

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Valoração arbórea em bacia hidrográfica urbana

Larissa Leite Tosetti

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências, Programa: Recursos
Florestais. Opção em: Conservação de
Ecossistemas Florestais

**Piracicaba
2012**

**Larissa Leite Tosetti
Engenheiro Agrônomo**

Valoração arbórea em bacia hidrográfica urbana

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **DEMÓSTENES FERREIRA DA SILVA FILHO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa: Recursos Florestais. Opção em: Conservação de Ecossistemas Florestais

**Piracicaba
2012**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Tosetti, Larissa Leite

Valoração arbórea em bacia hidrográfica urbana / Larissa Leite Tosetti. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2012.
82 p. il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 2012

1 Bacia hidrográfica 2 Drenagem 3. Florestas 4 Meio ambiente urbano - Serviços
5. Sensoriamento remoto 6. Sistema de Informação geográfica 7 Valor econômico I Titulo

CDD 551.483
T714v

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

*A minha mãe, meu pai, irmãos, irmãs,
A minha afilhada Ana Maria,
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente aos grandes responsáveis por minhas conquistas:

- Deus, todos os guias, santos, e ensinamentos religiosos e filosóficos, que me tornam uma pessoa de muita fé e paz.
- Papai e mamãe, por permitirem minha tão feliz estada nesse plano e apoiarem minhas vontades, terem me educado, criado e serem parte de mim;
- Tutui, por ser meu parceiro desde tão pequeno;
- Alvinho e Thais, pelas visitas, conversas e tanta beleza oferecida à família;
- Dinha, por me proporcionar uma vida com mais conforto e oportunidades as quais sem você seriam impossíveis. Ao Dri, Carol e Henrique;
- Dê, por ser a irmã que me ajudou nos conceitos da economia, nas receitas de convivência e culinária. Carlão, Dudu e Guile;
- Aos meus avós João e Rosa (*in memoriam*) por terem formado a Família Tosetti, cheia de tios e tias, primos e primas, os quais sou muito grata a todos, em especial aos primos Carlos e Julio, por tudo, e aos meus queridos padrinhos Celso e Juraci;
- A vovó Lili e tio Valmar, por me acolherem em Fortaleza, pelas conversas em tardes de calor no Jardim Esperança;
- Diana, minha prima-irmã, Rafa, Maricotinha e Azur, por deixarem minha vida tão mais bela e feliz, por serem especiais demais, por me acolherem em Fortaleza e a distância, por me confiarem a amadrinhamento de Maria;
- Nina e Francisco, meus tios que me recebem sempre tão bem em vossa casa, as conversas, passeios e deliciosos peixes da tia. E aos primos Daniel e Denise;
- Fátima, minha tia, e toda sua família, pelo amor a distância que tanto tenho apreço;
- A Tia Teresa e sua enorme família, pelo acolhimento em Tabuleiro do Norte;
- A família Lima, em nome de Fátima, Francisca, Wilson, Valter e suas esposas e filhos, por momentos tão agradáveis, e em especial ao Wagner, por compreender meus dias de nervosismo e ansiedade, trazendo-me paz e tranquilidade, por encarar as nossas aventuras mundo a fora e por ser um companheiro tão maravilhoso;
- Ana Paula Savassi Coutinho e Caio Coutinho, pelo acolhimento, apoio, confiança, ajuda em momentos importantes, pela amizade, carinho e ensinamentos. Ao Joãozinho. As plantas e coisas. É tanto, não há como agradecer;
- Viviane Scalon, por ser sempre minha querida hermana, que tanto me ensina, e respeitosamente João, seu esposo, por estar cuidando dela. Toda a família Scalon. Petruccio e Pretinha, bons momentos, queridas recordações e muita saudade;
- Lucas Pires e Samia, pelo enorme suporte médico a toda a minha família, em especial para a mamãe, tornando-os ainda mais especial na minha vida. Pela amizade de tantos anos, sempre acreditando em mim;
- Aos professores Dra. Ana Maria L. P. Lima, Dr. Sergius Gandolfi e Dra. Araci Alonso, pelas cartas de recomendação, por terem me orientado desde a

época de graduação/especialização, sendo pessoas especiais na minha formação acadêmica, profissional e pessoal;

- A turma de Desenho Ambiental, pelos ensinamentos de arquitetura, visitas aos parques, troca de experiências, e em especial a prof. Dra. Maria de Assunção Ribeiro Franco, que se tornou pessoa fundamental na condução dos meus estudos, pelas conversas, pela Revista LABVERDE, pelos conceitos e conhecimentos transmitidos, pelo IFLA, por ser alguém tão inspiradora;
- Aos participantes de tópicos em educação ambiental 2009, em especial prof. Dr. Marcos Sorrentino, pela oportunidade que me trouxe tanta felicidade e enriquecimento;
- Vila Estudantil, graduação e pós-graduação, em especial as moradoras Regina, Magrela, Urucum, Sininho, Penny Lane, Bia, Karla, Edineia, Cilene, Celf, Fest, Shadia, Renata e os moradores Minhoco, Silvio, Soneca, Magma, Werner, Rafa e Yuri pela amizade, auxílio material e espiritual, conversas, risadas, alegrias, choros e por suportarem morar comigo e compartilharem da minha culinária. Mais um obrigada especial à Karla e Edineia, pela amizade consolidada além da Vila, e todo ajuda e apoio do fim de dissertação.
- Repúblicas O Beko e Ate Cubanos, por momentos de descontração e desabafos, e em especial ao Edson di Piero Pixinxá por tanta amizade, carinho e boas conversas.
- Rafael Orelha e Marina Purê, por serem pessoas tão especiais, meus afilhados que me inspiram a crer no amor, e a Isabela e o novo ser que se forma, que tornam essa família maravilhosa. Por todos os conselhos, apoio e confiança.
- Renata Bulie e André Magda, que me deram morada, carinho, incentivo e enorme amizade para que toda essa idéia de mestrado se tornasse realidade.
- Oriza e Jens por dividirem momentos tão importantes das suas vidas: a gravidez de Matheo, morada em Berlim, passeios turísticos de bike, carinho e tanta consideração. Por apresentar o Levi, que trouxe depois Anne, agradecimentos pela morada em Paris. Risadas, passeios e o álbum de fotografia.
- Alfred Wyler e Rafael, pela estadia tão acolhedora em Zurich. Patrícia e Luiz Ricardo Mormaço por permitirem minha participação em um dos momentos bem emocionantes: o nascimento de Otávio. Ulian e Marília, pelo passeio em Zurich, ajudando na identificação de ações verdes na cidade.
- Família Buysman, em nome de Trude e Nico, pela maravilhosa comemoração de 30 anos, pela amizade, conselhos, ensinamentos e por acreditarem e confiarem em mim.
- A Zilda Steltenpool, pelas orações e afeto, mesmo que a distancia.
- Rosa Maria Gutierrez, que reapareceu em meus dias como uma enviada de Deus para auxiliar-me quanto às aflições do coração tanto da vida pessoal como profissional.
- Renier Marcos Rotermund, pelas inúmeras conversas sobre paisagem, infraestrutura verde, bacias hidrográficas, prefeituras, Alemanha-Holanda. Por todos os artigos compartilhados e aos maravilhosos dias em Bento Gonçalves, que trouxeram ainda mais discussões sobre os princípios fundamentais para a compreensão e escrita da dissertação! Pela leitura e correção da versão final.

- Jarbas, Eliane M. da Silva, Marcio Ajinomoto e todos os outros que convivemos nos congressos em Bento Gonçalves, Recife, Stuttgart e Zurich. Todos trouxeram alguma ajuda nessa fase, além de fazerem parte de viagens inesquecíveis.
- Ao prof. Dr. Marcelo Ferraz, e ao colega Gabriel Barletta pela publicação coletiva em congresso.
- Camila Durigam, Fernanda Freitas, Patrícia Dalceno, Sapinho, Thaila, Bruno, Fernanda da Silva, Evandro Oliveira, Ana Paula e Tirso, amigos de Monte Alto.
- Matheus Berganton, pela trilha sonora e vídeos que espantaram os males, e pela grande amizade.
- Mais um obrigada especial a Camila Durigam, seus dois irmãos, o Bodão, os dogs e a sempre Marlyn, por me receberem no vosso lar no início da vida profissional, dando comida e roupa lavada, além de irmandade incomparável.
- Aos amigos de graduação, Guilherme Nozes e Lucas Barnabé, que mesmo longe estiveram tão perto
- Áurea, Solange, Sonia, Eliana, por toda a assistência social, carinho, respeito, compreensão. Especial obrigada à Áurea, pelo suporte em momento de dificuldade pessoal imensa, pela amizade, conselhos e conversas.
- Jefferson L. Polizel, compreensão, paciência, ensinamentos e por tanta ajuda que sem a qual esse trabalho não seria possível.
- LMQ, em especial Luciana, Edgar, Isadora, Lea, Francisca, Camila, Mauro, Caio, Tito, Bruno, Matheus, Déa, Érica, Maísa, Dani, Eduardo, Sabrina, Marcos, Bolinho, Jaime, Fimozi, Eric, Victor, por fazerem um laboratório tão amigo e divertido, pelas conversas, festinhas, e a todos os estagiários, em especial Jonathan, Gustavo, Maurício e Juliana, pela ajuda nesse trabalho e nas coisas da vida.
- Aos ajudantes de campo Isadora Mendes, Sabrina Mieko, Mauro Soave, Francisca Pinheiro, Rafael Falcão, Erica (Naja), Rodrigo Peres e Wagner Lima. E meus pais por receberem parte da equipe em vossa casa nos dias de trabalho.
- A Isadora e Simone, e casa 1 da Vila (Kellen, Nathália, Maria Cristina e Gina) por me acolherem em vossos lares na reta final da dissertação.
- Ao Marcelo Pinho Ferreira pelas identificações das espécies.
- Prof. Dr. Demóstenes Ferreira da Silva Filho, por me envolver na discussão apresentada nessa dissertação, permitindo a minha participação na constante evolução dos seus métodos de valorar e valorizar as florestas urbanas, educando-me, ensinando-me e incentivando-me a ser cada dia uma pessoa melhor, de forma tão pessoal, humana e digna de um orientador que conduziu com sabedoria e liberdade a minha mente na experiência acadêmica, científica, intelectual, aceitando meus inúmeros momentos de necessidades pessoais.
- A prof. Dra. Teresa Magro, ao prof. Dr. João Batista e ao prof. Dr. Marcos Sorrentino, que juntos lecionaram uma disciplina muito especial na minha formação, e por tantas boas conversas no cafezinho.
- Prof. Dr. Hilton Tadeu Z. Couto, pela Bioestatística, um desafio engrandecedor.
- Capes, pela bolsa concedida que financiou congressos, materiais e viagens técnicas.

- Catarina, Margarete e Giovana, por cumprirem seus deveres no departamento de forma tão magnífica, ajudando pacientemente, sanando dúvidas burocráticas, conversas no cafezinho, enfim, as coisas não andariam tão bem sem vocês.
- Aos representantes discentes Claudia e Mauren, Ângela e Felipe, Eric e Eraldo.
- Aos profissionais da Seção de alunos e SST, em especial Eliana.
- Às auxiliares de limpeza (Miriam e Neuza) e demais participantes do cafezinho (Maria).
- Participantes da banca examinadora prof. Dra. Ana Maria L. P. Lima, prof. Dra. Maria Esmeralda P. Demattê, prof. Dra. Francisca P. da S. Costa, prof. Dr. Hilton Tadeu Z. Couto, Dr. Jefferson L. Polizel e prof. Dr. Demóstenes F. da Silva Filho.
- Aos cães Manoel Leite, Bob, Morgana, Vita, Pitoco e Perrito, e todos os animais por serem tão companheiros. Aos pássaros e corujas da Vila.
- As amigas plantas, que enfeitam minha vida com tanta beleza.
- Todas as pessoas que já passaram em minha vida, que de alguma forma me trouxeram muitas coisas que sem quais não seriam possíveis.

De certa forma, todos são autores desse trabalho.
Agradeço por ter essa enorme lista de agradecimentos!

“As utopias não existem para serem realizadas de maneira a escravizar mas para porem em debate as possibilidades das coisas almejadas e difíceis e para revigorarem nossa crença de que elas são possíveis.”

Hermann Hesse

SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRACT	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 Concepção teórica	19
2.1.1 Bacia hidrográfica urbana.....	19
2.1.2 Floresta urbana	21
2.2 Instrumentos da pesquisa	24
2.2.1 Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento remoto	24
2.2.2 Métodos de valoração	25
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1 Área de estudo	32
3.2 Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento remoto	33
3.3 Inventário georreferenciado.....	35
3.3.1 Obtenção dos dados do inventário.....	35
3.3.2 Banco de dados	38
3.4 Valoração arbórea.....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1 Inventário georreferenciado.....	42
4.2 Classes de cobertura e drenagem urbana.	47
4.3 Valoração arbórea.....	53
5 CONCLUSÕES	66
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS.....	71
ANEXO.....	77

RESUMO

Valoração arbórea em bacia hidrográfica urbana

No contexto urbano, a bacia hidrográfica é formada por componentes naturais e artificiais que interagem em um sistema único. Os componentes naturais são representados por diversos bens naturais que proporcionam os serviços ambientais. Dimensionar o valor econômico de bens naturais, incluídas as árvores urbanas, é uma forma de simbolizar a sua importância nos processos de equilíbrio dinâmico dos sistemas urbanos, justificando a necessidade de preservação do patrimônio natural existente em parques, jardins, praças e vias, fomentando as iniciativas públicas e privadas que investem no acréscimo e melhoria da qualidade das florestas urbanas. O auxílio na drenagem urbana advindo da presença arbórea é um dos serviços ambientais, que ocorre com diferentes intensidades conforme a posição no relevo (altitude e declividade) da bacia hidrográfica. Por meio de inventário georreferenciado, foram identificadas árvores presentes na bacia do Córrego do Sapateiro na cidade de São Paulo. Posteriormente, o sistema de informações geográficas (SIG) foi utilizado na definição das classes de altitude e declividade e na quantificação da cobertura arbórea para discussão da sua relação com o sistema hidrológico da bacia. Isso permitiu que um novo fator, chamado Valor de Relevo (VR), fosse introduzido ao método de valoração de árvores urbanas proposto por Silva Filho et al. (2002). Por meio da apresentação do valor de relevo, propõe-se uma nova dimensão associada à hidrologia de superfície nesse método de valoração de fórmula. Sugere-se a associação de pesquisas complementares que viabilizem a introdução de fatores com relevância ao valor da árvore nas cidades por seus serviços ambientais, para alcançar um método de valoração cada vez mais completo e conivente a um modelo de desenvolvimento urbano pautado no equilíbrio social, ambiental e econômico.

Palavras-chave: Floresta urbana; Serviços ambientais; Drenagem; Valor econômico; Método de fórmula

ABSTRACT

Tree valuation in urban watershed

In the urban context, watersheds are formed by natural and artificial components which are a single system. Natural components are represented by various natural resources that provide environmental services. Measuring the economic value of the natural resources, including the urban trees, is a way to symbolize its importance in the processes of dynamic equilibrium of urban systems, hence the need for preservation of existing natural heritage in parks, gardens, squares and streets, encouraging public and private investment in the increase and improvement of urban forests. The aid in urban drainage arising from the presence of trees is an environmental service, that occurs with different intensities depending on the position on basin relief (altitude and slope). Through georeferenced inventory trees were identified in the Córrego do Sapaterio (Sapateiro Stream) basin in São Paulo. Then the geographic information system (GIS) was used to define classes of altitude and slope and quantification of tree cover for the discussion of its relationship with the hydrological system of watershed. This allowed that a new factor, called Relief Value (RV), was introduced to the method of tree valuation proposed by Silva Filho et al. (2002). Presenting the value of relief, it is proposed a new dimension surface hydrology associated with this tree appraisal method. It is suggested the combination of complementary research that will enable the introduction of factors with proven importance to the value of urban tree because of its environmental services, to achieve a valuation method even more complete and conniving to a model of sustainable urban development in the social, environmental and economic balance.

Keywords: Urban forest; Environmental service; Drainage; Economic valuation; Tree appraisal methods

1 INTRODUÇÃO

A conquista do equilíbrio natural-artificial associado ao tripé social, ambiental e econômico representa um grande desafio vivenciado pela humanidade. Seja no ambiente rural ou urbano, precisamos conhecer, dimensionar e avaliar os diferentes componentes do meio para que cada um desses possa ser respeitado e compartilhado de forma harmoniosa, duradoura e holística, garantindo a sanidade do todo, formado por estas diferentes partes. Dessa forma, métodos para valorar bens naturais e seus serviços ambientais são desenvolvidos pelas diferentes áreas de conhecimento, visando aproximar-se de uma representação simbólica ambientalmente justa, economicamente representativa e com um forte viés social.

A valoração arbórea urbana busca cumprir exatamente esse papel: encontrar um símbolo representativo para esse tripé que garanta aos moradores das cidades o equilíbrio entre o artificial e o natural, possibilitando um mercado financeiro para investidores que buscam este equilíbrio em seus negócios e empresas, dentro da ética sustentável tão requerida atualmente, além de auxiliar a administração pública na justificativa do uso do orçamento destinado a floresta urbana.

As árvores urbanas são de difícil valoração por não serem elementos com um mercado já existente. Sobre isso, Watson (2002) comentou que todos os métodos de fórmula para valoração de árvores são revistos em base regular, o que pode ser reflexo da dificuldade de estabelecer valor para algo que normalmente não é comprado ou vendido.

Wolf (2004) falou sobre a prontidão em identificar e contabilizar os custos com o plantio, a manutenção, os materiais usados e a remoção de galhos caídos, folhas secas envolvidos no gerenciamento das florestas urbanas, apontando a dificuldade em contabilizar o retorno produzido por essas despesas por meio dos serviços proporcionados.

Silva Filho et al. (2002) apresentaram possibilidade de utilização de inventário georreferenciado e método de fórmula para valoração de árvores em vias públicas. Silva Filho e Tosetti (2010) utilizaram o mesmo método em parque urbano apontando que os resultados de valoração indicam inúmeras possibilidades para mais estudos e pesquisas, além de ser uma oportunidade para sistematizar adequadamente o melhor manejo para árvores urbanas.

Esse melhor manejo favorece a efetividade da utilização de árvores em vias públicas como elemento fundamental para os sistemas hidrológicos urbanos e outros diversos serviços ambientais.

Portanto, esse trabalho foi realizado com o objetivo de incrementar o método de fórmula de valoração de árvores urbanas de Silva Filho et al. (2002), introduzindo um fator relacionado ao relevo, representando o serviço ambiental prestado pela árvore no contexto hidrológico, e indicar a possibilidade de outros fatores que precisam ser pesquisados e então comprovados como serviços ambientais advindos das árvores representando grande valor econômico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Concepção teórica

2.1.1 Bacia hidrográfica urbana

Divisões territoriais são feitas a partir de diferentes interesses, tais como político, econômico ou social, que dividem o planeta em países, Estados, cidades, bairros, comunidades e tribos. Porém, essa divisão territorial nem sempre é baseada na formação natural de origem do local.

Nos últimos séculos, os processos de urbanização trouxeram inúmeras modificações para o ambiente original e, conseqüentemente, os problemas enfrentados por todo tipo de comunidade, tanto em megacidades como em pequenos vilarejos rurais. Essas modificações são realizadas em um espaço de terra, que, seja qual for o critério de divisão adotado, está certamente sobre uma ou parte de uma bacia hidrográfica, nem sempre corretamente respeitada quanto a sua origem. Ab'Sáber (2003) comentou que os processos antrópicos vêm acontecendo há 11.500 anos, e se estendem até hoje, quando as populações acompanham um esquema global de paisagens zonais e azonais, em espaços territoriais herdados como paisagens e ecologias, nos quais devem ter responsabilidade em suas ações.

O mesmo autor, citando Walder Góes (1973) apontou que essa responsabilidade pode ser definida como conhecer as limitações de uso específico de cada tipo de espaço e de paisagem, obter indicações racionais para preservação do equilíbrio fisiográfico e ecológico e permanecer equidistante de um ecologismo utópico e de um economismo suicida.

A divisão por bacias hidrográficas considera a formação natural original do local, delimitada principalmente pelos cursos d'água e formações do relevo, repartindo o planeta em um fractal, formado por inúmeras partes que, em menor escala, representam o todo, apresentando rica diversidade natural em cada localização diferente e participantes de um único sistema global.

Na busca por uma ordenação territorial que apresente menores possibilidades de danos e perdas, podemos recorrer ao Planejamento Ambiental, visando um desenvolvimento urbano sustentável, como definido por Franco (2001):

“O objetivo principal do Planejamento Ambiental é atingir o Desenvolvimento Sustentável da espécie humana e seus artefactos, ou seja dos *agroecossistemas* e dos *ecossistemas urbanos* (as cidades e redes urbanas), minimizando os gastos das fontes de energia que os

sustentam e os riscos e impactos ambientais, sem prejudicar ou suprimir outros seres da cadeia ecológica da qual o homem faz parte, ou, em outras palavras, procurando manter a biodiversidade dos ecossistemas.” (FRANCO, 2001, p. 35-36).

Portanto, para a realização do planejamento ambiental para uma comunidade, é preciso inicialmente compreender o local onde ela está inserida, a bacia hidrográfica delimitada por uma área superficial com influências subterrâneas onde se sustentam, vivem e participam inúmeros componentes, tais como os animais, os vegetais, os cursos d'água, os homens e as suas construções.

Tucci e Silveira (2001) definiram a bacia hidrográfica como uma área delimitada pela topografia de superfície, que contribui com escoamento superficial por gravidade para a vazão de um rio principal, além da infiltração de água conforme a geologia do subsolo, que pode abranger uma área além da determinada superficialmente.

Nas bacias hidrográficas, acontece um fluxo de água constante, influenciado principalmente pela composição da superfície, associado às precipitações, que terá diferentes porcentagens de infiltração e evapotranspiração, e conseqüentes escoamento superficial e escoamento subterrâneo.

Quanto às modificações de relevo na bacia hidrográfica, é necessário respeitar a relação da declividade do terreno e a capacidade de ocupação permitida para que o ciclo hidrológico não seja ameaçado, provocando enchentes, desabamentos e outros problemas. Ainda nessa discussão, Spirn (1995) coloca:

“Apenas nas encostas íngremes, na rocha lisa, no gelo, ou quando o solo está saturado, a água escorre pela superfície do solo. A grande capacidade do solo, e dos microrganismos em seu interior, de absorver a água e de filtrá-la, e de usar os elementos em suspensão ou dissolvidos na água previne as enchentes, assegura a qualidade e conserva e recupera os mananciais.” (SPIRN, 1995, p. 161)

A superfície nas cidades foi extremamente modificada após tanta intervenção antrópica, substituindo a presença de vegetação por construções impermeáveis, recobrando nascentes e terraplanando áreas com declividades impróprias para essas construções, além da canalização de cursos d'água para a implantação de vias públicas. Dessa forma, perderam-se componentes importantes para o adequado funcionamento do fluxo hídrico da bacia hidrográfica.

Sobre isso Lima (2010) comenta que:

“A urbanização é o segundo fator de degradação hidrológica, depois da agricultura. E já existe mesmo no mundo um movimento de resgate desses valores hidrológicos nas áreas urbanas, com ações que visam a, por exemplo, “desenterrar” os córregos canalizados e integrá-los na paisagem urbana com seus atributos inerentes – como a mata ciliar, que além da importância hidrológica agrega, também, valor estético ao ambiente urbano – e deve contribuir, também, para a mudança de percepção dos cidadãos para com a necessidade da conservação dos riachos e de suas microbacias.” (LIMA, 2010, p. 23)

Sobre o uso do conceito de bacia hidrográfica para a sensibilização dos povos, visando a valorização do território natural pelas comunidades, Schiel et al.. (2002) desenvolveram atividades de educação ambiental em uma bacia hidrográfica urbana obtendo resultados satisfatórios quanto à participação dos envolvidos na compreensão do espaço para sua valorização e preservação.

Assim, o conhecimento do conceito de bacia hidrográfica é um grande aliado aos planejadores e moradores urbanos para a busca por um sistema mais equilibrado, explicitando o valor da qualidade ambiental para a população urbana, além de ser uma base de partida para estudos que visam definir e valorar os serviços ambientais.

2.1.2 Floresta urbana

Na urbe há grande importância da presença vegetal para cumprir diversos papéis, entre eles o de retenção de água superficial para escoamento subterrâneo, evitando a ocorrência de enchentes causadas por acúmulo excessivo de águas na superfície, uma vez que a drenagem influencia na definição do funcionamento hidrológico em uma bacia hidrográfica.

A vegetação presente na área urbana, em especial a arbórea, é definida por Moll (1995):

“Simplificando, uma floresta urbana é a área entorno dos lugares em que vivemos que tem ou pode ter árvores. Árvores nas ruas, as árvores do parque, espaços verdes, terrenos residenciais, espaços públicos e privados com vegetação formam a uma floresta urbana.” (MOLL, 1995, p. 12)

Assumindo a presença de árvores, essa definição vai ao encontro do termo “espaço livre” discutido por Lima et al. (1994), apontando-o como o termo mais abrangente e, que associado ao seu uso, sua escala e sua função divide-se em área verde, parque urbano, praça e arborização urbana.

Assim, a floresta urbana se constitui em locais vegetados sem árvores e em locais com árvores presentes, em áreas verdes, em parques e praças ou na arborização urbana, sendo este último definido por Lima et al. (1994) como os elementos vegetais de porte arbóreo presentes na urbe, como as árvores plantadas em calçadas.

Mazzarotto (2008) diz que:

“A floresta urbana é um recurso urbano que pode ser cultivado em todas as áreas de uma cidade, inclusive em propriedades públicas e privadas, e em todas as zonas socioeconômicas.” (MAZZAROTTO, 2008, p. 18)

As definições para Floresta Urbana são muitas, como foi sistematizado por Brown (2007), mas foi considerada para o trabalho proposto a seguinte definição: floresta urbana é a presença vegetal em todo espaço livre, público ou privado, que representa um importante papel na paisagem urbana por proporcionar serviços ambientais, atuando como recurso ambiental, além de apresentar uma função estética que harmoniza as cidades por meio de beleza cênica.

Portanto, as árvores presentes nas calçadas e canteiros centrais fazem parte da floresta urbana.

No contexto urbano, a ação humana no planejamento e no manejo da floresta urbana é necessária para que não aconteça competição de espaço com equipamentos urbanos, riscos para a comunidade, danificações e falta de nutrição aos vegetais, diferentemente das florestas em áreas não ocupadas pelos homens. Sobre isso Spirn (1995) fala:

“Deixar a natureza seguir seu curso é uma questão difícil de ser defendida na cidade, em que a maior parte da vegetação ornamental é cultivada e sobrevive graças à atenção do homem e em que o uso intensivo dos espaços causa grande desgaste aos ecossistemas naturais. O custo dessa atenção é uma função tanto de fatores humanos quanto naturais: hábitat e estética.” (SPIRN, 1995, p. 193)

Por isso, saber dimensionar o equilíbrio entre as construções e a floresta urbana é de suma importância para o bom funcionamento de ambos, buscando o resgate do equilíbrio dinâmico dos processos na bacia hidrográfica, evitando equívocos como os que ocorreram por muitos anos, o que também é citado por Spirn (1995):

“A vegetação urbana é um recurso natural, mas as atividades e os modismos humanos são frequentemente mais influentes que os processos naturais na determinação da localização e arranjo das plantas. As atividades, as formas, os materiais e a infraestrutura das áreas urbanizadas

criam novos hábitos para as plantas, muitos deles hostis. A incapacidade para perceber a arborização urbana como um todo em que cada parte se ajusta a sua localização está na base da luta das plantas pela sobrevivência na cidade e levou a erros grosseiros na administração de um importante recurso.” (SPIRN, 1995, p. 190)

A problemática se agrava na dificuldade de implantação de áreas verdes após anos da introdução dos equipamentos urbanos, compreendendo vias, habitações e prédios comerciais. Assim, nos espaços que deveriam conter áreas verdes e uma maior permeabilidade do solo, a alternativa de mais fácil implantação são as árvores, como afirma Aguirre Junior (2008):

“A arborização viária em áreas de ocupação antigas e já consolidadas, dadas as poucas condições de expansão de praças e áreas verdes, constitui-se na alternativa mais viável, econômica e racionalmente, de inserção do elemento verde no cotidiano da população.” (AGUIRRE JUNIOR, J. H., 2008, p. 56)

Sendo as árvores uma alternativa viável, o resgate do balanço hidrológico adequado na bacia urbana pode ser melhorado com o aumento e conservação das árvores nas vias públicas, fornecendo seus respectivos serviços ambientais, como apontam Paiva e Gonçalves (2002) ao indicarem que estas temperam o clima, favorecem as chuvas, diminuem as perdas do solo, aumentam a evapotranspiração, abrandam o escoamento superficial facilitando a infiltração e enxugam os solos demasiado úmidos.

Ainda sobre o papel das árvores, Cappiella et al. (2005) descrevem que as árvores melhoram a qualidade da água e do solo elevando a quantidade de nutrientes (principalmente nitrogênio), filtrando os sedimentos e poluentes associados à água de escoamento (runoff), removendo poluentes comumente encontrados nessa água e nos solos urbanos.

Portanto, a utilização de árvores em meio urbano é uma necessidade para a melhoria da qualidade ambiental, inclusive a hidrológica, mas que deve fazer parte de um plano global, como apresentado por Spirn (1995):

“A prevenção de enchentes e a conservação e recuperação da água só poderão ser realizadas pelo efeito cumulativo de muitas ações individuais por toda a cidade. Mas o impacto de cada uma delas pode ser insignificante e até contraprodutivo, se não fizer parte de um plano global que leve em consideração o sistema hidrológico de toda a cidade e de sua região.” (SPIRN, 1995, p. 171)

O planejamento adequado, sustentado pelos conhecimentos técnicos e científicos, garante o desenvolvimento de cidades equilibradas, coexistindo equipamentos e vegetação urbanos, representado também por árvores, como conclui Andrade (2002):

“Não são as árvores que causam danos aos equipamentos urbanos, mas sim, os equipamentos que dificultam o pleno desenvolvimento das espécies arbóreas. Isso pode ser evitado e sanado mediante o planejamento da arborização dos bairros novos e mesmo dos já arborizados. A escolha das espécies arbóreas mais adequadas e o cumprimento da legislação sobre ocupação urbana e proteção da natureza são fatores primordiais da coexistência pacífica e harmoniosa entre os elementos construídos e os naturais.” (ANDRADE, 2002, p. 103)

A partir da compreensão da importância das árvores no contexto da floresta urbana, associada à utilização de técnicas convenientes de manejo visando o fornecimento de serviços ambientais e o equilíbrio com as construções e demais necessidades da urbe, o valor das árvores será tangível ao entendimento por todos.

Enquanto caminhamos na busca desse entendimento, técnicas que auxiliem a avaliação das condições das florestas urbanas, como os sistemas de informações geográficas e o sensoriamento remoto, e a utilização de símbolos monetários criados por meio de métodos de valoração, são aliados fundamentais para que não se permita a destruição do remanescente de floresta urbana natural ou implantada, e ainda proporcione argumentos para o seu acréscimo.

2.2 Instrumentos da pesquisa

2.2.1 Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento remoto

O diagnóstico e avaliação da floresta urbana, de sua localidade e de suas condições, são itens fundamentais para iniciar o planejamento e a execução de atividades na urbe. Porém, o tamanho das cidades e a quantidade e qualidade dos dados a serem levantados demandam tempo, corpo técnico e recursos financeiros nem sempre disponíveis. Assim, em inventários feitos em período de tempo curto e com menores custos, utilizar métodos eficientes, como o sistema de informações geográficas (SIG) e o sensoriamento remoto, possibilita a realização de inventários de alta qualidade que auxiliam no planejamento e manejo das árvores urbanas.

Silva (2005), quando fala da complexidade e dinamismo do ambiente urbano, atribui vantagem aos SIG sobre técnicas convencionais de manipulação e integração de dados por serem instrumentos potenciais de integração, com facilidade de manuseio e velocidade de operação de dados físicos-territoriais.

Schuch (2006) comentou sobre o potencial dos SIG para monitoramento da cobertura vegetal, para o conhecimento da dinâmica dos processos e fenômenos ambientais no espaço e no tempo.

Uma explicação para o uso dessas técnicas é apresentada por Costa (2010):

“SIGs são as ferramentas utilizadas para realizar o geoprocessamento. E geoprocessamento é a utilização de técnicas matemáticas e computacionais para tratar dados obtidos de objetos ou fenômenos, quando eles são observados por um sistema sensor (MOREIRA, 2005). Com o SIG pode-se realizar entrada de dados, gerenciamento de informações, recuperação de informações, manipulação e análise, exibição e produção de saídas, tratamento de imagens digitais.” (COSTA, 2010, p. 32)

Dessa forma, o uso de SIG e sensoriamento remoto auxiliam os métodos de valoração de árvores urbanas, minimizando esforços na identificação, avaliação e monitoramento, além de possibilitar uma maior visão espacial ampla da situação urbana, necessária para um planejamento ambiental em bacias hidrográficas.

2.2.2 Métodos de valoração

O secretário executivo da Convenção sobre Diversidade Biológica, Braulio Ferreira de Souza Dias, disse, ao participar do relatório TEEB (2010), que se realmente desejamos integrar considerações de biodiversidade em tomada de decisão econômica, precisamos desenvolver a capacidade de valoração econômica dos serviços dos ecossistemas (ou serviços ambientais).

Considerando que valoração é o ato de atribuir valor a alguma coisa, e sendo a valoração econômica de árvores urbanas a busca por expressar a relação de funcionalidade das árvores para os seres humanos, pode-se afirmar que esse valor é dado pela interação entre sujeito (humanos) e objeto (árvores), somando conceitos econômicos, sociológicos e psicológicos. Assim, baseou-se nas ciências econômicas para delimitar uma definição de valor para este trabalho, mesmo sabendo-se que as árvores possuem inclusive valores políticos, religiosos e de moral.

Vieira (2004) fornece uma definição de valor seguindo essa abordagem econômica:

“Resumindo, numa perspectiva utilitarista centrada no indivíduo, o valor das coisas resulta de uma avaliação subjectiva da capacidade de uma coisa satisfazer às necessidades do indivíduo. Assim sendo, as coisas não têm valor em absoluto, em separado das pessoas e das circunstâncias, tendo a mesma coisa diferentes valores para pessoas e situações diferentes. (VIEIRA, 2004, p. 20)

No contexto da economia dos recursos ambientais e naturais, a valoração de bens naturais e seus serviços ambientais ainda se apresenta como algo simbólico, com mercado pouco definido, mas com algumas exceções já bem conceituadas. O caso dos créditos de carbono na mitigação das mudanças climáticas é uma dessas exceções, que demonstra o potencial e a necessidade da busca por métodos de valoração idôneos para auxiliar o mercado financeiro de investimentos.

Segundo Rotermund (2012):

“Os mecanismos de pagamentos por serviços ecossistêmicos vêm cada vez mais sendo discutidos, tanto em uma escala global, como no caso das mudanças climáticas, como a nível local. Algumas experiências concretas já existem e muitas legislações com previsão de remuneração ou isenções fiscais para estes serviços já existem. A necessidade de valores financeiros associados aos serviços ecossistêmicos é um dos motivos pelos quais é necessária a sua quantificação.” (ROTERMUND, 2012, p. 51)

Romero (1997) falou que há um número enorme de situações reais em que são necessárias valorações ambientais. O mesmo autor coloca que todos os métodos de valoração ambiental têm em comum o ponto de conceituar e medir os benefícios ambientais que as pessoas desejam, e quanto elas estão dispostas a pagar por esse benefício.

A disposição em pagar é uma regra nos mercados financeiros, uma vez que os produtos possuem valores conforme a oferta e demanda. Assim, essa disposição a pagar pode ser diretamente relacionada ao produto ou a um serviço prestado por esse, além do desejo das pessoas em pagarem por aquele produto um valor que traduza *status* ou até mesmo exclusividade, como o caso de marcas.

Estratégias e métodos que dão valor às marcas já são discutidos e aceitos (AAKER, 1999), assim como se pesquisa o mesmo para a valoração de serviços ambientais ou ecossistêmicos. Alguns desses serviços a serem valorados são citados em estudos de vegetação urbana relacionados aos benefícios psicológicos (KAPLAN, 2001), a diminuição de gastos energéticos (VELASCO, 2007), a

minimização de impactos na infraestrutura urbana como o asfalto (MCPHERSON E MUCHNICK, 2005), a qualidade do ar (NOWAK, 1999), a melhoria microclimática (SILVA et al., 2011), a diminuição de ilhas de calor (LOMBARDO, 1985; POLIZEL, 2009), a valorização da propriedade e bem estar (MCPHERSON; SIMPSON, 2002) e ao valor histórico e paisagístico (ESTELLITA; DEMATTÊ, 2006).

Com isso, é notória a quantidade de benefícios advindos das florestas urbanas que devem ser compreendidos e valorados como serviços ambientais. Uma sugestão para organizar esses serviços em diferentes tipos é apresentada no relatório TEEB (2010), que divide os serviços ambientais em quatro categorias, definidos como:

- Serviços de Provisão: são os materiais que os ecossistemas fornecem, como alimento, matéria-prima, água potável, recursos medicinais;
- Serviços de Regulação: são os serviços fornecidos por ecossistemas ao agir como reguladores, como regulação do clima local, do seqüestro de carbono (qualidade do ar), de eventos extremos (controle de enchentes), do tratamento de efluentes, da erosão e fertilidade do solo, da polinização e do controle biológico (controle de doenças e pragas);
- Serviços de Habitat ou Suporte: são subjacentes a quase todos os outros serviços, como habitat para espécies, manutenção de diversidade genética;
- Serviços Culturais: incluem os benefícios não-materiais dos ecossistemas, como recreação, turismo, apreciação estética e experiência espiritual.

Conforme Motta (1998), o valor econômico dos recursos ambientais deriva de todos os seus atributos, e estes atributos podem estar ou não associados a um uso. O valor econômico total de um recurso natural pode ser classificado em duas categorias: o valor de uso e o valor de não uso, onde:

- Valor de uso é o valor que os indivíduos atribuem a um recurso natural pelo uso no presente ou seu potencial uso no futuro. Pode ser subdividido em: valor de uso direto, valor de uso indireto e valor de opção;
- Valor de não uso é o valor dissociado do uso, expressando o valor intrínseco do uso e refletindo o seu valor de existência.

Marques e Comune (1995) explicam que o valor de não-uso ou valor intrínseco ou valor de existência reflete um valor que reside nos recursos ambientais, independentemente de uma relação com os seres humanos, de uso efetivo no presente ou de possibilidades de uso futuro.

Nesse caso, o valor de uma árvore urbana deve considerar esses inúmeros conceitos da economia ambiental, mas também contar com a multidisciplinaridade no que tange a busca de um valor que respeita tanto as necessidades quanto os prazeres e gostos dos moradores de urbes, associados ao dever de conservação e preservação dos recursos naturais e ambientais participantes de um ecossistema global. Dessa forma, diversos métodos são utilizados na valoração de árvores e florestas urbanas, considerando que para cada caso existem limitações e objetivos diferentes.

Os métodos de valoração contingente (MVC), disposição a pagar (*willingness to pay*) ou disposição em receber (*willingness to accept*) elaboram o valor da árvore ou da presença vegetal a partir de entrevistas com pessoas que indicam o quanto pagariam para manter áreas verdes ou quanto estariam dispostas a receber na compensação pela perda. Nesse método, são avaliadas variáveis como renda mensal e escolaridade, mas dificilmente consegue-se eliminar as diferenças entre preferências das pessoas que não têm relação com poder aquisitivo.

Venkatachalam (2004) fez uma revisão discutindo esse tipo de método, apontando a existência de críticas relacionadas à validade e à confiabilidade dos resultados. Porém, a valoração contingente é muito utilizada no contexto de florestas urbanas, fornecendo resultados importantes para a discussão da elaboração de métodos cada vez mais adequados e criteriosos, podendo-se citar Hildebrand et al., (2002), que utilizaram o método contingente para avaliação econômica de parques em Curitiba - PR, e Lorenzo et al. (2000), que avaliaram famílias com disposição em pagar pela preservação de floresta urbana de New Orleans – EUA.

A valoração hedônica é aquela que considera diversos atributos na formulação do preço de um bem a ser comercializado. Por exemplo, o valor de um imóvel que apresenta atributos como presença de garagem, quantidade de quartos, área construída, presença de paisagismo, entre outros. O método busca estimar o valor de um bem ou serviço que não é negociado em mercado por meio da observação dos preços de bens ou serviços a ele associados. Assim, a árvore presente no paisagismo de boa qualidade irá oferecer acréscimo no valor do imóvel por ter um valor implícito funcionando como atributo da fórmula. Muitas pesquisas de valoração de floresta urbana são realizadas a partir do método hedônico (ANDERSON; CORDELL, 1988; DONOVAN; BUTRY, 2010).

Sobre os métodos de fórmula, Watson (2002) indicou que estes ou estabelecem valor inicial baseado no tamanho que posteriormente é ajustado por fatores de condição, local, espécie, qualidade e situações especiais, ou criam uma classificação de pontos para fatores (multiplicados ou somados) com fator monetário introduzido no final, geralmente ligado a fatores de mercado (preço da muda, preço de plantio ou consenso).

Nesse estudo de Watson (2002), cinco métodos consagrados em diferentes países foram comparados, uma vez que apresentarem ampla variedade de abordagem que parecem ser adaptáveis para uso em outras regiões.

Os cinco métodos utilizados são descritos a seguir.

- **Método CTLA:** = dos EUA, teve início em 1951, atingindo sua 8ª edição em 1992. Área do corte transversal do tronco a altura de 1,4m multiplicado pelo valor do metro quadrado, reduzido por fatores de qualidade da espécie, condição e localização (notas de 0 a 1 para cada fator). (Fórmula 1).

$$\text{Valor} = (\text{área do tronco} \times \text{preço}) \times \text{qualidade da espécie} \quad (1)$$

$$\quad \quad \quad \times \text{condição} \times \text{localização}$$

- **Método Burnley:** da Austrália, de 1988. Tamanho da árvore (volume de um cone invertido) multiplicado pela cotação de custo de varejo de produção no viveiro reduzido por fatores (expectativa de vida (0,5-1), forma e vigor (0-1), local (0,4-1)). (Fórmula 2).

$$\text{Valor} = \text{volume da árvore} \times \text{custo} \times \text{expectativa de vida} \quad (2)$$

$$\quad \quad \quad \times \text{forma e vigor} \times \text{localização}$$

- **Método STEM** (Standart Tree Evoluotion Method): Nova Zelândia. Total de pontos provenientes de 20 atributos de três categorias (condição, amenidades e qualidade notável) com notas entre 3 e 27 cada uma (máx 540), multiplicado pelo somatório dos custos de uma árvore de cinco anos (muda), plantio e manutenção para manter até a idade da árvore avaliada, multiplicado por um fator de conversão de atacado para varejo (2 = sugestão de duplicar). (Fórmula 3).

$$\text{Valor} = [\text{pontos} \times (\text{custo da muda} + \text{custo de plantio} + \text{custo de manutenção})] \times \text{fator de conversão para varejo} \quad (3)$$

- **Norma Granada:** Espanha (1990). Valor de fator multiplicado pelo custo da muda e condição, multiplicado pelo somatório de valores “extrínsecos” e expectativa de vida. (Fórmula 4).

$$\text{Valor} = (\text{valor de fator} \times \text{custo muda} \times \text{condição}) \times [1 + \text{expectativa de vida} + (\text{valor estético} + \text{raridade da espécie} + \text{adequação a situação} + \text{extraordinário})] \quad (4)$$

- **Método Helliwell:** Grã-Bretanha (1967). Multiplica sete atributos (com notas de 1 a 4) e depois atinge valor monetário multiplicando por 14 libras (escolha aleatória). Os sete atributos são: tamanho da árvore (volume da copa), expectativa de vida (bom senso), relação no cenário (beleza e origem), presença de outra árvore, importância na posição, forma e fatores especiais. (Fórmula 5).

$$\text{Valor} = (\text{Volume copa} \times \text{expectativa de vida} \times \text{cenário} \times \text{presença de outra posição} \times \text{forma} \times \text{fatores especiais}) \times 14 \text{ libras} \quad (5)$$

Price (2003) fez uma avaliação geral de métodos de valoração, discutindo que o valor da paisagem depende de topografia, relevo, uso do solo, presença de água, entre outros, e da combinação desses inúmeros valores, assim como o fato de o valor para árvores urbanas ser um conjunto de atributos e a forma em que esses atributos estão organizados (relação e interação). O autor diz que o enfoque não deve ser apenas na validade das medidas monetárias, mas também nas bases filosóficas que levam as pessoas a pagarem pelos benefícios da floresta urbana, o que deve ser um exercício participativo e não algo anti-democrático.

O preço individual da árvore para, Mcpherson e Simpson (2002), foi calculado de acordo com os benefícios proporcionados por ela, levando em consideração o valor da economia anual de energia, o preço da melhoria da qualidade do ar, controle de poluição do ar, o valor estético, entre outros fatores.

Viana et al. (2012) realizaram um levantamento dos métodos mais utilizados nos últimos 10 anos em pesquisas publicadas em periódicos de importância internacional, apontando que o método contingente, seguido do hedônico, são os mais freqüentes, mas há aumento na utilização do método de fórmula.

Todos os métodos desenvolvidos são válidos e representam grande importância na consolidação de um meio eficaz e prático de valorar um bem que começa a mostrar seu mercado. Porém, buscando minimizar efeitos subjetivos na formulação de métodos de valoração, este trabalho utilizou o método de fórmula, que atingi um valor associado às condições da árvore, o meio em que ela se encontra e os seus possíveis serviços ambientais (incluindo satisfação pessoal e psicológica).

Mcpherson (2007) realizou um estudo de valoração com abordagem baseada em benefícios ambientais proporcionados pelas árvores, relatando que os meios que comparam o custo com o benefício ainda são incompletos e, por isso, não revelam que os benefícios contabilizam um valor maior, mas que uma contabilidade mais completa irá revelar. O mesmo autor comenta que uma característica atrativa dessa abordagem é que se pode observar a contribuição relativa dos diferentes benefícios.

Apesar do grande número de pesquisas internacionais com enfoque na valoração arbórea urbana, ainda há carência de pesquisas na realidade brasileira. Soave Junior et al. (2011) apresentaram um levantamento sobre publicações nacionais relacionadas à arborização urbana nas quais apenas 5% são sobre valoração.

Considerando o método de fórmula um meio viável para criar um valor que considere conceitos econômicos, ecológicos e sociais e com capacidade para adaptações correspondentes aos países ou regiões em questão, optou-se pela busca da inclusão do valor de serviços ambientais por meio do método de fórmula.

Assim, discutiu-se neste trabalho o método de fórmula que teve início em Dalcin (1992), rediscutido e aprimorado por Silva Filho et al. (2002), e adaptado à realidade histórica e cultural por Estellita (2005).

Portanto, propõe-se um método para introduzir o fator de fórmula que represente a condição de relevo (altitude e declividade), relacionado ao serviço de drenagem, e, desta forma, direcionar a evolução da fórmula pela abordagem dos serviços ambientais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na cidade de São Paulo, capital do Estado de São Paulo, que possui área de 1530 km², onde estão cerca de 11 milhões de habitantes (CIDADE DE SÃO PAULO, 2012). O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é Cwa, subtropical, com chuvas de verão e inverno relativamente seco. A precipitação em 2008 foi em torno de 1.438 mm (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2008).

Rossetti et al. (2009) apontam que as altitudes variam de 720 a 850 metros no denominado Planalto Atlântico, o qual apresenta diversas feições: planícies aluviais (várzeas), colinas, morros e serras, distando apenas 45 km do Oceano Atlântico.

A cidade de São Paulo possui 100 bacias hidrográficas, e a bacia do Córrego do Sapateiro foi a área do estudo. Com 9,70 km², coordenadas 23°57' de latitude e 46°64' de longitude (coordenadas na primeira árvore inventariada), apresenta sua cabeceira posicionada em cota alta em relação às cotas da cidade (Avenida Paulista, 830 m); direciona suas águas além do Córrego do Sapateiro (totalmente canalizado) também no sentido do Rio Pinheiros, onde apresenta sua menor cota (720 m). Nessa bacia hidrográfica, encontram-se os bairros Vila Mariana e Moema, que conta com o Parque Ibirapuera, onde estudos com inventário georreferenciado e valoração das árvores já foram realizados, além da disponibilidade de imagens de satélites. Dessa forma, apresenta características interessantes na busca da elaboração do valor de relevo (VR).

Os mapas da Figura 1, a seguir, mostram a localização da bacia do Córrego do Sapateiro.

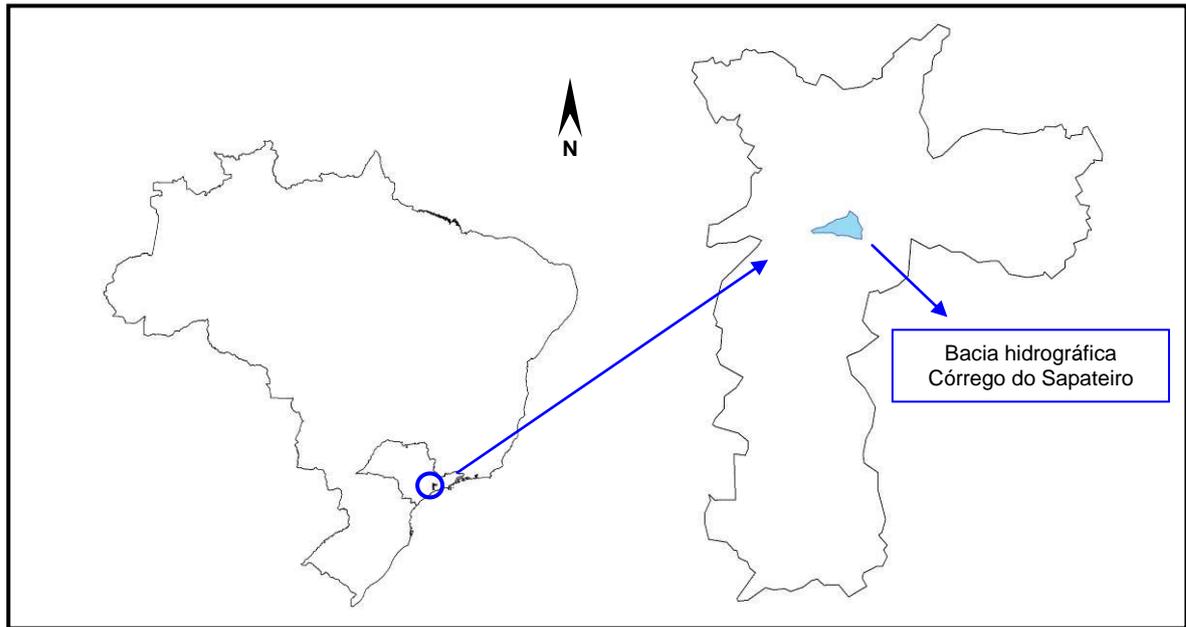


Figura 1 - Localização da área do estudo – Brasil, Estado de São Paulo, São Paulo, Bacia Hidrográfica do Córrego do Sapateiro

3.2 Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento remoto

O uso de imagens de sensoriamento remoto como método utilizado para definir a cobertura arbórea está apoiando diversos pesquisadores na minimização do tempo de diagnóstico, pois possibilita a identificação dos diferentes componentes de uma área selecionada. Essas imagens são feitas por sensores de satélites que podem gravar a energia refletida nas bandas vermelho, verde, azul ou infravermelho do espectro, num processo chamado multiespectral. Dessa forma, têm-se imagens que podem ser fusionadas em diversas combinações.

Para gerar o mapa de uso do solo na Bacia do Córrego do Sapateiro, utilizou-se a imagem do Satélite Quickbird (2008) com as combinações das bandas vermelho (R), azul (B) e infravermelho próximo com a de alta resolução banda pancromática, indicada por Costa (2010) como melhor fusão para estudos de cobertura arbórea. A Figura 2 mostra um recorte da bacia do Córrego do Sapateiro feito na imagem utilizada.

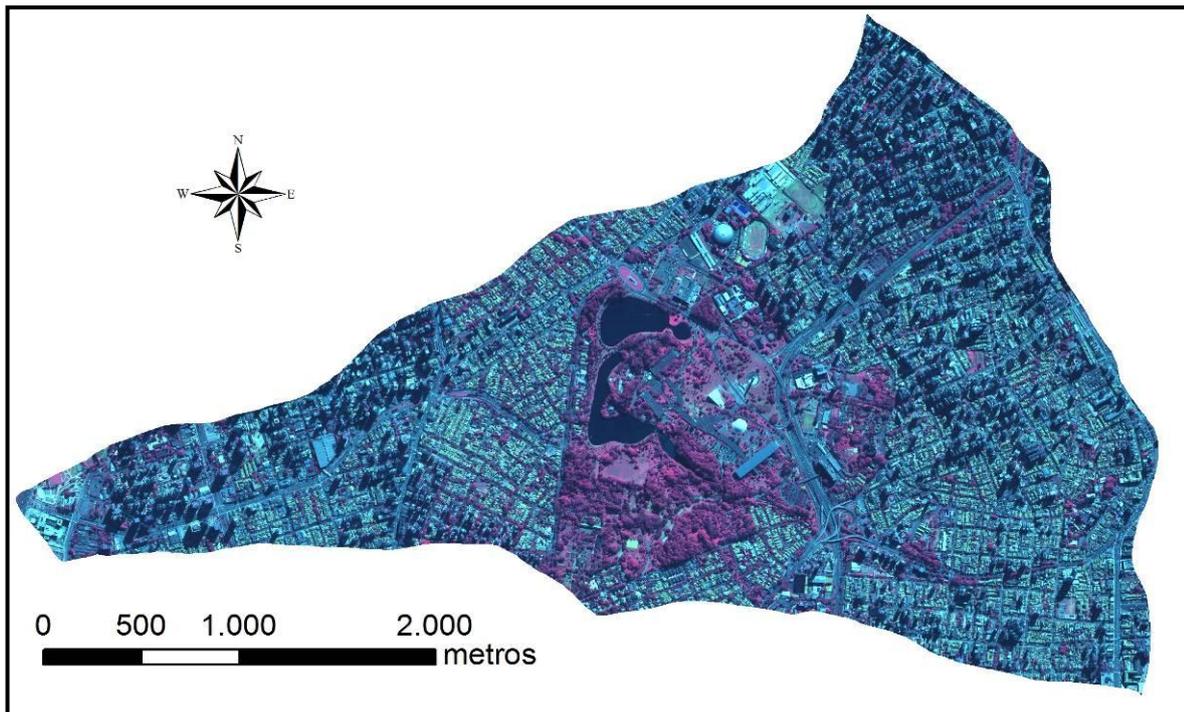


Figura 2 - Recorte da Bacia do Córrego do Sapateiro – SP na imagem do Satélite Quickbird (2008) fusionada com as combinações das bandas vermelho (R), azul (B) e infravermelho próximo com a de alta resolução banda pancromática

O software escolhido para a classificação da imagem foi o Multispec da Universidade de Purdue, West Lafayette - USA, de acesso livre e interface amigável, que utiliza testes de classificação automática por meio de classificadores supervisionados.

As classes utilizadas foram: copa de árvore, relvado, asfalto, piso cimento, telha cerâmica, telha metálica, telha cinza, telha escura, piscina, lago, solo nu e sombra, que são utilizadas nos trabalhos do Laboratório de Silvicultura Urbana da ESALQ/USP.

Na definição das classes de altitude, foi utilizado o Modelo Digital do Terreno (MDT) fornecido pelo Instituto Geológico da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, gerado com resolução vertical de 5m compatíveis com as precisões altimétricas da carta 1:10.000. Foram geradas no software ESRI ArcGis versão 9.3 cinco classes de altitude utilizando a extensão 3D Analyst, na opção Create TIN From Features, com o método Natural Breaks de Jenks, que busca determinar o melhor arranjo de valores em diferentes classes, reduzindo a variância dentro das classes e maximizando a variância entre as classes.

As quatro classes de declividade foram definidas utilizando o Modelo Digital do Terreno na extensão 3D Analyst, na opção Surface Analysis (análise de superfície), função Slope (declividade), criando as porcentagens e dividindo-as em classes.

Os mapas para ilustrar a valoração foram feitos utilizando a tabela de valoração do banco de dados.

3.3 Inventário georreferenciado

3.3.1 Obtenção dos dados do inventário

A Lei nº. 14.186/06 (SÃO PAULO, 2006) institui o Programa Municipal de Arborização Urbana e tem como um de seus objetivos a criação de um banco de dados para cadastramento de árvores urbanas utilizando-se ferramentas como georreferenciamento dos exemplares, propondo inventário por amostragem da vegetação arbórea urbana.

O método de amostragem é muito utilizado em estudos de arborização urbana por demandar menores esforços que o censo e mostrar-se eficiente na avaliação da condição quali-quantitativa das árvores.

Portanto, este trabalho realizou inventário por amostragem estratificada e aleatória, sendo os estratos as cinco classes de altitude onde cada quarteirão foi numerado e, por meio de sorteio, selecionaram-se os quarteirões conforme quantidade proporcional ao tamanho do estrato e sua respectiva necessidade amostral.

Dessa forma, para o inventário preliminar, foi proposta uma quantidade de 20 quarteirões, uma vez que a bacia do Córrego do Sapateiro possui 393 quarteirões; foram considerados os quarteirões inteiros ou com mais de 50% de sua área na bacia. Para cada classe de altitude, que serviu como estrato na amostragem, contaram-se os quarteirões inteiros ou com mais 50% no estrato em questão, obtendo assim os respectivos valores: classe **a** com 57, classe **e** com 81, classe **i** com 63, classe **o** com 104 e classe **u** com 88 quarteirões. O fator de ponderação foi o resultado da razão entre o número de quarteirões do estrato pelo número total de quarteirões (N). O total proposto para o inventário preliminar foi de 20 quarteirões (n), que quando ponderados apresentaram os resultados da Tabela 1, inventariando-se no total 24 quarteirões.

Tabela 1 - Fator de ponderação para cada classe de altitude, número de quarteirões calculado (n/N) e número de quarteirão inventariado (n final) na bacia do Córrego do Sapateiros – SP

Classe de Altitude	Fator	n/N	n final (n*)
a	0,145038	3,0	4,0
e	0,206107	4,2	5,0
i	0,160305	3,3	4,0
o	0,264631	5,4	6,0
u	0,223919	4,6	5,0
Total	1,000000	20,5	24,0

Na validação estatística (n*), a variável principal utilizada foi a quantidade de árvores por quilômetro de via pública, e sua variação de uma unidade amostral (quadra) para outra foi importante para definir se a quantidade de amostras (24 quadras) era adequada para se ter um erro mínimo de 15% para o inventário, máximo permitido e comumente utilizado em trabalhos de inventário urbano. Para medir quilômetros de via pública, utilizou-se o mapa oficial de quarteirões cedido pela Prefeitura Municipal de São Paulo, comparando-os com medições feitas no Google Earth.

Couto (1994) informou que a amostragem proporcional ao tamanho é muito utilizada na área florestal e supõe o conhecimento de uma covariável antes da amostragem, a qual irá auxiliar na seleção das unidades de amostra, melhorando a estimativa dos parâmetros da população e demonstrando a eficiência da amostragem. No inventário de árvores de ruas, a principal variável é o número de árvores e a covariável, o comprimento da rua (km), já que este pode influenciar decisivamente nos resultados obtidos.

Os dois grupos de pesquisadores de campo fizeram três fotos para cada árvore presente nos quarteirões selecionados, com a presença de baliza (Figura 3). Posteriormente, com o auxílio do software livre UTHSCSA ImageTool, foram realizadas as medições dendrométricas das árvores: altura geral, altura da primeira ramificação, diâmetro da copa, diâmetro a altura do peito (DAP) e diâmetro do colo, conforme calibragem com a baliza.



Figura 3 - a) árvore inteira, b) detalhe da primeira bifurcação e c) visualização da calçada

As fotos também auxiliaram na obtenção das coordenadas, por serem georreferenciadas, feitas com o uso da máquina fotográfica digital com suporte GPS marca Sony modelo DSC-HX5V. As coordenadas geográficas foram utilizadas para estabelecer em qual classe de declividade se encontra cada indivíduo inventariado.

Quando não foi possível a identificação da espécie em campo, foram feitas fotos de detalhes (ramos, flores e frutos) que auxiliaram a identificação posterior. Fotos para mostrar injúrias, pragas e doenças também foram feitas.

Os dois grupos, com três avaliadores cada, contavam com uma planilha de coleta de dados contendo: endereço, número da árvore, estado geral, presença ou ausência de outro ou mais indivíduos da mesma espécie ao lado ou próximo, presença ou ausência de recuo na construção, adequação e observações relevantes (pragas, doenças, injúrias).

A avaliação da condição da árvore, chamada Estado Geral e dividida em itens (ótimo, bom, regular, péssima e morta), por ser considerada subjetiva, foi determinada baseando-se no trabalho de Silva Filho et al. (2002), buscando minimizar as diferenças entre os dois observadores de cada grupo de campo, seguindo os padrões descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Padronização dos itens de Estado Geral (condição da árvore) para avaliação em campo

Estado geral (condição da árvore)	
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 (galhos secos nas extremidades); apresenta ataque severo por insetos, doença ou injúria mecânica descaracterizando sua arquitetura ou desequilibrando o vegetal, problemas fisiológicos requerendo reparo.
Péssima	Avançado e irreversível declínio; apresenta ataque muito severo por inseto, por 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.

3.3.2 Banco de dados

A grande quantidade de dados a serem armazenados e analisados sugere a utilização de um banco de dados relacional (Microsoft Access); sendo assim, o modelo proposto por Silva Filho et al. (2002) serviu de base, com pequenas modificações para facilitar a coleta de dados, trabalhando apenas as bibliotecas, as tabelas, as consultas e as interfaces necessárias ao cálculo do índice de importância e valoração monetária, seguindo a seqüência:

- Adaptação das bibliotecas de informações, como as de gêneros, de famílias botânicas, de espécies e outros dados;
- Adaptação da “Biblioteca de espécies” e da “Tabela mestre”, essa última contendo todos os itens levantados em campo, com auxílio do UTHSCSA ImageTool e de declividade e altitude;
- Uso de relacionamentos para a transformação de dados dendrométricos para obter índices de valor e de diversidade;

- Elaboração das consultas auxiliares de dados, tais como: total de indivíduos por espécie, total de indivíduos por gênero, total de indivíduos por família, quantidade de indivíduos por classe de DAP, média e variância das espécies, valoração;
- As interfaces para entrada de dados, visualização de fotos das árvores (*hiperlink*), gráficos e relatórios com valores das árvores foram utilizadas do banco de dados desenvolvido em Silva Filho et al. (2002).

3.4 Valoração arbórea

Calculou-se o valor de cada indivíduo arbóreo por meio da fórmula de Silva Filho et al. (2002), baseada em Dalcin (1992), obtendo inicialmente o Índice de importância (Ii), que representa a importância de cada indivíduo a partir de valores de espécie, de condição, de localização e biométrico na seguinte fórmula (6):

$$I_i = (V_e \times V_c \times V_l \times V_{bm}) \quad (6)$$

Onde:

- Valor da espécie (V_e) é a soma dos valores de disponibilidade, partes desejáveis, desenvolvimento e adaptabilidade, dividido por quatro, advindos da biblioteca de espécies que define esses valores conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Valor atribuído (1 a 4) para cada item do valor de espécie (Ve)

Disponibilidade	Partes desejáveis	Desenvol- vimento	Adaptabili- dade
1 Mudanças no local ou disponíveis na quantidade desejada	Três ou mais partes indesejáveis	Rápido	De fácil adaptação ou invasora
2 Encontrada com facilidade	Duas das partes indesejáveis	Normal	Espécie adaptada
3 Encontrada com dificuldade / reprodução difícil	Uma das partes indesejável	Lento	Espécie exigente
4 Não encontrada no mercado / técnica de reprodução desconhecida ou não iniciada	Flores, frutos, folhas, ramos e raízes desejáveis.	Muito lento	Difícil adaptação: muito exigente.

- Valor de condição (Vc) é a representação do estado geral das árvores, atribuindo os seguintes valores: indivíduo ótimo (4), bom (3), regular (2), péssimo (1).
- Valor de localização (Vl), conforme valor atribuído para os três dados coletados em campo:
 - presença (1) ou ausência (0) de outro ou mais indivíduos da mesma espécie ao lado ou próximo;
 - presença (1) ou ausência (0) de recuo na construção;
 - presença (1) ou ausência (0) de adequação. A ausência de adequação refere-se a qualquer impedimento físico que obrigue procedimentos de manutenção como podas drásticas ou reformas onerosas.

Cada uma destas alternativas tem nota 1 na resposta afirmativa; caso todas sejam negativas, a nota final será 1, pois não poderá existir valor igual a zero no

valor de localização, para evitar que o índice final seja zero, o que inviabilizaria a fórmula.

- Valor biométrico (Vbm) é a ponderação entre o diâmetro à altura do peito (DAP), peso de 60%, e altura da primeira ramificação (Hb), peso de 40% (Fórmula 7).

$$Vbm = (DAP \times 0,6) + (Hb \times 0,4) \quad (7)$$

A partir do índice de importância calcula-se o índice de importância relativa, que é o quociente entre o índice de importância e a frequência da espécie no inventário (Fórmula 8).

$$lir: [li]/[\%] \quad (8)$$

Utilizando o cálculo do índice de importância (li), o banco de dados transforma este valor em moeda corrente multiplicando o li de cada indivíduo arbóreo por uma constante. A constante (Kr) é calculada a partir da equivalência do índice de importância relativa (lir) da menor árvore jovem da espécie mais comum na arborização, cadastrada no banco de dados, ao seu custo de plantio (R\$ plantio) (Fórmula 9). Assim, o valor monetário em reais é o produto do li e da kr.

$$Kr = R\$ \text{ plantio} / lir \quad (9)$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Inventário georreferenciado

O inventário deste trabalho identificou as árvores e obteve os dados para a valoração.

A amostragem realizada no inventário preliminar apresentou n* satisfatório para N=393 quadras. Sendo assim, o inventário preliminar satisfaz as necessidades estatísticas evitando o retorno ao campo, podendo ser considerado como inventário final.

As figuras 4 e 5 ilustram a espacialização dos quarteirões inventariados nas diferentes classes de altitude e declividade, respectivamente, mostrando que houve uma boa distribuição em toda a bacia e nas diferentes declividades, importante para a avaliação posterior do valor de relevo proposto neste trabalho.

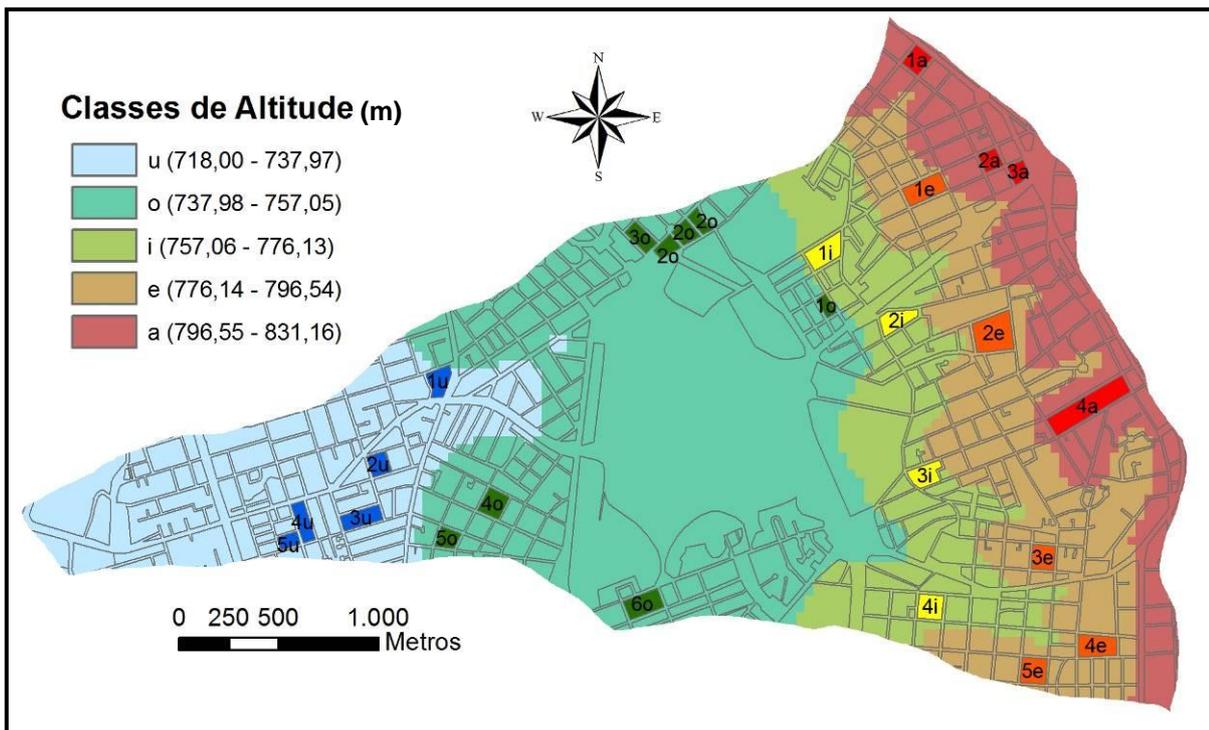


Figura 4 - Quarteirões inventariados em cada classe de altitude na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

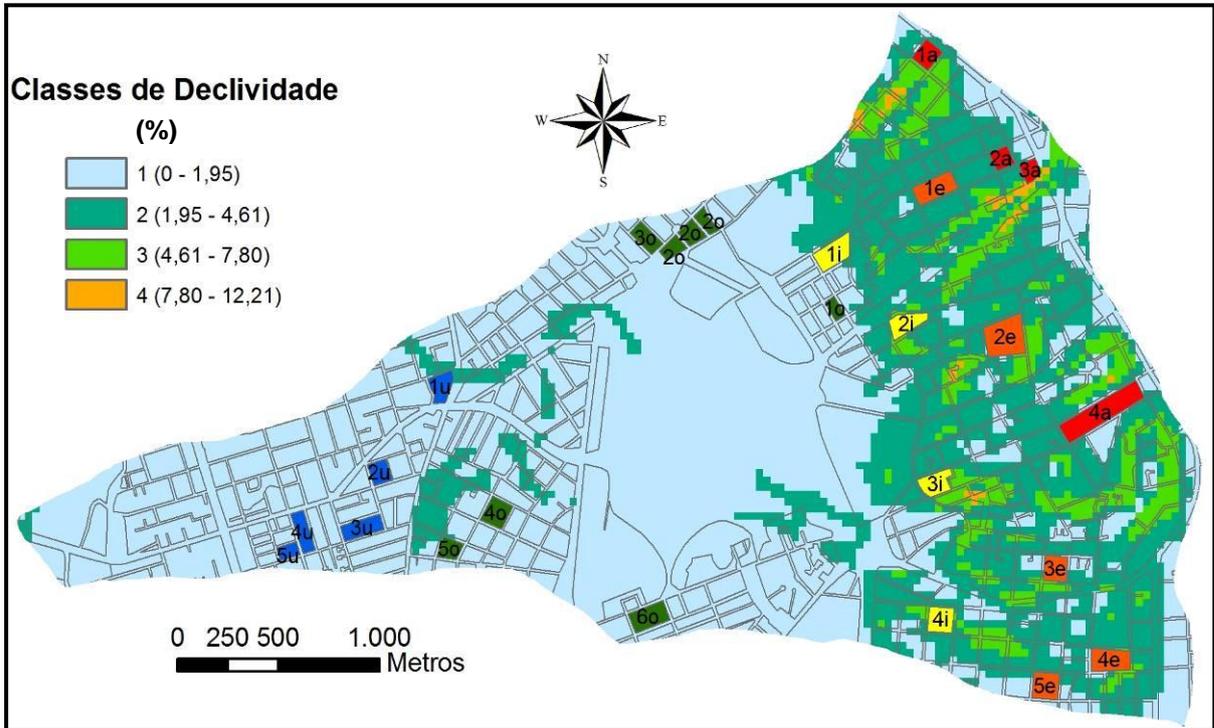


Figura 5 - Quadras inventariadas em cada classe de declividade na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

Foram inventariados todos os indivíduos em campo e, posteriormente, excluídos os mortos e as espécies não interessantes para o método de valoração proposto (bananeira, boldo, palmeira, dracena, yuca, pândano, pata-de-elefante), permanecendo um total de 568 árvores a serem valoradas.

Existem algumas formas de avaliar a abundância de presença arbórea nas cidades, tais como: relacionar com o número de habitantes, o tamanho da cidade, ou pela medida de árvores por quilômetro de calçada (arv/km). Por meio dessas medidas, pode-se avaliar se as quantidades de árvores são adequadas ou não. Assim, a medida de arv/km, além de auxiliar na validação do método de amostragem, também ajudou na avaliação da situação da Bacia do Córrego do Sapateiro – SP. Porém, os valores recomendados são discutíveis por não haver um consenso teórico. Neste trabalho, adotou-se o valor utilizado por Silva Filho e Bortoleto (2005), de 133 arv/km de rua dos dois lados, ou seja, 66 arv/km de calçada, como parâmetro considerado bom. Assim, observou-se que a quantidade total média está abaixo do valor de referência, conforme Tabela 4, e apenas quatro quadras possuem um valor acima (2i, 1o, 5o e 6o).

Tabela 4 - Número de árvores, quilômetros de calçada e arv/km em cada quarteirão na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

Quarteirão	Número de árvores	km de calçada	de arv/km	Quarteirão	Número de árvores	km de calçada	de arv/km
1a	10	0,45	22,22	1o	23	0,34	67,65
2a	9	0,4	22,50	2o	1	0,8	1,25
3a	10	0,4	25,00	3o	26	0,46	56,52
4a	61	1,1	55,45	4o	27	0,51	52,94
1e	35	0,63	55,56	5o	35	0,48	72,92
2e	7	0,76	9,21	6o	63	0,43	146,51
3e	15	0,5	30,00	1u	10	0,49	20,41
4e	39	0,62	62,90	2u	16	0,37	43,24
5e	21	0,51	41,18	3u	12	0,53	22,64
1i	34	0,62	54,84	4u	13	0,51	25,49
2i	40	0,57	70,18	5u	10	0,33	30,30
3i	22	0,54	40,74				
4i	29	0,5	58,00				
				Total	568	12,85	44,20

Outros trabalhos encontraram valores mais baixo, como em Manaus com valor de 20arv/km (COSTA E HIGUCHI,1999) e em Campos do Jordão com valor de 17,22arv/km (ANDRADE, 2002). Utilizando o valor de referência de 66 arv/km, avalia-se que as cidades estão com déficit de arborização viária.

O Atlas Ambiental do Município de São Paulo (2002) apresentou mapas de cobertura vegetal e da distribuição da vegetação da cidade de São Paulo comentando que 48% do território apresentava carência significativa de cobertura vegetal de qualquer tipo, seja ela na forma de maciços vegetais significativos, arborização viária ou áreas verdes (parques e praças).

Quanto ao índice de diversidade da arborização urbana, utilizaram-se as diversidades de espécies, gêneros e famílias. Santamour Júnior (1990) diz que a maior diversidade de espécies de árvores na paisagem urbana se faz necessária justamente para garantir o máximo de proteção contra pragas e doenças; dessa forma, segundo esse mesmo autor, recomenda-se não exceder mais que 10% da mesma espécie, 20% de algum gênero e 30% de uma família botânica.

O gráfico 1 ilustra a porcentagem de indivíduos das 15 espécies mais freqüentes no total de 76 espécies encontradas no inventário. O resedá (*Lagerstroemia indica* L.) é a espécie mais frequente, com 15% (85 indivíduos) e a única que ultrapassa a recomendação acima citada. Silva Filho (2002) encontrou na cidade de Jaboticabal (SP) dominância de uma espécie (*Licania tomentosa*, oiti, 21,54%), indicando como boa distribuição quando comparada com outras cidades que possuem apenas duas

espécies na arborização. Grey e Deneke (1978) indicam um valor máximo entre 10 e 15% para cada espécie.

Ainda sobre a diversidade de espécies, Milano e Dalcin (2000) apontam como o mínimo a ser utilizado na composição da arborização nas cidades de sete a dez espécies diferentes. Portanto, pode-se considerar como adequada a quantidade de 76 espécies encontradas no inventário arbóreo da Bacia do Córrego do Sapateiro.

Foram identificados 63 gêneros no inventário. A porcentagem de indivíduos por gênero pode ser observada no Gráfico 2 e mostra que todos os gêneros apresentaram porcentagens inferiores a 20%.

O inventário identificou 16 famílias, e todas possuem menos de 30% de indivíduos, conforme o Gráfico 3.

Esses resultados são positivos, mostrando que, apesar da necessidade de incremento de indivíduos na arborização viária, a distribuição de espécies, gêneros e famílias está bem próxima da adequada segundo Santamour Júnior (1990).

A lista completa de espécies, gêneros, famílias (utilizando o sistema de classificação APG 2003) e suas quantidades são apresentados no Anexo.

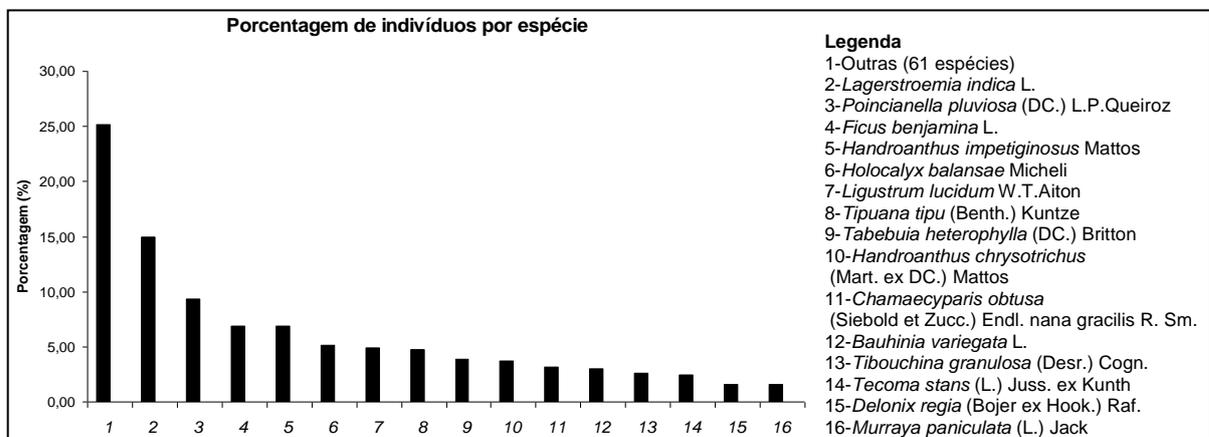


Gráfico 1 - Porcentagem de indivíduos por espécie inventariados na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

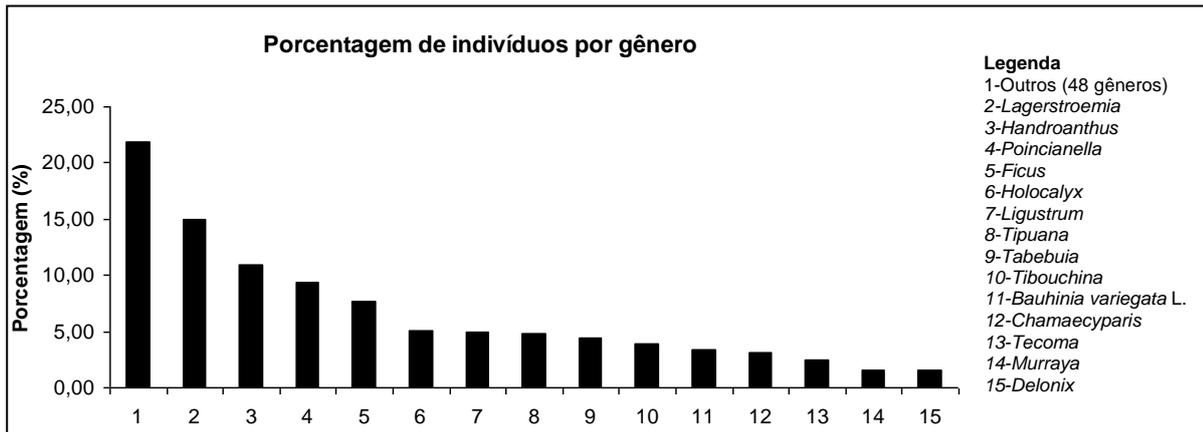


Gráfico 2 - Porcentagem de indivíduos por gênero inventariados na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

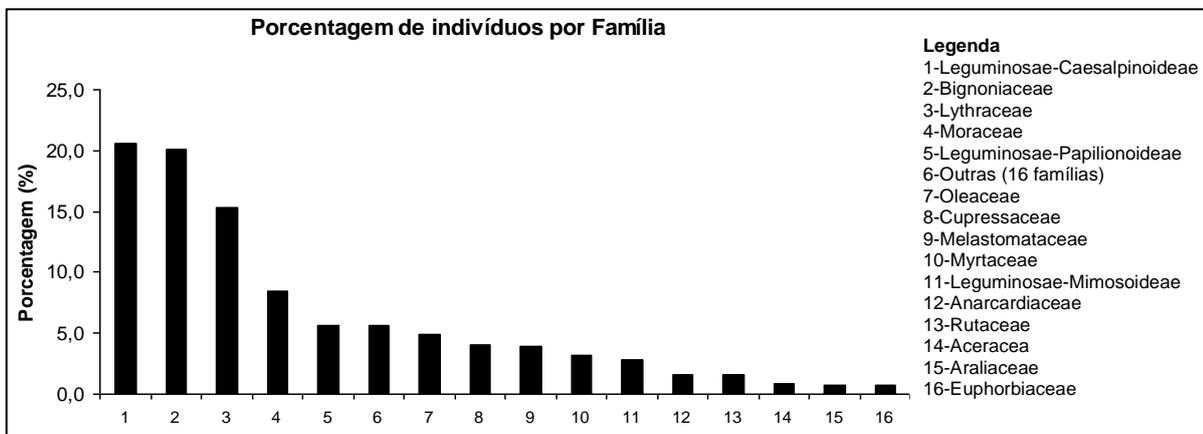


Gráfico 3 - Porcentagem de indivíduos por família inventariados na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

A distribuição de DAP (diâmetro a altura do peito – 1,30m), apresentada no Gráfico 4, mostra que a arborização viária está composta em sua maioria por indivíduos com DAP até 0,20m, o que pode indicar que as árvores adultas com copa já bem desenvolvidas estão em menor número que os indivíduos mais jovens com copa ainda em desenvolvimento, uma vez que as espécies mais frequentes (Gráfico 1) são na maioria de grande porte. Esses indivíduos ainda jovens, se bem manejados, irão proporcionar um aumento no número de indivíduos com DAP maiores, grandes copas e, conseqüentemente, maior efetividade na prestação de serviços ambientais.

Luley e Bond (2002) comentam que há duas formas para o aumento da cobertura arbórea: ou pelo crescimento dos indivíduos jovens ou pelo plantio de novos indivíduos, sendo que, no segundo caso, há riscos com perdas no plantio, aconselhando-se a busca pela manutenção das árvores já existentes. Os mesmos autores discutem sobre a importância de manter uma quantidade mínima de

cobertura arbórea para que serviços ambientais, como o de qualidade do ar, possam ocorrer efetivamente. Essa quantidade é expressa por uma fórmula ($CT = CB + CN + CG - CM$), que calcula a quantidade de dossel total para 30 anos (CT), considerando a quantidade de dossel de árvores já existentes (CB), a quantidade de dossel de árvores a serem plantadas (CN), o dossel do crescimento de árvores já existentes (CG) e a mortalidade de copas (CM).

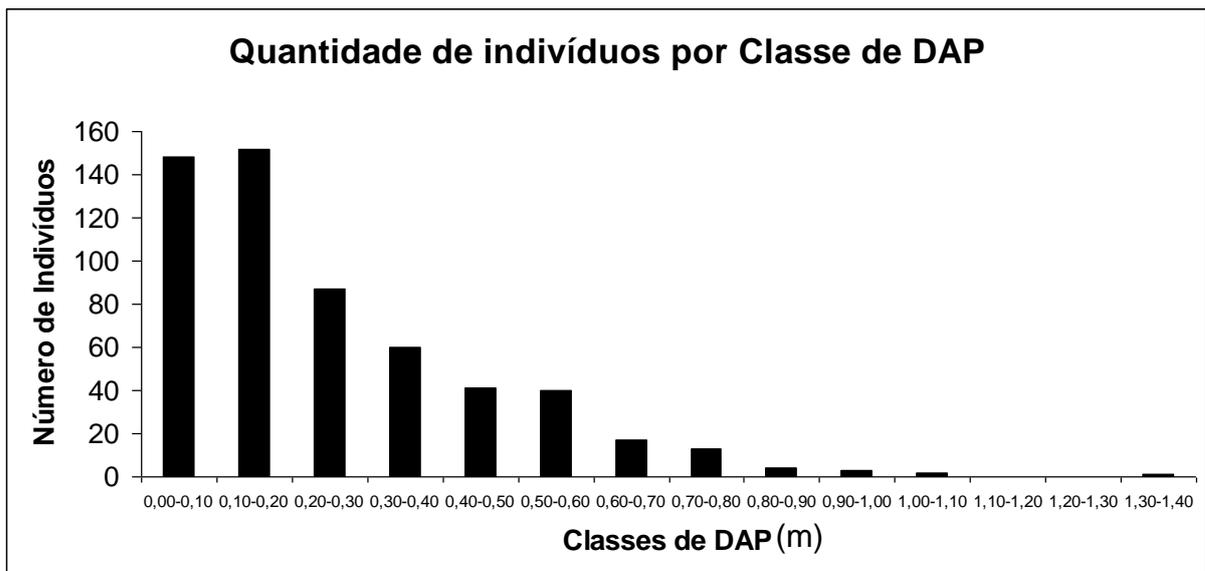


Gráfico 4 - Quantidade de indivíduos por classe de DAP inventariados na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

4.2 Classes de cobertura e drenagem urbana.

A Figura 6 apresenta a imagem classificada da Bacia do Córrego do Sapateiro (e a Figura 7, sua matriz de erro), na qual se observa que a copa arbórea está distribuída em toda a bacia, tanto em áreas públicas (Parque Ibirapuera), como em calçadas e terrenos privados (quintais).

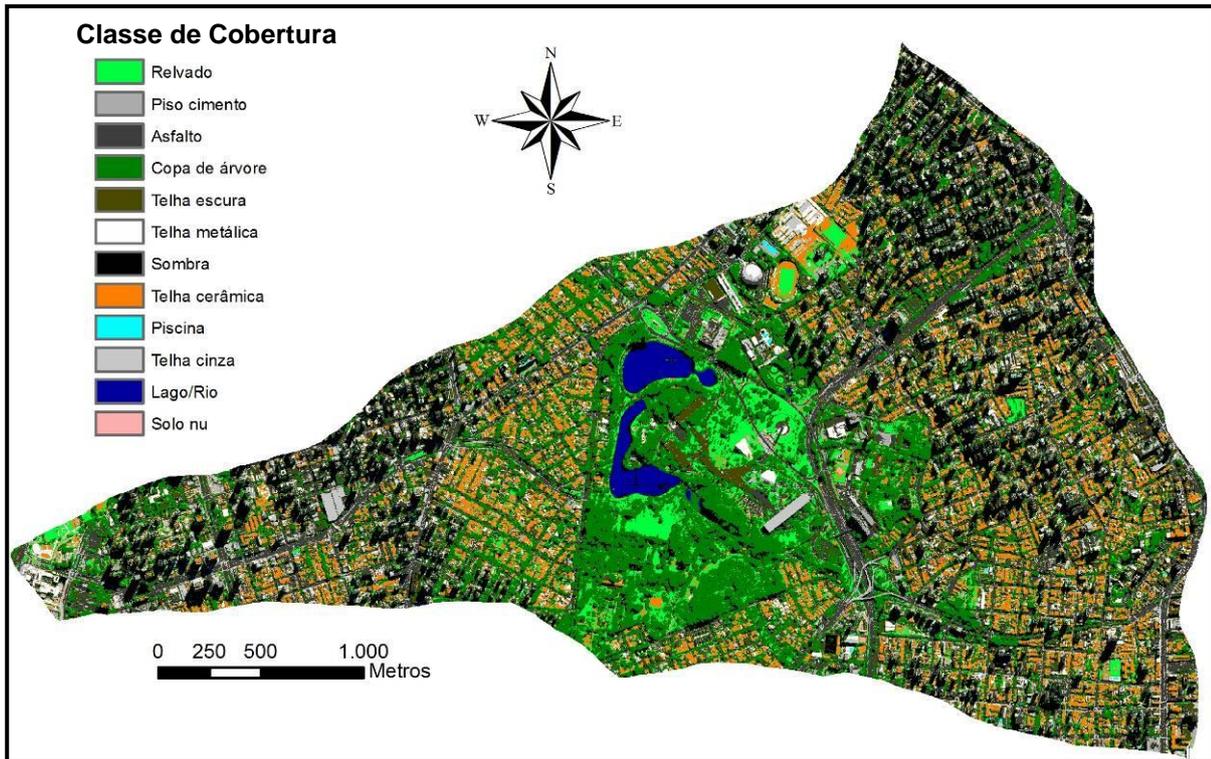


Figura 6 - Classificação supervisionada da Bacia do Córrego do Sapateiro – SP, apresentando as diferentes classes de cobertura

Nome da Classe	Fundo	Relvado	Piso Cimento	Asfalto	Copa de Árvore	Telha Escura	Telha Metálica	Sombra	Telha Cerâmica	Piscina	Telha Cinza	Lago	Solo nu	Total	Acuracidade (%)
Fundo	471127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	471127	100.0
Relvado	0	2257	0	0	126	0	2	0	1	0	0	0	0	2386	94.6
Piso Cimento	0	0	172	24	0	0	0	0	0	0	7	0	0	203	84.7
Asfalto	0	0	0	99	0	6	0	0	0	0	0	0	0	105	94.3
Copa de Árvore	0	371	0	0	7083	0	0	0	0	0	0	0	0	7454	95.0
Telha Escura	0	29	0	48	494	201	0	0	0	0	0	0	0	772	26.0
Telha Metálica	0	0	0	0	0	0	594	0	0	0	0	0	0	594	100.0
Sombra	0	0	0	0	173	1	0	6249	0	1	0	112	0	6536	95.6
Telha Cerâmica	0	9	1	15	0	8	20	0	826	0	12	0	2	893	92.5
Piscina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	776	9	0	0	785	98.9
Telha Cinza	0	0	35	23	0	0	0	0	0	0	428	0	0	486	88.1
Lago	0	0	0	0	12	0	0	3323	0	0	0	42378	0	45713	92.7
Solo nu	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	261	263	99.2
TOTAL	471127	2666	208	209	7888	216	616	9572	829	777	456	42490	263	537317	
Acuracidade (%)	100.0	84.7	82.7	47.4	89.8	93.1	96.4	65.3	99.6	99.9	93.9	99.7	99.2		

Figura 7 - Matriz de erro de classificação da imagem do satélite Quickbird (2008) para a Bacia do Córrego do Sapateiro - SP

A classificação da imagem obteve acurácia de 99.1% e o índice Kappa, de 96,0%, valores considerados como excelentes por Landis e Koch (1977), provando a concordância entre a observação da imagem e os resultados da classificação.

O procedimento utilizado no Multispec foi o ECHO (Extraction and Classification of Homogeneous Objects) Spectral-spatial, que apresentou um resultado de classificação satisfatório quanto ao discernimento das cores de pixels sem haver confusões entre classes em níveis inaceitáveis. Lu et al. (2010) utilizaram o mesmo

procedimento para classificação em uma fronteira urbano-rural, apontando que esse método proporciona uma melhor precisão da classificação, o que já tinha sido observado em outro trabalho realizado na Amazônia brasileira (LU et al., 2004).

A Tabela 5 apresenta as porcentagens de classes de cobertura para as classes de declividade. Para possibilitar a discussão com indicações de bibliografia existentes, somaram-se as classes inicialmente chamadas de 1 e 2 (A) e as classes 3 e 4 (B), feitas no ESRI ArcGis versão 9.3. Assim, obteve-se uma classe (A) onde a declividade varia entre 0 e 4,61%, e uma segunda classe (B) variando entre 4,62 a 12,21%, contemplando todas declividades presentes na Bacia do Córrego do Sapateiro - SP.

Tabela 5 – Porcentagens das classes de cobertura conforme classe de declividade encontradas na classificação supervisionada na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

Classes de declividade A		Classes de declividade B	
Uso do solo	Porcentagem (%)	Uso do solo	Porcentagem (%)
Relvado	8,54	Relvado	4,88
Piso Cimento	4,20	Piso Cimento	4,55
Asfalto	17,20	Asfalto	22,89
Copa de Árvore	33,40	Copa de Árvore	25,38
Telha Escura	11,97	Telha Escura	14,38
Telha Metálica	3,35	Telha Metálica	3,78
Telha Cerâmica	12,00	Telha Cerâmica	15,44
Piscina	0,17	Piscina	0,23
Telha Cinza	6,91	Telha Cinza	8,16
Lago/Rio	2,15	Lago/Rio	0,25
Solo nu	0,12	Solo nu	0,07
Total	100,00	Total	100,00
Área construída	55,80	Área construída	69,42
Área natural	44,20	Área natural	30,58

Mota (1981) apresenta a relação entre declividade e ocupação da seguinte forma: declividades menores ou iguais a 5%; de 5 a 15%; de 15 a 30% e maiores que 30%, com ocupações permitidas respectivamente até 90%; 60%; 30% e 10%.

Na classe de declividade A, a ocupação encontrada foi de 55,8%, valor abaixo do indicado como permitido (90%), classificando esse valor de ocupação como adequado, porém ressalta-se existência do Parque Ibirapuera nessa área, que ocupa um espaço de 160ha, concentrando parte desse valor de área não construída.

Na classe de declividade B, a ocupação encontrada foi de 69,42%, valor pouco acima do indicado como permitido (60%).

Esses valores de ocupação estão subestimados, uma vez que foram consideradas as copas de árvores como área não construída, ou natural, sendo que a copa normalmente possui uma dimensão maior do que a área do canteiro onde ela está, que seria o valor mais adequado como área não construída. A classe Lago/Rio também foi considerada como área natural, ou não construída, sendo que para a bacia do Córrego do Sapateiro, o lago representa a maioria dos pixels da classe e; por isso, deveria ser considerada como uma área construída, uma vez que foi construído com impermeabilização do solo, permitindo inclusive a implantação subterrânea do Túnel Ayrton Senna.

Outro fator que subestima o valor de ocupação na classificação supervisionada de imagens é a sombra presente nas imagens, que é classificada ocultando os valores do que realmente existe naqueles locais. Os valores de sombra foram de 25% e 5% nas classes de declividade A e B, respectivamente.

Observando a figura 8, tem-se uma melhor visualização dessa relação entre área construída e não construída ou natural.

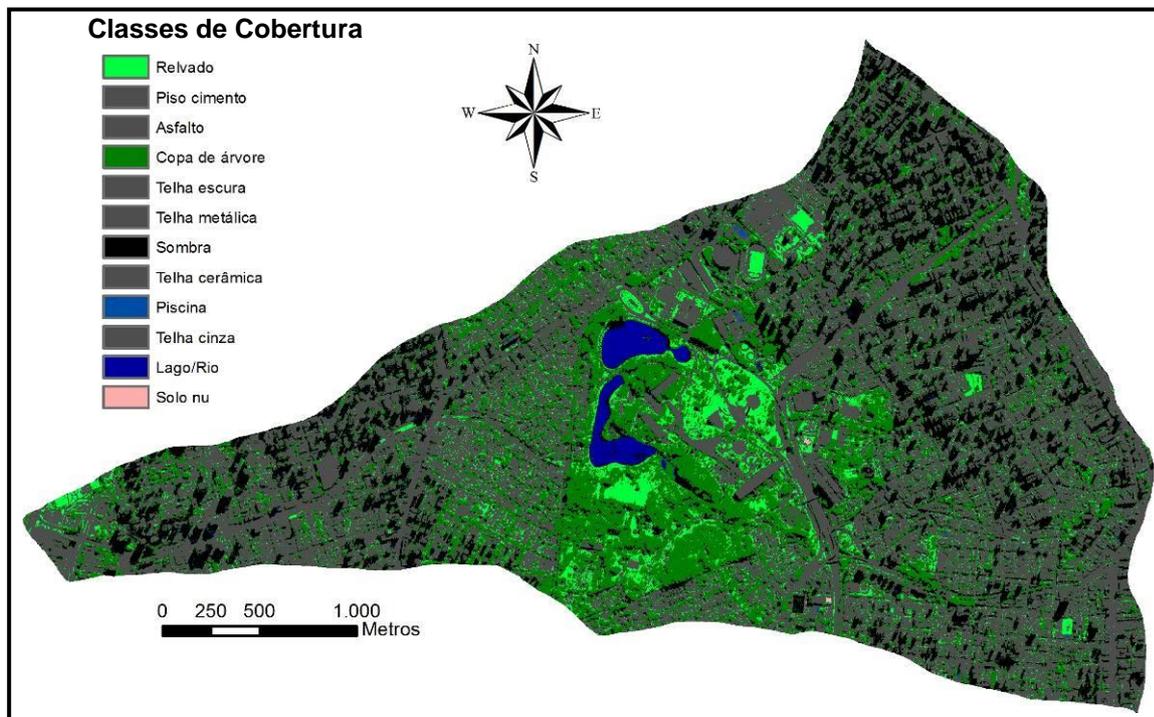


Figura 8 - Classificação supervisionada da Bacia do Córrego do Sapateiro – SP, diferenciando as classes de cobertura em área construída e não construída

A Tabela 6 mostra os valores de cobertura para a totalidade da área da bacia. Indicando aproximadamente 60% de área construída e 30% de copa de árvore.

Tabela 6 - Porcentagens das classes de cobertura encontradas na classificação supervisionada na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

Classes de declividade 1, 2, 3 e 4	
Classe de Cobertura	Porcentagem (%)
Relvado	7,64
Piso Cimento	4,32
Asfalto	18,81
Copa de Árvore	30,71
Telha Escura	12,68
Telha Metálica	3,37
Telha Cerâmica	13,26
Piscina	0,17
Telha Cinza	7,24
Lago/Rio	1,68
Solo nu	0,11
Total	100,00
Área construída	59,86
Área natural	38,46

Mota (1981) apresenta resultados da “*Planning Commission, Nashville – Davidson County*” apontando os diferentes níveis de infiltração para cada porcentagem de pavimentação, sendo as classes de valores de pavimentação: zero; de 10 a 20%; de 35 a 50% e 75 a 100% e seus respectivos valores de infiltração total: 50%, 42%, 35% e 15%.

Assim, na bacia do Córrego do Sapateiro, a infiltração máxima passou aproximadamente de 50% para um valor em torno de 35 a 15%, modificando as vazões pela impermeabilização de aproximadamente 60% da sua superfície. Tucci (2003) aponta que as impermeabilizações resultam em um maior escoamento superficial, o que gera uma maior vazão nos sistemas de drenagem. Essa maior vazão, em eventos extremos, proporciona enxurradas de alta velocidade e alagamentos de diversos pontos que acumulam a água enquanto a capacidade do sistema de drenagem está máxima, ou seja, sem possibilidade de infiltração ou escoamento por canais em tubulações construídos até os leitos dos corpos d’água.

Sanders (1996) estimou que uma área com 22% de cobertura arbórea tem seu escoamento superficial reduzido em 7%, e que um acréscimo da cobertura arbórea que representa 29% da área com cobertura vegetal reduziria o escoamento

superficial em 12%. Assim, a bacia do Córrego do Sapateiro, com 30% de cobertura arbórea, pode ter minimizado em até 12% o escoamento superficial que haveria na ausência dessa cobertura, o que representa, para uma precipitação média anual de 1.438mm, a diminuição de 172mm. Considerando que o clima da cidade de São Paulo é característico por concentrar as chuvas nos meses do verão, essa minimização de 12% pode representar a prevenção de enchentes em dias de precipitações médias. Em casos de precipitações extremas, apenas a copa da árvore possivelmente não seja suficiente para reter a grande quantidade de água, uma vez que capacidade de retenção das copas não é muito elástica, porém, de qualquer forma, irá auxiliar na diminuição de velocidade de chegada ao chão.

Uma análise da capacidade máxima de introdução de cobertura arbórea para a bacia do Córrego do Sapateiro, e sua respectiva capacidade de minimizar o escoamento superficial por evapotranspiração e infiltração nos canteiros, pode representar uma solução viável economicamente para prevenção de adversidades causadas por chuvas extremas.

Ressalta-se que é comum a confusão entre interceptação de água da chuva pelas copas e infiltração. Caso o solo esteja completamente compactado, ou seja, uma superfície impermeável, não ocorrerá infiltração, porém a quantidade e a velocidade da água que formará as enxurradas serão menores, uma vez que essa água, ao ser interceptada pela copa da árvore, irá reter uma parte e a parte restante demorará um tempo maior para atingir a superfície do terreno. Uma alternativa viável é a implantação ou adaptação de canteiros, calçadas verdes e jardins, associados a arborização, capazes de deter um maior volume de água, retardando a sua chegada aos sistemas de drenagem, aumentando o período para a sua infiltração no solo e evapotranspiração.

Silva (2008) aponta dados de interceptação de água da chuva em duas espécies (tipuana e sibipiruna), referindo a possibilidade de uso como base para determinar valor econômico de água armazenada pela superfície da copa. Além da relação da copa das árvores, Xiao e Mcpherson (2003) demonstraram que a interceptação de água da chuva pode chegar até 70% em árvores adultas de DAP maior que 0,30 m.

Silva (2008) recomenda a importância de novos estudos que mostrem os benefícios das árvores em relação à diminuição de enchentes, maximização de rede hidrográfica e aumento da permeabilidade do solo. O valor de relevo (VR) proposto neste trabalho representa indiretamente o serviço ambiental de drenagem por

relacionar altitude e declividade, que interferem no escoamento superficial das águas pluviais.

Assim, outros estudos devem ser realizados para que se possa calcular o custo-benefício da arborização quando comparada a alternativas de contenção de escoamento superficial em áreas impermeabilizadas, como as obras de drenagem do tipo bacias de contenção e bueiros. Sobre essa busca pela arborização em lugar de obras de infraestrutura, Rotermund (2012) fez um estudo na bacia do Córrego Judas/ Maria Joaquina – SP, indicando a viabilidade do projeto, porém sem apresentar valores econômicos.

Estudos que meçam quantitativamente cada um dos serviços ambientais são extremamente importantes para obtermos uma representação mais próxima possível da realidade, e assim valorá-los corretamente.

4.3 Valoração arbórea

Considerando a capacidade das árvores viárias de fornecer serviços reguladores, conforme definição do relatório TEEB (2010), que cita controle de enchentes e outros serviços ambientais advindos de ecossistemas naturais, a introdução de fatores na fórmula de valoração das árvores urbanas representa uma importante evolução na valoração econômica de árvores com abordagem em serviços ambientais.

Propõe-se que o índice de importância (Ii) de Silva Filho et al. (2002) seja utilizado como valor básico para as árvores das cidades e que diversos estudos possam introduzir os valores que representam os serviços ambientais. Os novos fatores devem resultar em um acréscimo no valor final de cada árvore, como dito por Mazzarotto (2008) quando comenta que o valor público da floresta urbana deve ser aumentado na avaliação econômica que traduza seus serviços e suas funções.

O serviço ambiental discutido neste trabalho é o de drenagem urbana, uma vez que as copas das árvores realizam evapotranspiração, interceptam a água da chuva, e seus canteiros possibilitam a infiltração da água que chega à superfície. Não foram realizadas medições para obter o quanto de fato está sendo interceptado ou infiltrado de água na bacia; por isso, o fator na fórmula propõe uma maneira de representar o serviço ambiental em discussão sem uma ponderação exata, mas sugerindo que, a cada novo fator introduzido, essa ponderação será dimensionada conforme cada serviço ambiental discutido.

Dessa forma, o fator de ponderação para o valor de relevo (VR) sugerido foi 0,2, propondo que cada fator de serviço ambiental deverá acrescentar no máximo 20% a mais ao valor básico da árvore. Porém, um levantamento de investimentos e custos na compensação dos serviços ambientais na ausência da floresta urbana, como obras de drenagem, pode auxiliar na obtenção desse fator de ponderação específico para cada serviço, maximizando ou minimizando a importância de um serviço ambiental em relação aos outros. Assim, tem-se a seguinte fórmula (10):

$$IiSA: ((Ii)+(Ii*0,2)*[VR]) \quad (10)$$

Onde:

IiSA: Índice de importância com Serviços Ambientais

Ii: Índice de importância (Silva Filho et al. (2002))

VR: Valor de Relevô

O Valor de Relevô (VR) foi calculado a partir da média dos valores atribuídos à altitude e à declividade em que se encontra cada árvore. Assim, o valor de relevô segue a fórmula (11):

$$VR: ((ALT)+(DNorm))/2 \quad (11)$$

Onde:

ALT: valor de altitude atribuído

DNorm: valor de declividade atribuído

O valor da altitude (ALT) é o valor mais alto de cada classe de altitude dividido pelo maior valor de altitude (AltMax) encontrado no inventário. Neste trabalho, as altitudes variam entre 830m e 720m, e os valores encontrados para ALT seguem a Tabela 7.

Tabela 7 – Valores atribuídos para altitude (ALT) na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

Classes de Altitude (a,e, i, o, u)	Maior Altitude (AltMax)	Classe de Altitude / AltMax	ALT
a = 831,16-796,55m	830m	830m/830m	1,00
e = 796,54-776,14m	830m	796m/830m	0,95
i = 776,13-757,06m	830m	776m/830m	0,93
o = 757,05-737,98m	830m	757m/830m	0,91
u = 737,97-718,00m	830m	737m/830m	0,88

O valor da declividade (DNorm) foi atribuído conforme as classes de declividade 1, 2, 3 e 4, com valores normalizados, resultando respectivamente em: 0,25 0,5 0,75 e 1,00.

Comparando-se duas árvores da mesma espécie que apresentam valores de espécie (Ve), de localização (Vi), de condição (Vc) e biométrico (Vbm) muito próximos (li próximos), observa-se a variação do índice de importância depois da introdução do valor de relevo (VR), o liSA (Tabela 8). Essa variação apresenta-se linear (Gráfico 5), o que era esperado, uma vez que o valor de relevo (VR) é somado ao índice de importância (li), atingindo valor máximo de 20% a mais.

Tabela 8 – Comparação entre dois indivíduos arbóreos de índice de importância (li) próximos, para observar efeito dos diferentes valores de relevo (VR) no índice de importância com serviços ambientais (liSA), expressos em variação (%) entre liSA e em variação do VR entre cada par de árvore da mesma espécie, na Bacia do Córrego do Sapateiro - SP

Nome	VR	li	liSA	Variação %	Variação VR
Resedá	0,58	6,25	6,97		
Resedá	1,00	6,25	7,50	6,26	0,42
Resedá	0,63	5,33	5,99		
Resedá	0,84	5,31	6,20	3,31	0,22
Resedá	0,63	2,45	2,75		
Resedá	0,57	2,43	2,71	0,89	0,06
Sibipiruna	0,71	8,99	10,26		
Sibipiruna	0,58	9,02	10,07	1,96	0,13
Ipê roxo	0,58	9,14	10,20		
Ipê roxo	0,59	9,17	10,26	0,18	0,01
Ficus	0,60	5,15	5,78		
Ficus	0,84	5,15	6,02	3,63	0,24
Alecrim-de-campinas	1,00	11,05	13,26		
Alecrim-de-campinas	0,58	11,09	12,38	6,26	0,42
Alecrim-de-campinas	0,58	11,61	12,96		
Alecrim-de-campinas	0,72	11,65	13,32	2,14	0,14
Alfeneiro	0,60	6,12	6,86		
Alfeneiro	0,59	6,12	6,85	0,19	0,01
Tipuana	0,88	9,94	11,67		
Tipuana	0,72	9,94	11,36	2,34	0,16
Tipuana	0,88	12,53	14,72		
Tipuana	0,75	12,57	14,45	1,85	0,13
Ipê de el salvador	0,73	6,34	7,26		
Ipê de el salvador	0,57	6,34	7,06	2,52	0,16

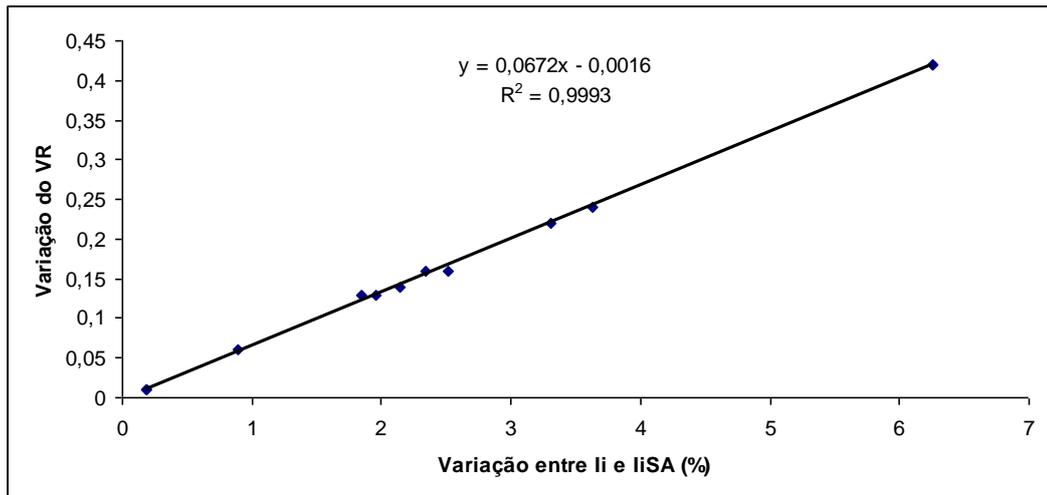


Gráfico 5 – Relação da variação entre índice de importância (li) e índice de importância com serviços ambientais (liSA) (em %) e a variação do valor de relevo (VR), comparando-se dois indivíduos de mesma espécie e li próximos na bacia do córrego do Sapateiro – SP

Pode-se observar o mesmo padrão linear para a relação entre o índice de importância e o índice de importância (li) com serviços ambientais (liSA) (Gráfico 6). Porém, com a introdução de mais fatores relacionados aos serviços ambientais, essa linearidade tende a mudar, uma vez que o acréscimo no li será dado por um conjunto de fatores.

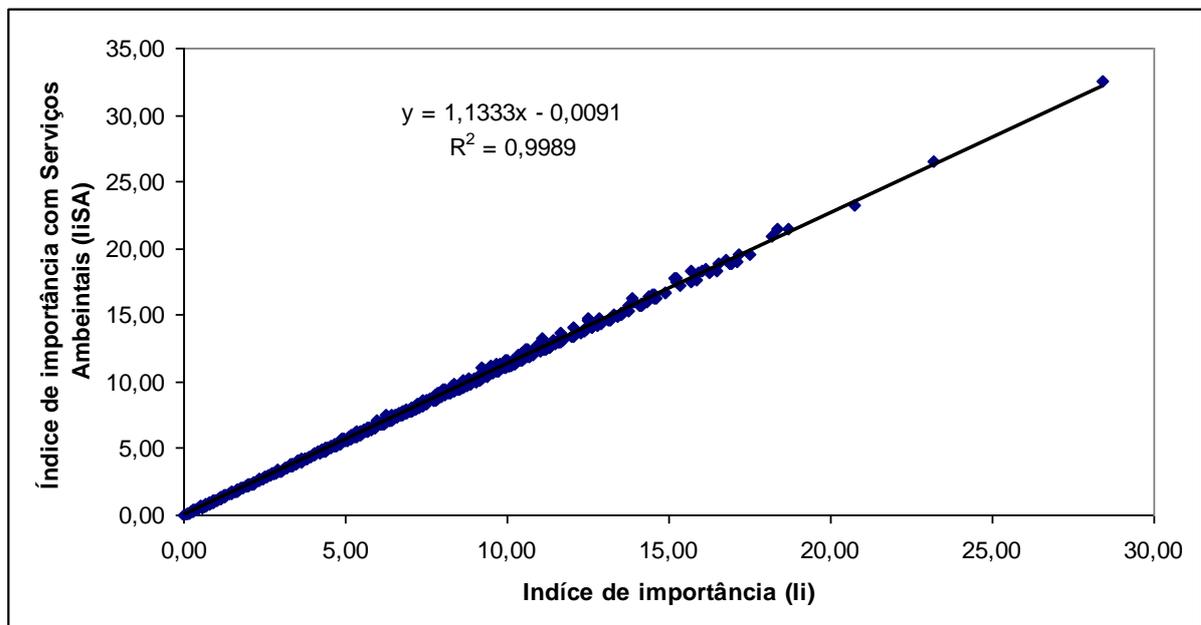


Gráfico 6 – Relação entre índice de importância (li) e o índice de importância com serviços ambientais (liSA) de indivíduos arbóreos inventariados na bacia do Córrego do Sapateiro

Silva (2008) comenta que a árvore fornece maiores benefícios conforme seu porte, arquitetura, área foliar e raízes mais profundas. Assim, pode-se afirmar que o DAP é um fator que acrescenta o valor da árvore (componente do valor biométrico – Vbm), porém não o define completamente, necessitando de outros fatores. A combinação do DAP e demais fatores da fórmula, resultando no liSA, pode ser observada no Gráfico 7, que mostra uma dispersão não-linear entre os valores.

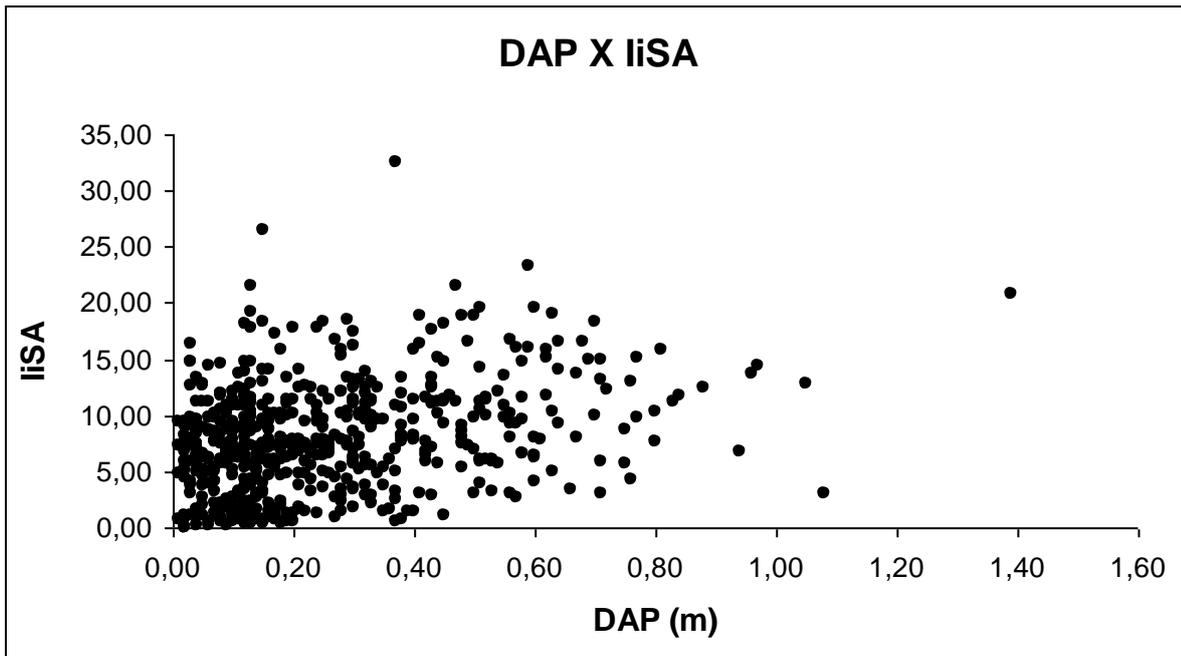


Gráfico 7 – Relação entre diâmetro a altura do peito (DAP em metros) e o índice de importância de serviços ambientais (liSA) de indivíduos arbóreos inventariados na bacia do Córrego do Sapateiro - SP

Outro modo de representar o valor da árvore é utilizando os símbolos monetários. O índice de importância com serviços ambientais (liSA) é transformado em um valor monetário para as árvores da bacia do Córrego do Sapateiro por meio da multiplicação do índice de importância com serviços ambientais (liSA) por uma constante (Kr), calculada da mesma forma apresentada por Silva Filho et al. (2002) (Fórmula 12):

$$Kr = R\$ \text{ plantio} / \text{lir} \quad (12)$$

Onde:

R\$ plantio: custo de plantio, baseado em valores fornecidos por funcionários da Prefeitura Municipal de São Paulo (comunicação informal), apresentado na Tabela 9.

lir: índice de importância relativa, 0,05 (menor valor encontrado no cadastro).

Tabela 9 – Custo de plantio de árvore em via pública a partir do somatório dos componentes do plantio, na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

Componentes do Plantio	R\$
Muda (altura mínima 1,30m)	8,00
Nutrição/correção do solo	1,35
Proteção/sustentação	4,00
Mão-de-obra	1,50
Outros materiais	3,50
Total	18,35

Portanto, a constante (Kr) estabelecida para a bacia do Córrego do Sapateiro é 367 (R\$18,35/0,05).

Nos Estados Unidos e na Irlanda, o valor mínimo de uma árvore é estipulado por um Conselho, que posteriormente, recebe fatores que aumentam ou diminuem este valor inicial. No Brasil, esse Conselho não existe, mas em algumas cidades, leis indicam um valor de multa para o caso de podas e retiradas indevidas, utilizado como valor base.

Silva Filho et al. (2002) apontam alguns métodos de valoração que estabelecem o valor básico da árvore em função de um valor fixo por polegada quadrada (US\$ 10.00, por exemplo), ao qual são aplicados sucessivamente “índices” ou “fatores” detratores.

Na fórmula apresentada neste trabalho, o fator monetário é introduzido no final, como no caso do método Helliwel, que utiliza o valor de 14 libras. O valor básico é o índice de importância (Ii).

Essa constante (Kr) é calculada para cada local inventariado, o que pode representar as diferenças de mercado existentes conforme a cidade, uma vez que considera o custo de plantio, formado por custos que mudam conforme o local, como a mão-de-obra. Portanto, a discussão sobre esse valor precisa evoluir para que haja um consenso se há necessidade de um valor único ou não.

Da mesma forma que foi observada a linearidade da relação entre índice de importância (Ii) e o índice de importância com serviços ambientais (IISA), pode-se avaliar no Gráfico 7 a relação entre os valores monetários.

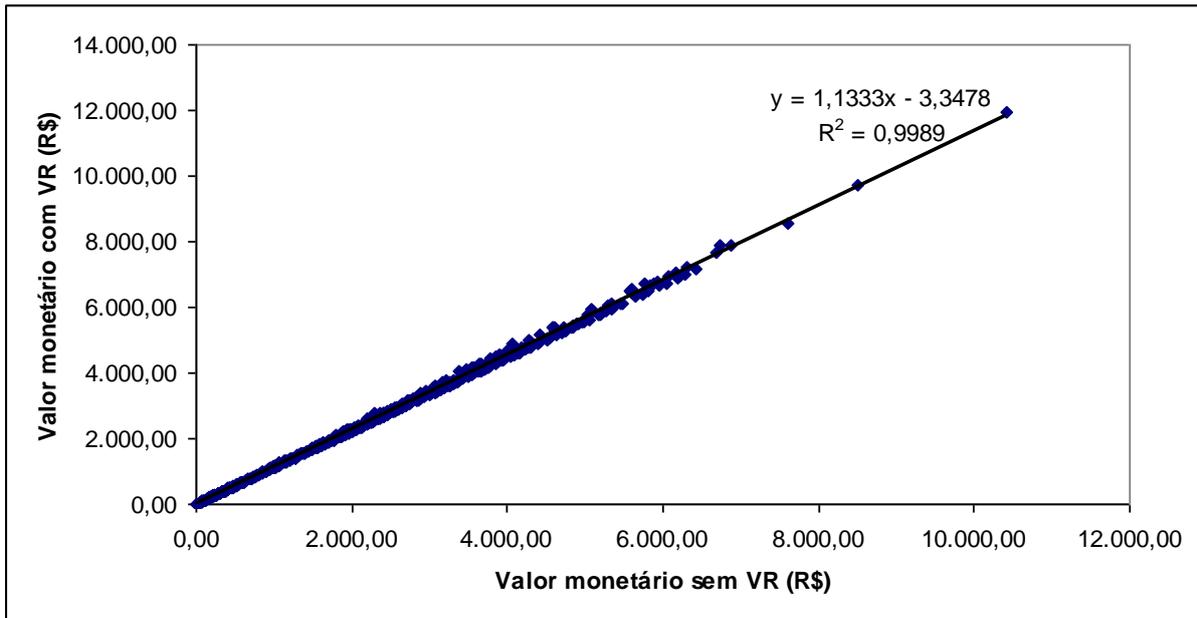


Gráfico 7 – Relação entre valor monetário sem e com o valor de relevo (VR) de indivíduos arbóreos inventariados na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

Por meio dos mapas de valoração monetária, pode-se visualizar o efeito da altitude (Figuras 9 e 10) e da declividade (Figuras 11 e 12) que compõem o valor de relevo, na valoração das árvores, evidenciando como esses valores se relacionam.

Destacam-se dois conjuntos de árvores para realização de uma discussão mais detalhada, numerados como 1 e 2 com discussão a seguir.

1 – da Figura 9 para a 10, nota-se que não há mudança na classe de altitude, porém, da figura 11 para a 12, fica evidenciado que o fator declividade definiu o aumento do valor monetário para as árvores.

2 – da Figura 9 para a 10, temos a mesma classe de altitude, assim como a mesma classe de declividade nas Figuras 11 e 12, evidenciando que, nesse caso, a altitude foi bastante representativa na definição do valor final das árvores.

Assim, a declividade e altitude são fatores que se completam.

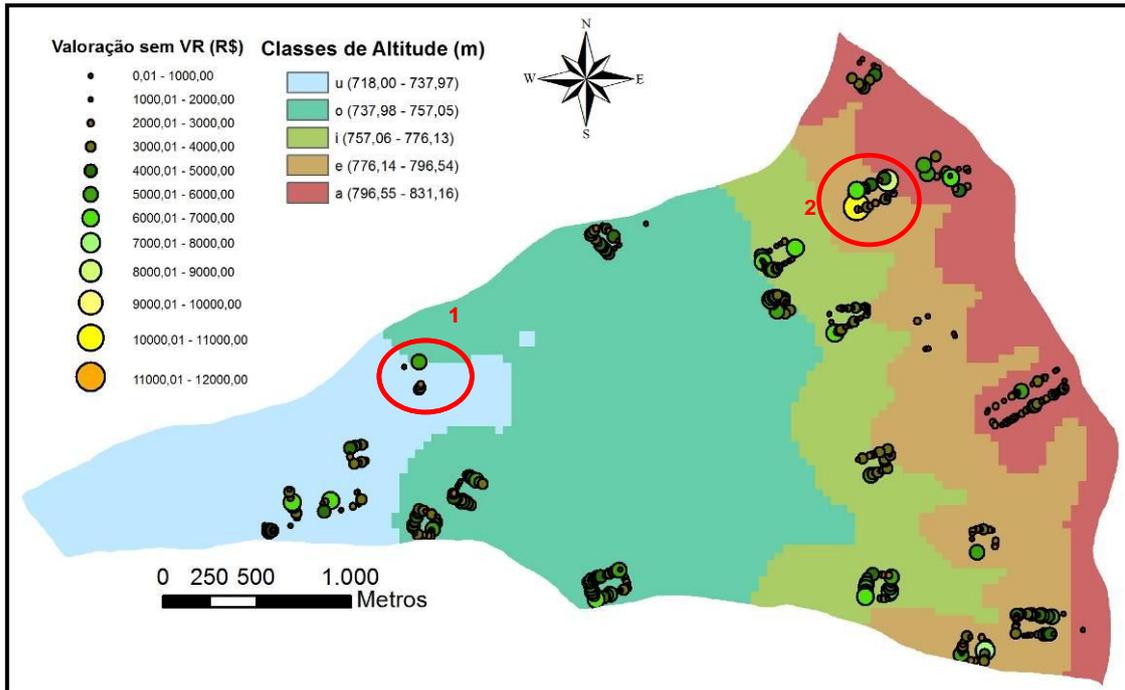


Figura 9 - Mapa de valoração das árvores sem o valor de relevo (VR) nas diferentes classes de altitude na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

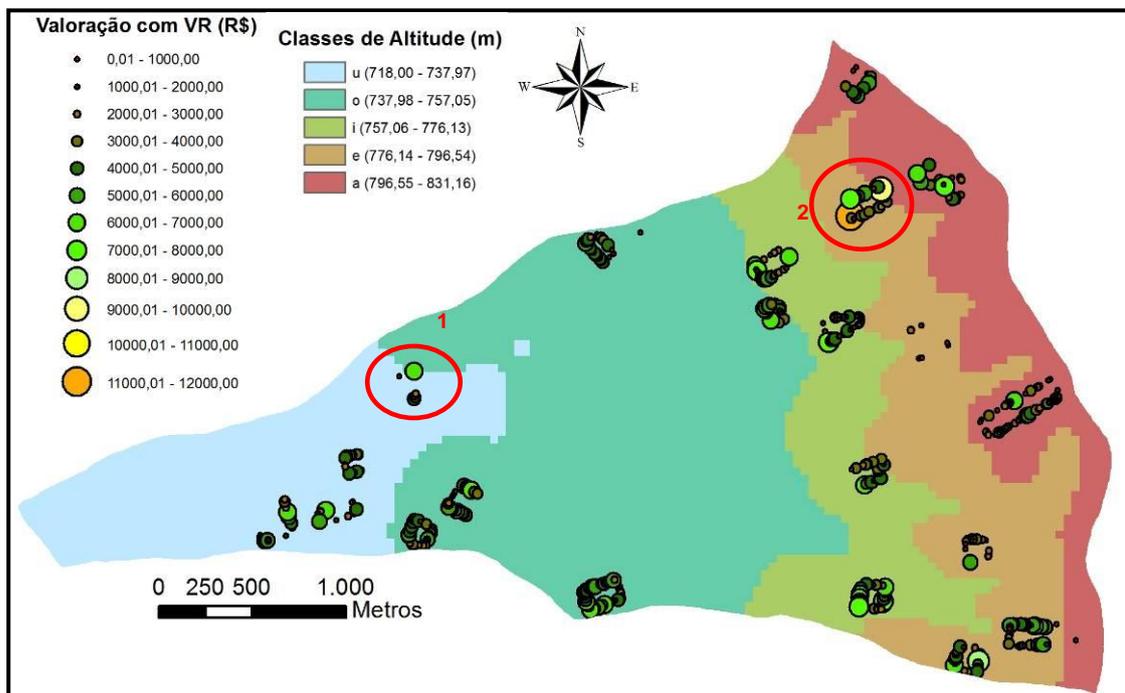


Figura 10 - Mapa de valoração das árvores com o valor de relevo (VR) nas diferentes classes de altitude na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

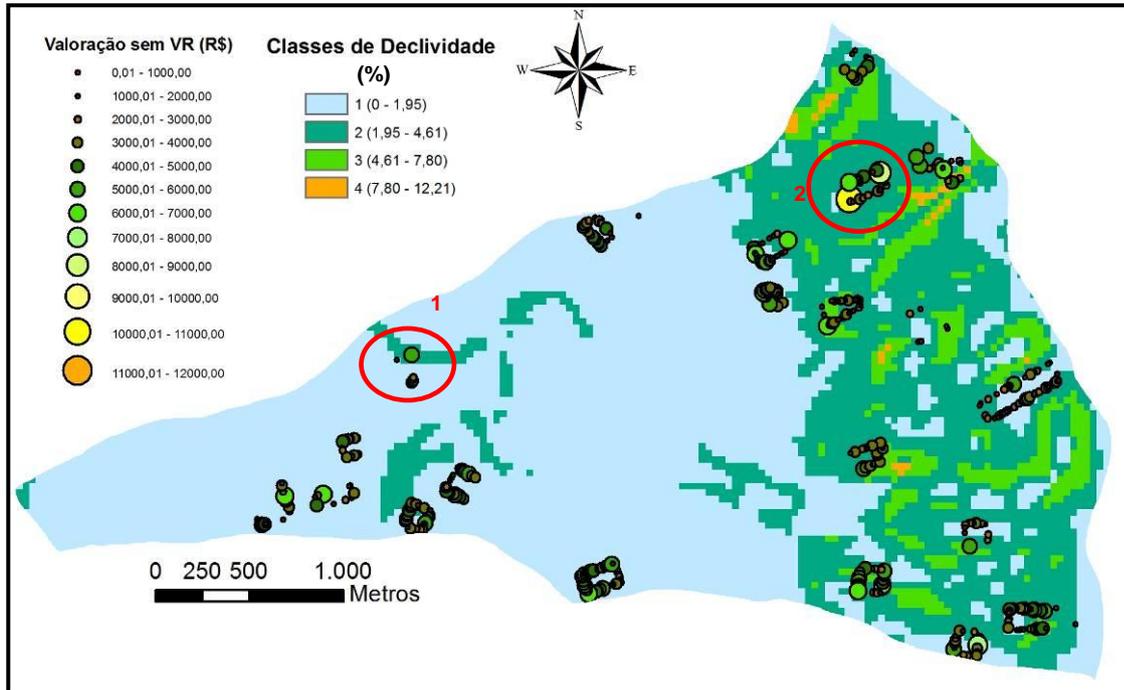


Figura 11 - Mapa de valoração das árvores sem o Valor de Relevo (VR) nas diferentes classes de declividade na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

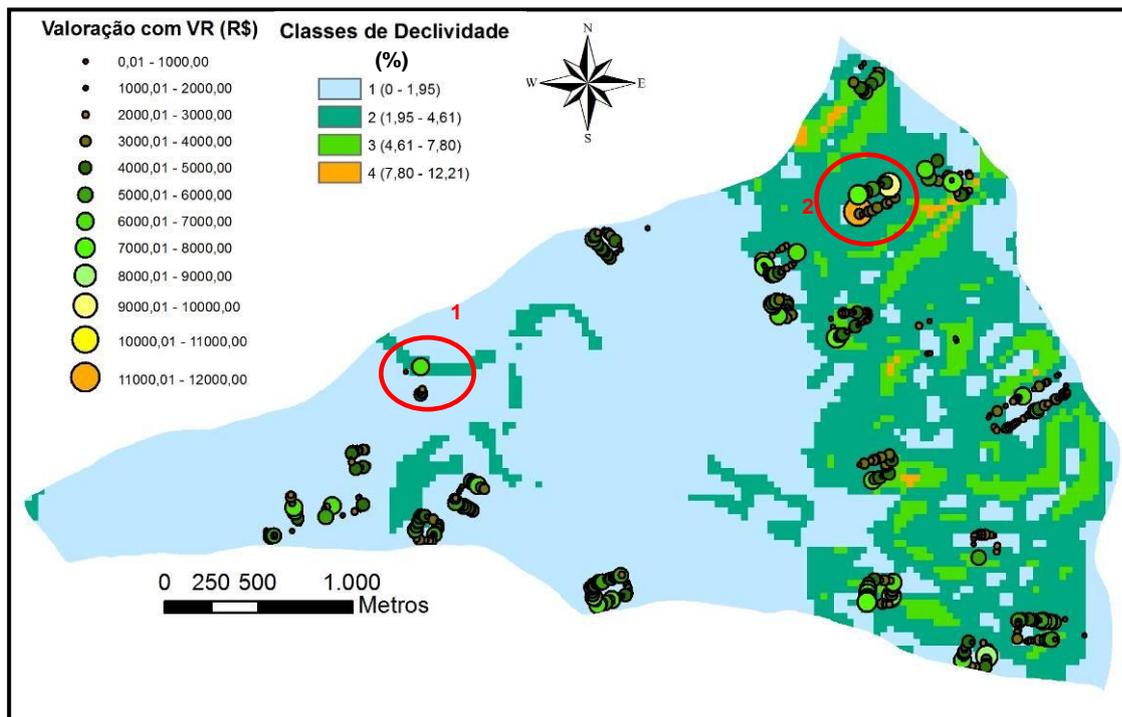


Figura 12 - Mapa de valoração das árvores com o Valor de Relevo (VR) nas diferentes classes de declividade na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

O somatório do valor monetário para as 568 árvores inventariadas sem e com o valor de relevo (VR) é de, respectivamente, R\$ 1.453.650,85 e R\$ 1.645.515,24. Portanto, o valor de relevo acrescentou uma quantia de R\$ 191.864,40 para o total de árvores inventariadas na bacia do Córrego do Sapateiro.

Silva Filho e Tosetti (2010) calcularam o valor de R\$ 31 milhões para as 15.066 árvores (sendo 152 mortas) do Parque Ibirapuera, resultando uma média de aproximadamente R\$2.000,00 por árvore. Essa média para as árvores do inventário do Córrego do Sapateiro é de aproximadamente R\$2.500,00 e de R\$2.900,00 sem e com o valor de relevo, respectivamente.

Considerando-se um total de 255km de calçada na bacia do Córrego do Sapateiro, e a quantidade encontrada de 568 árvores em 12,85km, podemos inferir um total de 11.272 árvores. Isso representa um valor monetário total de aproximadamente 33 milhões para as árvores viárias da bacia toda, considerando o índice de importância com serviços ambientais (IISA).

Para a frequência das espécies no trabalho de Silva Filho e Tosetti (2010), as árvores do Parque Ibirapuera somam um valor de R\$94 milhões, passando o valor médio aproximadamente de R\$2.000,00 para R\$6.300,00. Na bacia do Córrego do Sapateiro, o valor total das árvores inventariadas considerando a frequência é de R\$1.102.203,50, passando o valor médio individual aproximadamente de R\$2.900,00 para R\$2.000,00.

Assim, uma discussão sobre a possibilidade de ponderação da frequência a ser utilizada na fórmula é interessante, pois espécies muito frequentes acabam por serem desvalorizadas demasiadamente, como os indivíduos de sibipiruna (*Poincianella pluviosa* (DC.) L.P.Queiroz) na Tabela 10.

Tabela 10. Frequência da espécie (%), índice de importância (li), índice de importância com serviços ambientais (liSA), índice de importância relativa (lir), valor monetário sem valor de relevo, valor monetário com valor de relevo e valor monetário relativo para 15 árvores inventariadas na bacia do Córrego do Sapateiro – SP

Nome	Gênero	%	li	liS A	lir	R\$ sem VR	R\$ com VR	R\$ relativo
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> Mattos	6,87	28,40	32,55	4,74	10.423,53	11.944,37	1.739,59
Magnólia-amarela	<i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill. ex Pierre	0,35	23,16	26,54	75,37	8.499,72	9.739,86	27.661,20
Sibipiruna	<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P.Queiroz	9,33	20,75	23,26	2,49	7.615,98	8.536,78	914,89
Alecrim-de-campinas	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	5,11	18,70	21,51	4,21	6.863,63	7.893,18	1.545,97
Pau-ferro	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	1,23	18,37	21,47	17,42	6.743,07	7.879,24	6.393,44
Sibipiruna	<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P.Queiroz	9,33	18,20	20,86	2,24	6.680,87	7.655,63	820,45
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> Mattos	6,87	17,49	19,56	2,85	6.418,83	7.179,42	1.045,62
Alecrim-de-campinas	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	5,11	17,15	19,62	3,84	6.295,52	7.198,89	1.409,99
Sibipiruna	<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P.Queiroz	9,33	17,10	19,05	2,04	6.277,17	6.991,48	749,28
Pau-formiga	<i>Triplaris americana</i> L.	0,35	16,94	18,91	53,70	6.216,98	6.939,42	19.707,96
Sibipiruna	<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P.Queiroz	9,33	16,85	18,81	2,02	6.183,22	6.901,74	739,66
Ipê-amarelo	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	3,70	16,78	19,19	5,19	6.158,26	7.041,93	1.904,68
Tipuana	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	4,75	16,51	18,88	3,97	6.059,35	6.928,83	1.457,62
Espatódia	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	0,88	16,49	18,36	20,86	6.050,00	6.738,46	7.654,89
Sibipiruna	<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P.Queiroz	9,33	16,24	18,13	1,94	5.960,08	6.652,67	712,97

Na valoração de árvores que considera os serviços ambientais, utilizar métodos que valoram um contexto (a floresta urbana), e posteriormente, dividir o valor total pelo número de árvores, parece ser um meio mais prático; porém há uma generalização das árvores, o que pode provocar erros na indicação de manejo. Os valores apresentados anteriormente demonstram que a valoração das árvores individualmente é importante, uma vez que, no contexto, uma espécie de alta frequência terá seu valor diminuído, subestimando a importância de cada uma das árvores daquela espécie quanto ao serviço ambiental prestado.

A cidade de Seattle (2007) prevê custos e benefícios a partir de uma dada quantidade de cobertura arbórea (30%), o que generaliza as árvores em um contexto único, a floresta urbana, sem que estes dados possam ser utilizados no subsídio de tomadas de decisão de manejo para cada árvore.

O método de fórmula proposto neste trabalho busca individualizar o valor das árvores mesmo quando avalia um serviço ambiental proveniente da presença coletiva de árvores. Essa individualização é importante para que haja distinção de cada árvore, valorando-as conforme a intensidade de sua participação no serviço ambiental avaliado.

No caso da drenagem urbana, a influência da altitude e da declividade é um fator de importância na valoração, principalmente em cidades como São Paulo, formada por um conjunto de bacias hidrográficas, não consideradas no planejamento e implantação das avenidas, construções e demais obras que descaracterizaram a formação original do terreno e, conseqüentemente, seu ecossistema. Porém, em outras cidades, podem ser outros fatores os responsáveis pelo aumento do valor da árvore advindo de seus serviços ambientais.

5 CONCLUSÕES

Os vegetais, em especial as árvores, certamente são elementos fundamentais na busca por alternativas que recuperem a estrutura e o funcionamento das bacias hidrográficas, quando preservados ou introduzidos no contexto urbano de forma adequada e baseada em estudos que auxiliam nas melhores estratégias a serem adotadas.

Assumindo que as árvores cumprem papel fundamental nas bacias hidrográficas urbanas, favorecendo o fluxo hídrico no lençol freático, permitindo que os cursos d'água recebam água de melhor qualidade, as árvores viárias são elementos essenciais para localidades de cotas altas e declividades intensas como alternativa viável aos espaços intensamente ocupados por construções e pavimentos, amenizando as enxurradas, as enchentes e o carregamento de poluentes da superfície de toda a bacia até o curso d'água.

Dessa forma, o método de valoração proposto é uma maneira viável para simbolizar o serviço ambiental de drenagem advindo das árvores viárias. Outros serviços devem ser introduzidos nesse método, auxiliando a valoração de árvores pautada em métodos idôneos, que gradativamente passa a ser uma necessidade para subsidiar intervenções urbanas (uso do solo) e investimentos financeiros que trarão resultados satisfatórios aos investidores, em termos de certificações verdes e também qualidade de vida e manutenção de patrimônios.

A introdução de um fator representando a condição de relevo que se relaciona ao serviço de drenagem indica que, a partir de métodos convenientes para cada serviço ambiental, há possibilidade de introdução de outros fatores. Com isso, árvores de uma bacia hidrográfica presentes na cota mais alta com acentuado valor de declividade vão receber um acréscimo no seu valor final devido ao valor de relevo, mas as árvores de localidades de baixa cota com declividade próxima a nula serão acrescidas de outros valores, como um valor ecológico relacionado à sua função de mata ciliar, como as árvores presentes na beira do Rio Pinheiros ou no Parque Ibirapuera. Cada fator será capaz de designar às árvores valores que se acrescentam conforme a função em que elas estão exercendo no seu contexto local.

Portanto, este trabalho apresenta:

- o Valor de Relevância (VR), calculado por meio da fórmula $VR = (([ALT]+[DNorm])/2)$, onde ALT é o valor de altitude atribuído e DNorm é o valor de declividade atribuído;
- o Índice de importância com Serviços Ambientais (IISA), calculado por meio da fórmula IISA: $(([Ii])+(([Ii]*0,2)*[VR]))$, onde Ii é o Índice de importância.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos futuros com a mesma abordagem podem investigar os custos de implantação e manutenção das infraestruturas utilizadas para contenção de enchentes e outras adversidades do sistema de drenagem (como reservatórios e piscinões), para avaliar o custo-benefício da floresta urbana. Investigar o mesmo para outros serviços ambientais também contribui para a evolução dos métodos de valoração.

Cabe ressaltar que, para a valoração de floresta urbana, além do valor dos serviços ambientais, é de grande importância a avaliação do contexto cultural e histórico das áreas, uma vez que estes exercem importância de mesmo valor as paisagens, que em, muitos casos, não permitem a introdução de árvores, mas de outras formas de infraestrutura verde capaz de proporcionar melhorias ambientais.

Porém, para novas áreas, o planejamento deve quebrar o paradigma de construção utilizado até hoje e passar a seguir o modelo ecológico, para garantir a sustentabilidade ambiental urbana. Os diversos serviços ambientais advindos da presença do natural passam a ser obrigatórios quando há a busca por qualidade de vida, que pode ser compreendida inclusive como saúde pública, serviço de difícil mensuração por significar mais do que prevenção de doenças respiratórias, de doenças transmitidas nas águas de enchentes, mas também da prevenção de doenças psicológicas muito comuns na atualidade, como a depressão.

Seguindo a mesma proposta dos créditos de carbono provenientes de atividades florestais, sugere-se que a implantação da floresta urbana siga um modelo que defina diversas etapas e obrigações a serem cumpridas para que posteriormente seus serviços ambientais possam ser comercializados. Dessa forma, a valoração será utilizada para dimensionar o retorno econômico da floresta urbana por meio dos seus serviços ambientais, gerando, até mesmo, um potencial de exportação para o Brasil. Por fim, esses serviços serão de utilidade pública e possivelmente financiados pelo setor privado.

Finalizando, este trabalho não pretende exaurir a discussão sobre a valoração de árvores urbanas, mas sim estabelecer um direcionamento, entre tantos possíveis, para as pesquisas, reflexões e análises a respeito de um tema tão significativo na gestão municipal, sugerindo que futuros estudos sejam desenvolvidos buscando identificar outros fatores igualmente relevantes na formação do valor das árvores e

florestas urbanas, assim como o desenvolvimento de modelos econométricos para aprofundar a capacidade de utilização dessa ferramenta nos próximos anos.

Somando pesquisas multidisciplinares e contínuas, busca-se alcançar uma fórmula que considere: valor intrínseco a árvore (tamanho, idade, condição), valor ambiental (bens e serviços), valor de preservação (árvores em áreas núcleo ou matrizes de biodiversidade), valor de conservação (árvores em áreas que admitem urbanização com desenvolvimento sustentável), valor histórico, valor cultural, valor paisagístico, entre outros, com fatores ponderadores em base científica.

Alguns questionamentos são deixados para direcionar futuras pesquisas e mostrar a necessidade da evolução de conceitos conforme acontecem as dinâmicas do ambiente urbano:

- Mesmo que a declividade seja inferior a 5% em áreas que não apresentam cursos d'água com áreas de preservação permanente (APP), deve-se admitir uma impermeabilização do solo de até 90%?
- A visão holística deve ser uma premissa dos planejadores urbanos para que não ocorram construções demasiadamente discordantes da qualidade de vida necessária aos moradores urbanos?
- Como considerar a relação morfológica entre bacias hidrográficas na implantação de áreas construídas e não construídas?
- Como realizar estudos para subsidiar a valoração econômica da floresta urbana sem, mais uma vez, hostilizá-la, tratando-a como um objeto para ganhar dinheiro?

REFERÊNCIAS

AAKER, D. **Marcas: brand equity** gerenciando o valor da marca. São Paulo: Negócio Editora, 1999. 310 p.

AB'SÁBER, A. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Atelier Editorial, 2003. 159 p.

AGUIRRE JUNIOR, J.H. **Arborização viária como patrimônio municipal de Campinas/SP: histórico, situação atual e potencialidades no Bairro Cambuí**. 121 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

ANDERSON, L.; CORDELL, H.K. Influence of trees on residential property values in Athens Georgia (U.S.A.): a survey based on actual sales prices. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 15, p. 153–164, 1988.

ANDRADE, T.O. **Inventário e análise da arborização viária da estância turística de Campos do Jordão - SP**. 2002. 112 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

APG. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436

ATLAS AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. 2002. Disponível em: <<http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 nov. 2011.

BROWN, I.K. **Wisconsin statewide urban forest assessment: development and implementation**. 2007. 98 p. Thesis (Master of Science in Natural Resources) - University of Wisconsin, Stevens Point, 2007.

CAPPIELLA, K; SCHUELER, T.; WRIGTH, T. **Urban watershed forestry manual: methods for increasing forest cover in a watershed**. Ellicott City: United States Department of Agriculture, 2005. 140 p.

CIDADE DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://www.cidadedesao paulo.com/sp/>>. Acesso em: 20 abr. 2012

COSTA, J.A. **Uso de imagens de alta resolução para definição de corredores verdes na cidade de São Paulo**. 2010. 114 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

COSTA, L.A.; HIGUCHI, A. Arborização de ruas de Manaus: avaliação qualitativa e quantitativa. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 213-221, 1999.

COUTO, H.T.Z. do. Métodos de amostragem para avaliação de árvores de ruas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., ENCONTRO

NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 5., 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: CBAU, 1994. p. 169-179.

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: CBAU, 1992. p. 291-305.

DONOVAN, G.H., BUTRY, D.T. Trees in the city: valuing street trees in Portland, Oregon. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 94, p. 77–83, 2010.

ESTELLITA, M. **Subsídios para a conservação de indivíduos arbóreos notáveis do patrimônio paisagístico do centro de Jaboticabal (SP)**. 2005. 87 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

ESTELLITA, M.; DEMATTÊ, M.E.S.P. Subsídios para a conservação de árvores e palmeiras notáveis do centro de Jaboticabal (SP). **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 74-89, 2006.

FRANCO, M.A.R. **Planejamento ambiental para cidade sustentável**. 2. ed. São Paulo: Annablume, 2001. 296 p.

GREY, G.W.; DENEKE, F.J. **Urban forestry**. New York: John Wiley, 1978. 279 p.

HILDEBRAND, E.; GRAÇA, L.R.; HOEFLICH, V.A. Valoração contingente na avaliação econômica de áreas verde urbanas. **Floresta**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 121-132, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Precipitação pluviométrica para o município de São Paulo (2000-2008)**. Disponível em: <http://infocidade.prefeitura.sp.gov.br/htmls/2_precipitacao_pluviometrica_2000_539.html>. Acesso em: 16 abr. 2012.

KAPLAN, R. The nature of the view from home: psychological benefits. **Environment and Behavior**, Beverly Hills, v. 33, n. 4. p. 507-542, 2001.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement os observer agreement for categorical data. **Biometrics**, Washington, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

LIMA, A.M.P.L.; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C.; SOUSA, M.A.L.B.; FIALHO, N.O.; DEL PICCHIA, P.C.D. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 5., 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: CBAU, 1994. p. 539-553.

LIMA, W.P. **A silvicultura e a água: ciência, dogmas, desafios**. Rio de Janeiro: Instituto BioAtlântica, 2010. 64 p.

LOMBARDO, M.A. **Ilhas de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244 p.

LORENZO, A.B.; BLANCHE, C.A.; QI, Y.; GUIDRY, M.M. Assessing residents willingness to pay to preserve the community urban forest: a small-city case study. **Journal of Arboriculture**, Savoy, v. 26, n. 6, p. 319-325, 2000.

LU, D; HETRICK, S.; MORAN, E. Land cover classification in a complex urban-rural landscape with QuickBird imagery. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, Maryland, v. 76, n. 10, p. 1159–1168, 2010.

LU, D.; MAUSEL, P.; BATISTELLA, M.; MORAN, E. Comparison of land-cover classification methods in the Brazilian Amazon basin. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Maryland, v. 70, n. 7, p. 723–731, 2004.

LULEY, C.J.; BOND, J. **A plan to integrate management of urban trees into air quality planning**. 2002. Disponível em: <http://www.urbantrees.org/policymakers/studies/IntegrateTrees_LuleyBond.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2012

MARQUES, J.F.; COMUNE, A. Quanto vale o ambiente: interpretações sobre o valor econômico ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 23., 1995, Salvador. **Anais...** Salvador: ENE, 1995. p. 633-651.

MAZZAROTTO, A.A.V.S. **Florestas urbanas: método de avaliação para gestão das áreas verdes**. 2008. 82 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) – Universidade Positivo, Curitiba, 2008.

McPHERSON, E.G. Benefit-based tree valuation. **Arboriculture and Urban Forestry**, Champaign, v. 33, n. 1, p. 1-10, 2007.

McPHERSON, E.G., MUCHNICK, J. Effects of street tree shade on asphalt concrete pavement performance. **Arboriculture and Urban Forestry**, Champaign, v. 6, n. 31, p. 303-310, 2005.

McPHERSON, E.G.; SIMPSON, G.R. A comparison of municipal forest benefits and costs in Modesto and Santa Monica. **Urban Forestry and Urban Greening**, California, v. 1, p. 61-74, 2002.

MILANO, M.S.; DALCIN, E.C. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000. 226 p.

MOLL, G. Urban forestry: a national initiative. In: BRADLEY, G.A. (Ed.). **Urban forest landscapes: integrating multidisciplinary perspectives**. Seattle and London: University of Washington Press, 1995. p. 12-16.

MOTA, S. **Planejamento urbano e preservação ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 1981. 242 p.

MOTTA, R.S. **Manual de valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: MMA, 1998.

NOWAK, D. 1999 **The effects of urban trees on air quality**. Disponível em: <www.fs.fed.us/ne/syracuse/gif/trees.pdf>. Acesso em: 12 out. 2010.

PAIVA, H.N.; GONÇALVES, W. **Florestas urbanas: planejando para melhoria da qualidade de vida**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 180 p.

POLIZEL, J.L. **Geotecnologias e clima urbano: aplicação dos recursos de sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas na cidade de Piracicaba, SP**. 2009. 153 p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PRICE, C. Quantifying the aesthetic benefits of urban forestry. **Urban Forestry and Urban Greening**, California, v. 2, n. 1, p. 123–133, 2003.

ROMERO, C. **Economía de los recursos ambientales y naturales**. 2. ed. Madrid: Alianza Editorial, 1997. 214 p.

ROSSETTI, A.I.N.; PELLEGRINO, P.R.M.; TAVARES, A.R. O espaço metropolitano na cidade de São Paulo e sua interface com a Arborização: aspectos da transformação socioeconômica, do sítio físico e da proteção de vegetais de porte arbóreo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 4, n. 1, p. 21-38, 2009.

ROTERMUND, R.M. **Análise e planejamento da floresta urbana enquanto elemento da infraestrutura verde: estudo aplicado à bacia do córrego Judas/Maria Joaquina, São Paulo, SP**. 2012. 158 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SANDERS, R.A. Urban vegetation impacts on the hydrology of Dayton, Ohio. **Urban Ecology**, Amsterdam, v. 9, p. 361-375, 1996.

SANTAMOUR JÚNIOR, F.S. Trees for urban planting: diversity uniformity, and common sense. In: METRIA CONFERENCE, 7., 1990, Lisle. **Proceedings...** Lisle: 1990. p. 57-66.

SÃO PAULO. Decreto 14.186/06. Institui o Programa Municipal de Arborização Urbana, e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de São Paulo**, São Paulo, 05 de jul. 2006.

SCHIEL, D.; MASCARENHAS, S.; VALEIRAS, N.; SANTOS, S.A.M. **O estudo de bacias hidrográficas: uma estratégia para educação ambiental**. São Carlos: RIMA, 2002. 181 p.

SCHUCH, M.I.S. **Arborização Urbana: uma contribuição á qualidade de vida com uso de geotecnologias**. 2006. 101 p. Dissertação (Mestrado em Geomática) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

SEATTLE. **Urban Forest Management Plan**. 2007. Disponível em: <http://www.seattle.gov/environment/documents/Final_UFMP.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2012.

SILVA, I.M.; GONZALEZ, L.R. ; SILVA FILHO, D.F. Recursos naturais de conforto térmico: um enfoque urbano. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 4, p. 35-49, 2011.

SILVA, L.F.da. **Situação da arborização viária e proposta de espécies para os bairros Antônio Zanaga I e II, da cidade de Americana/SP**. 2005. 80 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

_____. **Interceptação da chuva nas espécies de Sibipiruna (Caesalpinia pluviosa DC.) e Tipuana (Tipuana tipu O. kuntze)**. 2008. 60 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SILVA FILHO, D.F. **Cadastramento informatizado, sistematização e análise da arborização das vias públicas da área urbana do município de Jaboticabal, SP**. 2002. 81 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Jaboticabal, 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 FILHO, D.F.; TOSETTI, L.L. Valoração das árvores no Parque Ibirapuera - SP: importância da infraestrutura verde urbana. **Revista LABVERDE**, São Paulo, v. 1, p. 1-14, 2010.

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.

SOAVE JUNIOR, M.A.; TOSETTI, L.L.; VIANA, S.M.; SILVA FILHO, D.F. Segundo Panorama das Pesquisas em Arborização Urbana no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 15., CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 2011, Recife. **Anais...** Recife: CBAU, 2011.

SPIRN, A.W. **O jardim de granito: a natureza do desenho da cidade**. Tradução de PELLEGRINO, P.R.M. São Paulo: EDUSP, 1995, 345 p.

TEEB. 2010. **A quick guide: the economics of ecosystems and biodiversity for local and regional policy**. Disponível em: <www.teebweb.org>. Acesso em 10 jan. 2012.

TUCCI, C.E.M. Drenagem Urbana. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 55, n. 4, p. 36-37, 2003.

TUCCI, C.E.M.; SILVEIRA, A. 2001. **Gerenciamento da drenagem urbana**. Disponível em: <<http://galileu.iph.ufrgs.br/joel/iph014/Gerdre.pdf>>. Acesso em: 31 jan. 2012.

VELASCO, G.D.N. **Potencial da arborização viária na redução do consumo de energia elétrica**: definição de três áreas na cidade de São Paulo – SP, aplicação de questionários, levantamento de fatores ambientais e estimativas de graus-hora de calor. 2007. 123 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

VENKATACHALAM, L. The contingent valuation method: a review. **Environmental Impact Assessment Review**, New York, v. 24, p. 89-124, 2004.

VIANA, S.M.; TOSETTI, L.L.; ROLLO, L.C.P.; SILVA FILHO, D.F. Valoração monetária: pesquisas em floresta urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 7, n. 1, p. 76-87, 2012.

VIEIRA, P.C.C. 2004. Introdução à teoria do consumidor. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/50381314/22-microeconomia>>. Acesso em: 01 abr. 2012.

WATSON, G. Comparing formula methods of tree appraisal. **Journal of Arboriculture**, Savoy, v. 28, n. 1, p. 11-18, 2002.

WOLF, K.L. A economia e o valor público das florestas urbanas. **Revista de Agricultura Urbana**, 2004. Disponível em: <<http://www.agriculturaurbana.org.br/RAU/AU13/AU13economics.html>>. Acesso em: 02 jul. 2010.

XIAO, Q.; McPHERSON, E.G. Rainfall interception by Santa Monica's municipal urban forest. **Urban Ecosystems**, London, v. 6, p. 291-302, 2002.

ANEXO

Lista de espécies e quantidades de indivíduos do inventário da Bacia do Córrego do Sapateiro – SP (continua)

Nome comum	Nome científico	Família	Quantidade
Aldrago	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	LEGUMINOSAE- PAPILIONOIDEAE	1
Alecrim-de-campinas	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	LEGUMINOSAE- CAESALPINIOIDEAE	29
Alfeneiro	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	OLEACEAE	28
Amoreira	<i>Morus nigra</i> L.	MORACEAE	4
Araçá piranga	<i>Eugenia</i> sp.	MYRTACEAE	1
Aroeira salsa	<i>Schinus molle</i> L.	ANARCARDIACEAE	3
Aroeira-pimenteira	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	ANARCARDIACEAE	1
Cafeeiro	<i>Coffea arabica</i> L.	RUBIACEAE	2
Caliandra branca	<i>Calliandra haematocephala</i> Hassk.	LEGUMINOSAE- CAESALPINIOIDEAE	1
Canafistula	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	LEGUMINOSAE- MIMOSOIDEAE	3
Canelinha	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	LAURACEAE	4
Cassia ferruginea	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	LEGUMINOSAE- CAESALPINIOIDEAE	1
Cedro-do-brejo	<i>Cedrella odorata</i> L.	MELIACEAE	1
Chapéu-de-sol	<i>Terminalia cattapa</i> L.	COMBRETACEAE	3
Cheflera	<i>Schefflera actinophylla</i> (Endl.) Harms	ARALIACEAE	4
Cipreste	<i>Chamaecyparis obtusa</i> (Siebold et Zucc.) Endl. <i>nana gracilis</i> R. Sm.	CUPRESSACEAE	18
Croton	<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Rumph. ex A. Juss.	EUPHORBIACEAE	2
Eritrina	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	LEGUMINOSAE- PAPILIONOIDEAE	1
Eritrina candelabro	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	LEGUMINOSAE- PAPILIONOIDEAE	1
Escovinha-de-garrafa	<i>Callistemon viminalis</i> (Sol. ex Gaertn.) G. Don	MYRTACEAE	4
Espatodia	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	BIGNONIACEAE	5
Espirradeira	<i>Nerium oleander</i> L.	APOCYNACEAE	3
Eucalipto	<i>Eucalyptus botryoides</i> Sm.	MYRTACEAE	1

Lista de espécies e quantidades de indivíduos do inventário da Bacia do Córrego do Sapateiro – SP

(continuação)

Nome comum	Nome científico	Família	Quantidade
Falsa murta	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	RUTACEAE	9
Falsa seringueira	<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem.	MORACEAE	1
Ficus	<i>Ficus benjamina</i> L.	MORACEAE	39
Ficus variegata	<i>Ficus variegata</i> Blume	MORACEAE	4
Flamboyant	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE	9
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.	MYRTACEAE	3
Grevilha	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br.	PROTEACEAE	1
Guanandi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	GUTTIFERAE	1
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE	1
Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	MALVACEAE	3
Ipê amarelo da mata	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. O. Grose	BIGNONIACEAE	1
Ipê branco	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	BIGNONIACEAE	2
Ipê de el salvador	<i>Tabebuia heterophylla</i> (DC.) Britton	BIGNONIACEAE	22
Ipê de jardim	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	BIGNONIACEAE	14
Ipê rosa	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC	BIGNONIACEAE	1
Ipê roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> Mattos	BIGNONIACEAE	39
Ipê-amarelo	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	BIGNONIACEAE	21
Ipê-roxo-de-bola	<i>Handroanthus impetiginosus</i> Mattos (variedade 2)	BIGNONIACEAE	1
Jaboticabeira	<i>Plinia trunciflora</i> (O. Berg) Kausel	MYRTACEAE	1
Jacarandá-mimoso	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	BIGNONIACEAE	8
Jambolão	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	MYRTACEAE	1
Jequitibá rosa	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	LECYTHIDACEAE	1

Lista de espécies e quantidades de indivíduos do inventário da Bacia do Córrego do Sapateiro – SP

(continuação)

Nome comum	Nome científico	Família	Quantidade
Leiteira-roxa	<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	EUPHORBIACEAE	1
Magnólia-amarela	<i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill. ex Pierre	MAGNOLIACEAE	2
Manacá-da-serra	<i>Tibouchina mutabilis</i> (Vell.) Cogn.	MELASTOMATACEAE	7
Mangueira	<i>Mangifera indica</i> L.	ANARCARDIACEAE	5
Mirindiba	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	LYTHRACEAE	2
Nespereira	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	ROSACEAE	2
Orelha de negro	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	LEGUMINOSAE-PAPILIONOIDEAE	1
Paineira	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	MALVACEAE	1
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia variegata</i> L.	LEGUMINOSAE-CAESALPINIOIDEAE	17
Pata-de-vaca-nativa	<i>Bauhinia forficata</i> Link	LEGUMINOSAE-CAESALPINIOIDEAE	1
Pata-de-vaca-púrpura	<i>Bauhinia purpurea</i> L.	LEGUMINOSAE-PAPILIONOIDEAE	1
Pau-Brasil	<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	LEGUMINOSAE-CAESALPINIOIDEAE	6
Pau-ferro	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	LEGUMINOSAE-CAESALPINIOIDEAE	7
Pau-formiga	<i>Triplaris americana</i> L.	POLYGONACEAE	2
Pingo-de-ouro	<i>Duranta repens</i> L.	VERBENACEAE	1
Pinos chorão	<i>Pinus wallichiana</i> A.B. Jacks.	PINACEAE	1
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i> L.	MYRTACEAE	7
Plátano	<i>Platanus acerifolia</i> (Aiton) Willd.	ACERACEA	5
Podocarpus	<i>Podocarpus macrophyllus</i> (Thunb.) Sweet	PODOCARPACEAE	1
Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	MELASTOMATACEAE	15
Resedá	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	LYTHRACEAE	85
Santa-bárbara	<i>Melia azedarach</i> L.	MELIACEAE	1
Sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	LECYTHIDACEAE	1

Lista de espécies e quantidades de indivíduos do inventário da Bacia do Córrego do Sapateiro – SP

(conclusão)

Nome comum	Nome científico	Família	Quantidade
Sena	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby	LEGUMINOSAE-CAESALPINIOIDEAE	2
Sete cascas	<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE	2
Sibipiruna	<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P. Queiroz	LEGUMINOSAE-CAESALPINIOIDEAE	53
Tapiá guaçu	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	EUPHORBIACEAE	1
Tento-carolina	<i>Adenantha pavonina</i> L.	LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE	1
Tipuana	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	LEGUMINOSAE-PAPILIONOIDEAE	27
Tuia	<i>Thuja</i> sp	CUPRESSACEAE	5
Uva japonesa	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	RHAMNACEAE	1