

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA E POR MEIO DE SISTEMA
DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DA ARBORIZAÇÃO DO
QUADRILÁTERO CENTRAL DE RIBEIRÃO PRETO, SP**

Gustavo de Nobrega Romani
Engenheiro Agrônomo

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA E POR MEIO DE SISTEMA
DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DA ARBORIZAÇÃO DO
QUADRILÁTERO CENTRAL DE RIBEIRÃO PRETO, SP**

Gustavo de Nobrega Romani

Orientadora: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Co-orientador: David Luciano Rosalen

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal)

2014

R758a Romani, Gustavo de Nobrega
Avaliação quali-quantitativa e por meio de sistema de informações geográficas da arborização do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP / Gustavo de Nobrega Romani. – – Jaboticabal, 2014

xiv, 95 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014

Orientadora: Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Co-orientador: David Luciano Rosalen

Banca examinadora: Renata Gimenes, Renata Bachin Mazzini Guedes, Claudia Fabrino Machado Mattiuz, Paulo Hercilio Viegas Rodrigues

Bibliografia

1. Árvores Urbanas. 2. Fitossociologia. 3. Ilha de Calor. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 634.0.2:502.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GUSTAVO DE NOBREGA ROMANI – nascido em 7 de dezembro de 1982 em Ribeirão Preto, SP. Filho de Aginaldo Sebastião Romani e Aurea Maria Marques de Nobrega Romani. cursou o segundo grau na Escola Thomaz Alberto Whattely na cidade de Ribeirão Preto, SP. Ingressou no curso de Agronomia em 2003, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Jaboticabal. Foi bolsista de iniciação científica no período de 2004 a 2007. Obteve o título de Engenheiro Agrônomo em fevereiro de 2008. Em agosto de 2009, ingressou no curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal), pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Jaboticabal. Recebeu o título de Mestre em março de 2011. Em março de 2011, ingressou como bolsista CNPq (Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) no curso de Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal), pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Jaboticabal.

“Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?”

Fernando Pessoa

Dedico

Aos meus pais Aginaldo Sebastião Romani e Aurea Maria Marques de Nobrega, que foram pessoas dedicadas e amorosas na formação da minha personalidade e educação.

As minhas tias Célia Rita Romani e Maria Romani, pelos anos de investimento e credibilidade, e aos meus irmãos Rodnei de Nobrega Romani e Cristina Zayra de Nobrega Romani, pela constante presença em minha vida, alegrando os meus dias.

E a minha orientadora Kathia Fernandes Lopes Pivetta, pelos anos de investimento e credibilidade e por acreditar em meu potencial.

Muito obrigado a todos!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela constante presença em minha vida, me dando força e sabedoria nos momentos de dificuldade, e me mostrando o caminho certo a percorrer.

À minha orientadora Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta, pelo apoio e direção que tem me dado todos esses anos.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela concessão da bolsa de estudo, sem a qual este trabalho não seria possível.

Em especial para dois colegas de trabalho que contribuíram para que este trabalho acontecesse: Renata Gimenes e Diego Silva Siqueira, obrigado a vocês dois pelas horas de ajuda e companheirismo. Muito obrigado meus amigos.

Aos meus amigos da Pós-graduação, Daniela Merida, Gilberto Rostirolla Batista de Souza, Gisele Sales Batista, Marcos Vieira Ferraz, Renata Bachin Mazzini Guedes, Renata Gimenes e Vanessa Cury Galati, que estiveram ao meu lado dividindo experiências e momentos de trabalho e de alegria.

Aos meus amigos da graduação, Newton e Reinaldo, obrigado pela amizade e ajuda nos trabalhos.

Aos membros da banca examinadora da qualificação e da defesa, Maria Esmeralda Soares Payão Demattê, Claudia Fabrino Machado Mattiuz, Sérgio Valiengo Valeri, Marcos Vieira Ferraz, pelas sugestões e correções, contribuindo para o aprimoramento deste trabalho.

E finalmente, agradeço a todos que colaboraram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1.1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	1
1.2. REVISÃO DE LITERATURA	2
1.2.1. A importância da arborização urbana	2
1.2.2. Planejamento da arborização viária urbana	4
1.2.3. Levantamentos arbóreos	7
1.2.4. Uso dos sistemas de informações geográficas (SIG) na avaliação da arborização urbana	9
1.2.5. Ilhas de calor	10
1.2.6. Impermeabilização do Solo	12
1.3. REFERÊNCIAS	13
CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA DO QUADRILÁTERO CENTRAL DE RIBEIRÃO PRETO, SP, BRASIL	22
2.1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	22
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	23

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
2.3.1. Análise Florística e Fitossociológica	29
2.3.2. Avaliação quantitativa	41
2.4. CONCLUSÕES	59
2.5. REFERÊNCIAS	60

Capítulo 3. ANÁLISE DA ARBORIZAÇÃO DO QUADRILÁTERO CENTRAL DO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO, SP, POR MEIO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)	67
3.1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	67
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	72
3.2.1. Localização e caracterização da área	72
3.2.2. Índice de Vegetação (NDVI)	74
3.2.3. Índice de Construção (NDBI)	74
3.2.4. Temperatura Estimada	75
3.2.5. Modelo Digital de Elevação (MDE)	75
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
3.3.1. Índice Normalizado de Diferença de Vegetação (NDVI)	76
3.3.2. Índice Normalizado de Diferença de Construção (NDBI)	82
3.3.2. Temperatura Estimada	83
3.3.3. Modelo Digital de Elevação	86
3.4. CONCLUSÕES	90
3.5. REFERÊNCIAS	90

ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA E POR MEIO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DA ARBORIZAÇÃO DO QUADRILÁTERO CENTRAL DE RIBEIRÃO PRETO, SP

RESUMO – A vegetação no ambiente urbano consiste em um importante fator de qualidade para uma cidade e mantê-la de forma adequada nos centros urbanos reduz transtornos causados pelos excessos da construção civil que, ao retirar a vegetação original, altera o microclima local além de causar transtornos aos ciclos biológicos da fauna e flora. A avaliação quantitativa e qualitativa dos exemplares arbóreos presentes nas cidades fornece dados para a tomada de decisão de planos diretores de arborização urbana dos municípios, ajudando na melhoria do ambiente em favor dos próprios cidadãos. O quadrilátero central de Ribeirão Preto (SP) tem grande valor histórico-cultural para o município, pois foi desta área que se iniciou o crescimento da cidade. Desta forma, objetivou-se fazer o levantamento fitossociológico e quali-quantitativo das árvores e palmeiras encontradas nas vias públicas do quadrilátero central de Ribeirão Preto (SP) e por meio de mapas Landsat TM detectar o crescimento ou diminuição da arborização ao longo dos anos, observando possíveis ilhas de calor pela análise de mapas de temperatura. O total de exemplares arbóreos e palmeiras foram de 1.832 indivíduos, pertencentes a 89 espécies, 72 gêneros e 35 famílias botânicas. Embora o local apresente arborização com boa diversidade de espécies, verificada pelo índice de Shannon-Weaver (3,37), a maior parte das espécies encontradas não é endêmica do Brasil, e são de pequeno e médio porte. Foi observado que os maiores problemas com relação ao projeto da arborização foram podas inadequadas, covas mal dimensionadas e excessivo espaçamento entre plantas. Entre os anos de 1984 a 2011 houve uma redução média de 70% no índice de vegetação das praças, exceto para a Praça das Bandeiras, que teve um aumento de 64,29%. A temperatura média no centro das praças é cerca de 1 a 2 °C menor do que em região que as circundam em 150 – 200 m. O Modelo Digital de Elevação (MDE) pode ser utilizado no planejamento de praças em locais em início de urbanização, identificando quais os locais para construção de praças e áreas verdes, a fim de melhorar a infiltração de água no solo e não sobrecarregar o sistema de drenagem pluvial. Embora diversa, a arborização do quadrilátero central necessita de cuidados, principalmente, por conta de problemas oriundos do planejamento de plantio das árvores e palmeiras que estão muitas vezes em locais inadequados e com espaçamento insuficiente. Finalmente, pode-se concluir que o uso das ferramentas do Sistema de Informações Geográficas (SIG) é de grande valia para uma avaliação macro da arborização local e, especificamente, o MDE pode ser utilizado para projeção de áreas verdes em planejamentos futuros.

Palavras-chave: Árvores Urbanas, Fitossociologia, Ilha de Calor, Normalized Difference of Building Index, Normalized Difference of Vegetation Index

**QUALI-QUANTITATIVE SURVEY AND USE OF GEOGRAPHICAL
INFORMATION SYSTEM OF AFFORESTATION IN RIBEIRÃO PRETO
CENTRAL TOWN, SÃO PAULO STATE, BRAZIL**

ABSTRACT – Vegetation in urban environments is essential as a city quality element, and its proper maintenance reduces disturbances caused by building trade excesses, which removes native woods, changing local microclimate other than flora and fauna biological cycle alterations. Quantitative and qualitative survey of arboreal specimens of cities provides useful data for decision making of afforestation master plans, helping to improve urban environment citizen benefit. Ribeirão Preto city downtown holds great historical and cultural importance, since it was where the city began to grow. In this way, we aimed to conduct a phytosociological and quali-quantitative survey of trees and palms along the streets; and through Landsat TM local maps, detect vegetation growth or decline over the years, and observing possible heat island formations through temperature map analysis. Total tree and palm individuals were 1832 split into 89 species, 72 genera and 35 botanical families. Although the area presents high species diversity, verified by Shannon-Weaver index (3.41), most species are not Brazil-native, in small and medium heights. We observed that the major afforestation problems were related to inadequate pruning, poorly dimensioned planting holes and excessive spacing between plants. There was an average 70% reduction of NDVI of most squares between 1984 and 2011, except for Bandeiras that had 64.29% increase of it. Average temperature in squares was about 1 to 2 °C lower than in the surrounding area until 150-200 meters far. Digital Elevation Model (DEM) can be used in forward square planning of neighborhoods, identifying appropriate locations to set squares, parks and green areas in order to improve water infiltration into the soil without overloading storm drainage system. Although diverse, the afforestation on the central quadrangle needs attention, especially for problems related to tree and palm plantation planning. Finally, it can also be concluded that the Geographic Information System (GIS) tool use has great value for macro assessment of local trees; regarding the Digital Elevation Model (DEM), it can be used for future green areas planning.

Key-words: Heat Island, Normalized Difference of Building Index, Normalized Difference of Vegetation Index, Phytossociology, Urban Forestry

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Nome científico, nome comum, família botânica e total de indivíduos de cada espécie de árvore e palmeira inventariada no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP, Brasil.....	30
Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos dos indivíduos arbóreos localizados no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP. (NI – número de indivíduos; % - porcentagem de indivíduos; AB – área basal (m ²); DA – densidade absoluta; DR – densidade relativa (%); FA – Frequência Absoluta, FR – Frequência Relativa, DoA – Dominância Absoluta; DoR – dominância relativa (%); IVC - índice de valor de cobertura; IVI - índice de valor de importância).....	36
Tabela 3. Ruas do quadrilátero central, Ribeirão Preto/ SP, com número variável de árvores por km e espaçamento médio.....	43
Tabela 4. Estado geral das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.....	47
Tabela 5. Equilíbrio geral das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.....	47
Tabela 6. Fitossanidade das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.....	49
Tabela 7. Injúrias das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.....	51
Tabela 8. Local geral e localização relativa das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.....	52
Tabela 9. Conflitos com equipamentos urbanos das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.....	53

Tabela 10. Afloramento de raízes das árvores e palmeiras inventariadas no Quadrilátero Central, Ribeirão Preto, SP.	56
Tabela 11. Ações realizadas nas árvores inventariadas do quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.....	57
Tabela 12. Variação de NDVI ao longo dos anos de 1984, 2006 e 2011 para as áreas avaliadas.	80
Tabela 13. Variação de temperatura entre o interior e exterior das praças nos anos de 1984, 2006 e 2011 para a área avaliada do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.....	84

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localização do polígono de estudo e identificação de áreas verdes e córregos no bairro avaliado.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 2. Formulário individual de análise quali-quantitativa adaptado de Silva Filho et al. (2002) para a avaliação da arborização viária do quadrilátero central da cidade de Ribeirão Preto, SP.	26
Figura 3. Indivíduos da espécie <i>Roystonea regia</i> (palmeira-real) (a); <i>Archontophoenix cunninghamiana</i> (palmeira-seafórtia)(b); e <i>Syagrus romanzoffiana</i> (palmeira-gerivá) (c), nas ruas Sete de Setembro, Garibaldi e Rui Barbosa, respectivamente, no quadrilátero central de Ribeirão Preto.	34
Figura 4. Indivíduos da espécie <i>Syagrus romanzoffiana</i> (gerivá) na Rua Rui Barbosa com Barão do Amazonas no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.	34
Figura 5. Distribuição de alturas das árvores e palmeiras inventariadas nas ruas do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP, Brasil.	44
Figura 6. Impedimento de transito de pedestres (a) e veículos (b) por altura da primeira bifurcação de árvores inferior a 1,8 m, Quadrilátero Central de Ribeirão Preto, SP.	45
Figura 7. Desequilíbrio de tronco (a) e copa (b) para indivíduos inventariados no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.	48
Figura 8. Indivíduos de alfeneiro-do-japão atacados por cupim e com porções ocas ao longo do tronco no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.	50
Figura 9. Ecologia das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.	51

Figura 10. Problemas com fiação elétrica nas vias inventariadas do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP. Atual (a); Potencial (b); e Ausente (c).	54
Figura 11. Emissão de galhos epicórmicos por podas malfeitas em indivíduo de <i>Cassia fistula</i> (cássia-imperial) na Rua Duque de Caxias no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.....	55
Figura 12. Qualidade das podas feitas na arborização das ruas do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.....	55
Figura 13. Podas leves (a) e pesadas (b) em indivíduos arbóreos inventariados no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.....	57
Figura 14. Ações recomendadas nas árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.....	59
Figura 15. Canteiros mal dimensionados no Centro de Ribeirão Preto, SP.....	59
Figura 16. Localização da área (a), modelo digital de elevação (b) e croqui da área de estudo (c).	73
Figura 17. Mapa raster obtidos de imagens Landsat – 5 TM com valores de NDVI para cada pixel, sendo o valor de 90 m ² (30 x 30 m) para o quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP, Brasil.....	77
Figura 18. Precipitação acumulada entre os anos de 2003 e 2011 para o município de Ribeirão Preto, SP. Fonte: CIIAGRO 2013.	78
Figura 19. Extração de árvores entre os anos de 2003 a 2011 no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP. Dados fornecidos pela SMA-PMRP.	79
Figura 20. Gráfico de variação de NDVI nos pontos estudados em 3 anos diferentes (1984, 2006, 2011) e mapa de distribuição dos pontos ao longo do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP, Brasil.	80

- Figura 21.** Mapa raster obtidos de imagens LandSat – 5 TM com valores de NDBI para cada pixel, sendo o valor de 90 m² (30m x 30m) para o quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP, Brasil.83
- Figura 22.** Mapa de temperatura do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP, dos anos de 1984, 2006 e 2010.85
- Figura 23.** Modelo Digital de Elevação (MDE) (a) e mapa planialtimétrico (b) da área de captação da bacia do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.88

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A arborização urbana no Brasil é considerada um tema recente, de evolução lenta e no qual as administrações públicas e a comunidade devem se envolver. Atualmente, em cidades onde ocorre o planejamento da arborização, a preocupação é tornar o ambiente urbano diversificado quanto às espécies empregadas, tornando mais homogêneo e envolvente com a paisagem circundante (MELO; ROMANINI, 2008).

No ambiente urbano, a arborização desempenha funções essenciais como: melhoria da qualidade do ar da cidade, proteção térmica, absorção de ruídos, quebra da monotonia da paisagem, melhoria dos recursos naturais (solo, água, flora e fauna) e é fator determinante da salubridade mental por ter influência direta sobre o bem estar do ser humano, além de proporcionar lazer e diversão (MELLO FILHO, 1985).

A fitossociologia trata do reconhecimento da estrutura, das relações com o meio e da classificação de comunidades vegetais por meio de uma gama de técnicas possíveis, inclusive para comparação da composição florística entre comunidades distintas (FELFILI; REZENDE, 2003). Para Moro e Martins (2011), a fitossociologia tem por objetivo o estudo da coabitação de plantas em um ambiente, da compreensão das causas e efeitos dessa interação, da estrutura dos agrupamentos vegetais e dos processos que influenciam na continuidade ou na mudança de uma comunidade vegetal ao longo do tempo.

O levantamento quantitativo da vegetação de porte arbóreo das praças deve ser feito mediante a contagem individual das árvores e palmeiras, sendo que as arbustivas e herbáceas (ou forrações) devem ter sua área medida. Os diferentes grupos vegetais devem ser classificados de acordo com o gênero e espécie a que pertencem, assim como a família botânica. Os dados coletados

devem ser passados para uma ficha (DE ANGELIS; CASTRO; DE ANGELIS NETO, 2004).

Segundo Martins (2004), uma das características de um estudo fitossociológico é a quantificação dos indivíduos vegetais em uma dada comunidade; a abundância de uma determinada espécie e suas relações com outras são expressas em termos quantificados, de modo que permitem tratamento numérico e comparações estatísticas. Essa característica confere à fitossociologia um caráter de integração com vários campos de conhecimento, pois é possível tratar numericamente os dados fitossociológicos em relação a dados de outras variáveis, como solo, clima, relevo, posição geográfica, entre outros. Além disso, a análise qualitativa permite a avaliação das plantas com relação aos aspectos fitossanitários, de plantio e manejo, como podas.

1.2. REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1. A importância da arborização urbana

O crescente processo de urbanização, conforme destacam vários autores como Gomes (2005) e Lombardo (1985), é uma fonte de preocupação por parte da população e de todos os profissionais e segmentos ligados ao planejamento urbanístico, e principalmente, dos ligados à questão ambiental, uma vez que as cidades avançam e apresentam um crescimento rápido e sem planejamento adequado.

Segundo Buccheri Filho (2010), o século XIX marca uma nova estrutura teórica para a cidade e com esta ideia, destaca-se uma nova disciplina que irá ajudar a resolver problemas oriundos do acelerado crescimento das cidades e centros urbanizados: o urbanismo. Com isto, aumenta-se o interesse do planejamento de jardins e parques quanto a sua composição e suas funções.

As cidades, espaços aglomerados humanos, geram problemas ambientais típicos dessa forma de organização, como: desmatamento,

construções em área indevida, problemas de saneamento, esgoto, poluição das águas, do ar, do solo, sonora, visual, falta de permeabilidade do solo, erosão, assoreamentos, entre outros (BORTOLETO, 2004).

Em muitas situações, o planejamento urbano deixa de incluir a arborização como equipamento a ser devidamente planejado, o que permite, muitas vezes, que iniciativas particulares pontuais e desprovidas de conhecimento ocupem o espaço com plantios irregulares de espécies sem compatibilidade com o local (SILVA FILHO; BORTOLETO, 2005).

A arborização urbana é um patrimônio público e deve ser conhecido e conservado para as futuras gerações (BIONDI; ALTHAUS, 2005). Além disso, são inúmeros os benefícios da arborização urbana para o meio inóspito das cidades modernas tais como sombreamento, diminuição da poluição sonora e visual, melhora na qualidade do ar, conforto térmico, abrigo a pássaros e mamíferos e auxílio na estética paisagística.

As grandes cidades brasileiras, de modo geral, são carentes de espaços livres de construção que, entre outras funções, possibilitam o convívio entre pessoas e o contato com a natureza. A maior parte da população vive em grandes aglomerados urbanos onde a vegetação é escassa ou mesmo inexistente, salvo em alguns casos de bairros de classe alta nos quais existe mais investimento para propiciar um ambiente mais ecologicamente “saudável” (GUZZO, 1999).

Nas cidades gregas do século VI a.C., a estrutura de ocupação refletia o sistema político vigente onde a cidade articulava-se no entorno das Ágoras, que nada mais eram que praças centrais com a função de reunir a população para discutir assuntos políticos. Nelas, também se encontravam os templos religiosos que, ao contrário do que se acredita, eram bem arborizados. Essas árvores, além de servirem como homenagem aos deuses cultuados, funcionavam como atenuadoras do microclima local devido ao porte grande e suas copas frondosas amenizavam a temperatura local (DEMATTÊ, 1997).

O desenvolvimento urbano na Europa teve início em meados do século XV e o aparecimento da vegetação em lugares públicos ocorreu no século XVII (SEGAWA, 1996). O estilo francês destacou-se no século XVII, o inglês,

no século XVIII e ambos evidenciavam as árvores. Fileiras de árvores têm a sua origem/inspiração nos jardins renascentistas italianos (FARAH, 1999). A partir do século XVII, as principais cidades da Europa já possuíam suas ruas arborizadas. Na França, a legislação tornou obrigatório o plantio de árvores ao redor das grandes vias públicas, dando origem aos famosos bulevares parisienses (DEMATTE, 1997; TERRA, 2000).

Apesar de ser escasso o material histórico brasileiro, o que impulsionou de forma definitiva a arborização urbana no Brasil foi a chegada do arquiteto francês Auguste Marie Glaziou, que foi contratado por D. Pedro II para reformar o passeio próximo ao Palácio Real. O arquiteto utilizou várias espécies nativas e estabeleceu uma metodologia para o plantio de exemplares arbóreos nas ruas, o que fez com que se destacasse. Foi autor de muitas produções de jardins no exterior e no Brasil, porém, com influência europeia, como o passeio público do Rio de Janeiro (MILANO; DALCIN, 2000; TERRA, 2000).

Durante o século XX, o crescimento urbano brasileiro foi intenso e até meados dos anos 90 a maioria da população habitava núcleos urbanos (MACEDO; SAKATA, 2002). Nesse período, o Brasil sofreu seu mais agressivo e descontrolado processo de urbanização e industrialização. Neste contexto, os anos 80 foi o período de menor produção do conhecimento e informação técnica em arborização no país (MILANO; DALCIN, 2000). Por outro lado, no final do milênio, surgiram propostas de revitalização de bairros antigos para solucionar problemas de degradação do meio urbano (ROBBA; MACEDO, 2002).

1.2.2. Planejamento da arborização viária urbana

As árvores das vias públicas apresentam características particulares que as diferem das usadas em áreas verdes públicas e particulares. Segundo Milano (1994), o planejamento e execução de projetos de arborização de ruas podem ser divididos em quatro etapas:

a) Planejamento e controle - restringem-se à definição detalhada de planos, programas e projetos e ao controle da realização dos mesmos quanto a objetivos estabelecidos e resultados obtidos;

b) Implantação - trata da efetivação prática das propostas estabelecidas no planejamento, incluindo a produção de mudas e seu efetivo plantio, com todos os seus procedimentos diversificados e detalhados;

c) Manutenção - inclui as atividades de poda de condução e manutenção, o controle fitossanitário e a remoção de árvores doentes ou muito velhas; e

d) Fiscalização - mantém a vigilância quanto ao comportamento da sociedade em relação às regras estabelecidas, incluindo: vistorias para fins de licenciamento, apuração de denúncias, aplicação de multas, acompanhamento da situação de áreas beneficiadas por incentivos fiscais, entre outros.

Segundo o mesmo autor, ao se planejar a arborização de ruas, estamos escolhendo a árvore certa para o lugar certo, mantendo os objetivos do planejamento e não descaracterizando as funções que as árvores desempenham no meio urbano. É de suma importância que se faça uso de critérios técnico-científicos para o desenvolvimento desse projeto visualizando os problemas e/ou benefícios a curto, médio e longo prazo.

Para a seleção das espécies arbóreas, são escolhidas árvores ornamentais em que se leva em consideração o desenvolvimento, porte, copa (forma, densidade e hábito), sistema radicular, fuste, resistência a pragas, doenças e poluição, sistema radicular pivotante e resistente a baixa aeração dos solos urbanos, ausência de princípios tóxicos e alergênicos, ausência de espinhos e, de preferência, que sejam nativas (SANTOS, 1994; BIONDI, 2004).

A escolha correta da espécie a ser usada é fundamental para evitar futuros problemas com os equipamentos urbanos (BACKES; FERNANDEZ, 1990) tais como impedimento de trânsito de pedestres e veículos nas ruas, conflitos com fiação elétrica, afloramento de raízes que danificam o calçamento e algumas vezes construções locais entre diversos outros. Além

disso, a prática de podas periódicas, para controlar conflitos entre árvores e equipamento, podem prejudicar o crescimento da árvore inibindo seu desenvolvimento e descaracterizando sua forma original.

O padrão de mudas usado para a arborização urbana deve apresentar características como uma altura mínima de 1,8 m da primeira bifurcação (COSTA; HIGUCHI, 1999), pois alturas inferiores podem vir a causar problemas com pedestres ou meios de transporte nas vias públicas (RODOLFO JUNIOR et al., 2008). Devem apresentar tronco retilíneo e perpendicular ao solo, diâmetro à altura do peito superior a 3 cm, copa formada por no mínimo três ramos alternados, rusticidade para tolerar as condições adversas, bom estado nutricional e fitossanitário e sistema radicular bem desenvolvido (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Para que todo o conjunto usado na implementação do projeto seja funcional é necessário a adoção de um sistema de práticas de manutenção da arborização (MILANO, 1994) que compreendem as práticas entre plantio e remoção de árvores, mantendo a mesma com saúde e vigor, sempre compatível ao ambiente urbano (GREY; DENEKE, 1986).

Biondi e Althaus (2005) dividem as práticas de manutenção em: a) medida preventiva - adubação, podas de limpeza e tutoramento; b) medida remediadora - dendrocirurgia, amarrações de árvores sujeitas a rachaduras no tronco, quebra, rompimento ou fratura de galhos principais do tronco e escoramento daquelas sujeitas à quebra; e c) medida supressória: se destina a suprimir, alterar ou eliminar a árvore do local por fatores relativos ao próprio indivíduo ou o meio urbano.

A poda e a remoção de árvores são duas das mais caras e mais importantes atividades de manutenção na arborização urbana (NOWAK; MCBRIDE; BEATTY, 1990). Para Grey e Deneke (1986), a poda é adotada para redução de riscos e danos à vida e à propriedade, para desobstrução das linhas de transmissão de energia, para desenvolvimento estrutural e forma e para melhorar a aparência, a produção de frutos e a visualização de um local. A remoção de árvores deve ser vista como atividade comum e como uma necessidade, uma vez que cada espécie tem uma longevidade

correspondente, ou tão somente uma utilidade pré-estabelecida (MILANO; DALCIN, 2000).

A avaliação criteriosa e o monitoramento contínuo das árvores no meio urbano são ferramentas necessárias para o conhecimento das interações, da dinâmica e da sustentabilidade desses ecossistemas urbanos, que devido a sua ampla variedade de usos e a diversidade de habitats criam um laboratório vivo disponível ao aprendizado sobre as interações entre pessoas e árvores, possibilitando o desenvolvimento de estratégias para congregar a diversidade das necessidades públicas com a sustentabilidade dos ecossistemas urbanos (NOWAK et al., 2001).

1.2.3. Levantamentos arbóreos

Um inventário arbóreo urbano pode ser efetuado de três maneiras: um inventário parcial (em um parque ou de uma determinada espécie), inventário completo (sendo o censo arbóreo de parques, ruas ou área verdes) e inventário amostral, que representa entre 5 a 10% da população total de árvores que se deseja avaliar (ESCOBEDO; ANDREU, 2008).

Segundo Smiley e Baker (1988), um inventário arbóreo pode ser aplicado para amostragem de um problema específico (árvores de risco, alguma doença específica, avaliação de plantios, etc.) ou para avaliação da cobertura de copas (quantificação, distribuição espacial e dinâmica - extensão e mudanças).

Inventários de áreas totais justificam-se para avaliações quantitativas almejando o cadastramento arbóreo, ou eventualmente para avaliações qualitativas em cidades pequenas. Já os inventários por amostragem têm objetivos qualitativos e/ou quantitativos, e são uma opção rápida e barata para a avaliação da arborização de ruas dentro de graus de precisão pré-estabelecidos (MILANO, 1991). O nível de precisão e detalhamento da avaliação depende dos recursos disponíveis, do porte da cidade e da finalidade da avaliação (NUNES, 1992).

As avaliações e as análises quali-quantitativas combinadas possibilitam considerações úteis sobre a arborização (MILANO, 1991), porque somente o índice quantitativo não expressa a realidade da arborização de uma cidade (BIONDI; ALTHAUS, 2005). Portanto, é necessário que se conheça tanto a quantidade quanto a distribuição espacial dos elementos vegetais de um ambiente urbano, sua situação e qualidade (MILANO, 1991).

A avaliação quali-quantitativa permite conhecer a adaptabilidade, a potencialidade e os eventuais problemas das espécies em uso, bem como, das condições de plantio (MILANO, 1987), sendo que estas condições qualitativas e quantitativas da arborização urbana são dependentes das condições do planejamento urbano, em especial do sistema viário e sua adequação de uso e servem como ferramenta para decisões de curto, médio e longo prazo (MILANO, 1991).

A identificação das espécies de uma comunidade e a análise da sua estrutura é fundamental para o manejo adequado daquela formação (LEITÃO FILHO, 1982).

Nesse sentido, os estudos fitossociológicos são obtidos por meio de estimativas ou de métodos quantitativos, cujos dados numéricos significativos são alcançados pela contagem das plantas em áreas determinadas, segundo critérios previamente estabelecidos, que permitam comparações com outros estudos. Esses estudos referem-se aos dados analíticos (cobertura, sociabilidade, periodicidade ou estacionalidade) e aos dados sintéticos (frequência, densidade, área basal e índice de valor de importância – parâmetros fitossociológicos) (FERNANDES; BEZERRA, 1990).

Os levantamentos fitossociológicos devem: atender para apresentar quantitativa e qualitativamente as composições e estruturas das diferentes associações, que compõem uma determinada comunidade ou formação; apontar as espécies dominantes e características das mesmas e especificar como se comportam, quanto à sua vitalidade e dinamismo, nas diferentes associações e habitats; selecionar as espécies companheiras ou indiferentes das diversas associações e indicar o seu valor sociológico, crescimento, vitalidade bem como desenvolvimento; anotar as frequências ou o modo

como se agrupam as diferentes classes de árvores dentro de cada associação e quais as causas de comportamento análogos ou diferentes; e determinar se a associação estudada é de origem primária ou um produto de sucessões secundárias. Esta última especificação, muitas vezes, só poderá ser feita após múltiplos levantamentos, seguidos de acuradas análises (KLEIN, 1964).

Dentro dos levantamentos fitossociológicos, os chamados índices de riqueza ou variedade são indicadores de diversidade úteis na análise, podendo ser usados nas decisões de manejo e planos-diretores de arborização. São utilizados os índices de Shannon-Weaver (leva em consideração que as espécies têm abundâncias diferentes) (RACHID, 1999; MENEGUETTI, 2003; BORTOLETO, 2004) e Odum (usa o número total de espécies e o somatório das abundâncias de indivíduos em uma comunidade) (SILVA FILHO et al., 2002; BORTOLETO, 2004; COELHO, 2000).

Devido à importância da vegetação no meio urbano, várias pesquisas vêm sendo realizadas, abordando aspectos que vão desde o levantamento até o mapeamento das espécies como, por exemplo, as pesquisas realizadas por Robayo (1993); Takahashi (1994); Teixeira; Santos; Hurtado (1994); Motta (1998); Costa e Higuchi (1999); Santana e Santos (1999); Silva (2000); Dantas e Souza (2004); Silva et al. (2006); Romani (2011).

1.2.4. Uso dos sistemas de informações geográficas (SIG) na avaliação da arborização urbana

Em ambientes construídos, dentro das cidades, as áreas de cobertura vegetal constituem um importante indicador de sustentabilidade, pois garantem áreas permeáveis, reduzem a poluição atmosférica, contribuem para a regularização do microclima urbano, aumentam a circulação do ar, retêm até 70% da poeira em suspensão e, se bem projetadas, constituem espaços de lazer (PARANAGUÁ et al., 2003).

Segundo Moreira e Shimabukuro (2004), na literatura são encontrados mais de cinquenta índices de vegetação sendo quase todos obtidos de

medidas da refletância nas faixas espectrais do vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético. Os dois tipos mais comumente utilizados, no entanto, são: Razão Simples (RVI) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

Para o estudo de áreas urbanas, o NDVI tem sido aplicado em imagens LANDSAT, o qual consiste em um programa de satélites norte americano para observação da Terra (GALLO; TARPLEY, 1996; NICHOL, 1996; JARDIM-LIMA e NELSON, 2003; WILSON et al., 2003). Essas imagens são as mais utilizadas para este fim, e são amplamente empregadas para fazer estudos sobre a cobertura vegetal. Seja de áreas urbanas ou de áreas agrícolas, essas imagens possuem características espectrais particulares nas faixas do vermelho e infravermelho próximo (MOREIRA; SHIMABUKURO, 2004).

Estudos para medida do verde urbano utilizando imagens de satélites vem sendo conduzidos em vários países, como no caso de: Masek, Lindsay e Goward (2000), que avaliaram o incremento do NDVI ao longo de 25 anos em Washington DC; Morawitz et al. (2006) avaliaram um índice normalizado de verde urbano no centro da cidade de Seattle – WA, ao longo de 5 anos; e Kuang (2012) aplicando o mesmo método avaliou o crescimento de superfícies impermeáveis na região metropolitana de Pequim, na China.

1.2.5. Ilhas de calor

As áreas urbanizadas produzem efeitos na atmosfera da camada intra-urbana de uma região devido às diversas formas de uso e ocupação do solo e estrutura urbana. O grau de transformação das superfícies, os materiais utilizados, a rugosidade, a densidade, a permeabilidade do solo, a contaminação do ar e a geração local de calor são fatores que irão determinar a reflexão, absorção ou armazenamento de calor, além de produzir efeitos na circulação e atrito da ventilação. A diferença de resposta térmica entre o ambiente urbano e o rural é principalmente marcada pelo desenvolvimento de ilhas de calor nas áreas urbanas (ROCHA; SOUZA; CASTILHO, 2011).

Segundo Coelho (2003), o processo de urbanização constitui uma das formas espaciais concebidas pela sociedade humana que mais alteram o ambiente físico, principalmente pela falta de planejamento da ocupação. Parte considerável desse processo ocorre com supressão das áreas verdes e substituição da superfície do solo por materiais não evaporativos e não porosos, como asfalto, concreto, entre outros, resultando em um aumento geral da temperatura da paisagem, um clima próprio ou clima urbano (MONTEIRO; MENDONÇA, 2011; MONTEIRO, 1976). Seus efeitos mais diretos são sentidos pela população por meio da alteração do conforto térmico, da qualidade do ar, além de outras manifestações, deteriorando a qualidade de vida dos habitantes (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Em uma tarde de verão com céu livre de nuvens, por exemplo a temperatura do ar em uma cidade pode ficar 2,58 °C mais alta que nas áreas rurais de seus arredores. Segundo pesquisas do Lawrence Berkeley National Laboratory, em um horário de pico de consumo, a demanda energética aumenta de 2 a 4% para cada aumento de 1 °C na temperatura máxima diária entre 15 e 20 °C, sendo o ar condicionado responsável por 5 a 10% deste aumento (AKBARI; POMERANTZ; TAHA 2001).

De acordo com Brandão (2011), o efeito “ilha de calor” é um dos mais significativos no clima urbano e sua intensidade depende das condições micro e mesoclimáticas locais como as diversas edificações, usos e cobertura do solo, morfologia dos materiais constituintes, da baixa concentração de áreas verdes, dentre outros, como fatores potencializadores na geração do clima urbano.

Uma das maneiras de se investigar o clima urbano de uma dada região é com emprego de dados e técnicas de sensoriamento remoto infravermelho termal para detectar as características térmicas das superfícies urbanas. Rao (1972) foi o primeiro a demonstrar que áreas urbanas poderiam ser identificadas por meio de análises de dados na faixa do infravermelho termal adquiridos por um satélite.

Pesquisadores como Lombardo (1985), Mendonça (1994), Streutker (2002), Weng; Lu; Schubring (2004), Liu (2006), Jensen (2009), Weng (2010),

entre outros, também usaram sistemas de sensoriamento remoto infravermelhos termais para documentar o efeito de ilha de calor urbana, assim como extrair informação de temperatura da superfície de distintos materiais. Contribuição importante foi a publicada por Chander; Markham e Helder (2009), discutindo e aplicando fórmulas de coeficientes de calibração radiométrica e obtenção de temperaturas, para imagens TM/Landsat-5 canal 6.

Segundo Daranpob; Chang; Xie (2009), o monitoramento e medidas mitigatórias das ilhas de calor proporcionam uma miríade de benefícios ambientais e econômicos, relacionados à eficiência de uso energético, ecologia urbana, qualidade do ar, dinâmica da paisagem urbana, redução de emissões, controle de enchentes e saúde da população.

1.2.6. Impermeabilização do Solo

A concentração populacional nos centros urbanos e sua falta de planejamento, aliada a características como a impermeabilização do solo, conduz a diversos prejuízos ambientais como a poluição hídrica e atmosférica, alta geração de resíduos, perda de biodiversidade e redução da cobertura vegetal. Além destas, uma das principais consequências do processo de urbanização é a degradação do recurso solo e a ocorrência de erosão (CADORIN; MELLO, 2011).

Os impactos da impermeabilização do solo e da tradicional solução de direcionar o escoamento superficial por rede de dutos são redução da infiltração do solo, o volume que não infiltra fica na superfície, aumentando o escoamento superficial. O uso de condutores acelera o escoamento, aumentando a vazão máxima e diminuindo o intervalo entre picos de máxima, o que tende a diminuir o nível do lençol freático e reduzir o escoamento subterrâneo. Por fim, a perda de cobertura vegetal gera a redução da evapotranspiração que, além de aumentar o escoamento superficial, diminui a umidade relativa do ar (FONTES, 2009).

A impermeabilização é uma das principais causas das inundações e deslizamentos em áreas urbanas (TUCCI, 2009), pois diminui as áreas verdes, reduz a capacidade de infiltração de água no solo e aumenta a capacidade de escoamento, devido a existência de condutos e superfícies que facilitam a rápida movimentação da água. Este conjunto de fatores faz com que toda a água da chuva que cai sobre uma cidade seja rapidamente drenada para os corpos hídricos principais, mas estes não têm capacidade de receber esta água devido ao seu tamanho ou dinâmica natural, a outros problemas como assoreamentos e depósitos de resíduos sólidos que “trancam” o escoamento livre (NUCCI, 1999). Quanto mais a cidade cresce, maior a tendência à impermeabilização e, conseqüentemente, maior o risco destes fenômenos passarem a ser usuais.

1.3. REFERÊNCIAS

AKBARI, H.; POMERANTZ, M.; TAHA, H. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. **Solar Energy**, Kidlington, v.70, n.3, p.295-310, 2001.

BACKES, M. A.; FERNANDEZ, S. M. Arvoretas para uso em arborização urbana no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná: FUPEF, 1990. p. 315 - 323.

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de rua de Curitiba**: cultivo e manejo. Curitiba: FUPEF, 2005. p.1-182.

BIONDI, D. Plantas invasoras na arborização urbana e paisagismo. In: MACEDO, J. H. P.; BREDOW, E. A. **Princípios e Rudimentos do Controle Biológico de Plantas**: Coletânea. Curitiba: 2004. p. 03-09.

BORTOLETO, S. **Inventário quali-quantitativo da arborização viária da estância de Águas de São Pedro – SP**. 2004. 85f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BRANDÃO, A. M. P. M. O Clima Urbano da Cidade do Rio de Janeiro, In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2011. p.121-154.

BUCCHERI-FILHO, A. T. **O planejamento dos espaços de uso público, livres de edificação e com vegetação (EUPLEVs) no município de Curitiba, PR: planejamento sistemático ou planejamento baseado em modelo oportunista?** 2010. 213 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

CADORIN, D. A.; MELLO, N. A. Efeito da impermeabilização dos solos sobre a arborização no município de Pato Branco, PR. **Synergismus scyentifica**, Pato Branco, v.6, n.1, 2011.

CHANDER, G.; MARKHAM, B. L.; HELDER, D. L. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. **Remote Sensing of Environment**, Nova Iorque, v.113, n.5, p. 893-903, 2009.

COELHO, R. M. P. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 247p.

COELHO, A. L. N. **O histórico da ocupação e impactos socioambientais no eixo norte da RMBH (Região Metropolitana de Belo Horizonte) em áreas do município de Ribeirão das Neves – MG. 2003**. 126 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.

COSTA, L. A.; HIGUCHI, N. Arborização de ruas de Manaus: avaliação qualitativa e quantitativa. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 223-232, 1999.

DANTAS I. C.; SOUZA, C. M. C. Arborização urbana na cidade de Campina Grande-PB: Inventário e suas espécies. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.4, n.2, 2004.

DARANPOB, A.; CHANG, N., XIE, H. Heat island and urban storm of San Antonio downtown area by MODIS/ AQUA temperature sensor. In: Remote Sensing and Modeling of Ecosystems for Sustainability Conference, 6., San Diego. **Anais eletrônicos...** San Diego: IEEE Geoscience and Remote Sensing Society: IEEE/ GRS, 2009. Disponível em: <<http://proceedings.spiedigitallibrary.org/>>. Acesso em: 16 jan. 2013.

DE ANGELIS, B. L. D.; CASTRO, R. M.; DE ANGELIS NETO, G. Metodologia para levantamento, cadastramento, diagnóstico e avaliação de praças no Brasil. **Engenharia Civil UM**, Braga, v.4, n.1, p.57-70, 2004.

DEMATTE, M. E. S. P. **Princípios de Paisagismo**. Jaboticabal: Funep, 1997. 104p.

ESCOBEDO, F.; ANDREU, M. A community guide to Urban Forest Inventories. **A community guide to urban forest inventories**, 2008. p.1-3. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FR/FR23200.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2009.

FARAH, I. M. C. **Arborização urbana e sua inserção no desenho urbano**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana: SBAU, 1999. 6 p. (SBAU, v.7, n.3).

FERNANDES, G. A.; BEZERRA, P. **Estudo Fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza: Stylus, 1990, p. 1-205.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: UNB, 2003. 68p.

FONTES, N. **Proposta metodológica para planejamento de sistemas de espaços livres: Ribeirão Preto, SP**. 2009. 193 f. Teses (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

GALLO, K. P.; TARPLEY, J. D. The comparison of vegetation index and surface temperature composites of urban heat-island analysis. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v. 17, n. 15, p. 3071-3076, 1996.

GOMES, M. **As praças de Ribeirão Preto, SP: Uma contribuição geográfica ao planejamento e à gestão dos espaços públicos**. 2005. 194 f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Gestão do Território) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2005.

GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban Forestry**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1986. p. 1-299.

GUZZO, P. **Estudo dos espaços livres de uso público da cidade de Ribeirão Preto/SP, com detalhamento da cobertura vegetal e áreas**

verdes públicas de dois setores urbanos. 1999. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade do Estado de São Paulo, Rio Claro, 1999.

JARDIM-LIMA, D.; NELSON, B. W. Uso de índices de vegetação no monitoramento da cobertura verde no perímetro urbano da cidade de Manaus. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: INPE, 2003. Disponível em: <<http://lagavulin.ltid.inpe.br:1905/col/dpi.inpe.br/lise/2002/03.25.17.22.28/doc/mirror.cgi>> . Acesso em: 17 jan 2014.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente:** uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2009, p. 1-598.

KLEIN, R. M. **Importância prática da fitossociologia para a silvicultura Sul- Brasileira.** Curitiba: Centro de Documentação e Informações do Instituto de Geologia da Universidade Federal do Paraná, 1964. p.269-280 (Instituto de Geologia da UFPR, v. 10).

LIU, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto.** Campo Grande: UNIDERP, 2006. p. 77-80.

LEITÃO FILHO, H. F. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. Silvicultura em São Paulo. In: Congresso Nacional de Essências Nativas, 1., 1982, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: Silvicultura em São Paulo, 1982, p.197-206.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles - O Exemplo de São Paulo.** São Paulo: Hucite, 1985. p. 1-244.

MACEDO, S. S.; SAKATA, F.G. **Parques urbanos no Brasil.** São Paulo: EDUSP, 2002. p. 1-207.

MARTINS, F. R. O papel da fitossociologia na conservação e na bio-prospecção. In: Congresso Brasileiro de Botânica, 55., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Botânica do Brasil: SBB, 2004. 1 CD ROM.

MELO, E. F. R. Q.; ROMANINI, A. Praça Ernesto Tochetto: importância da sua preservação histórica e aspectos de sua arborização. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.3, n.1, p.54-72, 2008.

MELLO FILHO, L. E. Arborização urbana. In: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 1., 1985, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana: SBAU, 1985. p.45-49.

MENDONÇA, F. A. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno. Proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina / PR.** 1994. 335 f. Teses (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MENDONÇA, F., DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de texto, 2007, p. 1-206.

MENEGHETTI, G. I. P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos, SP.** 2003. 100f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MILANO, M. S. Planejamento e replanejamento de arborização de ruas. In: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 2., 1987, Maringá. **Anais...** Maringá: Prefeitura do Município de Maringá: PMM, 1987. p.01-08.

MILANO, M. S. **Curso sobre Arborização Urbana.** Curitiba: FUPEF, 1991, p. 1-75.

MILANO, M. S. **Arborização urbana.** In: UNILIVRE – Universidade Livre do Meio Ambiente. Curso sobre arborização urbana. Curitiba: UNILIVRE/PMC, 1994. p.01– 52.

MILANO, M. S.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas.** Rio de Janeiro: Light, 2000. 206p.

MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano.** 2. ed. São Paulo: Contexto, 2011. p.192 .

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano.** São Paulo: USP/IG, 1976, p. 1-181.

MOREIRA, M. A.; SHIMABUKURO, Y. E. Cálculo do índice de vegetação a partir do sensor AVHRR. In: **Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS-N**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. cap. 4, p.79-101.

MORO, M. F.; MARTINS, F. R. Métodos de levantamento do componente arbóreo- arbustivo. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. A. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora UFV, 2011. p.174-212.

MOTTA, G. L. O. **Inventário da arborização de áreas, utilizando um sistema hierárquico para endereço impreciso**. 1998. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

NICHOL, J. E. Analysis of the urban thermal environmental with LANDSAT data. **Environment and Planning B: Planning and Design**. Londres, v. 23, n.6, p. 733-747, 1996.

NOWAK, D. J.; NOBLE, M. H.; SISINNI, S. M.; DWYER, J. F. People and trees: assessing the US Urban Forest Resource. **Journal of Forestry**, Nova Iorque, v. 99, n. 03, p.37-42, 2001.

NOWAK, D. J.; MCBRIDE, J. R.; BEATTY, R. A. Street tree pruning and removal needs. **Journal of Arboriculture**, Champaign, v. 16, n. 12, p.309-315, 1990.

NUCCI, J. C. Análise sistêmica do ambiente urbano, adensamento e qualidade ambiental. **Ciências Biológicas e do Ambiente**, São Paulo, v.1, n.1, p. 73-88, 1999.

NUNES, M. L. Metodologias de avaliação da arborização urbana. In: Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana, 1., 1992, Vitória. **Anais...**, Vitória: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana: SBAU, 1992. p.133-135.

PARANAGUÁ, P.; MELO, P.; SOTTA, E. D.; VERISSIMO, A. **Belém sustentável**. Belem: Imazon, 2003. p. 1-111.

RACHID, C. **Estudo da eficiência de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de São Carlos - SP**. 1999. 99f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

RAO, P. K. Remote sensing of urban "heat islands" from an environmental satellite. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Boston, v.53, p.647-648, 1972.

ROBAYO, J. A. M. **Inventário da arborização de ruas**. In: CURSO de arborização urbana Curitiba: Universidade Livre do Meio Ambiente, 1993. p. 82-92.

ROBBA, F.; MACEDO, S.S. **Praças brasileiras**. São Paulo: EDUSP, 2002. p. 1-311.

ROCHA, L. M. V.; SOUZA, L. C. L.; CASTILHO, F. J. V. Ocupação do solo e ilha de calor noturna em avenidas marginais a um córrego urbano. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 161-175, 2011.

RODOLFO JR, F.; MELO, R. R.; CUNHA, T. A.; STANGERLIN, D. M. Análise da arborização urbana em bairros da cidade de Pombal no Estado da Paraíba. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.3, n.4, p.3-19, 2008.

ROMANI, G. N. **Análise florística, fitossociológica e qualitativa da arborização na Praça XV de Novembro em Ribeirão Preto, SP**. 2011. 61f. Dissertações (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

SANTANA, J. R. F.; SANTOS, G. M. M. Arborização do campus da UEFS: exemplo a ser seguido ou um grande equívoco? **Sitientibus**, Feira de Santana, n.20, p.103-107, 1999.

SANTOS, E. Proposta de caracterização estética e dendrológica de espécies com potencial de uso em paisagismo e arborização urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana: SBAU, 1994. p. 481 - 487.

SEGAWA, H. **Ao amor do público**: jardins no Brasil. São Paulo: Studio Nobel, 1996, p.256.

SILVA, A. G. **Avaliação da arborização no perímetro urbano de Cajuri - MG, pelo método do quadro sintético**. 2000. 150f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Instituto de Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

SILVA FILHO, D. F.; PIZETTA, P. U. C.; ALMEIDA, J. B. S. A.; PIVETTA, K. F. L.; FERRAUDO, A. S. Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.5.p.629-642, 2002.

SILVA FILHO, 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**, Viçosa, v.29, n.6, p.973-982, 2005.

SILVA, A. G.; GONÇALVES, W.; LEITE, H. G.; SANTOS, E. Comparação de três métodos de obtenção de dados para avaliação quali-quantitativa da arborização viária, em Belo Horizonte - MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.1, n1, p.31-44. 2006.

SMILEY, E. T.; BAKER, F. A. Options in street tree inventories. **Journal of Arboriculture**, Champaign, v. 14, n. 02, p.36-42, 1988.

STREUTKER, D. R. A remote sensing study of the urban heat island of Houston, Texas. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v.23, n.13, p.2.595-2.608, 2002.

TAKAHASHI, L.Y. Arborização urbana: inventário. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana 2., 1994, São Luiz. **Anais...** São Luiz: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana: SBAU, 1994. p. 193-1994.

TEIXEIRA, I. F.; SANTOS, N. R. Z.; HURTADO, R. R. Avaliação da vegetação das ruas e áreas verdes nos loteamentos da cidade de Santa Maria – RS. In: : Congresso Brasileiro de Arborização Urbana 2., São Luís, 1994. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana: SBAU, 1994. p. 389 - 401.

TERRA, C. G. **O jardim no Brasil no século XIX**: Glaziou revisitado. 2. ed. Rio de Janeiro: EBA; UFRJ, 2000, p. 1-168.

TUCCI, C. E. M. Aspectos Institucionais no Controle de Inundações. In: Seminário de Recursos Hídricos do Centro- Oeste, 1., 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Associação Brasileira dos Recursos Hídricos, 2009. p. 1-16.

WENG, Q. **Remote sensing and GIS integration**: theories, methods, and applications. New York: McGraw-Hill, 2010, p. 1-416.

WENG, Q.; LU, D.; SCHUBRING, J. Estimation of land surface temperature - vegetation abundance relationship for urban heat island studies. **Remote Sensing of Environment**, Nova lorque, v.89, 2004. p.467-483.

WILSON, J. S.; CLAY, M.; MARTIN, E.; STUCKEY, D.; VEDDER-RISCH, K. Evaluating environmental influences of zoning in urban ecosystems with remote sensing. **Remote Sensing of Environment**, Nova lorque, v.86, n.3, p. 303-321, 2003.

WENG, Q.; LU, D.; SCHUBRING, J. Estimation of land surface temperature - vegetation abundance relationship for urban heat island studies. **Remote Sensing of Environment**, Nova lorque, v.89, 2004. p.467-483.

CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA DO QUADRILÁTERO CENTRAL DE RIBEIRÃO PRETO, SP, BRASIL

2.1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O incremento de áreas verdes nos grandes centros urbanos vem sendo uma das grandes preocupações da população em geral, visto que à medida que se cuida do meio ambiente nas cidades, a qualidade de vida de seus moradores aumenta. Neste contexto, avaliações das áreas arborizadas nas cidades tornam-se ferramentas muito úteis tanto para a garantia da qualidade desses exemplares inseridos no meio urbano, tanto como para o eficaz retorno de benefícios que eles podem atribuir à população de um modo geral, como para manter e preservar o que já existe.

A presença marcante da vegetação na malha viária urbana exige esforços contínuos em sua manutenção, justificando a realização de avaliações periódicas sobre suas condições para seu adequado manejo e gerenciamento. Segundo Biondi (2000), a avaliação e o monitoramento da arborização urbana podem ajudar não somente no planejamento como no aperfeiçoamento das práticas de manejo, e também em um possível diagnóstico para replanejamento de novas áreas.

Para a avaliação da arborização urbana é necessária a realização de inventários que visam registrar os exemplares arbóreos existentes e avaliar cada um deles quanto a sua qualidade. Esse tipo de levantamento qualitativo é a base para tomada de atitude quanto à reestruturação de projetos de arborização e também para remoção ou inclusão de indivíduos arbóreos, sejam eles em espaços livres públicos, vias públicas ou residências. Com isso, tem se observado que os levantamentos da arborização urbana no Brasil vêm crescendo, sendo pioneiros os realizados em Curitiba (MILANO, 1984), Recife (BIONDI, 1985) e Maringá (MILANO, 1988).

As informações obtidas nesta avaliação são de grande importância para futuras tomadas de decisões para reestruturação de áreas que

apresentam uma arborização já estabelecida. Por isso, a presente avaliação teve como objetivos realizar o levantamento fitossociológico e quantitativo da arborização urbana presente nas ruas do quadrilátero central da cidade de Ribeirão Preto, São Paulo, buscando verificar a qualidade e as condições da vegetação e avaliar uma possível existência de conflito entre essa vegetação e os equipamentos urbanos.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na cidade de Ribeirão Preto/ SP, localizada a 21°10'30" de latitude sul e 47°48'38" de longitude oeste de Greenwich, a uma altitude de 546 m, com uma área de aproximadamente 650,366 km² (IBGE, 2013). O clima de Ribeirão Preto caracteriza-se pela sazonalidade no regime de chuvas, apresentando inverno seco e verão chuvoso e de acordo com a classificação de Köppen, o clima da cidade é classificado como Aw, sendo clima tropical com chuvas no verão. O relevo da cidade é suave ondulado, com formação de colinas amplas, morros amplos e morros arredondados. Os possíveis grupos de solo existentes na cidade são Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho Escuro e Litólico (KOTCHETKOFF-HENRIQUES, 2003).

A área de estudo do presente trabalho foi a região central da cidade de Ribeirão Preto, mais especificamente entre as avenidas Jerônimo Gonçalves (a oeste), Francisco Junqueira (ao norte), Nove de Julho (ao sul), e Independência (a leste) (**Figura 1**). A área avaliada compreende 1.909.437 m² e apresenta 53.595 m de vias públicas em área mista entre comércio e residências. Constitui-se numa das regiões mais antigas da cidade, onde estão localizadas a prefeitura do município e a maior parte dos imóveis mais antigos. O trabalho foi realizado no período de fevereiro a novembro de 2013.

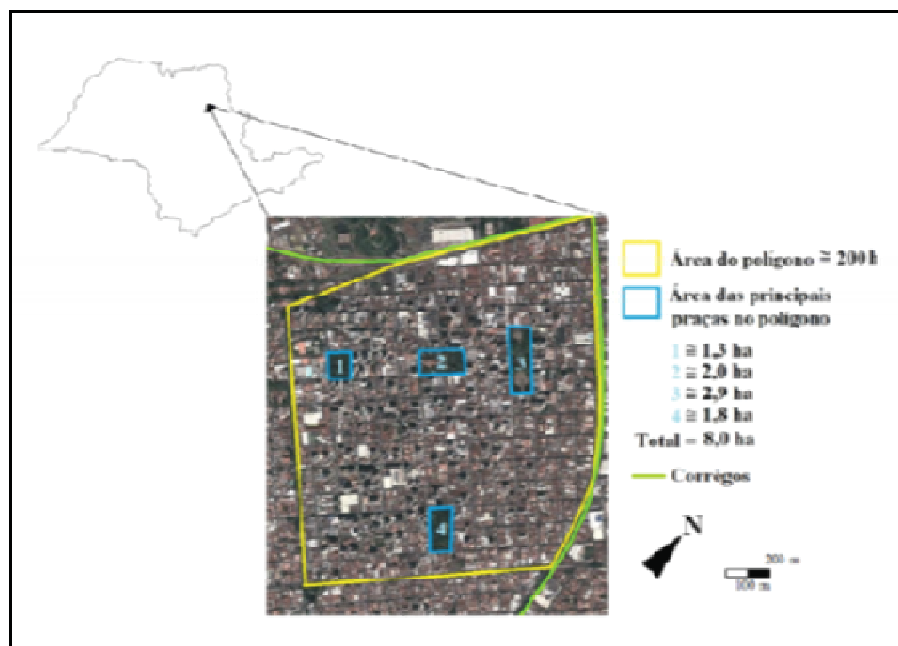


Figura 1. Localização do polígono de estudo e identificação de áreas verdes e córregos no bairro avaliado.

Foram inventariados todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito superior a 3 cm, incluindo as palmeiras que, a fim de facilitar a apresentação dos dados, foram também denominadas “árvores”. Foram excluídas as árvores que estavam em áreas verdes (praças) adjacentes às ruas inventariadas, pois já haviam sido inventariadas por Gimenes et al. (2011) e Romani et al. (2012).

Foi quantificado o número de indivíduos por espécie sendo a identificação das espécies feita a campo com auxílio de literatura (APG, 1998; LORENZI et al., 1996; 2003; 2010; LORENZI, 2008, 2009; SOUZA e LORENZI, 2005).

Para cada indivíduo foi medida a CAP (Circunferência à Altura do Peito), na altura padrão de 1,3 m do solo; altura da primeira bifurcação ou ramificação, no caso das palmeiras, altura da inserção das folhas na bainha; e altura total de cada indivíduo desde o solo ao topo de sua copa. Para a avaliação da altura foi usado um hipsômetro da marca Höhenmesser modelo BL7; e a circunferência à altura do peito (CAP), medido com auxílio de trena de 30 m para medir a circunferência e posterior conversão em DAP.

Para o levantamento fitossociológico, os dados coletados em campo foram plotados em planilhas, e os descritores fitossociológicos, calculados segundo Rodrigues (1988):

1) Densidade Absoluta (indivíduos/ m²):

$$DAi = Ni/A;$$

Em que: Ni = número de indivíduos de uma dada espécie i; A = Área total inventariada (m²).

2) Densidade Relativa (%):

$$DRI = (Ni/Nt) \times 100;$$

Em que: Ni = número total de indivíduos de uma determinada espécie i; Nt = número total de indivíduos inventariados.

3) Área Basal da espécie ABi (cm²):

$$ABi = P^2/4\pi;$$

Em que: P = perímetro (cm).

4) Dominância Absoluta da espécie DoAi (%):

$$DoAi = \sum ABi \times (U/A);$$

Em que: ABi = área basal individual da espécie i (cm²); U = unidade amostral (1 ha); e A = área total amostrada (m²).

5) Dominância Relativa da espécie DoRi (%):

$$DoRi = 100 \times (\sum ABi / ABt);$$

Em que: ABi = área basal individual da espécie i (cm²); e ABt = área basal total (cm²).

6) Valor de Cobertura da espécie VCi (%):

$$VCI = DRI + DoRi;$$

Em que: DRI = densidade relativa da espécie i (%); e DoRi = dominância relativa da espécie i (%).

7) Frequência (%):

$$Fi = Nri/Nrt \times 100$$

Em que: Nri = número de ruas que apresentam uma determinada espécie i; Nrt = número total de ruas inventariadas.

8) Índice de Diversidade de espécies de Shannon-Weaver (H'): Foi calculado segundo método proposto por Coelho (2000):

$$H' = - \sum p_i (\ln p_i)$$

Em que: p_i = proporção da amostra contendo indivíduos da espécie i (n° de indivíduos de uma espécie pelo número total de indivíduos).

A análise qualitativa foi feita a partir de um formulário específico adaptado de Silva Filho et al. (2002), que se baseou em atributos da arborização urbana definida por Dalcin (1992), avaliando localização do indivíduo, dimensões, biologia, entornos e interferências, e definição de ações (Figura 2).

I - LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO																								
Data: / /		Via Pública:			Nº		Bairro:																	
Nome Comum:			Gênero:		espécie:		Calçada: (m)		Rua: (m)															
II - DIMENSÕES (CM)																								
Altura Geral:			Altura da 1ª Ramificação:			Diâmetro da Copa:		PAP:																
III - BIOLOGIA																								
Estado geral		Equilíbrio geral		Fito-sanidade		Intensidade		Localização																
ótimo <input type="checkbox"/>	bom <input type="checkbox"/>	regular <input type="checkbox"/>	péssimo <input type="checkbox"/>	moeta <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Caulo <input type="checkbox"/>	Lesão grave <input type="checkbox"/>	Lesão média <input type="checkbox"/>	Lesão leve <input type="checkbox"/>	Lesão ausente <input type="checkbox"/>	Vandalismo <input type="checkbox"/>	Insetos <input type="checkbox"/>	Ninhos <input type="checkbox"/>	Líquens <input type="checkbox"/>	Epífitas <input type="checkbox"/>	Parasitas <input type="checkbox"/>	Folha <input type="checkbox"/>	Flores <input type="checkbox"/>	Fruto <input type="checkbox"/>				
IV - ENTORNO E INTERFERÊNCIAS																								
Local geral		Localização relativa		Pavimento		Afluramento de raiz		Participação		Tipo fliação		Tráfego												
Cart. central <input type="checkbox"/>	Calçada <input type="checkbox"/>	Praça <input type="checkbox"/>	Via pública <input type="checkbox"/>	Junto a guia <input type="checkbox"/>	Junto a divisa <input type="checkbox"/>	Centrada <input type="checkbox"/>	Terra <input type="checkbox"/>	Cimento <input type="checkbox"/>	Pedra <input type="checkbox"/>	Cerâmico <input type="checkbox"/>	Grama <input type="checkbox"/>	Calçada <input type="checkbox"/>	Canieiro <input type="checkbox"/>	Construção <input type="checkbox"/>	Leito carroçável <input type="checkbox"/>	Isolada <input type="checkbox"/>	Duas ou mais <input type="checkbox"/>	Derivação <input type="checkbox"/>	1ª ria <input type="checkbox"/>	2ª ria <input type="checkbox"/>	Tel <input type="checkbox"/>	Leve <input type="checkbox"/>	Pesado <input type="checkbox"/>	Médio <input type="checkbox"/>
Recuo? <input type="checkbox"/>		Situação adequada? <input type="checkbox"/>		Manilha <input type="checkbox"/>		Colo pavimentado <input type="checkbox"/>		Árvore dentro do imóvel <input type="checkbox"/>																
Fliação		Posteamento		Iluminação		Sinalização		Muro/Construção																
Atual <input type="checkbox"/>	Potencial <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	Atual <input type="checkbox"/>	Potencial <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	Atual <input type="checkbox"/>	Potencial <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	Atual <input type="checkbox"/>	Potencial <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	Atual <input type="checkbox"/>	Potencial <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>										
V - DEFINIÇÃO DE AÇÕES																								
Ação executada					Ação recomendada																			
Poda leve <input type="checkbox"/>					Poda leve <input type="checkbox"/>					Poda pesada <input type="checkbox"/>					Poda pesada <input type="checkbox"/>									
Plano <input type="checkbox"/>					Plano <input type="checkbox"/>					Reparos de danos <input type="checkbox"/>					Reparos de danos <input type="checkbox"/>									
Controle <input type="checkbox"/>					Controle <input type="checkbox"/>					Substituição <input type="checkbox"/>					Substituição <input type="checkbox"/>									
Ampliação de canteiro <input type="checkbox"/>					Ampliação de canteiro <input type="checkbox"/>					Ampliar canteiro <input type="checkbox"/>					Ampliar canteiro <input type="checkbox"/>									
Qualidade da ação. Ótima <input type="checkbox"/>					Qualidade da ação. Boa <input type="checkbox"/>					Qualidade da ação. Regular <input type="checkbox"/>					Qualidade da ação. Péssima <input type="checkbox"/>									
Outra <input type="checkbox"/>					Outra <input type="checkbox"/>																			

Figura 1. Formulário individual de análise quali-quantitativa adaptado de Silva Filho et al. (2002) para a avaliação da arborização viária do quadrilátero central da cidade de Ribeirão Preto, SP.

Para a análise qualitativa, foram avaliados os seguintes atributos:

I - Localização e Identificação: Nesta etapa foram marcados os nomes da rua e o número do imóvel onde se encontra a árvore, o bairro, o nome da árvore e a largura da rua e calçada.

II - Dimensões: Anotou-se as dimensões da árvore: altura geral, altura da primeira ramificação, diâmetro da copa e perímetro à altura do peito (PAP).

III - Biologia (Itens relativos à avaliação do espécime vegetal):

a- Estado geral (condição):

Ótimo – árvore vigorosa e sadia; sem sinais aparentes de ataque de insetos, doenças ou injúrias mecânicas; pequena ou nenhuma necessidade de manutenção; forma ou arquitetura característica da espécie.

Bom – médias condições de vigor e saúde; necessita de pequenos reparos ou poda; apresenta descaracterização da forma: apresenta sinais de ataque de insetos, doença ou problemas fisiológicos.

Regular – apresenta estado geral de início de declínio; apresenta ataque severo por insetos, doença ou injúria mecânica, descaracterizando sua arquitetura ou desequilibrando o vegetal; problemas fisiológicos necessitando de manejo e/ ou reparos.

Péssimo – avançado e irreversível declínio; apresenta ataque muito severo por insetos, doença ou injúria mecânica, descaracterizando sua arquitetura ou desequilibrando o vegetal; problemas fisiológicos cujos reparos não resultarão em benefício para o indivíduo.

Morta – árvore seca ou com morte iminente.

b - Equilíbrio geral: quando a árvore possui caule reto e copa de mesmas proporções para todos os lados.

c - Fitossanidade: assinalando-se o nome comum do causador do ataque, são listados os tipos mais comuns.

Intensidade: (de fitossanidade).

Leve – quando o organismo ou agente está presente, porém sem causar danos à árvore.

Médio – quando o organismo ou agente está presente, causando danos reparáveis à árvore.

Pesado – quando o organismo ou agente está causando danos graves, que podem levar a árvore a um declínio irreversível.

Local de ataque: exhibe a parte da árvore afetada ou injuriada para ser assinalada.

d - Injúrias: assinalou-se o grau da injúria e se foi causada por vandalismo.

Lesão grave – quando a lesão compromete a sobrevivência da árvore.

Lesão média – quando a injúria é considerável, mas a árvore pode ser recuperada mediante ações de controle.

Lesão leve – quando a injúria é de pequena proporção e a árvore pode promover a recuperação sem qualquer auxílio.

IV - Entorno e Interferências

a - Localização relativa:

Junto à guia – quando a árvore está localizada próxima da sarjeta da calçada.

Centrada - quando a árvore está localizada no centro da calçada ou canteiro.

Junto à divisa – quando a árvore está localizada próximo ao muro ou da portão do imóvel.

b – Situação Adequada – indivíduo arbóreo sem conflitos com outros equipamentos ou construções.

c – Situação inadequada – indivíduos em conflito com: fiação, postes, iluminação, sinalização, muro e construção. Podendo este conflito ser:

Atual – quando o equipamento urbano ou edificação está em contato com alguma parte da árvore.

Potencial – quando a espécie, pelo seu crescimento normal, vai entrar em contato com algum equipamento ou edificação.

Ausente – quando não existir possibilidade de contato.

V - Definição de ações

Quando foi observada alguma atividade de poda leve, poda pesada, reparos de danos, substituição ou ampliação de canteiro foi feita a qualificação dessa ação: Ótima (ação correta, necessária para adequada

manutenção da árvore, executada com técnica); Boa (ação correta, porém sem técnica); Regular (ação executada sem a observância de normas técnicas, porém sem causar danos graves); Péssima (ação incorreta, com consequências graves para a árvore).

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. Análise Florística e Fitossociológica

Foram registrados 1832 indivíduos distribuídos em 35 famílias botânicas, 72 gêneros e 89 espécies. Em 12 indivíduos, não foi possível identificar a espécie, pois eram indivíduos jovens que não haviam ainda florescido ou frutificado ainda. Dentre as famílias amostradas, a que se apresentou com maior diversidade de espécies foi a Fabaceae (15 espécies), seguida por Arecaceae (11 espécies), Bignoniaceae (nove espécies) e Myrtaceae (6 espécies) (**Tabela 1**).

Tabela 1. Nome científico, nome comum, família botânica e total de indivíduos de cada espécie de árvore e palmeira inventariada no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Nome científico	Nome comum	Família botânica	Nº de indivíduos
<i>Lagerstroemia indica</i>	Resedá	Lythraceae	226
<i>Murraya paniculata</i>	Murta	Rutaceae	205
<i>Tecoma stans</i>	Ipê-mirim	Bignoniaceae	170
<i>Ligustrum lucidum</i>	Alfeneiro	Oleaceae	131
<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	Chrysobalanaceae	126
<i>Michelia champaca</i>	Magnólia-amarela	Magnoliaceae	99
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Jerivá	Arecaceae	64
<i>Tibouchina granulosa</i>	Quaresmeira	Melastomaceae	61
<i>Ficus benjamina</i>	Figueira-benjamina	Moraceae	53
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Sibipiruna	Fabaceae	48
<i>Pachira aquática</i>	Monguba	Bombacaceae	47
<i>Salix babylonica</i>	Salgueiro-chorão	Salicaceae	45
<i>Terminalia catappa</i>	Sete-copas	Combretaceae	30
<i>Nectandra megapotamica</i>	Canelinha	Lauraceae	28
<i>Cassia fistula</i>	Cassia-imperial	Fabaceae	27
<i>Nerium oleander</i>	Espirradeira	Apocinaceae	25
<i>Handroanthus pentaphylla</i>	Ipê-de-el-salvador	Bignoniaceae	23
<i>Hovenia dulcis</i>	Uva-do-japão	Rhamnaceae	22
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Aroeira-pimenteira	Anarcadiaceae	21
<i>Callistemon viminalis</i>	Calistemo-imperial	Myrtaceae	20
<i>Bauhinia purpurea</i>	Pata-de-vaca-roxa	Fabaceae	20
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Ipê-amarelo-do-cerrado	Bignoniaceae	17
<i>Roystonea regia</i>	Palmeira-real	Arecaceae	17
<i>Thevetia thevetioides</i>	Chapéu-de-napoleão	Apocinaceae	13
<i>Araucaria columnaris</i>	Pinheiro-de-natal	Araucariaceae	13
<i>Archontophoenix cunninghamii</i>	Palmeira-seafórtia	Arecaceae	13
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitangueira	Myrtaceae	12
<i>Phoenix roebelinii</i>	Tamareira-anã	Arecaceae	12
<i>Muntingia calabura</i>	Calabura	Tiliaceae	11
<i>Annona squamosa</i>	Pinheira	Annonaceae	11
<i>Podocarpus macrophyllus</i>	Pinheiro-de-buda	Podocarpaceae	11
<i>Dyopsis lutescens</i>	Areca-bambú	Arecaceae	10
<i>Malpighia glabra</i>	Aceroleira	Malpighiaceae	9
<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrim-de-campinas	Fabaceae	9
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Flamboyant-de-jardim	Fabaceae	9

Continua

Tabela 1. Continuação...

Nome científico	Nome comum	Família botânica	Nº de indivíduos
<i>Dictyosperma álbum</i>	Palmeira-princesa	Arecaceae	9
<i>Psidium guajava</i>	Goiabeira	Myrtaceae	8
<i>Mangifera indica</i>	Mangueira	Anarcadiaceae	8
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	Mirindiba	Lythraceae	7
<i>Bauhinia x blakeana</i>	Pata-de-vaca-rosa	Fabaceae	7
<i>Dyopsis madagascariensis</i>	Areca-de-locuba	Arecaceae	7
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Ipê-roxo	Bignoniaceae	6
<i>Lagerstroemia loudonii</i>	Resedá-azul	Lythraceae	6
<i>Sapindus saponaria</i>	Saboneteiro	Sapindaceae	6
<i>Handroanthus roseo-alba</i>	Ipê-branco	Bignoniaceae	5
<i>Citrus limon</i>	Limoeiro	Rutaceae	5
<i>Caesalpinia ferrea</i>	Pau-ferro	Fabaceae	5
<i>Ptyosperma elegans</i>	Palmeira-solitária	Arecaceae	5
<i>Schefflera actinophylla</i>	Brassaia	Araliaceae	4
<i>Cocus nucifera</i>	Coqueiro	Arecaceae	4
<i>Ficus guaranitica</i>	Figueira-mata-pau	Moraceae	4
<i>Syzygium cumini</i>	Jamboleiro	Myrtaceae	4
<i>Melaleuca leucadendron</i>	Melaleuca	Myrtaceae	4
<i>Roystonea oleraceae</i>	Palmeira-imperial	Arecaceae	4
<i>Calliandra houstoniana</i>	Caliandra	Fabaceae	3
<i>Dillenia indica</i>	Flor-de-abril	Dilleniaceae	3
<i>Handroanthus vellosi</i>	Ipê-amarelo	Bignoniaceae	3
<i>Plumeria rubra</i>	Jasmim-manga	Apocinaceae	3
<i>Carica papaya</i>	Mamoeiro	Caricaceae	3
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Primavera	Nyctaginaceae	3
<i>Punica granatum</i>	Romanzeiro	Punicaceae	3
<i>Persea americana</i>	Abacateiro	Lauraceae	2
<i>Morus nigra</i>	Amora-preta	Moraceae	2
<i>Senna didymobotrya</i>	Cassia-africana	Fabaceae	2
<i>Spathodea nilotica</i>	Espatódea	Bignoniaceae	2
<i>Eriobothrya japonica</i>	Nespereira	Rosaceae	2
<i>Platanus acerifolia</i>	Plátano	Platanaceae	2
<i>Pterocarpus violaceus</i>	Aldrago	Fabaceae	1
<i>Dizygotheca elegantissima</i>	Arália-elegante	Araliaceae	1
<i>Theobroma cacao</i>	Cacaueiro	Sterculiaceae	1
<i>Spondias cytherea</i>	Cajá-manga	Anarcadiaceae	1
<i>Anacardium occidentale</i>	Cajueiro	Anarcadiaceae	1
<i>Dombeya wallichii</i>	Dombéia	Sterculiaceae	1

Continua

Tabela 1. Continuação...

Nome científico	Nome comum	Família botânica	Nº de indivíduos
<i>Ficus lyrata</i>	Figueira-lira	Moraceae	1
<i>Handroanthus</i> sp.	Ipê	Bignoniaceae	1
<i>Jacaranda brasiliana</i>	Jacarandá-boca-de-sapo	Bignoniaceae	1
<i>Syzygium malaccense</i>	Jambo-vermelho	Myrtaceae	1
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	Fabaceae	1
<i>Genipa americana</i>	Jenipapo	Rubiaceae	1
<i>Acacia podalyraefolia</i>	Mimosa	Fabaceae	1
<i>Mussaenda erythrophylla</i>	Mussaenda-rosa	Rubiaceae	1
<i>Bombax malabaricum</i>	Paineira	Bombacaceae	1
<i>Bauhinia forficata</i>	Pata-de-vaca-branca	Fabaceae	1
<i>Caesalpinia echinata</i>	Pau-brasil	Fabaceae	1
<i>Solanum pseudoquina</i>	Quina-de-são-paulo	Solanaceae	1
<i>Melia azedarach</i>	Santa-barbara	Meliaceae	1
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindeiro	Fabaceae	1
<i>Carpentaria acuminata</i>	Carpentária	Arecaceae	1
Não identificadas (mudas)			12
TOTAL			1.832

De acordo com as recomendações de Grey e Deneke (1986), o número de indivíduos de cada espécie não deve ultrapassar 10-15% do total de indivíduos da população arbórea para um bom planejamento da arborização urbana. Porém, para Santamour (1990) a composição de espécies não deve exceder 30% para uma mesma família botânica, 20% para um mesmo gênero e 10% para a mesma espécie para evitar problemas e prejuízos com o ataque severo de pragas.

Dentro desse aspecto, na área estudada, as espécies *Murraya paniculata* (murta) e *Lagestroemia indica* (resedá) foram as mais expressivas em termos de quantidade de indivíduos, atingindo valores de 11,2 e 12,3%, respectivamente. Portanto, a arborização da área estudada encontra-se com boa diversificação de espécies se avaliada em seu todo conforme proposto por Grey e Deneke (1986), fato que normalmente não ocorre como no caso de estudo da arborização de Jaboticabal-SP, onde Silva Filho et al. (2002) encontraram uma porcentagem de 21,54% para a espécie *Licania tomentosa* (oiti) nas vias públicas do referido município. A predominância de apenas uma

espécie ou grupo de espécies pode facilitar a propagação das pragas, fragilizando assim o sistema de arborização viário, o que, de acordo com a literatura, é muito comum em ambientes urbanizados.

Considerando a origem das espécies ocorrentes, 67,04% (59 espécies) são exóticas e 32,95% (29 espécies) são nativas de diversos biomas brasileiros. Com relação ao número de indivíduos, 72,11% (1.321 indivíduos) é de origem exótica. São poucas as espécies nativas e apresentam pequena ocorrência, perfazendo 27,89% da população (511 indivíduos).

O uso de espécies nativas, principalmente as pertencentes a biomas regionais, na implementação do projeto arbóreo, é de grande importância para a preservação da flora e inclusive da fauna local. Segundo Brun; Link; Brun (2007), a principal função da arborização na manutenção de fauna nativa seria garantir abrigo e diversificar alimentação, sendo complemento da alimentação de animais em matas nativas adjacentes; portanto, deve-se dar preferência para árvores nativas da região tanto em áreas verdes como na arborização de vias públicas, desde que as condições climáticas locais favoreceram sua reprodução e, no primeiro caso, por servirem de alimento a mamíferos, aves e outros espécimes da fauna regional.

Dentre as espécies caracterizadas, 11 pertencem à família Arecaceae, num total de 146 indivíduos, sendo mais expressiva a ocorrência das palmeiras exóticas, como o caso da *Roystonea regia* (palmeira-real), *Archontophoenix* spp (palmeira-seafórtia) e *Phoenix roebelenii* (tamareira-anã) com 17, 13 e 12 indivíduos respectivamente (**Figura 3**). No entanto, a espécie de palmeira de maior destaque é uma nativa, *Syagrus romanzoffiana* (jerivá), representada por 64 indivíduos, ou seja, 3,3% da população total inventariada.

Em geral, palmeiras são bastante ornamentais e apropriadas ao paisagismo e à arborização urbana. Seu uso em vias públicas, assim como as árvores, deve ser feito observando características de segurança das pessoas, conflito com fiação elétrica e rusticidade, como é o caso de *Syagrus romanzoffiana* (jerivá) (**Figura 4**). Esta palmeira é a mais usada na arborização de ruas e avenidas em todo o Brasil (LORENZI et al., 1996),

sendo indicada para o uso em vias públicas, desde que respeitando as características acima mencionadas.



Figura 2. Indivíduos da espécie *Roystonea regia* (palmeira-real) (a); *Archontophoenix cunninghamiana* (palmeira-seafórtia) (b); e *Syagrus romanzoffiana* (palmeira-jeivá) (c), nas ruas Sete de Setembro, Garibaldi e Rui Barbosa, respectivamente, no quadrilátero central de Ribeirão Preto.



Figura 3. Indivíduos da espécie *Syagrus romanzoffiana* (jeivá) na Rua Rui Barbosa com Barão do Amazonas no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.

Os descritores fitossociológicos avaliados estão apresentados na **Tabela 2**, os mesmos indivíduos que tiveram destaque em frequência e densidade populacional não foram os mesmos que obtiveram os maiores índices de cobertura, uma vez que indivíduos com áreas basais maiores, ou seja, mais desenvolvidos, tinham valor de dominância maior, elevando o valor de cobertura.

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos dos indivíduos arbóreos localizados no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP. (NI – número de indivíduos; % - porcentagem de indivíduos; AB – área basal (m²); DA – densidade absoluta; DR – densidade relativa (%); FA – Frequência Absoluta, FR – Frequência Relativa, DoA – Dominância Absoluta; DoR – dominância relativa (%); IVC - índice de cobertura; IVI - índice de valor de importância).

Espécie	Nome comum	NI	%	AB	DA	Dr	FA (%)	FR	DoA	DoR	IVC	IVI
<i>Ligustrum lucidum</i>	Alfeneiro	131,00	7,15	963,61	6,86E-05	7,15	73,33	4,31	5,05E-04	12,82	19,97	93,31
<i>Lagerstroemia indica</i>	Resedá	226,00	12,34	430,02	1,18E-04	12,34	80,00	4,70	2,25E-04	5,72	18,06	98,06
<i>Tecoma stans</i>	Ipê-mirim	170,00	9,28	512,66	8,90E-05	9,28	76,67	4,50	2,68E-04	6,82	16,10	92,77
<i>Murraya paniculata</i>	Murta	205,00	11,19	339,33	1,07E-04	11,19	90,00	5,28	1,78E-04	4,52	15,71	105,71
<i>Michelia champaca</i>	Magnólia-amarela	99,00	5,40	607,64	5,18E-05	5,40	73,33	4,31	3,18E-04	8,09	13,49	86,82
<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	126,00	6,88	259,24	6,60E-05	6,88	83,33	4,89	1,36E-04	3,45	10,33	93,66
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Sibipiruna	48,00	2,62	522,49	2,51E-05	2,62	60,00	3,52	2,74E-04	6,95	9,57	69,57
<i>Pachira aquatica</i>	Monguba	47,00	2,57	392,75	2,46E-05	2,57	56,67	3,33	2,06E-04	5,23	7,79	64,46
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Jerivá	64,00	3,49	317,12	3,35E-05	3,49	46,67	2,74	1,66E-04	4,22	7,71	54,38
<i>Tibouchina granulosa</i>	Quaresmeira	61,00	3,33	228,34	3,19E-05	3,33	56,67	3,33	1,20E-04	3,04	6,37	63,03
<i>Terminalia catappa</i>	Sete-copas	30,00	1,64	323,81	1,57E-05	1,64	50,00	2,94	1,70E-04	4,31	5,95	55,95
<i>Ficus benjamina</i>	Figueira-benjamina	53,00	2,89	187,42	2,78E-05	2,89	56,67	3,33	9,82E-05	2,49	5,39	62,05
<i>Salix babylonica</i>	Salgueiro-chorão	45,00	2,46	212,02	2,36E-05	2,46	53,33	3,13	1,11E-04	2,82	5,28	58,61
<i>Dyopsis lutescens</i>	Areca-bambú	10,00	0,55	267,63	5,24E-06	0,55	0,00	0,00	1,40E-04	3,56	4,11	4,11
<i>Tabebuia pentaphylla</i>	Ipê-de-el-salvador	23,00	1,26	182,72	1,20E-05	1,26	26,67	1,57	9,57E-05	2,43	3,69	30,35
<i>Nectandra megapotamica</i>	Canelinha	28,00	1,53	129,14	1,47E-05	1,53	53,33	3,13	6,76E-05	1,72	3,25	56,58
<i>Hovenia dulcis</i>	Uva-do-japão	22,00	1,20	127,95	1,15E-05	1,20	6,67	0,39	6,70E-05	1,70	2,90	9,57
<i>Cassia fistula</i>	Cassia-imperial	27,00	1,47	70,70	1,41E-05	1,47	40,00	2,35	3,70E-05	0,94	2,41	42,41

Continua...

Tabela 2. Continuação...

Espécie	Nome comum	NI	%	AB	DA	DR	FA (%)	FR	DoA	DoR	IVC	IVI
<i>Bauhinia purpurea</i>	Pata-de-vaca-roxa	20,00	1,09	85,35	1,05E-05	1,09	23,33	1,37	4,47E-05	1,14	2,23	25,56
<i>Callistemon viminalis</i>	Calistemo-imperial	20,00	1,09	83,68	1,05E-05	1,09	30,00	1,76	4,38E-05	1,11	2,21	32,21
<i>Nerium oleander</i>	Espirradeira	25,00	1,36	34,63	1,31E-05	1,36	36,67	2,15	1,81E-05	0,46	1,83	38,49
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Aroeira-pimenteira	21,00	1,15	48,25	1,10E-05	1,15	26,67	1,57	2,53E-05	0,64	1,79	28,45
<i>Archontophoenix cunningghamii</i>	Palmeira-seaórtia	13,00	0,71	74,28	6,81E-06	0,71	10,00	0,59	3,89E-05	0,99	1,70	11,70
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Ipê-amarelo-do-cerrado	17,00	0,93	56,85	8,90E-06	0,93	36,67	2,15	2,98E-05	0,76	1,68	38,35
<i>Bauhinia blakeana</i>	Pata-de-vaca-rosa	7,00	0,38	97,77	3,67E-06	0,38	23,33	1,37	5,12E-05	1,30	1,68	25,02
<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrim-de-campinas	9,00	0,49	64,41	4,71E-06	0,49	10,00	0,59	3,37E-05	0,86	1,35	11,35
<i>Roystonea regia</i>	Palmeira-real	17,00	0,93	31,45	8,90E-06	0,93	10,00	0,59	1,65E-05	0,42	1,35	11,35
<i>Phoenix roebelinii</i>	Tamareira-anã	12,00	0,66	48,09	6,28E-06	0,66	16,67	0,98	2,52E-05	0,64	1,29	17,96
<i>Muntingia calabura</i>	Calabura	11,00	0,60	44,11	5,76E-06	0,60	23,33	1,37	2,31E-05	0,59	1,19	24,52
<i>Thevetia thevetioides</i>	Chapéu-de-napoleão	13,00	0,71	29,14	6,81E-06	0,71	26,67	1,57	1,53E-05	0,39	1,10	27,76
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Ipê-roxo	6,00	0,33	57,25	3,14E-06	0,33	13,33	0,78	3,00E-05	0,76	1,09	14,42
<i>Annona squamosa</i>	Pinheira	11,00	0,60	32,40	5,76E-06	0,60	26,67	1,57	1,70E-05	0,43	1,03	27,70
<i>Roystonea oleraceae</i>	Palmeira-imperial	4,00	0,22	56,77	2,09E-06	0,22	6,67	0,39	2,97E-05	0,76	0,97	7,64
<i>Dyopsis madagascariensis</i>	Areca-de-locuba	7,00	0,38	43,15	3,67E-06	0,38	6,67	0,39	2,26E-05	0,57	0,96	7,62
<i>Mangifera indica</i>	Mangueira	8,00	0,44	38,85	4,19E-06	0,44	13,33	0,78	2,03E-05	0,52	0,95	14,29

Continua...

Tabela 2. Continuação ...

Espécie	Nome comum	NI	%	AB	DA	DR	FA (%)	FR	DoA	DoR	IVC	IVI
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	Mirindiba	7,00	0,38	33,60	3,67E-06	0,38	6,67	0,39	1,76E-05	0,45	0,83	7,50
<i>Caesalpinia ferrea</i>	Pau-ferro	5,00	0,27	40,92	2,62E-06	0,27	10,00	0,59	2,14E-05	0,54	0,82	10,82
<i>Podocarpus macrophyllus</i>	Pinheiro-de-buda	11,00	0,60	9,55	5,76E-06	0,60	10,00	0,59	5,00E-06	0,13	0,73	10,73
<i>Araucaria columnaris</i>	Pinheiro-de-natal	13,00	0,71	0,00	6,81E-06	0,71	6,67	0,39	0,00E+00	0,00	0,71	7,38
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitangueira	12,00	0,66	4,03	6,28E-06	0,66	30,00	1,76	2,11E-06	0,05	0,71	30,71
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Flamboyant-de-jardim	9,00	0,49	16,08	4,71E-06	0,49	23,33	1,37	8,42E-06	0,21	0,71	24,04
<i>Ficus guaranitica</i>	Figueira-mata-pau	4,00	0,22	32,80	2,09E-06	0,22	13,33	0,78	1,72E-05	0,44	0,65	13,99
<i>Sapindus saponaria</i>	Saboneteiro	6,00	0,33	23,33	3,14E-06	0,33	10,00	0,59	1,22E-05	0,31	0,64	10,64
<i>Dictyosperma album</i>	Palmeira-princesa	9,00	0,49	10,11	4,71E-06	0,49	3,33	0,20	5,30E-06	0,13	0,63	3,96
<i>Handroanthus roseo-alba</i>	Ipê-branco	5,00	0,27	24,52	2,62E-06	0,27	13,33	0,78	1,28E-05	0,33	0,60	13,93
<i>Malpighia glabra</i>	Aceroleira	9,00	0,49	7,64	4,71E-06	0,49	23,33	1,37	4,00E-06	0,10	0,59	23,93
<i>Psidium guajava</i>	Goiabeira	8,00	0,44	8,28	4,19E-06	0,44	23,33	1,37	4,34E-06	0,11	0,55	23,88
<i>Dillenia indica</i>	Flor-de-abril	3,00	0,16	25,32	1,57E-06	0,16	6,67	0,39	1,33E-05	0,34	0,50	7,17
<i>Cocos nucifera</i>	Coqueiro	4,00	0,22	19,03	2,09E-06	0,22	3,33	0,20	9,97E-06	0,25	0,47	3,80
<i>Ptyosperma elegans</i>	Palmeira-solitária	5,00	0,27	14,49	2,62E-06	0,27	3,33	0,20	7,59E-06	0,19	0,47	3,80
<i>Schefflera actinophylla</i>	Brassaia	4,00	0,22	13,46	2,09E-06	0,22	10,00	0,59	7,05E-06	0,18	0,40	10,40
<i>Melaleuca leucadendron</i>	Melaleuca	4,00	0,22	12,74	2,09E-06	0,22	6,67	0,39	6,67E-06	0,17	0,39	7,05
<i>Carica papaya</i>	Mamoeiro	3,00	0,16	13,93	1,57E-06	0,16	10,00	0,59	7,30E-06	0,19	0,35	10,35

Continua...

Tabela 2. Continuação ...

Espécie	Nome comum	NI	%	AB	DA	DR	FA (%)	FR	DoA	DoR	IVC	IVI
<i>Citrus limon</i>	Limoeiro	5,00	0,27	4,22	2,62E-06	0,27	13,33	0,78	2,21E-06	0,06	0,33	13,66
<i>Lagerstroemia loudonii</i>	Resedá-azul	6,00	0,33	0,00	3,14E-06	0,33	3,33	0,20	0,00E+00	0,00	0,33	3,66
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Primavera	3,00	0,16	12,02	1,57E-06	0,16	10,00	0,59	6,30E-06	0,16	0,32	10,32
<i>Handroanthus vellosii</i>	Ipê-amarelo	3,00	0,16	10,11	1,57E-06	0,16	3,33	0,20	5,30E-06	0,13	0,30	3,63
<i>Persea americana</i>	Abacateiro	2,00	0,11	10,27	1,05E-06	0,11	6,67	0,39	5,38E-06	0,14	0,25	6,91
<i>Calliandra houstoniana</i>	Calliandra	3,00	0,16	6,05	1,57E-06	0,16	6,67	0,39	3,17E-06	0,08	0,24	6,91
<i>Syzygium cumini</i>	Jamboleiro	4,00	0,22	1,83	2,09E-06	0,22	6,67	0,39	9,59E-07	0,02	0,24	6,91
<i>Platanus acerifolia</i>	Plátano	2,00	0,11	8,36	1,05E-06	0,11	6,67	0,39	4,38E-06	0,11	0,22	6,89
<i>Genipa americana</i>	Jenipapo	1,00	0,05	12,18	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	6,38E-06	0,16	0,22	3,55
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindeiro	1,00	0,05	12,10	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	6,34E-06	0,16	0,22	3,55
<i>Spondias cytherea</i>	Cajá-manga	1,00	0,05	11,62	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	6,09E-06	0,15	0,21	3,54
<i>Spathodea nilotica</i>	Espatódea	2,00	0,11	7,40	1,05E-06	0,11	6,67	0,39	3,88E-06	0,10	0,21	6,87
<i>Bombax malabaricum</i>	Paineira	1,00	0,05	10,43	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	5,46E-06	0,14	0,19	3,53
<i>Plumeria rubra</i>	Jasmim-manga	3,00	0,16	1,83	1,57E-06	0,16	6,67	0,39	9,59E-07	0,02	0,19	6,85
<i>Senna didymobotrya</i>	Cássia-africana	2,00	0,11	5,10	1,05E-06	0,11	6,67	0,39	2,67E-06	0,07	0,18	6,84
<i>Morus nigra</i>	Amora-preta	2,00	0,11	4,78	1,05E-06	0,11	6,67	0,39	2,50E-06	0,06	0,17	6,84
<i>Ficus lyrata</i>	Figueira-lira	1,00	0,05	8,28	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	4,34E-06	0,11	0,16	3,50
<i>Punica granatum</i>	Romanzeiro	3,00	0,16	0,00	1,57E-06	0,16	10,00	0,59	0,00E+00	0,00	0,16	10,16

Continua...

Tabela 2. Continuação ...

Espécie	Nome comum	NI	%	ABI	DAI	DRI	FA (%)	FR	DoAI	DoRi	IVCi	IVI
<i>Bauhinia forficata</i>	Pata-de-vaca-branca	1,00	0,05	7,96	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	4,17E-06	0,11	0,16	3,49
<i>Eriobothrya japonica</i>	Nespereira	2,00	0,11	3,58	1,05E-06	0,11	3,33	0,20	1,88E-06	0,05	0,16	3,49
<i>Jacaranda brasiliana</i>	Jacarandá-boca-de-sapo	1,00	0,05	6,93	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	3,63E-06	0,09	0,15	3,48
<i>Melia azedarach</i>	Santa-barbara	1,00	0,05	6,61	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	3,46E-06	0,09	0,14	3,48
<i>Theobroma cacao</i>	Cacaueiro	1,00	0,05	4,94	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	2,59E-06	0,07	0,12	3,45
<i>Carpentaria acuminata</i>	Carpentária	1,00	0,05	4,46	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	2,34E-06	0,06	0,11	3,45
<i>Anacardium occidentale</i>	Cajuero	1,00	0,05	3,98	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	2,08E-06	0,05	0,11	3,44
<i>Pterocarpus violaceus</i>	Aldrigo	1,00	0,05	3,34	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	1,75E-06	0,04	0,10	3,43
<i>Acacia podalyraefolia</i>	Mimosa	1,00	0,05	2,07	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	1,08E-06	0,03	0,08	3,42
<i>Dizygotheca elegantissima</i>	Arália-elegante	1,00	0,05	1,59	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	8,34E-07	0,02	0,08	3,41
<i>Handroanthus</i> ssp.	Ipê	1,00	0,05	1,19	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	6,25E-07	0,02	0,07	3,40
<i>Caesalpinia echinata</i>	Pau-brasil	1,00	0,05	1,11	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	5,84E-07	0,01	0,07	3,40
<i>Dombeya wallichii</i>	Dombéia	1,00	0,05	0,00	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	0,00E+00	0,00	0,05	3,39
<i>Syzygium malaccense</i>	Jambo-vermelho	1,00	0,05	0,00	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	0,00E+00	0,00	0,05	3,39
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	1,00	0,05	0,00	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	0,00E+00	0,00	0,05	3,39
<i>Mussaenda erythrophylla</i>	Mussaenda-rosa	1,00	0,05	0,00	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	0,00E+00	0,00	0,05	3,39
<i>Solanum pseudoquina</i>	Quina-de-são-paulo	1,00	0,05	0,00	5,24E-07	0,05	3,33	0,20	0,00E+00	0,00	0,05	3,39
Não identificadas (mudas)		12,00	0,66	29,94	6,28E-06	0,66	0,00	0,00	1,57E-05	0,40	1,05	1,05

O valor do índice de diversidade de Shannon-Weaver encontrado na área estudada foi de 3,37 e difere de outros índices encontrados em trabalhos desenvolvidos em outras áreas urbanas, como no caso da orla marítima de Santos, SP, com 2,63 (MENEGETTI, 2003); no entanto, está próximo de outros trabalhos como o realizado na Estância de Águas de São Pedro, de 3,90 (SILVA FILHO; BORTOLETTO, 2005). A análise do índice de diversidade de Shannon-Weaver reflete a realidade da arborização viária de regiões estudadas, que são geralmente caracterizadas por número limitado de espécies. O valor desse índice varia de 0 a 3,5 e raramente chega a 4,5, sendo que valores próximos de 1 indicam estresse ambiental ligado a áreas poluídas ou até monocultura (BUOSI et al., 2010).

O valor de 3,37 obtido nesse levantamento é expressivo quando comparado a outros estudos realizados em áreas bem conservadas de Floresta Estacional Semidecidual, que é o bioma predominante na região onde se encontra a cidade, nesses outros trabalhos, a diversidade variou de 3,60 a 4,30 (METZGER et al., 1998).

2.3.2. Avaliação quantitativa

2.3.2.1. Distribuição e localização

Com relação ao número de árvores por quilômetro, a área estudada apresentou uma distribuição média de 35 árvores por quilômetro, com destaque para as ruas Álvaro Costa Couto, Bernardino de Campos e Sete de Setembro que apresentam: 77, 64 e 61 indivíduos, respectivamente (**Tabela 3**).

O espaçamento médio entre árvores foi bem variável de acordo com a rua avaliada, sendo os menores encontrados para as ruas mais arborizadas, como é o caso das ruas Álvaro da Costa Couto, Bernardino de Campos, Sete de Setembro e Campos Salles (14; 15; 16 e 17 m entre árvores, respectivamente). Porém, a primeira rua mencionada apresenta pequena extensão se comparada às demais (Tabela 3).

Esse gradiente irregular observado na arborização local, de 10 a 77 indivíduos por quilômetro, também foi observado por Rosseti; Tavares; Pellegrino (2010) em avaliação realizada em dois bairros paulistanos. Esses autores obtiveram um gradiente variando desde 3,5 a 217 árvores/ km no bairro Vila Vera e Jardim Saúde, respectivamente.

Segundo Milano e Dalcin (2000), o espaçamento ideal para plantio de árvores em calçadas é a cada 10 m, considerando as distâncias mínimas entre árvores e equipamentos urbanos presentes nas calçadas. Avaliações em várias cidades brasileiras ressaltam que essa variação de espaçamentos entre árvores é grande e geralmente está associada ao planejamento arbóreo do bairro (Almeida; Rondon Neto, 2010). Segundo Paiva e Gonçalves (2002), há que se considerar, entre outros fatores, a dimensão e a qualidade da copa, além da própria situação da árvore, e não somente o gradiente de distribuição.

Tabela 3. Ruas do quadrilátero central, Ribeirão Preto/ SP, com número variável de árvores por km e espaçamento médio.

Logradouro	Extensão total (m)	Árvores	Árvore/Km	Espaçamento médio (m)
Álvaro da Costa Couto	181	14	77	12,93
Bernardino de Campos	2.004	129	64	15,53
Sete de Setembro	1.855	114	61	16,27
Campos Salles	2.134	121	57	17,64
Quintino Bocaiúva	951	42	44	22,64
Travessa Rio Branco	125	6	48	20,83
Prudente de Moraes	2.169	105	48	20,66
Marechal Deodoro	1.635	92	56	17,77
Rui Barbosa	2.110	106	50	19,91
Cerqueira Cesar	1.773	74	42	23,96
Garibaldi	1.908	89	47	21,44
Álvares Cabral	2.099	82	39	25,60
Floriano Peixoto	1.720	79	46	21,77
Tibiriçá	1.667	50	30	33,34
Marcondes Salgado	2.017	87	43	23,18
Visconde do Rio Branco	2.034	75	37	27,12
São José	1.974	76	39	25,97
General Osório	2.270	32	14	70,94
Mariana Junqueira	2.177	64	29	34,02
Duque de Caxias	2.297	39	17	58,90
Visconde de Inhaúma	2.083	48	23	43,40
Américo Brasiliense	2.210	38	17	58,16
Amador Bueno	2.125	46	22	46,20
Barão do Amazonas	2.076	52	25	39,92
Lafaiete	2.154	57	26	37,79
Florêncio de Abreu	2.162	36	17	60,06
São Sebastião	2.260	42	19	53,81
Guataparã	100	1	10	100,00
Saldanha Marinho	1.768	22	12	80,36
José Bonifácio	1.407	14	10	100,50
Travessa Moreira	150	0	0	0,00
TOTAL	53.595	1.832	35	37

A distribuição da altura total das árvores mostra que existe predominância de exemplares com altura total entre 4 e 8 m (44%) e, em seguida, verificou-se que 30% das árvores estão na classe de altura máxima até 4 m (**Figura 5**).

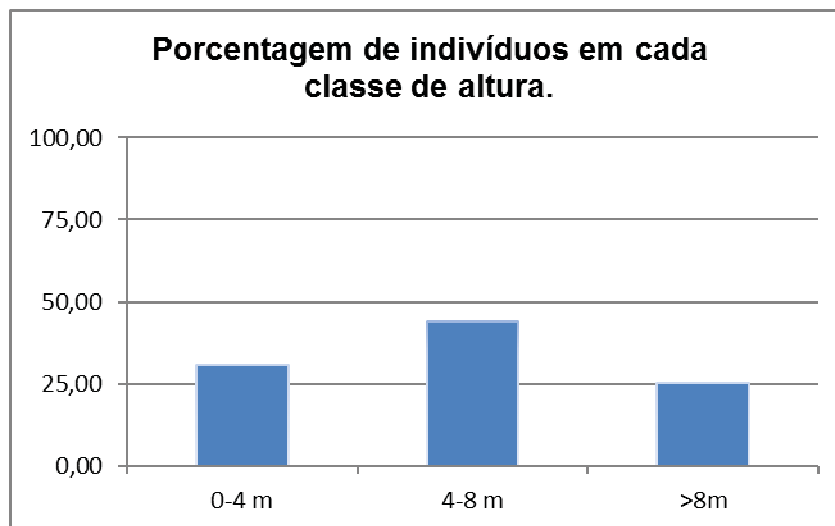


Figura 4. Distribuição de alturas das árvores e palmeiras inventariadas nas ruas do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Embora o uso de árvores de médio e grande porte seja sugerido pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (AGUIRRE JUNIOR; LIMA, 2007), o maior número de indivíduos encontrados foi de resedá (12,3%), falsa-murta (11,2%) e ipê-mirim (9,28%), consideradas de pequeno porte. Isso acontece por uma questão cultural e até mesmo por incentivo das companhias elétricas como a Central de Energia de Minas Gerais (CEMIG) e Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), que preconizam o uso de árvores de pequeno porte, principalmente sob fiações.

É interessante ressaltar também que *Murraya paniculata* (murta) é proibida, e/ou tem seu plantio restrito em várias cidades do Estado de São Paulo, como Aguaí, Rio Claro e Taquaritinga, conforme leis municipais. Tal espécie é hospedeira de psílídeos (Hemiptera: Psylloidea), que são vetores da bactéria *Candidatus Liberibacter*, que é o agente causal do “Greening” do citros, atualmente chamado de Huanglongbing (HLB) (LUCCA, 2012). Segundo o mesmo autor, em Ribeirão Preto, não existe uma lei que proíba a espécie, porém ela não é mais indicada para o plantio.

Observou-se que 35,6% dos indivíduos apresentaram altura da primeira bifurcação superior a 1,8 m, o que é preconizado para árvores em vias públicas, para passagem de pedestres nas calçadas, principalmente quando as calçadas são estreitas, que é o caso da área avaliada, onde 72,3%

das árvores estão em calçadas de 2 a 3 m de largura. Porém, a maioria (64,4%) encontra-se com altura inferior, o que se torna um problema para o trânsito dos pedestres (**Figura 6a**) e, algumas vezes, para os veículos nas vias (**Figura 6b**).



Figura 5. Impedimento de trânsito de pedestres (a) e veículos (b) por altura da primeira bifurcação de árvores inferior a 1,8 m, Quadrilátero Central de Ribeirão Preto, SP.

O grande número de indivíduos com altura da primeira bifurcação do tronco entre 0 e 1,8 m, segundo Almeida e Rondon Neto (2010) pode ser indicativo da baixa qualidade das mudas utilizadas na arborização urbana, que pode ser atribuída ao fato de os plantios serem realizados pelos próprios moradores, sem haver preocupação com aspectos técnicos. São Paulo (2005) recomendou que as mudas para plantio devem apresentar, preferencialmente, fuste com altura mínima de 1,8 m e, quando possuírem ramificações laterais abaixo dessa altura após o plantio, ser submetidas à poda de formação. A ocorrência de perda de galhos da árvore desde a base, ou próximo dela, quando esta está plantada nas calçadas pode facilitar a transito de pedestres.

De acordo com Rodolfo Jr. et al. (2008), a altura da primeira bifurcação pode vir a ocasionar problemas para pedestres quando a copa se encontra voltada para o passeio, ou para meio de transporte quando esta se encontra voltada para a rua. Melo; Lira Filho; Rodolfo Junior (2007), estudando a

arborização de um bairro em Patos, PB, observaram que apenas pouco mais de 20% das árvores apresentavam a altura considerada ideal para facilitar a passagem de pedestres (2 m). Neste levantamento em Ribeirão Preto, SP, foi considerada a altura limite mínima de 1,8 m, como proposto por Costa e Higuchi (1999), obtendo, mesmo assim, uma porcentagem baixa de indivíduos adequados (35,6%), devido à maioria dos indivíduos inventariados serem de porte baixo como resedá e murta. Portanto, sugere-se que seja realizada uma melhor condução dos indivíduos implantados para que não venham apresentar problemas no futuro; ou, ainda, o plantio de indivíduos arbóreos já maduros e com altura da primeira bifurcação já definida acima de 1,8 m.

2.3.2.3. Biologia e Fitossanidade

Quanto ao estado geral das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central de Ribeirão Preto, boa parte encontra-se em excelente estado (44,76%), onde não havia nenhum problema relacionado à árvore, pois crescia em locais adequados, livre de pragas e doenças e com arquitetura natural da espécie; e bom estado (33,68%), apresentando um ou outro problema, mas sem prejuízo para o bom desenvolvimento da mesma. Os exemplares em estado regular (16,1%), com inúmeros problemas, exigem manutenção, e ruim (4,97%) necessitando-se da remoção da árvore, ou pelo menos, de atenção, pois estão com alguns problemas relacionados, principalmente à poda e fitossanidade (**Tabela 4**). A maior porcentagem de indivíduos em excelente estado coube à *Lagstroemia indica* (resedá), com 15%, seguido de *Murraya paniculata* (falsa-murta), com 12,93%. Notou-se que *Tecoma stans* (ipê-mirim), mesmo tendo o maior número de indivíduos que *Licania tomentosa* (oiti), apresentou menos indivíduos em excelente estado, com 7,69 e 11,34%, respectivamente.

Tabela 4. Estado geral das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.

Condição da planta	Nº de indivíduos	%
Excelente	820	44,76
Bom	617	33,68
Regular	295	16,10
Ruim	91	4,97
Péssima	9	0,49
Total	1.832	100

Segundo Romani (2011), grande parte dos problemas existentes na arborização urbana está relacionada ao desconhecimento técnico das espécies selecionadas. No momento da escolha das espécies que irão compor a arborização pública em uma cidade, é importante considerar as características ecofisiológica de cada espécie, a fim de evitar ou minimizar os problemas decorrentes de uma arborização sem planejamento.

Em se tratando do equilíbrio geral das arvores inventariadas, a maior parte, 76,64%, encontra-se em equilíbrio entre copa e tronco (**Tabela 5**). Uma porcentagem de 23,36% dos indivíduos apresentou problemas tanto em sua copa como no tronco, sendo que 66,6% destes apresentam desequilíbrio em seu tronco (**Figura 7a**) e 64,02% na copa (**Figura 7b**). Podendo acarretar em problemas com os equipamentos urbanos ou até mesmo perda de vigor do indivíduo arbóreo.

Tabela 5. Equilíbrio geral das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.

Equilíbrio da planta	Nº de indivíduos	%
Sim	1.404	76,64
Não copa	137	7,48
Não caule	148	8,08
Não copa e caule	137	7,48
Árvores mortas	6	0,33
TOTAL	1.832	100



Figura 6. Desequilíbrio de tronco (a) e copa (b) para indivíduos inventariados no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.

Apesar dos sistemas falhos de poda e problemas fitossanitários, esse equilíbrio geral entre copa e tronco corrobora com dados obtidos por Mota e Almeida (2011), que observaram que 81% dos indivíduos inventariados no município de Coxim/ RS, estavam em equilíbrio e afirmam que a maioria das espécies urbanas pode ser mantida por meio de podas de controle (formação, limpeza, emergência e adequação), fato que manterá esse estado geral em condições satisfatórias ao equilíbrio da árvore.

Dentre as espécies com maior número de indivíduos nas calçadas, destaca-se o *Tecoma stans* (ipê-mirim), sendo também a espécie que apresentou maior porcentagem em número de indivíduos com interferências em equipamentos urbanos como fiação, construções, sinalização, poste e sistema de iluminação. Segundo Bobrowski e Biondi (2013), esta espécie foi classificada como uma das 43 espécies indesejáveis para plantio em calçadas devido ao seu crescimento irregular, podendo interferir no fluxo de carros ou pedestres das vias.

Portanto, uma avaliação de espécies mais adequadas para a arborização das ruas do bairro estudado que possam se adaptar às larguras estreitas das calçadas, efeitos de sombreamento por prédios e condições de tráfego intenso de veículos e pedestre são de suma importância para eficácia de um bom projeto de arborização para o quadrilátero central da cidade de Ribeirão Preto.

Com relação a problemas fitossanitários, observou-se que 28,33% das árvores encontram-se com ataques de pragas ou patógenos (**Tabela 6**). O maior problema que compromete a sanidade vegetal é a infestação de cupins, com 40,66% do total das árvores atacadas, que totalizam 11,52% dos indivíduos avaliados. Ressalta-se, no entanto, que o método de análise foi visual, não sendo feita prospecção do tronco.

Foi observado entre as árvores e palmeiras com problemas fitossanitários que algumas ainda são atacadas por fungos, bactérias, formigas, e até mesmo, plantas parasitas. Entre as 211 árvores (40,66%) atacadas por cupins dos 1.832 indivíduos avaliados, destaca-se o alfeneiro-do-japão (50 plantas) que foi a espécie mais afetada (**Figura 8**).

Tabela 6. Fitossanidade das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.

Situação	Nº ind.	%
Indivíduos sadios	1313	71,67
Indivíduos atacados	519	28,33
<i>Tipo de ataque</i>		
Cupim	211	40,66
Bactéria	16	3,08
Fungo	206	39,69
Vírus	1	0,19
Lagarta	27	5,20
Broca	5	0,96
Cochonilha	12	2,31
Tripis	4	0,77
Cancro	3	0,58

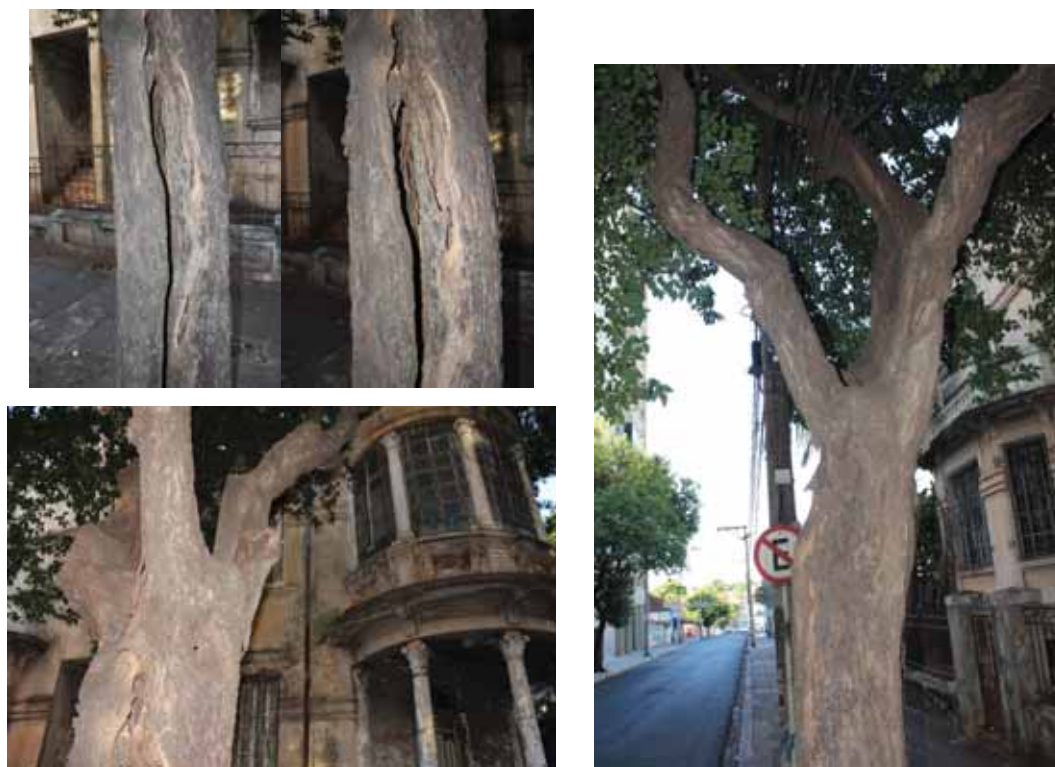


Figura 7. Indivíduos de alfeneiro-do-japão atacados por cupim e com porções ocas ao longo do tronco no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.

O maior problema que compromete a sanidade vegetal dos exemplares é a infestação por cupins que é observada em diversos trabalhos relacionados a árvores em meio urbano como os de Melo; Lira Filho; Rodolfo Junior 2007; Rosseti; Tavares; Pellegrino, 2010; Mota e Almeida, 2011; Gerhardt; Muller; Wolski, 2011; Benatti et al., 2012). Muitas vezes, estes resultados são subestimados porque, embora muitas árvores se mostrem aparentemente saudáveis, podem apresentar infestação interna conforme explicam Rosseti; Tavares; Pellegrino (2010).

A porcentagem de indivíduos que apresentaram lesões graves foi de 3,17%, sendo a maioria das lesões causadas por podas inadequadas e vandalismo (**Tabela 7**). Essa porcentagem pode ser considerada baixa se comparada com dados de Andrade (2002) em Campos de Jordão, onde 66% das árvores cadastradas apresentavam lesões graves.

Segundo Romani (2011) é interessante ressaltar que o ato de vandalismo, na arborização, é uma prática rara na região estudada, o que

pode ser atribuído ao fato de os moradores locais prezarem o espaço em que vivem. Além disso, os turistas procuram a cidade justamente pelos seus aspectos ambientais. Observa-se, então, que há um movimento contrário ao vandalismo, o da conservação.

Tabela 7. Injúrias das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.

Nível de injúria	Nº de indivíduos	%
Sem injúrias	1550	84,61
Leves	98	5,35
Médias	126	6,88
Graves	58	3,17
TOTAL	1832	100,00

Foi observado que em 143 dos 1832 indivíduos inventariados havia presença de líquens; a mesma quantia de árvores apresentava insetos não-praga, como formigas decompositoras, joaninhas e abelhas. Apenas 38 árvores abrigavam epífitas em seus troncos (**Figura 9**).

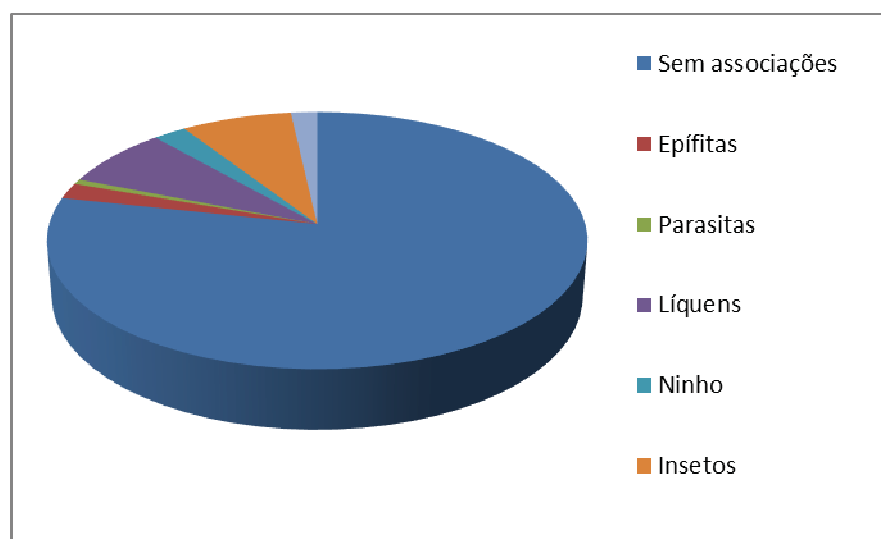


Figura 8. Ecologia das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.

A presença de musgos, líquens e epífitas são indicativos fortes de um bom clima e pouca poluição atmosférica (SAMPAIO; DE ANGELIS, 2008). Porém, como verificado para o quadrilátero, a maior parte dos indivíduos (81,77%) não se encontravam em associação com nenhum tipo de organismo.

2.3.2.4. Entornos e interferências

A maior parte das árvores e palmeiras inventariadas nas ruas do Centro de Ribeirão Preto estava alocada junto à guia (95,69%), conforme mostra a **Tabela 8**. Isso acontece, provavelmente, devido à conformação de suas calçadas que, em se tratando de um bairro muito antigo a maior parte das calçadas possui largura de 2,75 a 3,25 m, onde está localizado um total de 87,17% dos indivíduos inventariados.

Tabela 8. Local geral e localização relativa das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.

Localização	Posição	Nº de indivíduos
Calçada		1.812
Canteiro central		20
Calçada	Guia	1.753
	Divisa	39
	Centrada	13
	Outros (vaso)	7
		1.812
Canteiro Central	Guia	5
	Centrada	15
		20
Total		1.832

Aproximadamente 65,78% dos indivíduos avaliados encontravam-se sob a fiação aérea (**Tabela 9**). Entre as espécies mais frequentes nessas condições, com altura inferior a 6 m, havia 769 indivíduos (63,82%), dentre os quais se destacavam as espécies: *Murraya paniculata* (murta), representando

19,51% dos indivíduos, *Lagerstroemia indica* (resedá), com 18,86%, *Tecoma stans* (ipê-mirim) com 11,18% e *Licania tomentosa* (oiti), com 9,23%.

Tabela 9. Conflitos com equipamentos urbanos das árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.

Equipamento urbano	Situação	Nº de indivíduos
Fiação	Atual	696
	Potencial	367
	Ausente	769
Postes	Atual	140
	Potencial	105
	Ausente	1.587
Iluminação	Atual	52
	Potencial	81
	Ausente	1.699
Sinalização	Atual	131
	Potencial	36
	Ausente	1.665
Muro/construção	Atual	473
	Potencial	346
	Ausente	1.013

As redes de distribuição de energia elétrica são o maior entrave ao pleno desenvolvimento das árvores; 38% estavam em conflito com a fiação primária, secundária, de telefone ou derivações. A maior parte da fiação das ruas inventariadas (90%) consiste de sistema de fiação aérea convencional, sem isolamento.

Além das árvores inventariadas que apresentaram problemas com a fiação elétrica (38%) (**Figura 10a**), constatou-se que outros 20% de indivíduos com potencial conflito (**Figura 10b**), ou seja, um total de 58% de árvores conflitando com as redes de distribuição. Apenas 42% das árvores não conflitavam com a fiação e nem apresentou potencial para isso (**Figura 10c**). Essa porcentagem alta de indivíduos conflitantes com redes elétricas já se foi constatada em diversos trabalhos desde algumas décadas atrás como o caso de Milano (1984), avaliando a cidade de Curitiba/ PR observou que 46%

do total de árvores da cidade têm conflitos com rede elétrica, como recentemente, por Faria; Monteiro; Fisch (2007), avaliando o município de Jacareí/ SP, encontrou que 56% de indivíduos eram conflitantes com a fiação.



Figura 9. Problemas com fiação elétrica nas vias inventariadas do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP. Atual (a); Potencial (b); e Ausente (c).

A profusão de galhos epicórmicos foi o item mais representativo na avaliação da qualidade da copa, existindo em 6,9% das árvores com problemas com fiação (**Figura 11**). Observa-se que as podas não têm respeitado os mecanismos de defesa natural dos vegetais, sendo realizadas sem os procedimentos que preservam as estruturas de colo e crista na base dos galhos podados (**Figura 12**). Outra situação seria as mudas de arbustos e arvoretas, com condução para copa única, que não tiveram desbrota de ramificações laterais na condução pós-plantio. Isso comprometeria o objetivo principal de plantio de árvores de menor porte (ROSSETI; TAVARES; PELLEGRINO, 2010).



Figura 10. Emissão de galhos epicórmicos por podas malfeitas em indivíduo de *Cassia fistula* (cássia-imperial) na Rua Duque de Caxias no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.

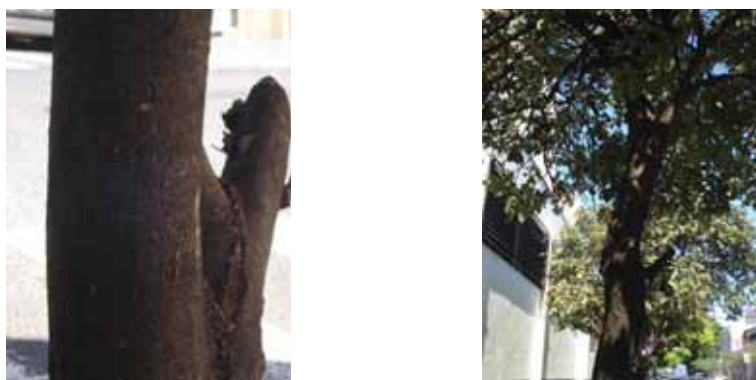


Figura 11. Qualidade das podas feitas na arborização das ruas do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.

Dentre as árvores inventariadas, foi observado que 297 indivíduos apresentavam afloramento de raízes, sendo que em 171 destes o afloramento se dava danificando as calçadas, 124 indivíduos apresentaram afloramentos dentro dos próprios canteiros, sem muitos danos, e para dois indivíduos, o afloramento se dava na rua (**Tabela 10**).

Tabela 10. Afloramento de raízes das árvores e palmeiras inventariadas no Quadrilátero Central, Ribeirão Preto, SP.

Situação		Nº de indivíduos
Sem afloramento		1.542
Com afloramento	Calçada	171
	Canteiro	124
	Rua	2

Segundo Bortoleto e Silva Filho (2005), existe uma relação entre a ausência de áreas livres para as raízes e o afloramento, o que pode ser evidenciado em nosso trabalho, uma vez que um dos maiores problemas da área foi o mal dimensionamento do canteiro de plantio dos exemplares arbóreos. Isso indica que a proporção de área livre foi determinante nos problemas de afloramento de raízes, servindo de indicação para os novos plantios, em medidas de adequação, sendo recomendado de 1 a 2 m² de canteiro por árvore. Santana e Santos (1999) comentaram que o gênero *Ficus* era causador de problemas na arborização do Campus da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) por danificar calçadas; portanto, constituem-se em espécies inapropriadas para plantio em vias públicas.

Quanto à poda realizada nas árvores, observou-se que somente 9,63% dos indivíduos que receberam poda leve (**Figura 13a**) e 1,59% dos que receberam poda pesada (**Figura 13b**) foram qualificados como poda de ótima qualidade, fato que possivelmente colaborou para a exposição de muitas árvores ao ataque de patógenos, debilitando estas plantas (**Tabela 11**).

Em Santa Maria, RS, no Conjunto Habitacional Tancredo Neves, Teixeira (1999) detectou que 46% dos danos ocasionados às árvores foram ocasionados por meio da poda inadequada. Costa e Higuchi (1999) constataram em Manaus que 15% das árvores apresentaram copa boa, 65% regular e 19% ruim.

Tabela 11. Ações realizadas nas árvores inventariadas do quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.

Ação executada		Nº de indivíduos	%
	Qualidade		
Poda pesada	Péssima	262	59,68
	Regular	106	24,15
	Boa	62	14,12
	Ótima	7	1,59
	Total	439	-
Poda leve	Péssima	143	13,63
	Regular	291	27,74
	Boa	514	49,00
	Ótima	101	9,63
	Total	1.049	-
Ausência de poda		283	15,45
Outras		61	3,33
TOTAL		1.832	



Figura 12. Podas leves (a) e pesadas (b) em indivíduos arbóreos inventariados no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.

Segundo Rocha; Leles; Oliveira Neto (2004), indivíduos com classe de altura inferior a 6 m e com diâmetros de tronco a altura do peito superiores a 10 cm, indicam plantas em fase adulta que sofreram podas, daí sua redução do porte, principalmente para espécies de médio e grande porte, como é o caso do oiti encontrado nas ruas do quadrilátero estudado.

As medidas recomendadas para reverter esta tendência seriam a implementação de um programa de educação ambiental permanente, junto à comunidade, enfatizando os benefícios da arborização no meio urbano, a implementação de normas legais balizadoras do manejo adequado da arborização e a promoção de cursos técnicos de poda aos funcionários da prefeitura, de empresas terceirizadas prestadoras de serviços de poda, como também de funcionários das empresas concessionárias dos serviços de distribuição de energia elétrica e corpo de bombeiros (PAIVA et al., 2010).

Vem sendo tomadas medidas por parte da prefeitura, como a exigência para que as empresas que realizam poda na cidade de Ribeirão Preto tenham um registro junto à Secretaria do Meio Ambiente e que o funcionário a executar esta poda seja habilitado pela mesma secretaria por meio de um curso promovido anualmente.

Mesmo com a copa formada, as árvores necessitam de cuidados, como podas de manutenção ou limpeza, que visam evitar problemas futuros com galhos secos que possam cair, e a eliminação de focos de fungos e plantas parasitas, que enfraquecem os galhos. Quando as podas anteriores forem executadas incorretamente, ou alterações do ambiente urbano incompatibilizem a copa das árvores com seu meio, aplica-se a poda de segurança. A finalidade desta poda é prevenir acidentes eminentes. Quanto maiores e mais velhas as árvores, mais delicadas se tornam as podas. Por isso, o arboricultor deve conhecer as regras fundamentais que regem sua atividade: a arquitetura da copa, a fisiologia da compartimentalização, as técnicas de poda e as ferramentas e equipamentos mais apropriados para cada atividade (SEITZ, 1996)

Observa-se que boa parte das árvores inventariadas teve recomendação de ampliação de canteiro (60,86%) e de poda leve para adequação dos seus galhos com os equipamentos urbanos (40,72%) (Figura 14). Esse dimensionamento inadequado do canteiro de plantio foi classificado como um dos principais problemas da arborização das ruas avaliadas (**Figura 15**).

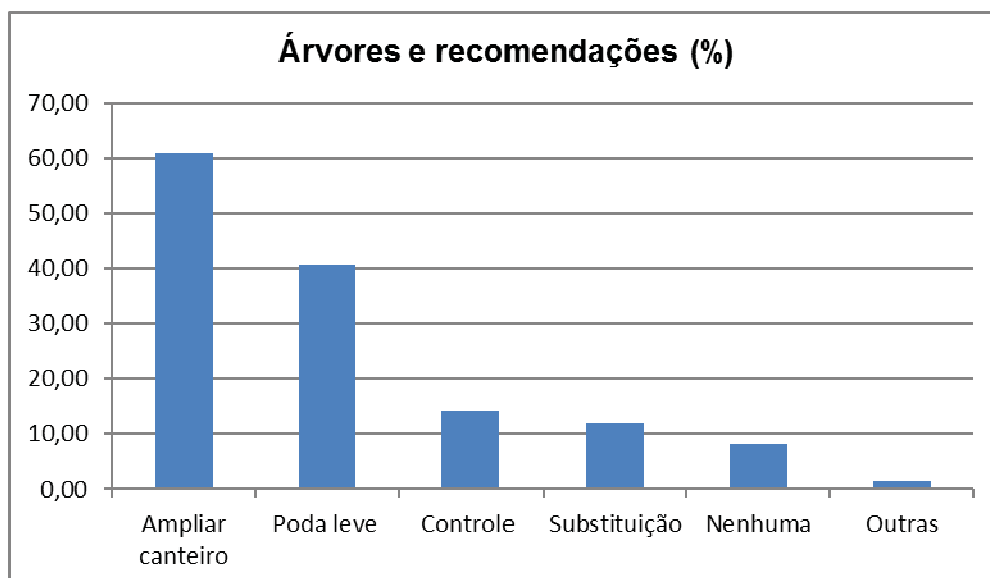


Figura 13. Ações recomendadas nas árvores e palmeiras inventariadas no quadrilátero central, Ribeirão Preto, SP.



Figura 14. Canteiros mal dimensionados no Centro de Ribeirão Preto, SP.

2.4. CONCLUSÕES

O total de exemplares arbóreos e palmeiras levantado foi de 1.832 indivíduos, distribuídos em 35 famílias botânicas, 72 gêneros e 89 espécies.

O local apresenta arborização com boa diversidade de espécies, verificada pelo índice de Shannon-Weaver (3,37), sendo a maioria espécies exóticas, de pequeno e médio porte (32,81%).

Em algumas ruas de extensão curta, a distribuição das árvores ao longo da malha viária encontra-se adequada, porém, na maioria das vias, o espaçamento entre as plantas é muito amplo.

Os maiores problemas levantados foram: podas feitas sem técnica; problemas fitossanitários com cupins no tronco das árvores; e dimensionamento inadequado dos canteiros de plantio.

O uso inadequado de algumas espécies como *Tecoma stans* (ipê-mirim), em decorrência do seu crescimento desuniforme tem causado conflitos com os equipamentos urbanos, principalmente a fiação.

2.5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. N.; RONDON NETO, R. M. Análise da arborização urbana de duas cidades da região norte do estado do Mato Grosso. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.899-906, 2010.

ANDRADE, T. O. **Inventário e análise da arborização viária da Estância Turística de Campos de Jordão, SP**. 2002. 112f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

APG. An ordinal classification for the families of flowering plants. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v.85, p.531–553, 1998.

BENATTI, K. C. T.; TONELLO, K. C.; ADRIANO JR., F. C.; SILVA, J. M. S.; OLIVEIRA, I. R.; ROLIM, E. N.; FERRAZ, D. L. Inventário arbóreo-urbano do município de Salto de Pirapora, SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n.5, p. 887-894, 2012.

BIONDI, D. **Diagnóstico da arborização de ruas da Cidade de Recife**. 1985. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Instituto de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1985.

BIONDI, D. **Curso de arborização urbana**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2000, p. 1- 45.

BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Espécies não tradicionais e espécies indesejáveis na composição da arborização de ruas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n.17, p.1293-1304, 2013.

BRUN, F. G. K.; LINK, D.; BRUN, E. J. O emprego da arborização na manutenção da biodiversidade de fauna em áreas urbanas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.2, n.1, p.117-127, 2007.

BUOSI, C.; FRONTALINI, F.; da PELO, S.; CHERCHI, A.; COCCIONI, R; BUCCI, C. Foraminiferal proxies for environmental monitoring in the polluted lagoon of Santa Gilla (Cagliari, Italy). **Present Environment and Sustainable Development**, Iasi, v.4, n.4, p.91-104, 2010.

COSTA, L. A. C.; HIGUCHI, N. Arborização de ruas de Manaus: avaliação qualitativa e quantitativa. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.23, n.2, p.223-232, 1999.

DALCIN, E. C. Índice de importância relativa (Iir) e valor da espécie (Ve): Proposta de uma fórmula para avaliar exemplares arbóreos na arborização urbana. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 1., 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: Prefeitura Municipal de Curitiba/ Secretaria Municipal do Meio Ambiente: PMV/ SMMA, 1992. p.291-305.

FARIA, J. L. G.; MONTEIRO, E. A.; FISCH, S. T. V. Arborização de vias públicas do município de Jacareí – SP. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 2, n.4, p. 20-33, 2007.

GERHARDT, M. C.; MULLER, N. G.; WOLSKI, S. R. S. Diagnóstico da área central da cidade de Santo Cristo – RS. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n.1, p. 69-84, 2011.

GIMENES, R.; ROMANI, G. N.; BATISTA, G. S.; PIVETTA, K. F. L. Interpretação do uso, do mobiliário e da arborização da Praça Sete de Setembro, Ribeirão Preto, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.6, n.3, p. 22-42, 2011.

IBGE. 2013. **Censo Demográfico 2013**. Governo Federal. Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O. K. **Caracterização da vegetação natural em Ribeirão Preto, SP: Bases para a conservação**. 2003. 221 f. Tese (Doutorado em Ciências, Biologia Comparada), Faculdade de Filosofia Ciências e Letras – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5ªed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v.1. p. 1-384.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2009. v.2. p. 1-384.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003, p. 1-368.

LORENZI, H.; NOBLICK, L. R.; KAHN, F.; FERREIRA, E. **Flora Brasileira: Arecaceae (Palmeiras)**. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum, 2010. p. 1-384.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; BEHR, N. **Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1996, p. 1-303.

LUCCA, A. **Levantamento arbóreo quali-quantitativo de vias públicas no quadrilátero central de Ribeirão Preto**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) Centro Universitário UNISEB – COC, Ribeirão Preto, 2012.

MELO, R. R.; LIRA FILHO, J. A.; RODOLFO JUNIOR, F. Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana no bairro Bivar Olinto, Patos, Paraíba. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 2, n.1, p. 64-80, 2007.

MENEGHETTI, G. I. P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos-SP**. Piracicaba, 2003. 100f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

METZGER, J. P.; GOLDENBERG, R.; BERNACCI, L. C. Diversidade e estrutura de fragmentos de mata de várzea e de mata mesófila semidecídua submontana do rio Jacaré-Pepira (SP). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, p. 321 - 330, 1998.

MILANO, M.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: LIGHT, 2000. p. 1-226.

MILANO, M. S. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba**. 1984. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Instituto de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

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

MOTA, M. P.; ALMEIDA, L. F. R. Características da arborização na região central do município de Coxim, MS. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n.1, p. 01-24, 2011.

PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida. Viçosa: **Aprenda Fácil**, 2002. 180 p. (Coleção Jardinagem e Paisagismo, 2).

PAIVA, V. A.; LIMA, A. B. M.; CARVALHO, A.; JUNIOR, A. M.; GOMES, A.; MELO, C. S.; FARIAS, C. O.; REIS, C.; BEZERRA, C.; JUNIOR, E. A. S.; MACEDO, E.; LIMA, E. S.; SOBRINHO, F.; SILVA, F. M.; BONFIM, J. C.; JUNIOR, L. S.; CORREA, M.; DUMONT, M. L.; ISAAC, M. A.; PANTOJA, N. V.; DAVILA, R. M.; GABRIEL, R.; SILVA, R. A.; CUNHA, R. M.; OLIVEIRA, R. S.; DIAS, R.; NICHELI, S. P.; COSTA, S.; SOUZA, T. C.; PEREIRA, T. F.; CASTELO, Z.; FERRARI, Z. S. Inventário e diagnóstico da arborização urbana viária de Rio Branco, AC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.5, n.1, p.144-159, 2010.

ROCHA, R. T.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu, RJ: o caso dos Bairros Rancho Novo e Centro. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.4, p.599-607, 2004.

RODOLFO JR, F.; MELO, R. R.; CUNHA, T. A.; STANGERLIN, D. M. Análise da arborização urbana em bairros da cidade de Pombal no Estado da Paraíba. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.3, n.4, p.3-19, 2008.

RODRIGUES, R. R. Métodos fitossociológicos mais usados. **Separata de: Casa da Agricultura**, São Paulo, v.10, n.1, 1988.

ROMANI, G. N. **Análise florística, fitossociológica e qualitativa da arborização na Praça XV de Novembro em Ribeirão Preto, SP**. 2011. 61f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

ROMANI, G. N.; GIMENES, R.; SILVA, M. T.; PIVETTA, K. F. L.; BATISTA, G. S. Análise quali-quantitativa da arborização na Praça XV de Novembro em Ribeirão Preto – SP, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.3, p. 479-487, 2012.

ROSSETTI, A. I. N.; TAVARES, A. R.; PELLEGRINO, P. R. M. Inventário arbóreo em dois bairros paulistanos, Jardim da Saúde e Vila Vera, localizados na subprefeitura de Ipiranga. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n.5, p. 889-898, 2010.

SAMPAIO, A. C. F.; DE ANGELIS, B. L. D. Inventário e análise da arborização de vias públicas de Maringá – PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v.3, n.1, p.37-57, 2008.

SANTANA, J. R. F.; SANTOS, G. M. M. Arborização do campus da UEFS: exemplo a ser seguido ou um grande equívoco?. **Sitientibus**, Feira de Santana, n.20, p.103-107, 1999.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. **Manual técnico de arborização urbana**. 2.ed. São Paulo: Nacional, 2005. p. 1-45.

SEITZ, R. A. **A poda de árvores urbanas**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná: FUPEF, 1996. p.1-27.

SILVA FILHO, D. F.; PIZETTA, P. U. C.; ALMEIDA, J. B. S. A.; PIVETTA, K. F. L.; FERRAUDO, A. S. Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.5, p. 629-642. 2002.

SILVA FILHO, D. F.; BORTOLETO, S. Uso de indicadores de diversidade na definição de plano de manejo de arborização viária de águas de São Pedro - SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.973-981, 2005.

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, p.20-640.

TEIXEIRA, I. F. Avaliação qualitativa da arborização de ruas do Conjunto Habitacional Tancredo Neves, Santa Maria – RS. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria – RS, v.9, n.2, p.9-21, 1999.

Capítulo 3. ANÁLISE DA ARBORIZAÇÃO DO QUADRILÁTERO CENTRAL DO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO, SP, POR MEIO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

4.1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O crescente processo de urbanização da humanidade constitui-se em fonte de preocupação por parte da população e de todos os profissionais e segmentos ligados ao planejamento urbanístico e, principalmente, os ligados à questão ambiental, uma vez que as cidades avançam e apresentam um crescimento rápido e sem planejamento adequado (LOMBARDO, 1985; GOMES, 2005).

Vias urbanas bem arborizadas podem filtrar grande parte da poeira em suspensão no ar servindo como filtros da atmosfera (GREY e DENEKE, 1978), alterar a direção e a velocidade do vento e também trazer benefícios econômicos, pois valorizam imóveis, além da ação benéfica à saúde humana física e mental (MILANO; DALCIN, 2000). Devido ao crescimento da população dentro dos grandes centros urbanos e, por conseguinte, o crescimento das áreas urbanizadas, existe um maior interesse por parte da administração das cidades em se manter o verde urbano com qualidade e funcionalidade para benefício da própria população, a qual vem incentivando a arborização (BONAMETTI, 2003).

Porém, muitas vezes por falta de recurso humano, as estratégias de implantação e manejo das áreas verdes não são as mais indicadas. Para auxiliar na gestão da arborização de ruas e áreas verdes, os Estados Unidos e Europa utilizam sensoriamento remoto, sendo o estudo da vegetação em ambiente urbano prática comum no plano integrado de gerenciamento das cidades. A obtenção de subsídios detalhados para regiões de grandes dimensões em espaço de tempo razoavelmente curto são as principais vantagens no uso dessa ferramenta de auxílio (PAIVA, 2005). Nos dias atuais, existem diferentes técnicas de sensoriamento remoto que auxiliam nos

estudos e qualificação de áreas urbanas, podendo servir como um meio mais rápido e correto para tomadas de decisão por parte da administração pública (ROLLO et al., 2007).

Grise; Araki; Biondi (2013), enfatizam que um planejamento urbano baseado nos padrões espaciais de configuração da paisagem pode resultar na conservação da paisagem urbana, e conseqüentemente, em uma convivência equilibrada dos habitantes com os componentes urbanos. A arborização urbana, quando constituída de forma planejada, pode melhorar, sobretudo, a qualidade de vida da população.

O uso, cada vez mais frequente, de sistemas cadastrais destinados ao tratamento de dados geo-referenciados em mapas, imagens e cadastros, conhecidos como Sistemas de Informação Geográfica (SIG), gera informações importantes aos processos decisórios, uma vez que buscam representar uma realidade em determinadas áreas gerando operações possíveis sobre estas representações (FELGUEIRAS, 2001).

Muitas questões sobre a vegetação urbana podem ser tratadas rapidamente e de forma eficaz usando essas ferramentas geoespaciais. Com isso, em pouco tempo e em larga escala, são obtidos dados espaciais a partir dos quais os atributos da vegetação urbana podem ser identificados (WARD, 2007) e assim especializados e analisados nos mais diversos aspectos.

Já em meados da década de 90, Molli; Mahon; Mallet (1995) ressaltaram que o uso dos SIGs proporcionaria uma nova visão da arborização urbana e possibilitaria a atribuição de valores ainda não aferidos como quantidade, distribuição e qualidade da arborização de uma determinada cidade, fornecendo assim, uma combinação detalhada de informações sobre as árvores e a estrutura das florestas urbanas.

Desta maneira, o uso de SIG configura-se numa ferramenta útil para a avaliação de áreas de grandes extensões em pequeno espaço de tempo, o que já vem sendo feito em áreas agrícolas (FERRARI; SILVA; ABDON, 2009).

Diversos índices de vegetação têm sido propostos na literatura com o objetivo de explorar as propriedades espectrais da vegetação, principalmente nas faixas do visível e infravermelho próximo (GRISE; ARAKI; BIONDI, 2013;

PONZONI; SHIMAMBUKURU, 2007). Esses índices podem ajudar a quantificar o volume de copa das árvores presentes em uma dada região a ser estudada, uma vez que fornecem dados proporcionais ao índice de área foliar, à porcentagem de cobertura verde, à biomassa verde e à radiação fotossinteticamente absorvida (JENSEN, 2009).

Atualmente vem sendo muito utilizado para avaliação e monitoramento da cobertura arbórea o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), que destaca a vegetação de um local por meio da refletância do vermelho próximo do espectro de cores em imagens obtidas no satélite, ou seja, a razão entre as bandas de infravermelho e infravermelho próximo do espectro de refletância (WALTON; NOWAK; GREENFIELD, 2008).

Analisando por outro ângulo, pode-se usar um índice de construção visando identificar o aumento de áreas urbanas construídas e seus efeitos sobre a população. Zha; Gao; Ni (2003) desenvolveram um índice de construção chamado NDBI (Normalized Difference Built-up Index), que é baseado no incremento do número digital das áreas construídas, ou seja, todo incremento de áreas no mapa com bandas (faixas do espectro eletromagnético que tem a capacidade de discriminar e realçar diferentes objetos em uma imagem) entre intervalos da banda 4 para a banda 5 do sensor ETM+ (Enhanced Thematic Mapper).

Portanto, o NDBI é aplicado para o mapeamento rápido de áreas urbanas com eficácia satisfatória (ZHA; GAO; NI, 2003) e seu valor numérico pode variar entre -1 e +1, sendo que quanto mais próximo de +1, mais superfície construída ou impermeável na região avaliada (ZHAO; CHEN, 2006). Contudo, os índices NDVI e NDBI servem também como auxílio no estudo de ilhas de calor urbanas, uma vez que este fenômeno ocorre devido ao incremento da temperatura em determinada região construída em relação ao seu entorno, sendo explicado pelo fato dos materiais empregados na construção civil armazenarem calor e que, em áreas mais adensadas e menos arborizadas, tendem a apresentar temperaturas mais elevadas, mesmo durante a noite (BIAS; BAPTISTA; LOMBARDO, 2003). Isso quer

dizer que o arranjo e disposição das praças em bairros com altas densidades demográficas pode auxiliar na diminuição da temperatura desses locais.

As áreas urbanizadas produzem efeitos na atmosfera da camada intraurbana de uma região devido às diversas formas de uso e ocupação do solo e estrutura urbana. O grau de transformação das superfícies, os materiais utilizados, a rugosidade, a densidade, a permeabilidade do solo, a contaminação do ar e a geração local de calor são fatores que irão determinar a reflexão, absorção ou armazenamento de calor, além de produzir efeitos na circulação e atrito da ventilação. A diferença de resposta térmica entre o ambiente urbano e o rural é, principalmente, marcada pelo desenvolvimento de ilhas de calor nas áreas urbanas (ROCHA; SOUZA; CASTILHO 2011).

Parker (2010) esclarece que as ilhas de calor resultam das propriedades físicas dos edifícios e de outras estruturas. Além disso, ocorre a emissão de calor pelas atividades humanas, existindo frequentemente, também, a formação de ilhas de frio em parques e em regiões menos adensadas.

O comportamento térmico urbano altera-se à medida que a morfologia dos espaços é alterada. Com o aumento da impermeabilização e verticalização, haverá mais superfícies acumuladoras de calor e será menor a porção de céu visível. Isso faz com que se acumule o calor absorvido e diminua a dissipação do calor dos ambientes. Portanto, a melhor geometria para o conforto térmico do espaço urbano é um difícil equilíbrio entre a ocupação do espaço urbano e a obstrução do céu (ROCHA; SOUZA; CASTILHO, 2011).

Outra ferramenta do SIG com grande potencial de utilização, mas pouco explorado é o modelo digital de elevação (MDE). O MDE pode ser útil de duas formas: auxiliando na identificação de locais com diferentes características relacionadas ao solo e, conseqüentemente, das espécies vegetais mais aptas a se desenvolverem nesse local; e na definição do limite de microbacias e estimativa da área de captação. Esta informação pode auxiliar na definição da área permeável ideal para que haja um equilíbrio entre

a água que infiltra no solo e a captada pelas redes de esgoto, evitando uma sobrecarga no sistema de drenagem urbano (PEREIRA et al., 2013).

Analisando o município de Ribeirão Preto, SP, Maia (2007) observou que entre 1990 e 2006 ocorreram 43 enchentes na área urbana, das quais 20 na década de 90 e o restante entre 2000 e 2006, com uma média de três enchentes por ano no período todo. O mesmo autor identificou 26 pontos de enchentes na cidade e um ponto crítico seria o entroncamento entre as avenidas Francisco Junqueira e Jerônimo Gonçalves que estão, respectivamente, em calhas dos córregos Ribeirão Preto e Retiro Saudoso, área limítrofe a oeste e norte do quadrilátero estudado.

Estudos concluíram que a capacidade de vazão dos córregos Ribeirão Preto e Retiro Saudoso não é suficiente frente à demanda hidrológica (SULEIMAN; BARBASSA, 2005). Com isso, foram realizadas obras de ampliação da calha visando melhorar essa capacidade de vazão (SIENA, 2012). O aumento de áreas verdes também se constitui em uma medida auxiliar, uma vez que se aumenta a área de superfície permeável, diminuindo, assim, a quantidade de água a ser escoada superficialmente.

O uso das calçadas com faixas de área permeável proporciona a redução da impermeabilização, diminuindo o escoamento superficial da água por meio do aumento da infiltração no solo sem pavimento e também proporciona condições adequadas para o desenvolvimento da arborização das vias públicas, para que esta possa desempenhar com eficiência o seu papel ambiental na melhoria do microclima das cidades e do ciclo hidrológico, tornando o ambiente urbano mais sustentável (CADORIN; MELLO, 2011).

O estabelecimento de vegetação e sua manutenção na malha urbana é um processo complexo e delicado, pois o meio urbano não é o habitat mais adequado para as plantas. Nas cidades, ocorrem problemas bem diversificados e realmente limitadores de uma perfeita arborização. Nas calçadas das ruas, são muitos fatores que contribuem para que a arborização não se desenvolva da forma ideal, pois estará contida, limitada por diversas circunstâncias, entre elas, a limitação de espaço livre de pavimento que

permita a infiltração de água e o desenvolvimento das raízes (SILVA et al., 2007).

Nesse sentido, são escassos os materiais na literatura brasileira que mostrem a viabilidade de ferramentas para auxiliar na gestão da arborização de ruas e áreas verdes. Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar a arborização do quadrilátero central do município de Ribeirão Preto, SP, utilizando ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) a fim de que possam gerar dados que auxiliem na identificação de problemas relacionados à arborização urbana e forneçam subsídios para o manejo das áreas verdes urbanas.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Localização e caracterização da área

A área de estudo tem 200 ha e localiza-se a nordeste do Estado de São Paulo, no Município de Ribeirão Preto (**Figura 16**), com altitude máxima de 546 m. As coordenadas geográficas do centro da área são 21°10'30" S e 47°48'38". Segundo a classificação de Thornthwaite (1948), o clima local pode ser definido como B1rB'4a', Tipo Mesotérmico Úmido, com pequena deficiência hídrica, sendo a evapotranspiração de verão menor que 70% da evapotranspiração anual.

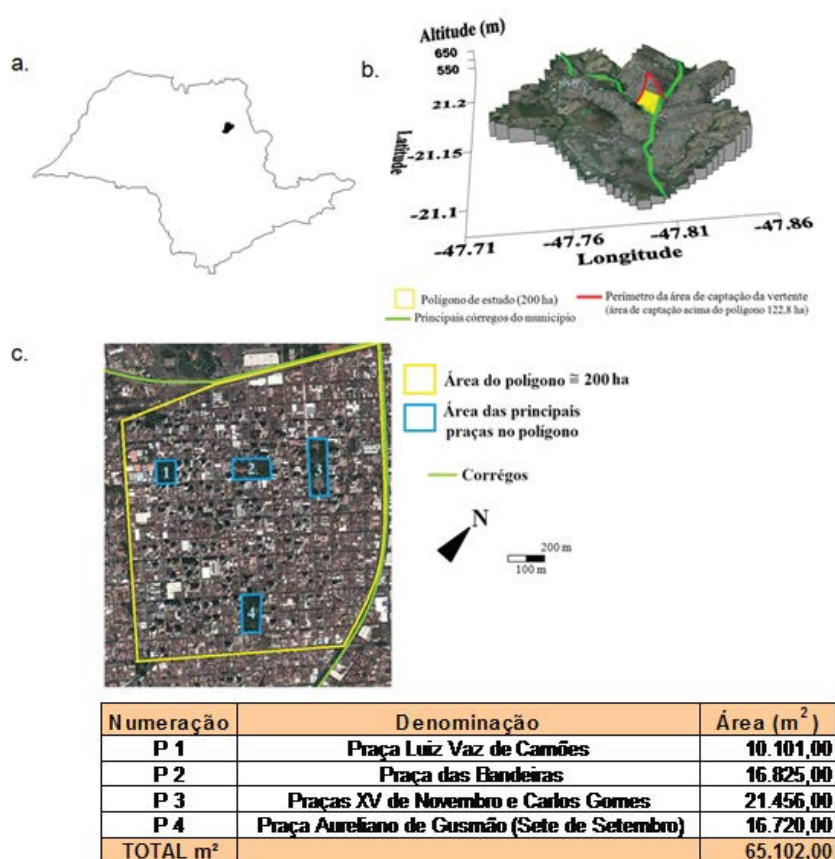


Figura 15. Localização da área (a), modelo digital de elevação (b) e croqui da área de estudo (c).

A vegetação natural é constituída por Floresta Estacional Semidecidual e formações savânicas, no caso da região, o Cerradão (KOTCHETKOFF-HENRIQUES, 2003). A área está inserida na província geomorfológica do Planalto Ocidental Paulista. O material de origem está relacionado à transição Basalto do Grupo São Bento Formação Serra Geral, Arenito da Formação Botucatu e Depósitos Aluvionares (PONÇANO et al., 1981; CPRM, 2012). O mapa de solos da área registra a ocorrência de diversos tipos de solos como: Latossolo Roxo e Terra Roxa Estruturada; Latossolo Vermelho-Escuro Textura Média e Latossolo Vermelho-Amarelo Textura Média.

4.2.2. Índice de Vegetação (NDVI)

O índice de vegetação foi determinado para 2.222 pontos da área, utilizando o cálculo de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) proposto por Rouse et al. (1973), com resolução de 30 x 30 m. Os valores de NDVI foram calculados após transformação radiométrica (CHANDER; MARKHAM, 2003) e correção atmosférica (ZULLO JR., 1994). Foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT 5 TM disponíveis gratuitamente no site do INPE. As imagens são referentes aos meses de setembro de 1984, agosto de 2001, outubro de 2003, agosto de 2004, agosto de 2005, setembro de 2006, setembro de 2007, setembro de 2008, setembro de 2009, setembro de 2010 e junho de 2011. A escolha dos meses foi feita com base na melhor imagem disponível (ausência de nuvens que dificultam a visualização da área) e representatividade do fenômeno de inversão térmica, que é um fenômeno meteorológico onde ocorre a presença de uma camada de ar frio alguns metros acima da superfície que impede a dispersão e a movimentação de massas de ar mais quentes localizadas próximas do solo. Esse fenômeno é intensificado pelo crescimento urbano não planejado e ausência de arborização urbana.

Utilizou-se o software ArchGis (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas) na construção do banco de dados geográfico e na integração de todas as informações disponíveis da área de estudo.

Os dados são apresentados por meio do mapa *raster*, composto por imagens que contêm a descrição de cada pixel, em oposição aos gráficos vetoriais obtidos de imagens LandSat – 5 TM.

4.2.3. Índice de Construção (NDBI)

O NDBI (Normalized Difference Built-up Index) é baseado no incremento do número digital das áreas construídas nos intervalos da banda 4 para banda 5 do ETM+, onde:

$$\text{NDBI} = (\text{ETM5} - \text{ETM4}) / (\text{ETM5} + \text{ETM4})$$

Foi calculado o NDBI para os anos de 1984, 2006 e 2010 devido a disponibilidade de mapas de qualidade.

4.2.4. Temperatura Estimada

Imagens do mapeador temático do satélite Landsat – 5 foram analisadas para o cálculo da temperatura da superfície referente ao modelo proposto por Malaret et al. (1985) e ao algoritmo METRIC, desenvolvido por Allen et al. (2005). Neste método, converte-se o número digital de cada pixel da imagem da banda termal (banda 6) nos respectivos valores de temperatura aparente da superfície, empregando-se fórmulas baseadas em um modelo de regressão quadrática, referenciado por uma equação:

$$T = 209,831 + 0,834*DN - 0,0013*DN^2$$

Onde: T representa o valor da temperatura aparente da superfície em Kelvin; DN relaciona-se ao número digital de cada pixel da banda 6.

Esses dados foram computados, armazenados e convertidos de Kelvin para unidades de graus Celsius (°C), subtraindo-se de cada valor dessa matriz o valor correspondente a 273,15 K, que é referente ao ponto de congelamento da água no nível do mar na escala Kelvin.

Mapas de temperatura dos anos de 1984, 2006 e 2010 foram gerados para efeito de comparação com os mapas de NDBI gerados nesta pesquisa.

4.2.5. Modelo Digital de Elevação (MDE)

Para construção do modelo digital de elevação foram utilizadas informações da missão “Shuttle Radar Topography Mission” (SRTM) com resolução horizontal de 90 metros e precisão vertical da ordem de 5 metros. Para detectar possíveis valores com interferência nas informações SRTM, foi aplicado o filtro de mediana, subtração do resultado do filtro pelo dado original, retirada dos valores com variação de 10 m decorrente da falta de

informação e interpolação pelo método Topogrid. Foi utilizado o programa Surfer v. 7, para elaboração do MDE.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Índice Normalizado de Diferença de Vegetação (NDVI)

Os valores de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ao longo de 27 anos avaliados para a área do quadrilátero central de Ribeirão Preto estão expostos no mapa raster (**Figura 17**). Este índice é a Normalização da Razão Simples para o intervalo de -1 a +1. Em geral, as áreas com maiores valores de NDVI (áreas que possuem maior densidade de vegetação) estão próximas às praças, enquanto que os menores valores (áreas com menor densidade de vegetação) são observados para as áreas com maior densidade de construção ao longo do território estudado.

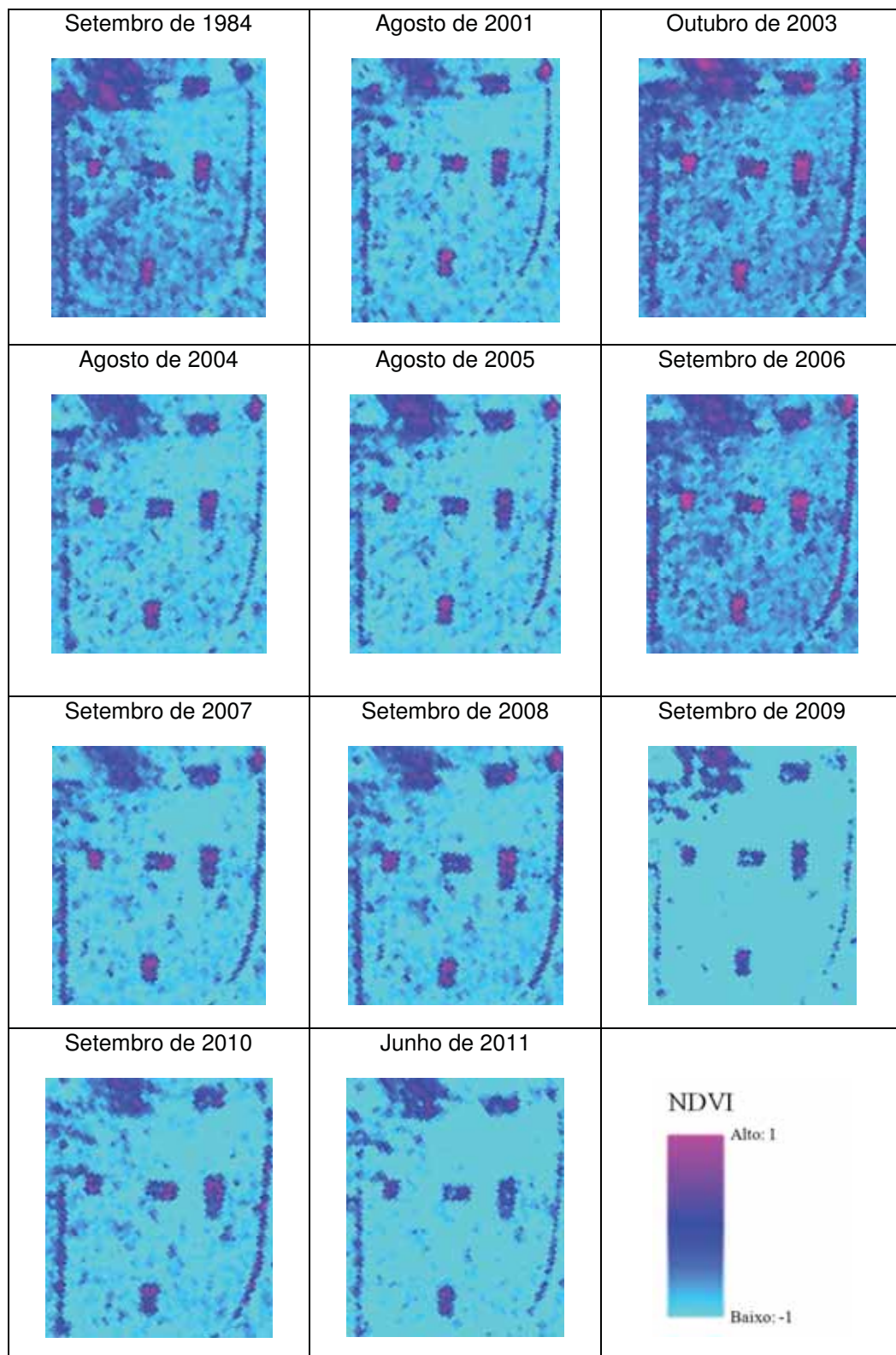


Figura 16. Mapa raster obtidos de imagens Landsat – 5 TM com valores de NDVI para cada pixel, sendo o valor de 90 m² (30 x 30 m) para o quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Com a análise dos mapas, foram encontradas quatro grandes áreas verdes, que se destacam ao longo dos anos avaliados, que totalizaram 65.102,00 m², ou seja, 3,56% da área estudada. Dentre estas áreas estão: P1- Praça Luiz Vaz de Camões; P2 - Praça das Bandeiras; P3 - Praça XV de Novembro e Praça Carlos Gomes; P4 - Praça Aureliano de Gusmão (Sete de Setembro) com áreas de 10.101,00 m², 16.825,00 m², 21.456,00 m² e 16.720,00 m².

Analisando os mapas raster, ao longo dos anos avaliados, verifica-se uma acentuada redução no NDVI no ano de 2009 (**Figura 17**). Isto pode estar relacionado com o estresse hídrico causado pela redução da intensidade das chuvas observadas em 2009 conforme mostra **Figura 18** a partir dos dados de precipitação obtidos do Instituto Agrônomo (CIIAGRO, 2014).

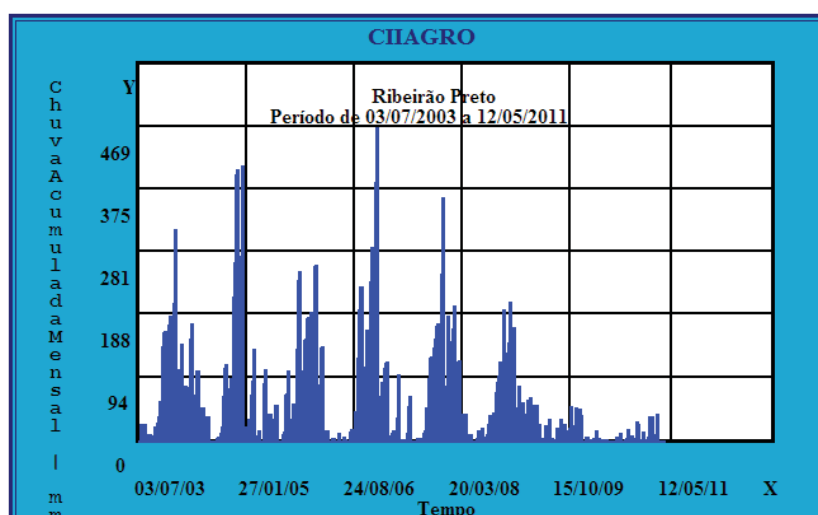


Figura 17. Precipitação acumulada entre os anos de 2003 e 2011 para o município de Ribeirão Preto, SP. Fonte: CIIAGRO 2013.

Esta redução do NDVI em 2009 pode também ser reflexo da extração acentuada de árvores nos anos de 2006 a 2008 (**Figura 19**). Observa-se ainda na **Figura 19** que em 2009 o número de árvores extraídas foi menor refletindo num aumento do NDVI em 2010 (**Figura 17**). Já em 2011, quando há novamente a redução do NDVI (**Figura 17**), observa-se que houve maior extração de árvores em 2010 (**Figura 19**).

Os resultados mostram, portanto, que a extração de árvores tem refletido diretamente no NDVI, que pode ser potencializado pelo estresse hídrico.

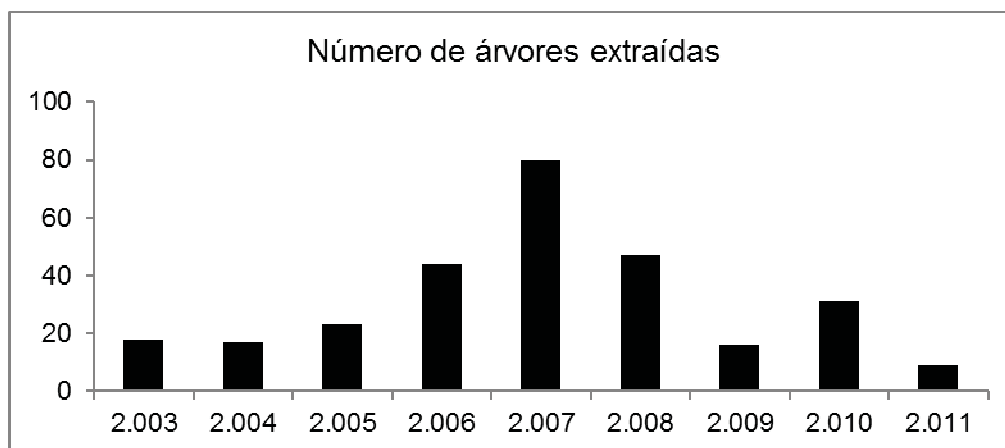


Figura 18. Extração de árvores entre os anos de 2003 a 2011 no quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP. Dados fornecidos pela SMA-PMRP.

Houve um decréscimo de 68,75%; 70,46%; e 70,83% (**Tabela 12**) no NDVI relativo às praças Luiz de Camões, XV de Novembro somado a Carlos Gomes e Aureliano de Gusmão, respectivamente; já na área representada pela Praça das Bandeiras, ocorreu um acréscimo de 64,29% no volume de vegetação. Isso pode ser explicado pelo fato da Praça das Bandeiras ter sido a única que passou por reformas com plantio de mudas novas ao longo dos anos avaliados, fato que não ocorreu nas outras áreas públicas (**Figura 20**).

Tabela 12. Variação de NDVI ao longo dos anos de 1984, 2006 e 2011 para as áreas avaliadas.

Área Avaliada	NDVI no ano		% Decréscimo de NDVI
	1984	2011	
T*	0.04	-0.03	175
P1	0.48	0.15	68,75
D1	0.03	-0.02	166,66
P2	0.14	0.23	+ 64,29
D2	0.02	-0.07	450
P3	0.44	0.13	70,46
D3	-0.01	-0.04	300
P4	0.48	0.14	70,83
D4	0.06	-0.04	166,67

*T: Média de NDVI de 6 pontos aleatórios na área total estudada; P: NDVI no centro de cada praça; D: média de NDVI de quatro pontos distantes 200 metros dos lados da praça. P1: Praça Luiz Vaz de Camões; P2: Praça das Bandeiras; P3: Praças XV de Novembro e Carlos Gomes; e P4: Praça Aureliano de Gusmão (Sete de Setembro), D1, D2, D3 e D4, áreas 200 m distantes das praças P1, P2, P3 e P4, respectivamente.

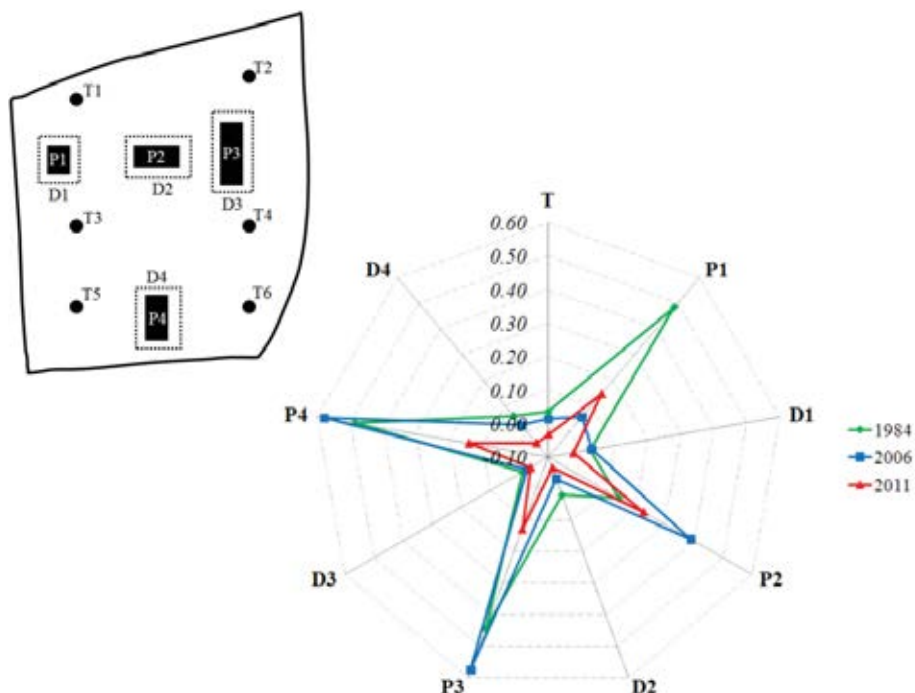


Figura 19. Gráfico de variação de NDVI nos pontos estudados em 3 anos diferentes (1984, 2006, 2011) e mapa de distribuição dos pontos ao longo do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Foram avaliados pontos distantes 200 metros das áreas de praças que correspondem a pontos da arborização das vias públicas da área estudada (D1, D2, D3, D4) (**Figura 20**), para avaliação do perfil do NDVI para o período estudado de 1984 a 2011. O índice presente nessas vias públicas do quadrilátero decresceu em mais de 100% nos pontos avaliados, o que pode ter ocorrido pelo crescente fluxo de estabelecimento de imóveis comerciais no local estudado.

Os dados apresentados na **Tabela 12** permitem um refinamento das informações contidas no mapa da **Figura 17**, sendo possível identificar as variações nos valores de NDVI dos diferentes pontos avaliados para os anos de 1984, 2006 e 2010. Baseado na afirmação que os valores de NDVI variam entre -1 e 1, segundo Daranpob; Chang; Xie (2009), os valores encontrados entre 0 e 0,3 indicam solo nu ou rochas e os maiores que 0,3 indicam superfícies vegetadas.

Estes dados são fundamentais para entender os padrões de cobertura do solo, uma vez que na paisagem urbana, estes regulam a quantidade e o arranjo espacial da cobertura arbórea e superfícies vegetadas (NOWAK, MCBRIDE; BEATTY, 1990). Um desenho ideal da vegetação exige um sistema incorporado na área urbana, segregado das áreas construídas, o que aumenta o impacto paisagístico e facilita as funções ambientais e ecológicas destas áreas (FORMAN; GODRON, 1986), as quais são fundamentais à qualidade de vida urbana.

Analisando o NDVI na cidade de Washington DC, Estados Unidos, ao longo de 25 anos, Masek; Lindsay; Goward (2000) observaram que o uso de imagens Landsat TM e MSS, apesar de impróprio para muitas aplicações práticas de planejamento, parece extremamente bem adequado para estudo do desenvolvimento urbano. Conforme os mesmos autores, a resolução espacial de 30 m obtidas pelas imagens Landsat TM é suficiente para capturar informações referentes ao processo de mudança das superfícies urbanizadas, podendo ser usadas para avaliação da porcentagem de área verde e/ ou superfície construída. Como o nosso legado de dados de sensoriamento remoto cresce, podemos traçar um perfil do processo de

urbanização de algumas áreas e conjuntamente, tomar decisões para sanar problemas que esse processo possa trazer ao ambiente das cidades.

Conforme observado neste estudo, em geral, houve um decréscimo no valor de NDVI no período estudado, indicando uma diminuição na área de vegetação, exceto pela área onde se situa a Praça das Bandeiras, onde foi notado um aumento no índice. Morawitz et al. (2006), avaliando o NDVI da área central metropolitana da cidade de Seattle entre os anos de 1986 e 1999, observaram uma redução de 19 a 21% no valor do índice a cada 5 anos. Os mesmos autores afirmaram que somente o índice não é capaz de detectar os tipos de mudança na cobertura vegetal, porém permite uma visualização da porcentagem de área que foi alterada, sendo o suficiente para tomada de decisão no replanejamento das áreas.

Kuang (2012), avaliando superfícies impermeáveis na cidade de Pequim, China, e comparando com os valores de NDVI da mesma área, observou um aumento da ordem de 20 km de superfícies impermeáveis e um decréscimo da superfície vegetada (diminuição de NDVI), fato que ocorreu em outras duas cidades próximas e que contribuiu para um impacto na qualidade de água do rio Haihe, devido ao carregamento de poluentes por enxurradas para o leito do rio.

4.3.2. Índice Normalizado de Diferença de Construção (NDBI)

Em relação ao Índice Normalizado de Diferença de Construção (NDBI) para os anos de 1984, 2006 e 2010 gerados para o quadrilátero central estudado, pode-se observar uma acentuada diferença no índice de área pavimentada que aumentou no decorrer dos anos estudados, contrastando com os mapas *raster* de NDVI mostrados, sendo que um varia inversamente ao outro (**Figura 21**).

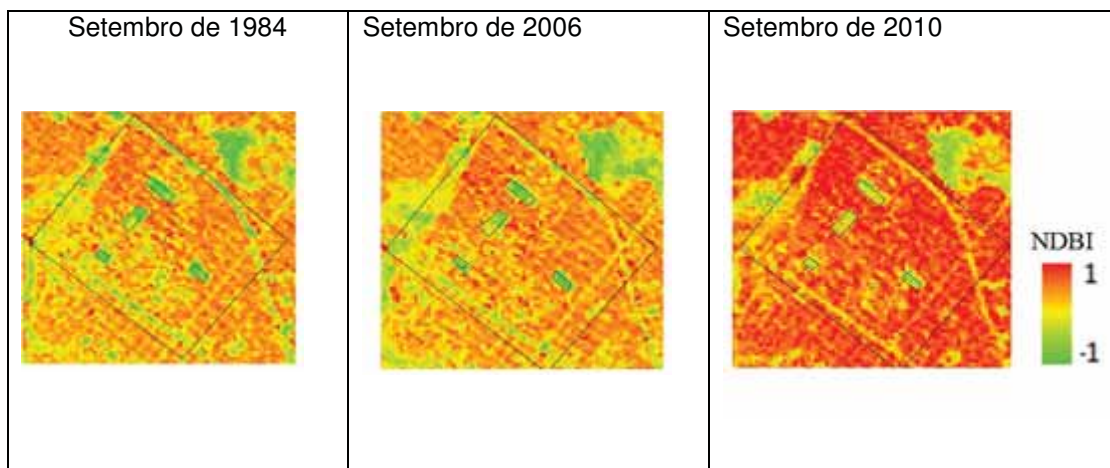


Figura 20. Mapa raster obtidos de imagens LandSat – 5 TM com valores de NDBI para cada pixel, sendo o valor de 90 m² (30m x 30m) para o quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Pode-se observar que comparado com os mapas de NDVI, os de NDBI pontuam as praças da área como as de índice NDBI mais baixo, ou seja, nessas áreas as superfícies eram cobertas por vegetação.

4.3.3. Temperatura Estimada

A **Tabela 13** apresenta as variações de temperatura obtidas pelo mapa de classes de temperaturas de superfície do satélite TM/Landsat-5 da área estudada para os anos de 1984; 2006 e 2010, que foram os anos que marcaram mais diferenças para a cobertura vegetal, como observado neste trabalho, registrando temperaturas mínimas de 27,7; 28,8; 27,4 °C, e máximas de 29,5; 35,5 e 29,9 °C, respectivamente.

Tabela 13. Variação de temperatura entre o interior e exterior das praças nos anos de 1984, 2006 e 2011 para a área avaliada do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.

	P1	P2	P3	P4	Média	Desvio Padrão
24 de setembro de 1984						
Interna	27,7	28,0	28,8	28,0	28,1	0,5
Externa	28,8	29,5	29,5	29,5	29,3	0,4
Variação	1,1	1,5	0,7	1,5	1,2	0,4
5 de setembro de 2006						
Interna	28,8	31,6	28,8	31,6	30,2	1,6
Externa	31,6	35,5	31,3	33,0	32,9	1,9
Variação	2,8	3,9	2,5	1,4	2,7	1,0
16 de setembro de 2010						
Interna	27,4	27,9	27,4	27,4	27,5	0,3
Externa	28,9	29,9	28,9	28,9	29,2	0,5
Variação	1,5	2,0	1,5	1,5	1,6	0,3
Período (1984, 2006 e 2010)						
Média_interna	28,0	29,2	28,3	29,0	-	-
Média_externa	29,8	31,6	29,9	30,5	-	-
Média_variação	1,8	2,5	1,6	1,5	-	-
Desvio Padrão_interna	0,7	2,1	0,8	2,3	-	-
Desvio Padrão_externa	1,6	3,4	1,2	2,2	-	-
Desvio Padrão_variação	0,9	1,3	0,9	0,1	-	-

P1: Praça Luiz Vaz de Camões; P2: Praça das Bandeiras; P3: Praças XV de Novembro e Carlos Gomes; e P4: Praça Aureliano de Gusmão (Sete de Setembro).

As amplitudes de temperaturas nos momentos da passagem do satélite foram: 1,8 °C, 6,7 °C e 2,5 °C respectivo aos anos 1984, 2006 e 2010. Segundo Coelho (2013), estas amplitudes são consideradas elevadas e estão relacionadas diretamente à resposta da radiação dos materiais e dos diversos usos que são realizados na área, a exemplo nas praças, observa-se temperaturas mais amenas que chegam a ser 0,7 a 3,9 °C mais baixas que aquelas verificadas nas regiões que as circundam num raio de 100 a 150 metros (**Tabela 13**), sendo o ano de 2006 o que apresentou as maiores amplitudes. Segundo Tsiros (2010), em estudo sobre o efeito da arborização na temperatura de ruas do subúrbio da cidade de Atenas, Grécia, o arrefecimento (diminuição de calor) médio às 14 horas foi de 0,5 a 1,6 °C e às

17 horas de 0,4 a 2,2 °C, mostrando o potencial de arrefecimento passivo feito pela sombra das árvores.

No mesmo estudo, Tsiros (2010) mensurou uma redução de 2,6 a 8,6% no uso de ar condicionado em dias de verão, podendo chegar a 2,9 a 9,7% em horários de pico. Segundo Akbari; Pomerantz; Taha (2001), a mitigação de ilhas de calor pode reduzir o uso potencial do ar condicionado em até 20% e pode melhorar a qualidade do ar urbano.

Oliveira (2011), em estudo desenvolvido em duas praças localizadas no centro de Cuiabá, MT, observou que regiões mais arborizadas e com sombra densa apresentaram menores valores de temperatura superficial quando comparadas com aquelas não arborizadas. Isto confirma que a vegetação contribuiu significativamente para o não aquecimento das superfícies do solo das praças; como pode ser observado na **Figura 21**, onde as praças estão demarcadas.

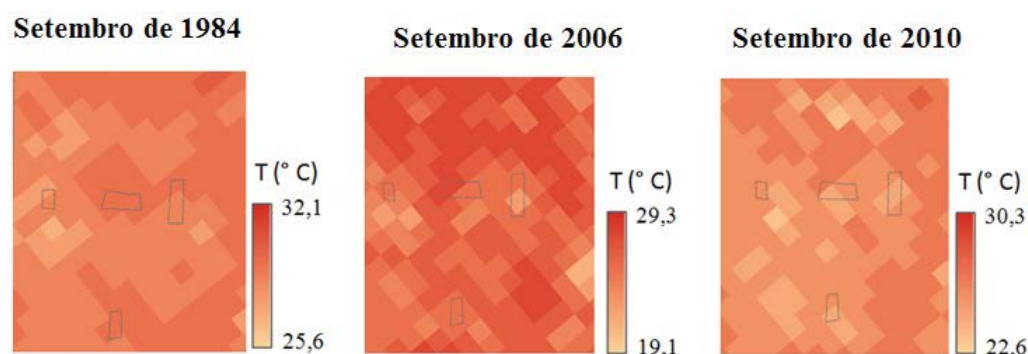


Figura 21. Mapa de temperatura do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP, dos anos de 1984, 2006 e 2010.

Observou-se que as menores temperaturas foram registradas no ano de 2006 (**Figura 22**) quando comparada aos outros anos, fato que pode estar ligado à maior precipitação observada no referido ano (**Figura 18**).

A percepção da realidade sugere a hipótese de que, devido à sua concentração populacional e topografia ondulada, Ribeirão Preto vem conformando uma ilha de calor em torno de seu centro urbano principal. Ainda não se tem estudo sistemático sobre esse comportamento, mas a vivência do

lugar revela grande diferença de temperatura entre a região central e os bairros circunvizinhos e a frequência com que ocorrem chuvas de maior magnitude nessa região em contraposição a áreas pouco distantes. Há indícios de que as enchentes têm se intensificado devido a chuvas locais influenciadas pelo clima urbano. Mas há também que se verificarem dinâmicas geomorfológicas responsáveis por esses eventos (FONTES, 2009).

Para se propiciar um microclima desejado em muitas cidades brasileiras de clima tropical, Givoni (1994) aponta o uso de sombreamento para os espaços externos como um pré-requisito antes de qualquer outra medida, uma vez que a proteção contra a radiação solar direta atua na redução do stress térmico. A presença de umidade nas superfícies, seja natural ou artificial, ocasiona queda na temperatura para temperatura do bulbo úmido, e na estação seca fica menor que a temperatura do ar. Segundo o mesmo autor, o ideal seria a criação de caminhos verdes onde os pedestres possam estar protegidos da intensa radiação, citando como exemplo a cidade de Mendonza na Argentina e o Jardim do Generalife na cidade de Andaluza em Granada, Espanha.

4.3.4. Modelo Digital de Elevação

A **Figura 23a** mostra o Modelo Digital de Elevação (MDE) que apresenta maiores detalhes sobre as feições geomorfológicas da área estudada como encostas estruturais, interflúvios e fundos de vales.

A área do quadrilátero central de Ribeirão Preto é de 200 ha (área estudada), porém, a área total de captação da microbacia onde está inserido o quadrilátero estudado é de 322,8 ha, ou seja, existem mais 122,8 ha a montante da área estudada responsáveis pela captação de água local (**Figura 23b**). A precipitação média anual de Ribeirão Preto é de 1.426,8 mm, sendo julho o mês mais seco, quando ocorrem apenas 20,9 mm. Em janeiro, o mês mais chuvoso, a média fica em 265,0 mm. Estima-se que em um ano, 1 m², no município de Ribeirão Preto, capte 1,42 m³ de água das chuvas. Portanto,

estima-se que em um ano a área capte em média 4.583.760,0 m³ de água, o que equivale a 4.583.760.000,0 litros de água das chuvas por ano.

Nota-se nas **Figuras 23a e 23b** que a área situa-se na vertente de uma bacia hidrográfica, sendo necessário que haja preservação de sua cabeceira da área de captação e da parte mais baixa, próximo ao curso d'água. É importante ressaltar que a preservação da mata ciliar ou recomposição vegetal nas cabeceiras de bacias é fundamental para a preservação das cabeceiras de drenagem e a consequente preservação de toda a linha natural de drenagem (AFONSO, 1999). Portanto, a localização das praças ao longo de uma vertente, além de auxiliar em diminuir efeitos de ilhas de calor, quando próximas a cabeceiras das microbacias ajuda na melhor captação de águas da chuva diminuindo seu efeito à jusante, maximizando a infiltração de água no solo e evitando a sobrecarga do sistema de drenagem das águas pluviais das cidades, principalmente nos bairros mais antigos onde as galerias de captação não estão dimensionadas para volumes muito grandes de água (FONTES, 2009).

O processo de permeabilização do solo com o aumento de áreas verdes em bacias pode aumentar o fluxo de água subsuperficial em detrimento do superficial (as enxurradas), porém, tal fato deve estar vinculado à possibilidade de extravasamento desse fluxo subsuperficial no fundo de vale, isto é, desde que as faixas de área de preservação permanente sejam mantidas e garantam a estabilidade do terreno (FONTES, 2009).

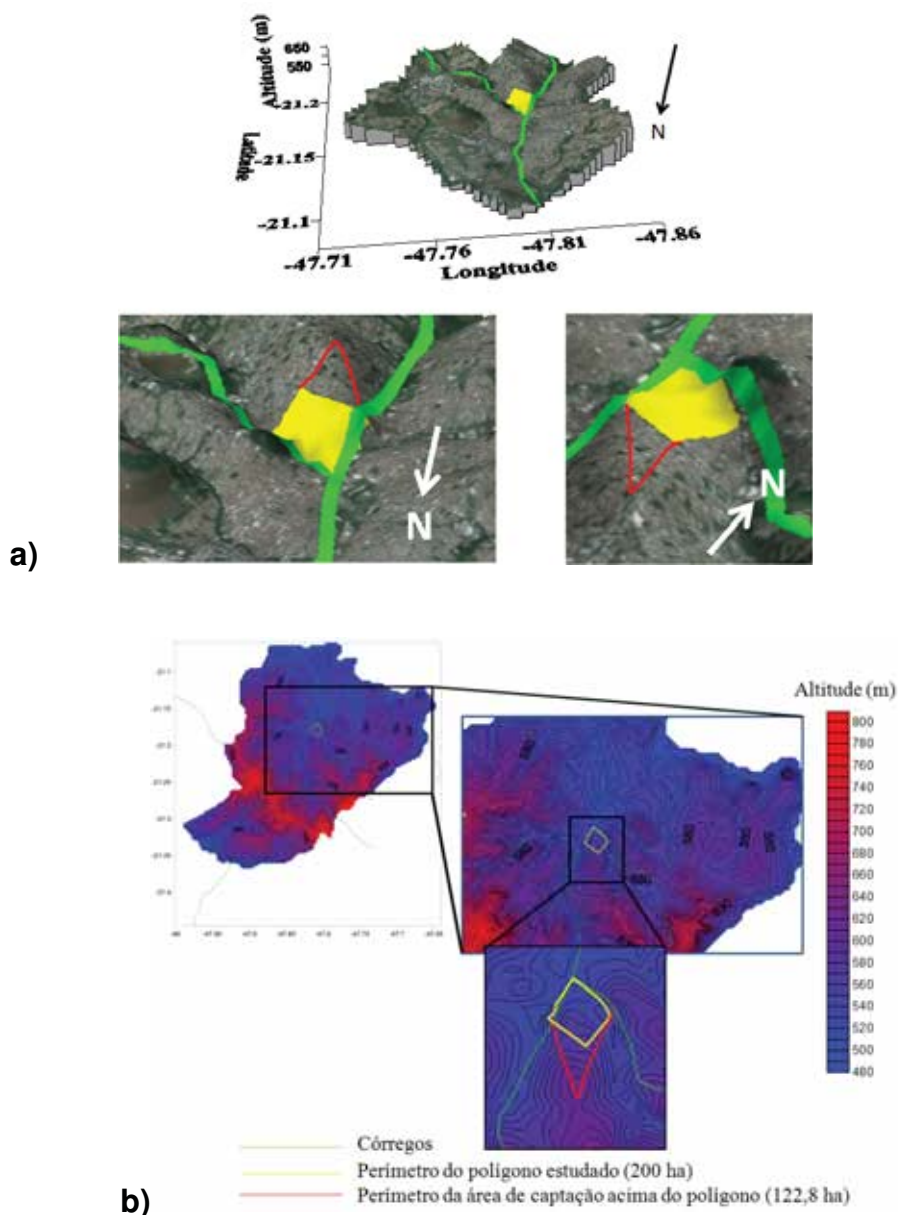


Figura 22. Modelo Digital de Elevação (MDE) (a) e mapa planialtimétrico (b) da área de captação da bacia do quadrilátero central de Ribeirão Preto, SP.

A cobertura vegetal acaba sendo alterada devido ao desenvolvimento urbano, e por consequência há alterações também no ciclo hidrológico natural. Devido à substituição da cobertura vegetal por pavimentos impermeáveis e a inclusão de condutos para o escoamento superficial, geram-se alterações no ciclo hidrológico, bem como, a redução da infiltração da água no solo. Desta forma, o volume que deixa de infiltrar fica na

superfície, aumentando o escoamento superficial, além disso, como foram introduzidos condutos pluviais para o escoamento superficial, ocorre redução do tempo de deslocamento, aumentando assim as vazões máximas e antecipando seus picos. Com a redução da infiltração, ocorre ainda por falta de alimentação, a redução do escoamento subterrâneo.

Adicionalmente, em consequência da substituição da cobertura natural, ocorre uma redução da evapotranspiração, pois a superfície urbana impermeabilizada não retém a água como a cobertura vegetal, não permitindo assim a evapotranspiração das folhagens e do solo (TUCCI, 1999). As superfícies artificiais retêm calor e ocasionam um aquecimento local, criando as “ilhas de calor”, o que pode, conseqüentemente, promover elevação de massas de calor e alterar o clima de cidades vizinhas também (NASA, 2000).

Em estudo na Floresta da Tijuca, Miranda (1992) observou que chuvas até 10 mm podem ser totalmente interceptadas pelas copas florestais, aumentando linearmente o atravessamento com o aumento das chuvas; a interceptação torna-se insignificante durante chuvas maiores e de longa duração.

A área de praças, considerada área permeável, é de aproximadamente 65,1 ha e é responsável por aproximadamente 20% da absorção de água da área avaliada. Portanto, 924.448.400,0 litros de água são absorvidos anualmente por essas áreas verdes, sendo o restante (3.659.311.600,0 litros) escoado superficialmente e absorvido pelos sistemas de drenagem urbana local. Em períodos de muita chuva, a capacidade destes sistemas de drenagem muitas vezes não suporta esses grandes volumes de água, o que ocasiona sobrecarga desses sistemas e o fluxo superficial aumenta, causando as enxurradas (FONTES, 2009).

Com base no exposto acima, a vegetação em áreas urbanas é capaz de ajudar no melhor funcionamento do ciclo hidrológico local, uma vez que a copa das árvores intercepta a água das chuvas, obtendo uma melhor dinâmica de escoamento superficial e aumentando a capacidade de infiltração da água no solo. No que se refere ao escoamento superficial e infiltração, a contribuição da arborização urbana é pouca quando as áreas livres de

pavimento são pequenas em relação à área impermeabilizada. Quanto à interceptação da chuva e o processo de evapotranspiração, as características aéreas das árvores são importantes, devendo-se dar especial atenção à forma da copa e ao tamanho da árvore (GONÇALVES; PAIVA, 2004).

Para melhor estudar a influência da arborização neste processo, as bacias de drenagem constituem unidades territoriais de estudo e planejamento. Desta forma, os modelos de gerenciamento dos recursos hídricos podem assumir a bacia hidrográfica como unidade geográfica de referência ou de intervenção, uma vez que nela ocorre boa parte das relações de causa e efeito que envolve o meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2007).

4.4. CONCLUSÕES

O estudo permitiu concluir que na área do quadrilátero central do município de Ribeirão Preto, SP, no período entre os anos de 1984 e 2011, houve redução na área de cobertura verde total; reduções de cobertura verde das praças na área estudada de até 70%, exceto para a Praça das Bandeiras, que apresentou incremento de 64,29%.

Com relação à temperatura observou-se redução de 1,2; 2,7; e 1,6 °C para os anos de 1984, 2006 e 2010, respectivamente, do interior das praças comparado às regiões circundantes de 150 a 200m.

Concluiu-se também que o Modelo Digital de Elevação (MDE) mostrou que as praças do quadrilátero central não estão bem localizadas para auxiliar na drenagem das águas pluviais e identifica os locais mais viáveis para inserção de áreas verdes, a fim de melhorar a infiltração de água no solo e não sobrecarregar o sistema de drenagem pluvial. Pode, portanto, ser utilizado no planejamento de praças e parques urbanos.

4.5. REFERÊNCIAS

AFONSO, S. **Urbanização de encostas: crises e possibilidades. O morro da cruz como um referencial de projeto de arquitetura da paisagem.** 1999. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo - Área de Concentração

Estruturas Ambientais Urbanas) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

AKBARI, H.; POMERANTZ, M.; TAHA, H. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. **Solar Energy**, Kidlington, v.70, n.3, p.295-310, 2001.

ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; MORSE, A.; TREZZA, R. A Landsat-based energy balance and evapotranspiration model in Western US water rights regulation and planning. **Irrigation and Drainage Systems**, Dordrecht, v. 19, p. 251-268, 2005.

BIAS, E. S.; BAPTISTA, G. M. M.; LOMBARDO, M. A. Análise do fenômeno de ilhas de calor urbanas, por meio da combinação de dados Landsat e Ikonos. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: INPE, 2003. p.1741-1748.

BONAMETTI, J. Arborização urbana. **Terra e Cultura**, Curitiba, v, 19, n. 36, p.51-55, 2003.

CADORIN, D. A.; MELLO, N. A. Efeito da impermeabilização dos solos sobre a arborização no município de Pato Branco, PR. **Synergismus scyentifica**, Pato Branco, v.6, n.1, p.1-8, 2011.

CHANDER, G.; MARKHAM, B. Revised landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. **Geoscience and Remote Sensing**, New York, v.41, n.11, p. 2.764 - 2.677, 2003.

CIIAGRO: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/rede.html>>. Acesso em: 22 ago. 2011.

COELHO, A. L. N. Distribuição das classes de temperatura de superfície a partir da faixa do infravermelho termal do sensor TM/ landsat 5 no município de Vitória - ES. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: INPE, 2013. p.826-833.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil. GEOBANK. Disponível em: <<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 24 set. 2012.

DARANPOB, A.; CHANG, N., XIE, H. Heat island and urban storm of San Antonio downtown area by MODIS/ AQUA temperature sensor. In: Remote Sensing and Modeling of Ecosystems for Sustainability Conference, 6., San Diego. **Anais eletrônicos...** San Diego: IEEE Geoscience and Remote Sensing Society: IEEE/ GRS, 2009. Disponível em: <<http://proceedings.spiedigitallibrary.org/>>. Acesso em: 16 jan. 2013.

FELGUEIRAS, C.A. Modelagem numérica de terreno. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à ciência da geoinformação**. 2001. <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>> (Junho, 2002)

FERRARI, D. L.; SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. Avaliação do uso de NDVI em imagens CBERS-2B/CCD na caracterização de pastagens degradadas no município de Camapuã, MS. In: Simpósio Geotecnologias no Pantanal, 2., 2009, Corumbá. **Anais...** Corumbá: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: INPE, 2009. p.402-411.

FONTES, N. **Proposta metodológica para planejamento de sistemas de espaços livres: Ribeirão Preto, SP**. 2009. 193 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. USA: J. Wiley, 1986. 640p.

GIVONI, B. **Passive and low energy cooling of buildings**. New York: John Wiley & Sons, 1994, p.1-267.

GOMES, M. **As praças de Ribeirão Preto, SP: Uma contribuição geográfica ao planejamento e à gestão dos espaços públicos**. 2005. 194 f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Gestão do Território) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. **Árvore para o ambiente urbano**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2004, p.200-243.

GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban Forestry**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1986. p.1-299.

GRISE, M. M.; ARAKI, H.; BIONDI, D. Uso de imagens de satélite de alta resolução espacial – GeoEye na identificação da arborização urbana. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16., 2013, Foz do Iguaçu.

Anais... Foz do Iguaçu: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: INPE, 2013. p.1030-1037.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2009, p.1-598.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O. K. **Caracterização da vegetação natural em Ribeirão Preto, SP: Bases para a conservação**. 2003. 221 f. Tese (Doutorado em Ciências, Biologia Comparada) - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

KUANG, W. Evaluating impervious surface growth and its impacts on water environment in Beijing-Tianjin-Tangshan metropolitan area. **Journal of Geographical Science**, Pequim, v.22, n.3, p.535-547, 2012.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles - O Exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucite, 1985, p.20-244.

MAIA, D. C. **Impactos pluviiais na área urbana de Ribeirão Preto SP**. 2007. 153 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade do Estado de São Paulo, Rio Claro, 2007.

MALARET, E.; BARTOLUCCI, L.A; LOZANO, D.F.; ANUTA, P.E.; MCGILLEM, C.D. Landsat-4 and Landsat-5 Thematic Mapper data quality analysis. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Falls Church, v. 51, n. 9, p. 1407-1416, 1985.

MASEK, J. G.; LINDSAY, F. E.; GOWARD, S. N. Dynamics of urban growth in Washington DC metropolitan area, 1973 – 1996, from Landsat observations. **International Journal of Remote Sensing**, Londres, v.21, n.18, p.3473-3486, 2000.

MILANO, M. S.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000. p.1-206.

MIRANDA, J. C. **Intercepção florestal nas encostas florestadas do Maciço da Tijuca, Parque Nacional da Tijuca**. 1992. 100 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1992.

MOLLI, G.; MAHEN, J.; MALLET, L. Urban ecological analysis: a new public policy tool. **Urban Ecology**, Amsterdam, v.1, n.1, p.224-234, 1995.

MORAWITZ, D. F.; BLEWETT, T. M.; COHEN, A.; ALBERT, M. Using NDVI to assess vegetative land cover change in Central Puget Sound. **Environmental Monitoring and Assessment**, Dordrecht, v. 114, p.85-106, 2006.

National Aeronautic and Space Administration (NASA) (2000). <http://www.gsfc.nasa.gov/topstory/20020613urbanrain.html>. National

NOWAK, D. J.; MCBRIDE, J. R.; BEATTY, R. A. Street tree pruning and removal needs. **Journal of Arboriculture**, Champaign, v. 16, n. 12, p.309-315, 1990.

OLIVEIRA, A. S. **Influência da vegetação arbórea no microclima e uso de praças públicas**. 2011. 149f . Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

OLIVEIRA, S. N.; CARVALHO JR., O. A.; SILVA, T. M.; GOMES, R. A. T.; MARTINS, E. S.; GUIMARÃES, R. F.; SILVA, N. C. Delimitação automática de bacias de drenagem e análise multivariada de atributos morfométricos usando Modelo Digital de Elevação (MDE) hidrologicamente corrigido. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.8, n.1, p.3-21, 2007.

PAIVA, C. M. **Estimativa do balanço de energia e da temperatura da superfície via satélite NOAA-AVHRR**. 2005. 248 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Instituto Alberto Luiz Coimbra, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

PARKER, D. Urban heat island effects on estimates of observed climate change. **Interdisciplinary Review**, London, v. 1, n. 1, p. 123-133, 2010.

PEREIRA, M. C. S.; LUCCI, R. M.; AMARO, C. A.; SIMIONATO, L. Y.; YAZAKI, L. F. O. L.; PORTO, M. F. A.; NATALE, O. Influência do controle da impermeabilização no custo do sistema de drenagem. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 20., 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Associação Brasileira de Recursos Hídricos: ABRH, 2013. p.1-8.

PONÇANO, W. L.; CARNEIRO, C. D. R.; BISTRICHI, C. A.; ALMEIDA, F. F. M.; PRADINI, F. L. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981, p.70-94.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURU, Y. E. **Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação**. 1.ed. São José dos Campos: Parêntese, 2007, p.1-144.

ROCHA, L. M. V.; SOUZA, L. C. L.; CASTILHO, F. J. V. Ocupação do solo e ilha de calor noturna em avenidas marginais a um córrego urbano. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 161-175, 2011.

ROLLO, F. M. A.; SILVA FILHO, D. F.; COUTO, H. T. Z.; POLIZEL, J. L. Uso de cenas videográficas para avaliação da floresta urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 2, n. 3, 2007.

ROUSE, J. W.; HASS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, 3., 1973, Washington. **Anais...** Washington: National Aeronautics and Space Administration: NASA, 1973. p.309-317.

SANTAMOUR, F. S. 1990. Trees for urban planting: diversity, uniformity, and common sense. 7th Conference of the Metropolitan Tree Improvement Alliance. **Resumos...** v. 7, p. 57-65.

SIENA, M. **A atenção social dos desastres: uma análise sociológica das diversas concepções de atendimento aos grupos sociais afetados**. 2012. 240 f. Tese (Doutorado em sociologia) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

SILVA, L. M.; MOCCELLIN, R.; WEISSHEIMER, D. I.; ZBORALSKI, A. R.; FONSECA, L.; RODIGHIERO, D. A. Inventário e sugestões para arborização em via pública de Pato Branco/PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, SP. v. 2 n.1, p.100-108, 2007.

SULEIMAN, H. C.; BARBASSA, A. P. Mapeamento preliminar de áreas urbanas de inundação. **Ciência & Engenharia**, Uberlândia, v. 15, n. 2, p. 51-58, 2005.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, Londres, v. 38, p. 55-94, 1948.

TSIROS I. X. Assessment and energy implications of street air temperature cooling by shade trees in Athens (Greece) under extremely hot weather conditions. **Renewable Energy**, Brighton, v.30, p 1-4, 2010.

TUCCI, C. E. M. Urban Drainage in Brazil. In: **Hydrology of Humid Tropics**. 1.ed. Wallingford: IAHS, 1999, p.10-18.

WALTON, J. T.; NOWAK, D. J.; GREENFIELD, E. J. Assessing urban forest canopy cover using airborne or satellite imagery. **Arboriculture and Urban Forestry**, Champaign, v.34, n.6, p.334-340, 2008.

WARD, K. T.; Johnson, G. R. Geospatial methods provide timely and comprehensive urban forest information. **Urban Forestry & Urban Greening**, Syracuse, v. 6, p. 15-22, 2007.

ZHA, Y.; GAO, J. NI, S. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. **International Journal of Remote Sensing**, Londres, vol. 24, pp. 583–594, 2003.

ZHAO, H.; CHEN, X. **Use of normalized difference bareness index in quickly mapping bare areas from TM/ETM+**. In: Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2., 2005, Seoul. **Anais...** Seoul: IEEE Geoscience and Remote Sensing Society: IEEE/ GRS, 2005. p.1666-1668. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=1526319>. Acesso em: 23 jul. 2013.

ZULLO JR., J. **Correção atmosférica de imagens de satélite e aplicações**. 1994. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.