chance de interferência sobre os demais serviços urbanos, relação comprovada a partir dos dados desta pesquisa. Entretanto, a utilização apenas de exemplares de porte reduzido não constitui a solução ideal, uma vez que grande parcela dos benefícios gerados pela arborização – entre os quais se pode citar o conforto térmico – está diretamente associada à massa foliar dos vegetais. Vegetação de grande porte, como a responsável pela formação de túneis verdes, contribui de modo relevante para esse aumento da massa foliar localizada nos logradouros, representando alternativa para o incremento de áreas verdes em ambientes construídos.

As contribuições prestadas pela vegetação em ambientes urbanizados devem constituir elementos suficientes para impulsionar a busca de alternativas para as situações que representam conflitos entre os diversos serviços de infraestrutura. A adoção de rede compacta para distribuição de energia elétrica é um bom sistema a ser adotado, uma vez que diminuirá o número de podas da vegetação e a consequente manutenção da integridade dos vegetais de porte arbóreo que se encontram nos logradouros sob a fiação. Velasco et al. (2006) demonstraram que a implementação de redes de distribuição aérea compacta representa, atualmente, alternativa viável aos municípios, uma vez que o sistema apresenta custo de implantação semelhante ao da rede convencional, com a vantagem de reduzir de 80% a gastos com manutenção.

5. CONCLUSÕES

A realização periódica de levantamentos quali-quantitativos da vegetação é essencial para a avaliação da arborização urbana que se encontra permanentemente exposta às pressões do ambiente construído. Além do diagnóstico das condições dessa vegetação, os dados consistem em subsídios relevantes ao planejamento de novas áreas vegetadas nas cidades.

Conforme demonstrado nesta pesquisa, observou-se a tendência de utilização de reduzida diversidade de espécies arbóreas em vias, especialmente em estruturas paisagísticas denominadas túneis verdes, em que a homogeneidade da flora se mostra evidente.

Avaliações qualitativas da vegetação evidenciaram que túneis verdes apresentam arborização com copas e troncos regulares e raízes ocultas ou regulares; vias-controladas possuem copas boas, troncos nas três condições de qualidade e raízes ocultas; exemplares com porte superior a 6 m exibem piores situações de troncos, demonstrando a existência de associação entre o porte do vegetal e a sua integridade.

A arborização de grande porte empregada em projetos de arborização viária alcança as redes aéreas de serviços, fazendo que as concessionárias realizem maior número de podas, entretanto a adoção de rede compacta para distribuição de energia elétrica constitui alternativa adequada para a diminuição dos conflitos dessa natureza.

6. AGRADECIMENTOS

A Eraldo Barboza, do Museu Botânico Municipal de Curitiba, e Rosana Moreno Senna, do Departamento de Botânica da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, pelo auxílio na identificação de exemplares vegetais; a Harry Alberto Bollmann e Fábio Duarte – professores do Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PPGTU, pelas orientações; à Carmen Suzana Martins, do Laboratório de Botânica da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, pelo empréstimo de bibliografia; à Fundação O Boticário de Proteção à Natureza – FBPN, pelo apoio e financiamento desta pesquisa; à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico do Paraná, pela bolsa de mestrado concedida; e ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da PUCPR, ao Instituto Internacional de Gestão Técnica do Meio Urbano – GTU e ao Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, pelo suporte logístico.

7. REFERÊNCIAS

ALLIANCE FOR COMMUNITY TREES – ACT. **The value of trees.** Maryland, 2006. Disponível em: <<http://actrees.org/site/resources/index.php>>. Acesso em: 20 jul. 2007.

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

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

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

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: 2 out. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **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.

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

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

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

LORENZI, H. et al. **Árvores exóticas no Brasil:** madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003.

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

MENEGAT, R. et al. 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.

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

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

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.

SALVI, L. T. **Contribuições para gestão urbana: corredores de vegetação para avifauna em Porto Alegre, RS.** 2008. 196f. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008.

SANCHOTENE, M. C. et al. 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.

SILVA, D. F.; BORTOLETO, S. Uso de indicadores de diversidade na definição de plano de manejo da arborização viária de Águas de São Pedro – SP. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.973-982, 2005.

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, 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.

VELASCO, G. D. N.; LIMA, A. M. L. P.; COUTO, H. T. Z. Análise comparativa dos custos de diferentes redes de distribuição de energia elétrica no contexto da arborização urbana. **Revista Árvore**, v.30, n.4, p.679-686, 2006.

WHITFORD, V.; ENNOS, A. R.; HANDLEY, J. F. “City form and natural process” – indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK. **Landscape and Urban Planning**, v.57, p.91-103, 2001.

WOLF, K. L. O valor econômico e social das florestas urbanas. **Revista de Agricultura Urbana**, n. 13, PAGINAS, 2004.

