UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

FERNANDO ANTONIO TOLFFO

***O PAGAMENTO POR SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS COMO
INSTRUMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL PARA O ESPAÇO
URBANO.***

**SÃO PAULO
2015**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

FERNANDO ANTONIO TOLFFO

O Pagamento por Serviços Ecosistêmicos como instrumento de gestão ambiental para o espaço urbano.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Ambiente, Saúde e Sustentabilidade, da Faculdade de Saúde Pública, da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Luiz Giatti

SÃO PAULO
2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação
Biblioteca/CIR: Centro de Informação e Referência em Saúde Pública
Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Tolffo, Fernando Antonio

O Pagamento por Serviços Ecossistêmicos como
instrumento de gestão ambiental para o espaço urbano. /
Fernando Antonio Tolffo; orientador Leandro Luiz Giatti.
-- São Paulo, 2015.
289 p.

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Saúde Pública
da Universidade de São Paulo, 2015.

1. serviços ecossistêmicos. 2. valoração ambiental. 3.
sustentabilidade urbana. 4. áreas verdes urbanas. 5.
saúde ambiental. I. Giatti, Leandro Luiz, orient. II.
Título.

TOLFFO, Fernando Antonio. O Pagamento por Serviços Ecossistêmicos como instrumento de gestão ambiental para o espaço urbano - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

FOLHA DE APROVAÇÃO (DISSERTAÇÃO)

TOLFFO, Fernando Antonio.

O Pagamento por Serviços Ecossistêmicos como instrumento de gestão ambiental para o espaço urbano.

Dissertação apresentada ao *Programa de Pós-Graduação Ambiente, Saúde e Sustentabilidade, da Faculdade de Saúde Pública, da Universidade de São Paulo*, para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

**A meus pais,
exemplos de dedicação e honradez.**

À vida.

AGRADECIMENTOS

A consecução desta pesquisa somente foi possível pela convergência do desprendimento, da generosidade, boa vontade e compreensão de tantos quantos apoiaram, no início e durante a jornada, os propósitos que culminaram com as conclusões pretendidas.

Agradeço e registro, portanto, meu reconhecimento a quem, direta ou indiretamente, participou com valiosas colaborações e opiniões para que este trabalho chegasse a bom termo e sua proposta pudesse ser apreciada:

- ao Prof. Dr. Leandro Luiz Giatti, cuja orientação, incentivo constante e propostas foram primordiais para que esta dissertação se realizasse;
- ao Prof. Dr. Demóstenes Ferreira da Silva Filho, pelo fundamental apoio e co-orientação recebidos desde a primeira proposição para esta pesquisa;
- ao Prof. Dr. Delsio Natal, pelas valiosas sugestões e observações que muito contribuíram para aprimorar este trabalho;
- ao Dr. Jefferson Lordello Polizel, do DCF/ESALQ-USP, pelo inestimável auxílio prestado quanto à disponibilização do banco de dados e pelo acompanhamento durante a utilização do *software*;
- à Dra. Célia Regina Pesquero, pela pronta resposta na resolução de questões técnicas que surgiram durante a evolução do projeto;
- ao sr. Antonio Carlos Tafuri, especialista do Departamento de Conservação da Biodiversidade da Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente, pela literatura fornecida por ocasião do início dos trabalhos;
- à Ana Cláudia Sanches Baptista, mestranda no Departamento de Saúde Ambiental da FSP, cujo auxílio com as ilustrações muito facilitou a dedicação à parte textual;
- ao Al Zelaya, do i-Tree “*team*”, EUA, pela presteza e agilidade nas respostas aos (tantos) questionamentos surgidos à medida do avanço da pesquisa;
- ao PhD David Nowak, do U.S. Forest Service, pelo prestígio conferido através das orientações transmitidas, pelo rápido processamento das informações requeridas e ao ceder a metodologia incorporada ao UFORE, modelo-referência à ferramenta i-Tree.
- à minha irmã Viviane, que suportou os compromissos comuns e garantiu as várias horas de dedicação para a realização deste trabalho.
- à minha sobrinha Louise Tolffo “Tetéo” Loibl, pelas atenções recebidas e que iniciou este ano sua carreira universitária.
- a todos os colegas, professores da FSP e professores visitantes que proporcionaram debates multidisciplinares proveitosos ao oferecerem oportunidades de reprodução e ampliação do saber acadêmico, respaldando à Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo a sua posição de vanguarda na produção do conhecimento. Consigno também meus agradecimentos aos funcionários da Faculdade de Saúde Pública, aos de outras unidades da USP e demais instituições.

EPÍGRAFE

Sobradinho

*O homem chega e já desfaz a Natureza
Tira a gente põe represa, diz que tudo vai mudar
O São Francisco lá prá cima da Bahia
Diz que dia menos dia vai subir bem devagar
E passo a passo vai cumprindo a profecia
Do beato que dizia que o sertão ia alagar
O sertão vai virar mar
Dá no coração
O medo que algum dia
O mar também vire sertão
Vai virar mar
Dá no coração
O medo que algum dia
O mar também vire sertão
Adeus Remanso, Casa Nova, Sento Sé
Adeus Pilão Arcado vem o rio te engolir
Debaixo d'água lá se vai a vida inteira
Por cima da cachoeira o Gaiola vai sumir
Vai ter barragem no salto de Sobradinho
E o povo vai se embora com medo de se afogar
O sertão vai virar mar
Dá no coração
O medo que algum dia
mar também vire sertão
Vai virar mar
Dá no coração
O medo que algum dia
O mar também vire sertão*

(Sá e Guarabyra)

RESUMO

TOLFFO, F. A. O Pagamento por Serviços Ecossistêmicos como instrumento de gestão ambiental para o espaço urbano. 2015. 289 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2015.

Por suas dinâmicas sociais e territoriais complexas, as metrópoles estão sujeitas aos graves impactos causados por eventos climáticos extremos, reais ou esperados. Organismos internacionais multilaterais e extensa literatura acadêmica avalizam a importância do papel dos ecossistemas para a redução dos riscos e na mitigação das consequências dos desastres ambientais, tanto em áreas rurais como urbanas. Propõe-se a valoração das áreas verdes livres e dos parques urbanos como recurso que integre estratégias para o desenvolvimento da qualidade ambiental das cidades através dos serviços ecossistêmicos derivados da cobertura arbórea local, divisando-se a manutenção da saúde pública em um meio ambientalmente equilibrado. Foi aplicada ferramenta tecnológica representada pelo *software* i-Tree como método empregado para a identificação, quantificação e estimativas de valoração econômica dos serviços ecossistêmicos prestados pelas árvores contidas no Parque Ibirapuera, em São Paulo, que serviu como referência. É discutida a significância da inserção dos princípios e objetivos do instrumento do Pagamento por Serviços Ecossistêmicos no planejamento, ordenamento e gestão urbanos, integrando-o a políticas de melhoria da saúde ambiental nas cidades.

Palavras-chave: serviços ecossistêmicos, valoração ambiental, sustentabilidade urbana, áreas verdes urbanas, saúde ambiental.

ABSTRACT

TOLFFO, F. A. Payment for Ecosystem Services as an environmental management tool for urban space. 2015. 289 p. Master's Thesis – School of Public Health, University of São Paulo, 2015.

For their complex social and territorial dynamics, the cities are subject to the severe impacts of extreme weather events, actual or expected. Multilateral international organizations and extensive academic literature endorse the important role of ecosystems to reduce risks and mitigate the consequences of environmental disasters, both rural and urban areas. It is proposed to valuation the green areas and urban parks as a resource that integrates strategies for the development of environmental quality in cities through the ecosystem services derived from local tree cover, for the purpose of maintenance of public health. Was applied technological tool represented by i-Tree software as a method used to identify, quantify and estimate the economic value of ecosystem services provided by trees contained in Ibirapuera Park, in São Paulo, which served as a reference. Discussed the relevance of the integration of the principles and objectives of the instrument Payment for Ecosystem Services in urban planning and management, integrating it in policies to improve environmental health in cities.

Keywords: ecosystem services, environmental valuation, urban sustainability, urban green areas, environmental health.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACB – Análise Custo-Benefício.
AMM – Associação Médica Mundial.
APP – Áreas de Preservação Permanente.
CAEM – Conselho de Avaliação Ecológica do Milênio.
CEM – Centro de Estudos da Metrópole.
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo.
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.
COV – Compostos Orgânicos Voláteis.
DAP - Diâmetro à altura do peito.
EPA – Environmental Protection Agency.
FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations.
FECOP – Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição.
FEMA – Fundo Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.
GDP – Gross Domestic Product.
GEE – Gases de efeito (de) estufa.
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
ICU – ilha de calor urbana.
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano.
IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change.
IUCN – International Union for Conservation of Nature.
MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.
MMA – Ministério do Meio Ambiente.
NASA – National Aeronautics and Space Administration.
NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration.
OMS – Organização Mundial da Saúde das Nações Unidas.
ONG – Organização Não-Governamental.
ONU – Organização das Nações Unidas.
PDE – Política de Desenvolvimento Urbano e Plano Diretor Estratégico.
PL – Projeto de Lei.
PM – Particulate Matter (PM_{2,5} e PM₁₀).
PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.
PSA – Pagamento por Serviços Ambientais.
PSE – Pagamento por Serviços Ecológicos.
REDD – Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal.
RL – Reserva Legal.
SBAU – Sociedade Brasileira de Arborização Urbana.
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação.
SVMA – Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS (continuação).

TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity.

UC – Unidade de Conservação.

UFORE – Urban Forest Effects.

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change.

UNISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction.

USDA – United States Department of Agriculture.

WWF – World Wildlife Fund.

ZEPAM – Zonas Especiais de Proteção Ambiental.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Lista de Figuras

Figura 1: contingente de usuários do i-Tree.

Figura 2: planilha contendo as concentrações horárias do NO₂ registradas pela estação medidora do Ibirapuera e disponibilizada pela CETESB.

Figura 3: ilustração dos serviços gerados pelas árvores urbanas em região metropolitana dos EUA.

Figura 4: tipos de aleatoriedade para identificação da floresta urbana.

Figura 5: mecanismos de ação da mudança do clima na saúde.

Figura 6: exemplos de reconstruções paleoclimáticas que encontram associações entre as mudanças climáticas e os conflitos humanos.

Figura 7: representação da ilha de calor urbana.

Figura 8: ilustração dos conceitos fundamentais do WGII - AR5: risco dos impactos relacionados com o clima resulta da interação do perigo (incluindo eventos perigosos e tendências) com a vulnerabilidade e exposição dos sistemas humanos e naturais.

Figura 9: esquematização gráfica dos limites planetários.

Figura 10: Fronteiras planetárias.

Figura 11: o fluxo circular da economia.

Figura 12: instrumentos de compensações por Serviços Ambientais ao provedor.

Figura 13: composição de imagens, de diferentes datas, que realça o avanço da mancha urbana sobre a vegetação a partir de imagens do satélite Landsat.

Figura 14: a mancha urbana da região metropolitana de São Paulo.

Figura 15: representação do funcionamento do Fundo Municipal de Parques.

Figura 16: ilustração da relação conceitual entre serviços intermediários e finais.

Figura 17: estrutura para avaliação e valoração integradas das funções, bens e serviços dos ecossistemas.

Figura 18: Ecossistemas e serviços que provêm.

Figura 19: esquematização do funcionamento do instrumento de Pagamento por Serviços Ambientais.

Figura 20: representação de cada árvore de interesse restrita à área do parque, demarcadas com um “*pin*”.

Figura 21: imagem com aproximação dos “pins” representando individualmente as árvores cujas características foram previamente cadastradas.

Figura 22: cada marcador (“*pin*”), ao ser acionado, abre uma “janela” onde são descritas diversas características da árvore selecionada.

Figura 23: distribuição da frequência das espécies de árvores no Parque Ibirapuera.

Figura 24: dispositivo para informação de preços por tonelada de cada poluente.

Figura 25: ilustração do efeito de *runoff* em superfícies respectivamente arborizadas, sem arborização e impermeabilizadas.

Figura 26: os relatórios com os resultados dos serviços prestados obtidos a partir dos dados inseridos.

Fotografias 1 a 7 (em Apêndice): fotografias do Parque Municipal Dr. Alfred Usteri.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: informações gerais a serem coletadas do *plot* (parcela, terreno, lote) para o modelo UFORE.

Quadro 2: informações a serem coletadas sobre a vegetação arbustiva.

Quadro 3: variáveis arbóreas a serem coletadas para análise do UFORE.

Quadro 4: poluição do ar e efeitos respiratórios.

Quadro 5: poluição do ar e efeitos cardiovasculares.

Quadro 6: potenciais benefícios em saúde decorrentes de medidas de planejamento urbano.

Quadro 7: principais fatores indutores ao risco no meio urbano.

Quadro 8: fatores que contribuem para o risco de desastres.

Quadro 9: expectativas da Declaração de Dheli sobre saúde e mudança climática.

Quadro 10: percepções para a “invisibilidade” do valor da natureza.

Quadro 11: conflitos e argumentos quanto à valoração dos serviços dos ecossistemas.

Quadro 12: classificação para a valoração econômica dos recursos ambientais relacionada com as classes de serviços ecossistêmicos do CAEM.

Quadro 13: esboço de fluxograma para a consecução da política pública.

Quadro 14: definições sobre política pública.

Quadro 15: políticas públicas e instrumentos legais relevantes para PSA.

Quadro 16: etapas do planejamento e do gerenciamento ambientais.

Quadro 17: definições e considerações sobre arboricultura e silvicultura urbanas.

Quadro 18: o grupo das Unidades de Proteção Integral.

Quadro 19: o grupo das Unidades de Uso Sustentável.

Quadro 20: serviços “prestados” pelos ecossistemas.

Quadro 21: serviços e funções ecossistêmicos.

Quadro 22: contextos de decisão para adoção de conceito de serviços do ecossistema.

Quadro 23: características dos ecossistemas e serviços ecossistêmicos.

Quadro 24: serviços diretos e locais providos por ecossistemas urbanos de uma cidade com as características geomorfológicas de S. Paulo.

Quadro 25: formato dos PSE.

Quadro 26: Projetos de PSA em âmbitos municipal e estaduais.

Quadro 27: projetos apensados ao projeto de lei principal nr. 792/2007, que propõe o marco regulatório nacional para o instrumento do Pagamento por Serviços Ambientais.

Quadro 28: índices resultantes da intervenção das árvores do Parque Ibirapuera.

Quadro 29: volumes totais de poluentes atmosféricos removidos pela população arbórea do Parque Ibirapuera.

Quadro 30: atribuição de valor (valoração) para o total de cada poluente removido pelo conjunto das árvores do Parque Ibirapuera.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: índice de áreas verdes públicas/habitante.

Tabela 2: índice de cobertura vegetal/habitante.

Tabela 3: as 20 árvores mais valiosas do Parque Ibirapuera desconsiderando a frequência da espécie

Tabela 4: as 20 árvores mais valiosas considerando a frequência da espécie.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	19
Problematização.....	24
Objetivos gerais	25
Objetivos específicos.....	25
Métodos adotados	26
Organização da dissertação	26
 CAPÍTULO 1 – PROCESSO DA PESQUISA E MÉTODOS	27
1.1 “POR DENTRO” DO i-TREE	38
 CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	47
 2.2 MEIO URBANO E O EQUILÍBRIO AMBIENTAL.....	59
2.2.1 As ilhas de calor urbanas	71
 2.3 VULNERABILIDADES URBANA E SOCIAL	74
 2.4 RISCOS, RESILIÊNCIA E ADAPTAÇÃO.....	84
2.4.1 Fronteiras planetárias	89
 2.5 ASPECTOS SOBRE AS ECONOMIAS AMBIENTAL E ECOLÓGICA	92
2.5.1 Instrumentos e mecanismos econômicos	103
2.5.2 Valoração dos Ecossistemas	107
2.5.3 A Natureza como limite da Economia, segundo Daly & Farley	112
 2.6 POLÍTICAS PÚBLICAS E O MEIO AMBIENTE	116
2.6.1 Sobre a Gestão Ambiental	125
2.6.2 Sobre o Planejamento Ambiental.....	126
2.6.3 O planejamento da floresta urbana	129
2.6.4 Sobre os princípios da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e do protetor-recebedor.....	129
2.6.4.1 O princípio da precaução.....	130
2.6.4.2 O princípio do poluidor-pagador	131
2.6.4.3 O princípio do usuário-pagador	132
2.6.4.4 O princípio do protetor-recebedor	133

2.7 ÁREAS VERDES, FLORESTAS URBANAS E ARBORIZAÇÃO	135
2.7.1 Silvicultura Urbana e Arborização	139
2.7.2 Espaços livres, Praças.....	143
2.7.3 Áreas Verdes	144
2.7.4 Florestas Urbanas	146
2.7.5 Indicadores de cobertura vegetal e de áreas verdes	148
2.7.6 O Sistema Nacional de Unidades de Conservação.....	153
2.7.7 O Estatuto da Cidade	160
2.7.8 O “novo” Código Florestal	162
2.7.9 Parques como unidades de conservação urbanas.....	165
2.7.9.1 Uma unidade de conservação urbana de extrema relevância !.....	168
 2.8 SOBRE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS, SERVIÇOS AMBIENTAIS E FUNÇÕES DOS ECOSISTEMAS	 170
2.8.1 Funções, Bens e Estrutura dos Ecossistemas	181
2.8.2 Serviços proporcionados pelas florestas urbanas	184
2.8.2.1 Aspectos psicológicos	186
2.8.2.2 Poluição do ar	187
2.8.2.3 Controle de ruídos	190
2.8.2.4 Lazer/recreação/interação social.....	191
2.8.2.5 Abrigo da fauna	191
2.8.2.6 Climatologia	192
2.8.2.7 Radiação solar.....	193
2.8.2.8 Umidade e precipitação	194
2.8.2.9 Temperatura do ar e ilhas de calor urbanas	195
2.8.2.10 Movimento do ar	195
2.8.2.11 Consumo de energia nos imóveis	196
2.8.2.12 Controle da erosão	197
2.8.2.13 Hidrologia.....	197
2.8.2.14 Águas residuais.....	198
2.8.2.15 Valorização financeira dos imóveis.....	199
2.8.2.16 Sequestro de carbono.....	199
 2.9 SOBRE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS E PAGAMENTO POR SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	 202
2.9.1 Fontes de financiamento	216
 CAPÍTULO 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	 218
3.1 Valoração do indivíduo arbóreo.....	227
 CAPÍTULO 4 – CONCLUSÃO E COMENTÁRIOS	 232

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	239
APÊNDICES.....	251
ANEXOS	260

INTRODUÇÃO

*“O homem se torna fator geológico, geomorfológico, climático, e a grande mudança vem do fato de que os cataclismos naturais são um incidente, **um** momento, enquanto hoje a ação antrópica tem efeitos continuados, e cumulativos, graças ao modelo de vida adotado pela humanidade. Daí vem os graves problemas de relacionamento entre a atual civilização material e a Natureza. Assim, o problema do espaço humano ganha, nos dias de hoje, uma dimensão que ele não havia obtido jamais antes. Em todos os tempos, a problemática da base territorial da vida humana sempre preocupou a sociedade. Mas nesta fase atual da história tais preocupações redobraram, porque os problemas também se acumularam. ”*

Milton Santos, 1992.

Matéria do jornal Folha de S. Paulo (2015) noticia conclusão da NASA (agência espacial americana) e da NOAA (agência dos Estados Unidos dedicada à atmosfera e aos oceanos) de que o ano de 2014 foi o mais quente registrado desde 1880, com aumento médio da temperatura global desde então de 0,8° C. Dos dez anos mais quentes da história, nove ocorreram após a virada deste milênio. Cientistas consideram que se a temperatura média do planeta subir mais de 2° C, o número de eventos extremos causados pelas mudanças climáticas aumentará perigosamente.

Os sumários dos relatórios lançados pelos Grupos de Trabalho (WG I, II e III) do Intergovernmental Panel on Climate Change em 2013 que antecederam a divulgação do 5º Relatório de Avaliação sobre Mudanças Climáticas Globais do IPCC, completado ao longo de 2014, reforçam a compreensão, com nível de confiança em 95%, da influência das atividades humanas sobre as alterações do clima decorrentes do aquecimento planetário provocado pelo efeito estufa com origem antropogênica, apontando probabilidades de que estas ações estejam levando a um aumento da temperatura média da superfície terrestre a qual, num cenário intermediário, ultrapassará 2° C e, no mais pessimista, até 4,8° C, desencadeando a exacerbação de eventos climáticos extremos.

Segundo o IPCC (2007), a variabilidade natural das condições ambientais sempre foi um dado considerado; no entanto, quando a mudança é abrupta, extrema ou persistente em relação ao que houve no passado, os riscos aumentarão, especialmente se não forem previstos ou a capacidade de adaptação for limitada.

As alterações no clima afetam a segurança alimentar, a saúde e o bem-estar geral de parcelas cada vez maiores da população mundial, notadamente nos aglomerados

urbanos, nos quais já se concentra mais da metade dos habitantes do planeta e, conforme o IBGE (2010), onde vivem 84,36 % dos brasileiros.

Segundo Confalonieri; Marinho (2007), o 4º relatório do IPCC projetou como situações para o futuro, em termos planetários: I - aumento na incidência de doenças diarréicas, em função da piora no acesso à água de boa qualidade, especialmente para uso doméstico; II - alterações na distribuição espacial e na dinâmica populacional dos vetores, como mosquitos, de doenças infecciosas e parasitárias endêmicas (dengue e a malária); III - aumento no contingente populacional exposto ao regime de insegurança alimentar, com piora na condição nutricional; IV - aumento da morbi-mortalidade causada por eventos climáticos extremos como tempestades, inundações, ondas de calor, secas e suas consequências (incêndios florestais, por exemplo), e V - aumento na incidência de doenças cardiovasculares e respiratórias, como consequência do incremento da concentração de poluentes atmosféricos em grandes aglomerados urbanos já poluídos.

Divulgado pelo Banco Mundial (*apud* relatório TEEB, 2011), o custo para países em desenvolvimento se adaptarem a um clima 2°C mais quente é estimado entre US\$ 70 bilhões e US\$ 100 bilhões anuais no período de 2010 a 2050. Ações para o abastecimento de água e proteção contra inundações representam o maior potencial de custos.

Leff (2009) considera que a crise ambiental não se manifesta apenas pela destruição do meio físico e biológico, mas também pela degradação da qualidade de vida, tanto no meio rural como no urbano, através da alteração de funções ecológicas reguladoras das quais depende o “*suporte vital*” (destaque do autor) dos ecossistemas e que são fundamentais para a produtividade sustentada dos processos silvoagropecuários com valor econômico e pelas perdas de regulação microclimática e da umidade atmosférica.

Além destes aspectos, Leff (2009) ressalta que o processo de acumulação de capital através da implantação de modelos econômicos, tecnológicos e culturais ecologicamente inapropriados impostos aos países subdesenvolvidos rompeu a harmonia entre os sistemas naturais e as formações sociais degradando a capacidade produtiva dos ecossistemas, sobretudo os tropicais, e a riqueza potencial de suas populações, com crescentes custos ambientais na produção de valores de uso e de mercadorias, revelando a perpetuação das condições de subdesenvolvimento.

Nogueira-Neto (1992), um dos articuladores do encontro que resultou na Comissão Brundtland¹, apela para que órgãos multilaterais e os governos nacionais

¹ *Em 1987 as Nações Unidas criaram a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, sendo presidida pela primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. A comissão produziu o documento “Nosso Futuro Comum”, o qual ficou conhecido como Relatório Brundtland.*

trabalhem no sentido de promoverem um desenvolvimento auto-sustentável e não predatório com vistas à mitigação dos efeitos e incertezas que as alterações climáticas poderão induzir na produção de alimentos e deslocamento de populações atingidas por eventos extremos. Em acréscimo, busca-se também a erradicação da miséria e estabilização demográfica no planeta, fonte de pressão sobre recursos finitos.

Para Branco (1995), a história da evolução humana e o desenvolvimento tecnológico decorrente representam a fonte da abordagem sobre a relação entre o homem e a natureza, entre o científico e o ético - sendo a ética aqui entendida como um conjunto de valores para com a sociedade e não para com a natureza, dado ser aquela uma construção social - nas considerações sobre o domínio do homem sobre o meio ambiente natural ou sua dependência irreversível da natureza. Mesmo assim, ainda conforme o autor, a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas como provedores do bem-estar social e melhor qualidade da vida humana reveste-se em uma obrigação moral por envolver aspectos éticos, como a garantia à vida.

Segundo Branco (1995), a interferência humana no equilíbrio dos ecossistemas envolve a complexidade que decorre do caráter interdisciplinar da matéria; abordagens filosóficas, sociológicas e biológicas, com implicações econômicas e políticas simultâneas para um mesmo problema é o cenário com que a ciência se depara ao tentar compreender o problema ou por ser uma exigência ética para com a sociedade, a fim de que não seja desfeito o equilíbrio ecossistêmico.

Hipócrates, na Grécia, considerado o precursor da medicina moderna, registrava em sua obra *Dos ares, das Águas e dos Lugares* (séc. V a.C.) as preocupações com aspectos ambientais na determinação das doenças. Nos dias atuais, além da influência natural do meio ambiente, devem ser consideradas as atividades antropogênicas que modificam o clima e interferem na saúde humana de forma mais acentuada. Estudos desenvolvidos ao longo dos séculos através da antropologia, medicina, psicologia, sociologia e geografia evidenciam a influência do clima sobre o organismo humano pelas reações orgânicas ante as condições atmosféricas e na adaptação de grupos populacionais a tipos climáticos específicos (RIBEIRO *et al*, 2010; Mendonça, 2001).

Para Diamond (2013), muitos dos obstáculos enfrentados hoje em dia são similares aos que se abateram sobre sociedades do passado; algumas lograram sucesso ao enfrentá-los, e sobreviveram. Outras desapareceram para sempre. Muitos países ricos e avançados tecnologicamente experimentam, atualmente, problemas econômicos e ambientais crescentes, os quais não devem ser subestimados.

O IPCC (2007) alertou que, à exceção dos eventos extremos abruptos, as mudanças climáticas não têm sido consideradas nos centros urbanos. No entanto, ainda conforme o órgão, a interação das alterações do clima com fatores como o rápido crescimento da população, a instabilidade política, pobreza e desigualdade, governos

locais ineficientes, a fragmentação jurisdicional e infraestruturas arcaicas ou inadequadas, transforma-se em questão desafiadora para as cidades.

Sachs (1997), no entanto, considera que as raízes da crise social e ambiental não são a escassez de recursos ou a explosão populacional, embora reconheça que um planeta finito não possa garantir recursos para sempre a um crescimento exponencial da população humana; antes, o autor defende que a ligação causal entre crescimento populacional e pobreza representa um círculo vicioso sendo que a melhoria das condições sociais é imperativa para erradicar a pobreza.

O fenômeno da recorrente transferência e fixação nas cidades de enormes contingentes populacionais que abandonaram os campos, o que acarretou a expansão da urbanização a partir do século 19 e cujo processo, sem cuidados ou planejamento quanto ao ordenamento territorial, se acelerou nas últimas décadas do século 20, trouxe enormes desafios e consequências imprevisíveis através das demandas nem sempre satisfeitas que surgiram em relação às exigências de melhores condições de vida para uma multidão que não para de crescer. Em uma constatação perturbadora sobretudo em países em desenvolvimento, gestores locais e tomadores de decisão frequentemente ignoram, por incompetência ou má-fé no trato do interesse público, o alcance e significado da potencial situação do caos resultante das interações entre a precariedade das condições urbanas e os eventos extremos decorrentes do clima.

Sobre a metrópole paulista em especial, esta expõe explicitamente os problemas e dilemas em termos de vulnerabilidade e desigualdades que afligem amplas parcelas da população gerados, sobretudo, pela “explosão” populacional e equívocos ou ausência de políticas públicas no processo de ocupação do espaço urbano, o que também reflete as condições de outros aglomerados urbanos brasileiros: comprometimento de áreas ambientalmente sensíveis, crescimento de favelas e ocupações ilegais, ocorrências de enchentes pela impermeabilização exagerada do solo, poluição de recursos hídricos, dentre outros (Maricato *et al*, 2010).

São Paulo é uma metrópole que assusta à primeira vista – e à última também. As dimensões geográficas, a poluição, a violência latente, o trânsito caótico, a vulnerabilidade às alterações do clima, a falta de água e as disparidades socioeconômicas entre os moradores fazem parecer que a cidade está sempre à beira de um colapso que parece iminente. É surpreendente que, talvez, e apesar de tudo, pareça que “tem jeito” e que, “de perto”, pareça uma cidade normal.

A variedade do panorama de situações de risco a que São Paulo e toda a região metropolitana se submetem permite temer pela manutenção das condições de funcionamento da metrópole e condições de vida minimamente dignas à sobrevivência da população urbana na eventualidade da ocorrência de eventos climáticos extremos (cujos efeitos já se fazem perceber), seja pela tibieza ou negligência do poder público

que se rendeu à lógica do capital e da sua ficção o “mercado”, como pelo aspecto de messianismo de que o intelecto humano a tudo resolverá.

Maricato *et al* (2010) referem que, apesar da melhoria de indicadores socioeconômicos em períodos recentes, esta condição não implica na evolução dos indicadores urbano-ambientais; há evidências mesmo de aumento e agravamento de importantes problemas urbanos e ambientais.

Estudos e pesquisas na área da silvicultura urbana vêm demonstrando a enorme contribuição que a proteção ao capital natural remanescente ou implementado na malha urbana pode proporcionar, como coadjuvante, na mitigação, adaptação e resiliência aos efeitos das alterações do clima que podem atingir de forma especialmente drástica aos moradores das zonas urbanas.

Em que pese a existência de um acervo legal bastante amplo, a questão ambiental é tratada no Brasil de forma marginal pelas esferas governamentais e por diversos atores não-estatais, de acordo com Born; Talocchi (2002), que vêem ações ainda incipientes com base nas idéias e nos princípios da sustentabilidade do desenvolvimento; entretanto, reconhecem como um alento a difusão das propostas e experiências de uso de instrumentos de caráter econômico com critérios sociais para a gestão ambiental em evolução no país.

Segundo Nogueira; Medeiros; Arruda (2000), a maioria dos ativos ambientais não tem substitutos e a inexistência de sinalização de “preços” para seus serviços distorce a percepção dos agentes econômicos, induzindo os mercados a falhas na sua alocação eficiente e evidenciando uma divergência entre os custos privados e sociais. A adoção de medidas visando à utilização sustentável do recurso é beneficiada pela estimação de valores para os ativos ambientais.

Estimar e divulgar o valor econômico dos bens e serviços dos ecossistemas proporcionados pela natureza, tornando-o visível na contabilidade econômica das nações, pode influenciar nas escolhas de políticas, ações práticas visando à proteção do capital natural, decisões de negócios e o comportamento dos consumidores (TEEB, 2011).

Em particular, o entendimento da forma como as áreas verdes e as florestas urbanas interagem com a manutenção do bem-estar humano é importante tanto para o planejamento da ocupação do espaço urbano quanto para a saúde pública. A existência de cobertura arbóreo-arbustiva influencia no arrefecimento do calor, no aumento da umidade do ar, proporciona refúgio à fauna adaptada às cidades, promove melhorias contra a poluição atmosférica e contribui na diminuição das inundações. Embora seja reconhecida a importância da cobertura vegetal para as cidades, principalmente para os grandes centros urbanos, não há o engajamento ou comprometimento necessários para deter a degradação ambiental urbana em curso ou tentar reverter seus efeitos prejudiciais à saúde humana, em primeiro lugar (TEEB, 2011).

O desafio aos gestores das cidades é o reconhecimento dos benefícios alocados pelo capital natural local para o bem estar das pessoas nelas residentes e incorporá-los também na economia municipal, através de mecanismos de mercado e políticas públicas pela criação e manutenção de unidades de conservação ou outras situações onde os serviços dos ecossistemas possam contribuir para a economia local; tais objetivos têm implicações imediatas na melhoria da qualidade de vida dos habitantes e nos objetivos de desenvolvimento sustentável (TEEB, 2011).

Problematização

O modo de vida da população das grandes cidades, a degradação ambiental e as dinâmicas de ocupação do solo, principalmente nos centros urbanos dos países em desenvolvimento, sugerem perspectivas de que eventos extremos causados pelas alterações do clima afetem gravemente grandes contingentes humanos.

Como desenvolver cidades melhor preparadas em relação à prevenção ou enfrentamento e mitigação de calamidades, tornando-as resilientes, é um desafio aos gestores e formuladores de políticas.

Reconhecer e incorporar os serviços ecossistêmicos derivados dos sistemas ecológicos urbanos como recurso coadjuvante eficiente e de baixo custo nas estratégias para promover a proteção e melhoria da qualidade ambiental implica a necessidade de compreender suas dinâmicas em relação ao meio urbano - como o influencia e são por ele influenciado. Tal meta torna-se especialmente problemática em sociedades historicamente negligentes com a conservação de seus recursos naturais.

Objetivos

Objetivos gerais.

Este trabalho visa analisar a relevância dos parques e outras formas de áreas verdes no meio urbano para a melhoria da qualidade ambiental das cidades.

Propõe-se a aplicação das perspectivas conceituais e legais do instrumento de gestão do Pagamento por Serviços Ecosistêmicos como estratégia de criação e conservação para os parques intraurbanos.

Em congruência, explora-se a possibilidade de valoração econômica de serviços ecossistêmicos gerados por uma unidade de conservação urbana na cidade de São Paulo.

Objetivos específicos.

A pesquisa propõe:

- o reconhecimento da prestação de serviços ecossistêmicos pelas árvores remanescentes no meio urbano, expondo os benefícios derivados das áreas verdes e florestas urbanas;
- a relevância da criação de políticas públicas que tenham em perspectiva os recursos naturais para o enfrentamento das alterações climáticas, a melhoria da saúde pública e ambiental urbanas e as condições de habitabilidade das cidades.
- a pertinência da atribuição de valor econômico à vegetação e aos serviços ecossistêmicos como estratégia de conservação dos recursos naturais existentes na malha intraurbana; e
- demonstrar a utilidade de ferramenta analítica tecnológica inovadora no dimensionamento dos serviços prestados pela vegetação urbana e a possibilidade de valoração econômica dos serviços ecossistêmicos identificados.

Métodos adotados.

O estudo, com caráter exploratório, foi realizado através de revisão bibliográfica não sistematizada e com a utilização de ferramenta tecnológica executada pelo programa i-Tree ECO.

Organização da dissertação.

Capítulo 1.

Descrição dos materiais e métodos empregados na pesquisa. É apresentado o *software* i-Tree e os mecanismos técnico-científicos que fundamentaram seu desenvolvimento e utilização.

Capítulo 2.

Compreende a revisão bibliográfica realizada para a contextualização da pesquisa. O caráter inter e multidisciplinar conferido a esta pesquisa buscou sua base teórico-conceitual com elementos dos ramos da física, economia, meio ambiente, política, direito, antropologia e outros.

Capítulo 3.

São apresentados os resultados consolidados extraídos dos relatórios produzidos a partir da análise dos dados processados pelo *software* i-Tree. A leitura a ser feita das informações geradas é a de que foi respaldada de forma experimental a revisão bibliográfica empreendida, notadamente quanto ao efeito exercido pelas vegetação considerada.

Capítulo 4.

Compreende as conclusões da pesquisa. Incorpora as considerações finais e recomendações apoiadas pelos conceitos e método apresentados.

CAPÍTULO 1 – PROCESSO DA PESQUISA E MÉTODOS.

“Viver é perigoso ! . . .”

João Guimarães Rosa. Grande Sertão: Veredas.

Esta dissertação foi desenvolvida com base em três tipos de abordagem metodológica. Inicialmente, para fundamentar as concepções básicas, foi realizada uma revisão bibliográfica não sistematizada e, a referenciá-la, buscou-se o suporte da diversidade de conceitos e concepções através de autores com ampla produção acadêmica através de artigos, livros, trabalhos publicados em veículos científicos nacionais e internacionais e nos periódicos da chamada grande imprensa.

A segunda abordagem adotada reveste-se da intenção de atribuir um caráter de pesquisa exploratória a este trabalho, a qual, segundo ensina Gil (2002), é a pesquisa

que tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

Ainda segundo Gil (2002), frequentemente as pesquisas exploratórias envolvem o levantamento bibliográfico, a análise de exemplos ou assume a forma de estudo de caso.

O terceiro e principal instrumento metodológico consistiu na utilização de ferramenta tecnológica representada pelo *software* i-Tree ECO aplicada no levantamento dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelas árvores encerradas em um parque intraurbano, visando uma proposta de valoração monetária dos serviços ecossistêmicos que resultaram das funcionalidades proporcionadas pelo programa.

O i-Tree é um *suite* (conjunto) de aplicativos para a análise do estado-da-arte revisado por pares e desenvolvido pelo United States Department of Agriculture - USDA Forest Service - em parceria entre o Davey Tree Expert Company, National Arbor Day Foundation, Society of Municipal Arborists, International Society of Arboriculture e Casey Trees, envolvendo o desenvolvimento, fornecimento de apoio

técnico e divulgação dos *softwares*, que são de domínio público, com descarga (“*download*”) diretamente pelo sítio disponível pela Internet e atualizados periodicamente com informações provenientes de todos os continentes à medida que estas ferramentas vão sendo adaptadas às diferentes cidades e países.

A proposta dos desenvolvedores do *suite* i-Tree é fornecer ferramentas para a avaliação e gestão dos benefícios oferecidos pelas florestas urbanas, no sentido de prover auxílio às comunidades de qualquer dimensão a fortalecer a gestão florestal e proteção urbana por meio da quantificação dos serviços ambientais que as árvores fornecem, além de avaliar a estrutura da vegetação arbórea e arbustiva existente na cidade.

A aplicação da ferramenta i-Tree com o objetivo de calcular o valor econômico e ecológico de árvores é citada no relatório TEEB para formuladores de políticas locais e regionais (2010, p. 14);

A figura 1 ilustra a localização e o número de propostas de projetos com a utilização das ferramentas i-Tree em diversas cidades do mundo. Não significa, no entanto, que todos estejam implementados.

O *suite* possui ferramentas para análise e programas utilitários.

São ferramentas:

- *i-Tree Streets*: foca sobre os serviços dos ecossistemas e da estrutura da população arbórea nas ruas do município. Utiliza uma amostra ou inventário completo para quantificar e atribuir valor em dólares aos benefícios ambientais e estéticos das árvores durante um ano, incluindo a conservação de energia, melhora da qualidade do ar, redução do dióxido de carbono, controle de águas pluviais e do aumento do valor de propriedade.
- *i-Tree ECO*: projetado para utilizar dados de campo de parcelas localizadas aleatoriamente ao longo de uma localidade juntamente com a poluição do ar horária local e de dados meteorológicos para quantificar a estrutura da floresta urbana, os efeitos ambientais e valores para a comunidade. Fornece resultados para análises bastante semelhantes aos do Streets, mas é o modelo mais recomendável para o levantamento dos serviços ecossistêmicos proporcionados pela vegetação arbórea e arbustiva contida em parques urbanos.

Figura 1: contingente de usuários do i-Tree.
Fonte: i-treetools.org. Acessado em 16/03/2015.

- *i-Tree Hydro*: projetado para modelar os efeitos das mudanças da cobertura arbórea urbana e superfícies impermeáveis no fluxo horário e na qualidade da água ao nível da bacia hidrográfica.
- *i-Tree Vue*: avalia a cobertura do solo da localidade estudada, incluindo copa das árvores e alguns dos serviços ecossistêmicos prestados pela floresta urbana local. Os benefícios futuros pelos efeitos do plantio de árvores também podem ser modelados. Utiliza banco de imagens do satélite NLCD (National Land Cover Database).
- *i-Tree Design*: oferece uma avaliação preliminar, em “link” com o Google Maps, demonstrando como a seleção da árvore, seu tamanho e colocação em torno de uma residência afeta o uso de energia e proporciona outros benefícios.
- *i-Tree Canopy*: oferece uma estimativa estatística para os tipos de cobertura do solo (como a cobertura por árvores), utilizando imagens aéreas disponíveis no Google Maps. Os dados podem ser utilizados por gestores das florestas urbanas para estimar a cobertura do dossel e definir metas e acompanhar a evolução.

São programas utilitários:

- *i-Tree Species*: projetado para auxiliar aos silvicultores urbanos a selecionarem as espécies de árvores mais adequadas com base na função ambiental e área geográfica.

- *i-Tree Pest Detection Module*: é um protocolo padronizado para a observação de uma árvore visando levantar possíveis problemas com pragas (insetos ou doenças).

- *i-Tree Storm*: ajuda a avaliar os danos generalizados à comunidade após uma forte tempestade. É adaptável a vários tipos e tamanhos de cidades e fornece informações sobre o tempo e os recursos necessários para mitigar os danos causados por tempestades.

O i-Tree disponibiliza manuais de operação para cada aplicativo existente. Dentro dos objetivos desta dissertação, verificou-se que algumas das ferramentas não eram apropriadas para os objetivos propostos; outras, pela complexidade de condução e exigência de levantamento de determinados tipos de dados, consumiriam um cronograma cujo encerramento perceptivelmente ultrapassaria o prazo-limite para a conclusão desta pesquisa.

A proposta de estudo para tipificar os serviços ecossistêmicos proporcionados por uma unidade conservação intraurbana - um parque, equipamento urbano por excelência – encontrou lastro na possibilidade de utilização das ferramentas i-Tree *Eco* e *Streets*. Neste ponto, além das instruções constantes dos manuais, foram levadas em consideração também as orientações recebidas diretamente da equipe gestora dos aplicativos durante as trocas de correspondências por *e-mail*, registradas e arquivadas durante todas as etapas de trabalho. A equipe do i-Tree foi informada sobre o escopo, objetivos e outras características do estudo e a decisão foi pela adoção do i-Tree ECO para a realização das análises.

O i-Tree *Team* reconheceu, durante os contatos permanentes mantidos para o acompanhamento de cada etapa do trabalho, que o presente estudo tem caráter pioneiro no Brasil, ou seja, desconhecem aplicação da ferramenta i-Tree ECO em outro projeto brasileiro com a proposta e objeto de análise ora em pauta.

A concepção dos modelos de cálculo para a valoração dos serviços ecossistêmicos contidos no *suite* i-Tree está disponível no artigo de Nowak *et al* (2008) referenciado no item “Por dentro do i-Tree”, apresentado à frente no subitem 1.1.

Considerado um dos “cartões postais” da cidade de São Paulo, optou-se pelo Parque Ibirapuera como modelo para a consecução deste trabalho pelo marco tradicional e o simbolismo que representa para a cidade, oferecendo lazer, educação ambiental, convívio social e serviços ecossistêmicos. A localização geográfica privilegiada do Parque dentro da malha urbana, além da quantidade e variedade dos espécimes arbóreos preservados, também foram importantes fatores considerados. O Parque Ibirapuera possui área de 158 ha (1.584.000 m²).

O Parque Ibirapuera.

Fonte: Google Earth (2015).

Outro aspecto fundamental para a condução do estudo foi a pré-existência de praticamente todas as informações exigidas pelo aplicativo ECO tendo como fonte a cobertura arbórea do Parque Ibirapuera, adotada como modelo para este estudo. Tal disponibilidade deve-se a uma parceria firmada no ano de 2007 entre o Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ – e a administração do Parque, através da qual foi realizada avaliação quali-quantitativa da vegetação, árvore a árvore, tendo como objetivo o desenvolvimento de um plano de manejo para a vegetação do parque. Os trabalhos e o inventário correspondente foram finalizados em 2008, e o i-Tree foi aplicado sobre este banco de dados.

O *design* e funcionalidades do aplicativo foram concebidos tendo por base as condições meteorológicas, climáticas, a fonte de geração de eletricidade e a florística características de cada região norte-americana.

Com relação a projetos classificados como “internacionais”, isto é, originados fora dos Estados Unidos, o aplicativo i-Tree ECO apresenta algumas limitações e diferenciações em relação à utilização de seus recursos para a mensuração de serviços providos pela arborização urbana.

Países como o Canadá e a Austrália possuem atualmente maior integração de seus elementos florísticos e climáticos com o banco de dados do i-Tree ECO.

O *suite* é adotado por diversas cidades no mundo e passa por atualizações e adaptações às condições locais com o passar do tempo.

Não foi possível a quantificação de alguns serviços ecossistêmicos e avaliações mais precisas para o Parque Ibirapuera que se pretendia no início, principalmente pela indisponibilidade ou limitações de acesso a alguns recursos do aplicativo para um projeto estrangeiro.

Desta maneira, algumas condições/variáveis limitaram a obtenção de resultados mais abrangentes derivados da estrutura arbórea do Parque Ibirapuera. Essas limitações e eventuais adaptações para o alcance de resultados equivalentes referem-se a (de acordo com o i-tree ECO User's Manual; NOWAK *et al*, 2008):

- a) certas espécies de árvores não estão disponíveis no banco de dados do i-Tree para efeitos de comparação com parâmetros previamente cadastrados; neste caso, é prevista a substituição do espécime por outro do mesmo gênero ou família;
- b) o cálculo dos efeitos das árvores sobre a conservação e consumo de energia nos imóveis depende da distância entre ambos e a arquitetura da construção; entretanto, a mensuração dos efeitos das árvores urbanas sobre o consumo de energia nos edifícios só está disponível plenamente para as regiões localizadas nos EUA, embora sejam permitidas adaptações do modelo eventualmente para a região meridional do Canadá;
- c) a valoração da remoção da poluição é calculada a partir de valores médios de externalidades para os Estados Unidos para cada poluente analisado;
- d) alguns gráficos e tabelas dos resultados obtidos não são disponibilizados para usuários estrangeiros, embora o arquivo de saída de dados possa ser usado para a construção de tabelas e gráficos;
- e) projetos internacionais demandam maior tempo de processamento (2 a 6 meses) pelo US Forest Service.

Alguns *inputs* (entradas) tiveram de ser formatados e adaptados para que pudessem ser inseridos no programa i-Tree ECO (por exemplo, as unidades de medida das concentrações dos poluentes atmosféricos).

Outras duas informações requeridas pelo *software* não estavam disponíveis (“*height to crown base*”, “*tree height live top*”) no inventário previamente existente como resultado da parceria entre a ESALQ e a administração do Parque.

Apesar destes obstáculos, alguns dados importantes em relação à quantificação dos poluentes interceptados e absorvidos pela vegetação arbórea do Parque foram obtidos, demonstrando e corroborando a importância das árvores na malha urbana como coadjuvantes na melhoria das condições ambientais.

Em Anexo 1 encontra-se a planilha com as 33 informações demandadas - algumas opcionais - para a “alimentação” (em Access) da interface com o aplicativo i-Tree Eco para que este fosse corretamente “rodado”: todos os elementos arbóreos de

interesse foram georreferenciados, fotografados e dimensionados por fatores como altura, DAP, largura e exposição da copa à luz solar, espécie, dentre outros.

À parte das entradas (*inputs*) pré-existentes feitas diretamente no aplicativo, outras informações necessárias tiveram que ser obtidas em fontes especializadas como a concentração atmosférica de alguns poluentes, dados pluviométricos e classificação climática da cidade de São Paulo; formatadas em Excel, tais informações foram submetidas ao US Forest Service via *e-mail* suplementarmente ao banco de dados em extensão .mdb inserido diretamente pela interface. Estão descritas a seguir.

O i-Tree ECO exige as concentrações horárias durante um ano dos poluentes atmosféricos Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrogênio (ou azoto - NO₂), Ozônio (O₃), Dióxido de Enxofre (SO₂), material particulado 2,5µm (PM_{2,5}) e material particulado 10 µm (PM₁₀).

A figura 2 demonstra como os dados das concentrações horárias dos poluentes de interesse são disponibilizados de acordo com a unidade de medida adotada pela CETESB:

Tipo de Monitoramento:		
A	B	C
1	Tipo de Monitoramento:	CETESB
2	Tipo de Rede:	Automática
3	Tipo de Dado:	Primários
4	Código da estação:	83
5	Nome da estação:	Ibirapuera
6		
7	Data	Hora
8		Média Horária
9	19/03/2011	01:00
10	19/03/2011	02:00
11	19/03/2011	03:00
12	19/03/2011	04:00
13	19/03/2011	05:00
14	19/03/2011	06:00
15	19/03/2011	07:00
16	19/03/2011	08:00
17	19/03/2011	09:00
18	19/03/2011	10:00
19	19/03/2011	11:00
20	19/03/2011	12:00
21	19/03/2011	13:00
22	19/03/2011	14:00
23	19/03/2011	15:00
24	19/03/2011	16:00
25	19/03/2011	17:00
26	19/03/2011	18:00
27	19/03/2011	19:00
28	19/03/2011	20:00
29	19/03/2011	21:00
30	19/03/2011	22:00

Figura 2: planilha contendo as concentrações horárias do NO₂ registradas pela estação medidora do Ibirapuera e disponibilizada pela CETESB. Pode-se delimitar o intervalo temporário durante um ano para se obter os dados desejados.

Fonte: <http://qualar.cetesb.sp.gov.br/qualar/exportaDadosAvanc.do?method=exportar>. Acesso em 15/05/2015.

As informações sobre as concentrações dos elementos poluentes puderam ser colhidas no banco de dados do Qualar, serviço da CETESB. Foi apenas a partir de 2011 que a CETESB passou a dispor das concentrações de todos eles. No entanto, as medições estão fracionadas pelas estações medidoras, sendo que a estação mantida pela agência ambiental paulista no Parque Ibirapuera estabelece os índices do NO₂, CO, MP₁₀ e O₃ e as medidas do MP_{2,5} e do SO₂ foram obtidas através da estação medidora de Congonhas. A tabela constante em Apêndice A fornece um panorama comparativo entre os poluentes que são monitorados pelas estações medidoras de Congonhas e Ibirapuera.

A etapa a ser superada em seguida foi quanto à incompatibilidade de unidades de medida verificadas entre as que eram disponibilizadas pela CETESB daquelas exigidas pelo aplicativo ECO.

As concentrações horárias do NO₂, do O₃ (encontradas na estação do Ibirapuera) e do SO₂ (encontrada na estação de Congonhas) são requeridas em ppm (partes por milhão) pelo i-Tree ECO, ao passo que a CETESB as dimensiona em µg/m³ (microgramas por metro cúbico). Os demais contaminantes (MP_{2,5}, MP₁₀ e CO) tinham as unidades de medida concordantes entre a fonte e o aplicativo.

A fim de que houvesse conformidade em relação à unidade de medida exigida pelo aplicativo, utilizou-se a seguinte fórmula para a conversão de µg/m³ para ppm (conforme Flagan; Seinfeld, 1988):

$$\text{ppm} = \frac{R \cdot T}{P \cdot M} \cdot \text{Conc } \mu\text{g/m}^3$$

d'onde: R (constante dos gases) = 8,314

T= 298 (temperatura padrão em K)

P (pressão padrão em Pa) = 1,0133 x 10⁵ = 1 atm

M= peso molecular do poluente de interesse (SO₂= 64, NO₂= 46, O₃= 48).

Feitas as conversões, obteve-se 8.760 registros horários de cada poluente durante um ano, ou o total de 52.560 registros no ano de 2011 para todos os 6 poluentes considerados.

A leitura horária da precipitação (*hourly precipitation readings*) durante um ano para a cidade de São Paulo é outra variável obrigatória. A equipe gestora do i-Tree têm registros apenas até o ano de 2010 para as principais cidades do planeta. Dado que o ano-base do projeto que referencia esta dissertação utiliza dados atmosféricos de 2011, registros pluviométricos do mesmo ano foram necessários e obtidos através da Estação Meteorológica do IAG/USP, no parque CIENTEC, localizado no bairro da Água Funda. O Anexo 2 copia, para exemplo, um pluviograma diário com os dados de duração e volume de chuvas durante o mês de março de 2011.

O aplicativo i-Tree ECO demanda também a classificação climática da região onde está inserido o foco do estudo.

Uma classificação climática² objetiva caracterizar, em uma grande área ou região, zonas com características climáticas homogêneas. A classificação do clima

² *Um dos sistemas de classificação climática mais abrangente (ROLIM et al, 2007) é o de Köppen e Geiger, ou Köppen-Geiger, criado em 1928, partindo do pressuposto de que a vegetação natural é a melhor expressão do clima de uma região. Ambos desenvolveram uma classificação ainda hoje largamente utilizada, em sua forma original ou com modificações e adaptações que foram feitas ao longo das décadas posteriores, inclusive no Brasil. As modificações e críticas ao sistema são sempre relacionadas aos limites térmicos/hídricos dos tipos de climas determinados para diferentes regiões.*

também pode ser feita para localidades específicas, levando-se em conta tanto as características da paisagem natural, baseando-se no fato da vegetação ser um integrador dos estímulos do ambiente, como também os índices climáticos, baseados nas normas climatológicas (Fonte: www.lce.esalq.usp.br/aulas/lce306/Aula3.pdf, acesso em 14/04/15).

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger a cidade de São Paulo está inserida na classificação Cwa.

O tipo climático Cwa não é encontrado, portanto, em nenhuma região dos Estados Unidos. Para a quantificação da função de *run-off* (escoamento da água da chuva) para o Parque Ibirapuera, para cujo cálculo o i-Tree Eco requer a tipificação climática da região onde o *plot* de interesse está imerso, o US Forest Service procedeu a uma adaptação e optou-se por utilizar a classificação Cfa, predominante em diversas partes da região sudeste norte-americana, com características próximas à classificação climática (Cwa) de São Paulo.

Expressamente, as características³ dos tipos climáticos ora em pauta seriam:

- **Cwa:** região caracterizada por clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.
- **Cfa:** região caracterizada por clima temperado úmido com verão quente.

Conforme a equipe responsável do i-Tree, à medida que variáveis específicas de projetos internacionais são submetidas para análise, estas passam a compor o banco de dados do i-Tree, contribuindo para o aperfeiçoamento da ferramenta para ampla utilização nos demais países.

A expectativa inicial para os resultados foi obter para o Parque Ibirapuera a quantificação do maior número possível de serviços gerados pela cobertura arbórea local, de acordo com o esquema simbolicamente representado pela figura 3, a qual tem como referência os serviços prestados pela totalidade das árvores da área metropolitana de Fox Valley, em Wisconsin, nos Estados Unidos.

³ Fonte: https://portais.ufg.br/up/68/o/Classifica_o_Clim_tica_Koppen.pdf. Acesso em 13/05/2015.

Figura 3: ilustração dos serviços gerados pelas árvores urbanas em região metropolitana dos EUA.

Fonte: Wisconsin Dept. of Natural Resources; U.S. Forest Service. Disponível em www.itreetools.org/resources/reports. Acesso em 15/02/2014.

Foram contabilizadas em 2008, de acordo com o inventário produzido pela equipe da ESALQ, 15.066 árvores circunscritas à área do Parque Ibirapuera.

No entanto, foi utilizado para análise estrutural e quantificação dos valores físicos e monetários quanto aos benefícios derivados da vegetação arbórea o total de 14.334 árvores. Esta diferença deveu-se à não inclusão no rol enviado de 139 árvores mortas e o saldo restante, 593 árvores, não informado por dois fatores:

1. não foi possível identificar as respectivas espécies ou gêneros de alguns indivíduos arbóreos; e
2. alguns elementos, mesmo identificados, não constaram, como espécie ou gênero, no rol do banco de dados das espécies inseridas no programa i-Tree como parâmetro para comparação.

Neste levantamento inicial no Parque Ibirapuera não foi referenciada a vegetação arbustiva, sendo considerada apenas a vegetação com porte arbóreo.

1.1 “POR DENTRO” DO i-TREE.

Logomarca da ferramenta
Fonte: www.itreetools.org

O programa i-Tree ECO foi desenvolvido tendo como base o modelo Urban Forest Effects (UFORE) cujo objetivo é avaliar a estrutura da floresta urbana (número de árvores, a composição de espécies, dimensões e a saúde das árvores, por exemplo) e suas várias funções (remoção da poluição do ar, armazenamento e sequestro de carbono). O modelo contém protocolos para medir e monitorar as florestas urbanas, bem como as funções do ecossistema e os valores estimados.

O modelo do Urban Forest Effects fornece informações sobre os recursos das florestas urbanas e seus serviços ecossistêmicos e pode ser empregado para melhorar a gestão e reforçar programas de silvicultura urbanos.

Nowak *et al* (2008) referenciam a utilização do UFORE na gestão da qualidade ambiental do espaço urbano nos E.U.A.: baseado em parte nos resultados fornecidos pelo UFORE, a New Jersey Tree Foundation (uma organização sem fins lucrativos que trabalha com programa de silvicultura comunitária) intermediou e recebeu US\$ 1 milhão em multa aplicada a determinada empresa por poluição do ar; o valor foi destinado a um projeto chamado Urban Airshed Reforestation para reflorestamento intensivo na área de New Jersey. Em Oakville, Ontario, a cidade está utilizando os resultados do UFORE para ajudar a melhorar integração da silvicultura com outras instâncias da cidade e criar novos programas e políticas para manter a cobertura arbórea.

As principais vantagens do modelo UFORE são a utilização de dados de campo medidos localmente e procedimentos de revisão por pares para estimar funções florestais urbanas.

No entanto, o UFORE tem algumas limitações. Quantificações funcionais são calculadas baseadas em vários algoritmos. Muitas das funções estimadas pelo modelo são difíceis de medir com precisão no campo; assim, os procedimentos de modelagem são necessários para quantificar esses efeitos para as florestas urbanas. É importante garantir a qualidade e precisão dos dados coletados em campo para que as estimativas resultantes do modelo sejam confiáveis, subsidiando soluções para a gestão do espaço urbano.

O modelo só estima estrutura e funções em um ponto no tempo, mas fornece um meio através do registro permanente de localização dos *plots* (áreas de interesse) e árvores para avaliar com precisão a mudança da floresta urbana através do tempo.

A sustentação científica e metodológica do modelo foi reunida no artigo “A Ground-Based Method of Assessing Urban Forest Structure and Ecosystem Services”, de Nowak *et al* (2008), pesquisadores do USDA Forest Service, cujo *paper* reuniu os principais aspectos, relatados a seguir, que ensejam a aplicação da ferramenta i-Tree na avaliação e valoração dos serviços ecossistêmicos pelas florestas urbanas.

Dados estruturais da floresta fornecem a base para estimar a área foliar total, a biomassa foliar e arbórea, e quantificar inúmeras funções florestais (serviços ambientais). Medidas precisas da estrutura da floresta urbana são fundamentais para o planejamento florestal urbano adequado para ajudar a manter ou melhorar a qualidade ambiental, a saúde humana e o bem-estar nas cidades.

A premissa básica por trás do modelo UFORE é que a estrutura da floresta urbana afeta as funções e valores florestais. Para uma avaliação precisa da estrutura da floresta urbana as melhores estimativas de funções e valores devem ser alcançadas. O modelo utiliza um procedimento de amostragem para estimar vários atributos estruturais medidos sobre a floresta (por exemplo, a composição de espécies, número de árvores, distribuição de diâmetro) dentro de um erro de amostragem conhecido. O UFORE usa a informação estrutural já levantada para estimar outros atributos estruturais (por exemplo, área foliar, biomassa de árvores e folhas) e incorpora dados ambientais (por exemplo, classificação climática) locais para estimar vários atributos funcionais (por exemplo, remoção de poluição do ar, seqüestro de carbono, efeitos sobre o consumo de energia nos edifícios). Para estimar o valor de algumas das funções são utilizados dados econômicos da literatura.

Segundo McPherson *et al* (1997), muitos dos benefícios às pessoas que derivam das árvores relacionam-se à sua área foliar, como a interceptação pluvial, evapotranspiração e sombreamento. Fórmulas matemáticas para dimensionar a área foliar por amostragem em diversos tipos de uso do solo foram desenvolvidas e vêm sendo aplicadas.

Resumidamente, o modelo baseia-se no levantamento dos dados reunidos em cinco módulos:

1) **Estrutura da floresta urbana:** é o arranjo espacial e as características da vegetação em relação a outros objetos (por exemplo, edifícios) nas zonas urbanas. Este módulo quantifica a estrutura da floresta urbana (por exemplo, a composição de espécies, densidade e saúde da árvore, área foliar e biomassa foliar e arbórea), valor, diversidade e risco potencial por pragas.

a) Amostragem: a forma mais precisa para avaliar a estrutura da floresta urbana é medir e registrar informações sobre cada árvore. Um censo completo pode funcionar bem para populações relativamente pequenas (por exemplo, árvores de rua, pequenos parques), mas é um custo proibitivo para populações de árvores maiores. Assim, a amostragem aleatória pode fornecer um meio de baixo custo para avaliar a estrutura da floresta urbana e funções para avaliações em larga escala.

O modelo de avaliação Urban Forest Effects usa dois tipos básicos de amostragem para quantificar a estrutura da floresta urbana: grade randomizada e amostragem aleatória estratificada.

Com a amostragem de grade randomizada, a área de estudo é dividida em células de igual área com base no número desejado de *plots* (lotes) e, em seguida, um *plot* é localizado de forma aleatória dentro de cada célula da malha. A área de estudo pode, então, ser subdividida em unidades menores de análise (ou seja, estratos) após as parcelas serem distribuídas (pós-estratificação). Esta abordagem de amostragem aleatória permite a avaliação relativamente fácil de mudanças em levantamentos futuros (no caso de monitoramento da floresta urbana), mas provavelmente à custa do aumento da variância (incerteza) de estimativas da população.

Com amostragem aleatória estratificada, a área de estudo é estratificada antes de distribuir os lotes e parcelas são distribuídas aleatoriamente dentro de cada estrato (por exemplo, uso da terra). Este processo permite ao utilizador distribuir as parcelas entre as camadas para diminuir potencialmente a variância global da estimativa da população. Por exemplo, como os efeitos das árvores são muitas vezes o foco principal da amostragem, o usuário pode distribuir mais parcelas em estratos que tem mais árvores. A desvantagem desta abordagem é que torna as avaliações mais difíceis a longo prazo, como resultado do potencial dos estratos mudarem ao longo do tempo. A figura 4 esquematiza visualmente as definições expostas:

b) Coleta de dados variáveis: existem quatro tipos gerais de dados coletados em um *plot* para análise do UFORE: 1) informações gerais do *plot* (quadro 1) usado para identificar o *plot* e suas características gerais; 2) informações sobre arbustos (quadro 2) usado para estimar a área foliar do arbusto/biomassa, remoção de poluição, e a emissão de compostos orgânicos voláteis (COV) pelos arbustos; 3) informação sobre árvores (quadro 3) usadas para estimar atributos estruturais da floresta, remoção de poluição, emissões de COV, armazenamento e sequestro de carbono, efeitos de conservação de energia e os impactos potenciais de pragas de árvores; e 4) dados de cobertura do solo

utilizado para estimar a quantidade e distribuição de vários tipos de cobertura do solo na área de estudo.

Figura 4: tipos de aleatoriedade para identificação da floresta urbana.
Fonte: i-Tree ECO User's Manual. Disponível em www.itreetools.org.

Variável	Descrição
Plot ID	número identificador único
Plot Address	
Date and crew	
Photo number	ajuda a identificar o <i>plot</i>
Measurement units	sistema métrico (m/cm) ou English (ft/in)
Reference objects	para auxiliar a localização do centro plot em reavaliações
Distance to Reference Object	distância do centro plot para cada referência (ft/m)
Direction to object	direção do centro plot para cada referência (graus)
Tree Measurement Point (TMP)	modo alternativo para referenciamento do plot
Percent Measured	proporção do plot que realmente é mensurado
Land use	tipo de uso do solo (residencial, parque, industrial)
Tree cover	porcentual da área do plot coberta pelo dossel próxima de 5%
Shrub cover	porcentual da área do plot coberta pela copa arbustiva próxima de 5%
Plantable space	porcentual da área do plot cultivável para árvores

Quadro 1: informações gerais a serem coletadas do plot (parcela, terreno, lote) para o modelo UFORE. Fonte: Nowak et al (2008).

Variável	Descrição
Species code	código da espécie a partir de lista com 10 mil espécies árvores e arbustos
Average height of mass	massa de um grupo de arbustos de espécies ou gênero de altura similar (ft ou m)
Percent área	porcentual do total de cobertura arbustiva do plot ocupado pela massa de arbusto
Percent Shrub mass missing	porcentual da massa de arbusto não ocupado por folhas

Quadro 2: informações a serem coletadas sobre a vegetação arbustiva.
Fonte: Nowak et al (2008).

Variável	Descrição
Tree ID	número único da árvore
Distance (ft/m) and direction (degrees) from plot center or TMP	para identificar e localizar a árvore em futuras avaliações
Species code	código da espécie a partir de lista com 10 mil espécies árvores e arbustos
Number of dbhs recorded	para árvores com múltiplos caules
Dbh (C, S)	diâmetro à altura do peito (in/cm) para todos os caules registrados
Dbh measurement height	registrar se o DAP não foi medido a 1,37 (4,5 ft)
Total height (A, C, E, S, V)	altura ao topo da árvore (ft/m)
Height to crown base	altura até a base da coroa viva (ft/m)
Crown width (A, S, V)	registrar duas medições: largura (ft/m) N-S (norte-sul) e E-W (leste-oeste).
Percent canopy missing (A, S, V)	porcentual do volume da coroa sem folhas em intervalos de 5%
Dieback (C, E, S)	porcentual de perecimento da coroa em intervalos de 5%
Percent impervious beneath canopy (H)	porcentual da área abaixo da linha de gotejamento da árvore que é impermeabilizada.
Percent shrub cover beneath canopy (H)	porcentual da área abaixo da linha de gotejamento que é ocupada por arbustos
Crown light exposure (C, S)	número de lados da árvore que recebe luz solar por cima; estima taxas de crescimento e concorrência
Distance (ft/m) and direction (degrees) to space-conditioned residential buildings (E)	medição para árvores com pelo menos 6,1 m de altura e a até 18,3 m de edifícios com até 3 pavimentos ou menos
Street tree	S/N; estima a população de árvores localizadas nas ruas
Tree status	indica se a árvore é nova ou foi removida desde o último levantamento.

Quadro 3: variáveis arbóreas a serem coletadas para análise do UFORE.
Variáveis utilizadas para avaliar: A= remoção da poluição do ar; C= armazenamento/sequestro de carbono; E= economia de energia; H= efeitos na hidrologia; S= informação estrutural; V= emissão dos VOCs. Fonte: Nowak et al, 2008.

c) Área foliar e biomassa foliar: algumas das principais variáveis para funções ecossistêmicas são a área foliar e a biomassa foliar. Estes atributos não são medidos diretamente no campo, mas em vez disso, são estimados usando equações de regressão. Essas equações estimam a área foliar ou de biomassa com base no tipo de espécies (coníferas ou decíduas), medidas da coroa e da condição das árvores. Por exemplo, coeficientes de sombreamento (porcentagem da luz solar interceptada pelas copas foliadas) integram os cálculos, e se não existirem para determinada espécie, são adaptados para médias do gênero ou de folhosas (*hardwood*). Outros métodos podem ser utilizados para estimar a área foliar (por exemplo, dispositivos de imagem).

Como exemplo, para cálculo do índice de área foliar (*leaf area index*- LAI) é usada a fórmula

$$LAI = \ln(I/I_0) / -k$$

onde:

LAI = m² de área foliar por m² da área do dossel projetada no solo

ln = logaritmo neperiano

I = intensidade de luz por baixo da copa;

I₀ = intensidade de luz acima da copa;

k = coeficiente de ausência de luz

O coeficiente de ausência de luz é 0,52 para coníferas e 0,65 para lenhosas.

Para o cálculo da área foliar da árvore:

$$LA = [\ln(1 - x_s) / -k] \times \pi r^2$$

onde

X_s é o coeficiente médio de sombreamento das espécies e r é o raio da coroa.

Para CLE (*crown light exposure*) = 2-3: LA é calculado como a média da área foliar de equações de copa aberta (CLE = 4-5) e fechada (CLE = 0-1).

d) Diversidade de espécies: índices de diversidade de espécies e riqueza (profusão) de espécies são calculados para a toda a vegetação urbana.

e) Valor estrutural: baseado em métodos do Council of Tree and Landscape Appraisers (CTLA, USA, 1992). Valor compensatório é baseado em quatro características da árvore/local: área do tronco (área transversal no DAP), das espécies, condição e localização.

f) Efeitos dos insetos: são calculados os danos potenciais causados à área foliar, à população de árvores vivas e ao valor compensatório estimado por variados graus de suscetibilidade a algumas pragas.

2) **Emissões Biogênicas:** compostos orgânicos voláteis (VOCs, na sigla em inglês) podem contribuir para a formação de O_3 e CO. A quantidade de emissões de COVs depende das espécies de árvores, biomassa das folhas, temperatura do ar e outros fatores ambientais. Este módulo calcula a emissão horária de isopreno (C_5H_8), monoterpenos (terpenóides C_{10}), e outros compostos orgânicos voláteis por espécie para cada uso do solo e para toda a cidade. A transpiração arbórea resfria a temperatura do ar e da folha, assim, reduz as emissões de VOC biogênico. O aumento da cobertura de árvores reduz as temperaturas do ar entre $0,3^\circ C$ a $1,0^\circ C$, resultando em reduções horárias nas emissões de VOC biogênicos de 3,3% a 11,4%.

3) **Estoque e sequestro anual de Carbono:** este módulo calcula o total de carbono armazenado e o carbono bruto e líquido sequestrado anualmente pela floresta urbana. A biomassa de cada árvore é calculada usando equações alométricas⁴ florestais segundo a literatura. Ao ar livre, árvores com crescimento livre tendem a ter menor biomassa acima do solo do que o previsto por equações de biomassa derivada de florestas por árvores com o mesmo DAP.

As estimativas de carbono pela arborização urbana ao ar livre foram ajustadas para baixo com base em medições de campo para as árvores na área de Chicago, EUA. Esse ajuste pode levar a estimativas conservadoras de carbono. Maiores investigações são conduzidas para melhor aplicabilidade das equações derivadas do ambiente florestal para as árvores urbanas. Além disso, mais informações sobre o crescimento das árvores urbanas são necessárias para melhor compreensão sobre a variabilidade regional do crescimento sob diferentes condições do lugar onde estão fixadas para, desta forma, obter-se melhores estimativas do sequestro.

Nowak *et al* (2008) relatam que a utilização de equações de biomassa tem limitações em relação a palmeiras ou árvores tropicais no UFORE. O modelo precisa ser

⁴ *Equações alométricas são modelos matemáticos oriundos de análise de regressão, sendo amplamente utilizadas como meio indireto de se estimar o volume madeireiro e a biomassa florestal de uma área. Fonte: Higuchi & Ramm, 1985; Weaver & Gillespie, 1992, apud Andrade, E. A.; Higuchi, N. In: Produtividade de quatro espécies arbóreas de Terra Firme da Amazônia Central. Acta Amaz. vol.39 no.1 Manaus Mar. 2009. Scielo. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000100011>.*

atualizado com equações de biomassa para árvores tropicais para estimativas mais precisas visando cidades tropicais. O enfraquecimento ou decadência da árvore não é contabilizado nas estimativas de carbono, o que pode levar a uma superestimativa de armazenamento de carbono.

Para cálculos do valor monetário associado com o armazenamento e sequestro de carbono pelas árvores urbanas, valores do carbono são multiplicados por 22,8 dólares/tonelada de carbono com base na estimativa dos custos sociais marginais para os Estados Unidos das emissões de dióxido de carbono entre 2001 e 2010.

4) Remoção da poluição do ar: este módulo quantifica o volume horário de poluição removido pela floresta urbana, o seu valor e o percentual de melhoria associado à qualidade do ar ao longo de um ano. A remoção de poluição e o percentual de melhoria da qualidade do ar são calculados com base em dados de campo, a concentração da poluição e meteorológicos.

É mensurada a deposição seca (a poluição removida durante períodos sem chuva) horária de ozônio (O_3), dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2), monóxido de carbono (CO) e material particulado menor de 10 μm (PM_{10}) na copa de árvores e arbustos durante todo o ano.

Dados meteorológicos horários a partir da estação meteorológica mais próxima (normalmente estações meteorológicas em aeroporto) são levantados e incorporados no processamento dos dados.

Em formato padronizado, dados meteorológicos em todo o globo estão disponíveis pelo National Climatic Data Center (EUA) até o ano de 2008 e informações sobre poluição para os Estados Unidos também estão disponíveis através da Environmental Protection Agency dos EUA (2008). Para as análises fora dos Estados Unidos, dados locais da precipitação e poluição horárias precisam ser obtidos a partir de agências locais e formatados para integrarem a estrutura da entrada de dados UFORE.

O valor monetário de remoção de poluentes por árvores é estimado usando os valores medianos das externalidades para os Estados Unidos para cada poluente. Estes valores, em dólares por tonelada, foram ajustados em 2007 com base no *producer's price index* (PPI) e atualmente são: $NO_2 = \$ 8.989 \text{ t}^{-1}$; $PM_{10} = \$ 6.002 \text{ t}^{-1}$; $SO_2 = \$ 2.201 \text{ t}^{-1}$, e $CO = \$ 1,277 \text{ t}^{-1}$. Valores de externalidade para O_3 são ajustados para igualarem o valor do NO_2 .

5) Efeitos sobre a energia nos edifícios: este módulo calcula os efeitos das árvores sobre a utilização de energia nos prédios e consequentes emissões de carbono pelas usinas elétricas. Os métodos para estas estimativas são baseados em relatório de

McPherson; Simpson⁵ (1999). Distância e direção ao prédio são registradas em relação a cada árvore dentro de 18,3 m (60 ft) para edifícios residenciais de dois ou de um andar. Qualquer árvore menor do que 6,1 m (20 pés) de altura ou distante mais do que 18,3 m (60 pés) de um edifício é considerada como não tendo efeito sobre a utilização de energia pelo prédio.

Considerando o tamanho da árvore, distância e direção em relação à construção, clima da região, tipo da construção, tipo de folha (decíduas ou perenes) e porcentual de cobertura de edifícios e árvores no *plot* (terreno), é calculada a quantidade evitada de emissão de carbono pelas usinas de energia como resultado da presença de árvores. A quantidade de carbono evitada é classificada em quantidades de MWh (refrigeração) e MBtus e MWh (aquecimento) evitado como resultado de efeitos das árvores no consumo de energia.

O cálculo do efeito da presença das árvores sobre o consumo de energia para o aquecimento ou resfriamento em determinado local depende da matriz da produção de eletricidade de acordo com a região climática específica em que está inserida a área de estudo.

Tabelas atualizadas sobre tipos de energia utilizada pelos imóveis (por exemplo, eletricidade *versus* gás ou óleo) e possivelmente tabelas baseadas mais localmente (por exemplo, escala do município) ajudariam a melhorar as estimativas da ação das árvores no consumo energético.

⁵ McPherson, E.G., and J.R. Simpson. 1999. *Carbon Dioxide Reduction Through Urban Forestry: Guidelines for Professional and Volunteer Tree Planters*. Gen. Tech. Rep. PSW-171. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, CA. 237 pp.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

“Devemos ser gratos pelos elogiosos esforços sendo feitos por cientistas e engenheiros dedicados em achar soluções para problemas causados pelo homem.”

“ [. . .] mas um olhar sóbrio para o nosso mundo mostra que o grau de intervenção humana geralmente a serviço de interesses comerciais e do consumismo está, na realidade, deixando nossa Terra menos rica e bonita, cada vez mais limitada e cinza à medida em que avanços tecnológicos e bens de consumo continuam a crescer em abundância sem limites”.

Papa Francisco, Encíclica *Laudato Si*, 2015.

Sachs (1997) postula que o mundo encontra-se envolvido em profunda crise social, agravada pela dilaceração ambiental, devido a:

- sistemas econômicos desiguais gerando acumulação crescente de recursos entre uma minoria e privações generalizadas para grandes grupos populacionais; além disso, tanto a minoria abastada da população como a maioria empobrecida consomem excessivamente recursos ambientais não renováveis;
- busca obsessiva por competitividade destruindo capacidades produtivas, esbanjamento de recursos naturais, acúmulo de armamentos, obsolescência programada de equipamentos e bens de consumo e excessivos custos de transação dos sistemas socioeconômicos e políticos;
- finalidades distorcidas da pesquisa tecnológica, voltadas para atender a demandas que não a satisfação das necessidades básicas; e
- desemprego e falta de garantias para a manutenção de vida digna proporcionados pela exclusão social das camadas pobres da população.

Tais considerações ecoam na narrativa de Santos (1992), para quem a trajetória da humanidade sobre a Terra é o relato da ruptura progressiva entre o homem e o entorno quando sistematicamente deixa de ser mero coletor do que a Natureza lhe provê para a subsistência e inicia a mecanização do planeta, armando-se tecnologicamente para subjugar a Natureza.

Apesar do progresso tecnológico, dos modelos matemáticos que tentam prever o comportamento da Natureza e a consciência da influência das ações humanas na degradação sistemática de todos os ambientes, *“o homem mantém-se perplexo e finge não compreender cada tragédia que se lhe abate rotineiramente”* (SANTOS, 1992).

Já para Mendonça (2001), a história da humanidade é a história da adaptação de suas sociedades às condições do ambiente físico-natural terrestre e da transformação deste pelas atividades antrópicas. Como um dos elementos componentes da natureza, o clima é um dos principais fatores a influenciar os diferentes tipos de adaptação do homem no planeta, podendo atuar positiva ou negativamente.

As mudanças climáticas, segundo o IPCC (2014), referem-se a uma alteração nas condições do clima demonstrada, estatisticamente, por mudanças na média e/ou na variabilidade das suas propriedades, e que persiste por um período de décadas ou mais. Tais fenômenos podem se dever a processos naturais internos, mas também por forças externas, como os ciclos solares, erupções vulcânicas e alterações antrópicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra.

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC, na sigla em inglês, 1992), em seu artigo 1º, define mudança climática como *“uma mudança de clima que é direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altera a composição da atmosfera mundial e que se soma à variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis”*.

Desta forma, a Convenção-Quadro (1992) estabelece uma distinção entre alteração climática atribuível às atividades antrópicas que alteram a composição atmosférica e a variabilidade climática com causas naturais.

A figura 5 representa de forma esquemática os três mecanismos principais através dos quais os processos de alterações climáticas podem afetar a saúde da população: exposições diretas, indiretas e rupturas na ordem socioeconômica.

A concentração de novos investimentos e oportunidades de emprego nas zonas urbanas provocou um movimento de migração da população rural com a intenção de viver e trabalhar nas áreas urbanas, havendo um rápido crescimento demográfico decorrente; todas as nações de alta renda são predominantemente urbanizadas e o aumento dos níveis de urbanização está fortemente associado com o crescimento econômico, conforme o IPCC (2014). Este fenômeno cria desafios aos governos locais em relação tanto à gestão do espaço urbano em permanente expansão quanto com a adaptação às alterações climáticas.

Mas o ambiente urbano é um local de contrastes. Apesar de todas as mazelas das cidades de forma generalizada, aumenta o êxodo rural das pessoas em busca da fixação de residência no meio urbano, deixando a paisagem natural em busca de uma pretensa melhor qualidade de vida (PAIVA; GONÇALVES, 2002). Poucos conseguem se

estabelecer nos centros urbanos; a maioria permanece na periferia, em residências modestas.

Figura 5: Mecanismos de ação da mudança do clima na saúde.
Fonte: Confalonieri; Marinho (2007).

Segundo o IPCC (2014), três quartos da população urbana do mundo e a maioria das suas maiores cidades estão em países de baixa e média rendas que concentrarão quase todo o incremento da população mundial até 2050. A maior parte do produto interno bruto (PIB) da maioria das nações e do mundo é gerada nos centros urbanos. Apenas em termos de população, atividades econômicas, ativos e os riscos climáticos cada vez mais concentrados nos centros urbanos, adaptar as áreas urbanas para as transformações do meio ambiente tem requerido séria atenção.

Ao se alterar a relação entre clima e urbanização ocorrem implicações importantes em relação à sustentabilidade dos ecossistemas naturais porque as alterações climáticas podem acelerar pressões ecológicas nas cidades à medida que interagem com tensões urbanas ambientais, econômicas e políticas (IPCC, 2014).

As cidades são vorazes consumidoras de florestas, terras agrícolas, água e ar para suprir as necessidades de consumo de seus moradores e às demandas de desenvolvimento da estrutura municipal. Emitem 70% dos gases do efeito estufa

(TEEB, 2010). Os resíduos produzidos, poluição e emissões afetam não só as próprias cidades, mas também são transportados para outras regiões, causando impacto global.

Conforme McMichael (2000) são três os principais caminhos através dos quais o ambiente urbano incide sobre a saúde humana: I. O urbanismo potencializa mudanças no comportamento social que alteram os riscos à saúde baseados nestas mudanças (tabagismo, acidentes de trânsito, mortes violentas e obesidade adulta); II. a maneira pela qual o ambiente urbano físico representa diversos riscos microbiológicos e riscos de toxicidade, como doenças ligadas à pobreza nas grandes cidades de países em desenvolvimento, ar poluído, água não potável, poluição do ar interior e resíduos tóxicos; e III. a maneira como o impacto ambiental de grande escala de populações urbanas modernas cria maior-propagação e os riscos de longo prazo para a saúde através da interrupção dos sistemas de apoio à vida da biosfera.

Em relação à formação das metrópoles, um fator normalmente negligenciado é o de natureza fundiária; a forma como se deu e continua a ocorrer a ocupação do espaço urbano, sem o devido planejamento para o fracionamento e uso do solo, originou conflitos sociais agravados pelo contínuo fluxo de pessoas dos campos para as cidades, sem que os gestores destas últimas tenham planos ou estratégias eficientes e exequíveis para a absorção de contingentes expressivos dos excluídos de ofertas de serviços ou equipamentos de qualidade, quando existem, por parte do poder público.

Para Maricato (2013), como as cidades representam o principal local onde convivem e se reproduzem o capital e o trabalho há, como pano de fundo, um conflito entre os que querem delas melhor qualidade de vida e os que apenas operam por extrair lucros das cidades que vêem como uma mera fonte de negócios.

De acordo com Bava (2010), a cidadania tem se sublevado em várias partes do mundo contra a mercantilização e precarização dos serviços públicos, principalmente saúde e educação, representando uma resistência contra a lógica do lucro em conflito com as demandas sociais; a resistência visa à universalização e melhoria dos serviços públicos e o direito à cidade, tentando garantir ampla e efetiva participação cidadã na gestão das políticas públicas, tendo como cerne das estratégias de desenvolvimento a conquista do bem-estar e melhores condições de vida para a maior parte da população.

As prefeituras, sem histórico de controle do uso do solo e vendo a multiplicação de prédios e a invasão de veículos como progresso e desenvolvimento, e a legislação sendo flexibilizada ou modificada para que a terra permanecesse refém dos interesses do capital imobiliário, fizeram prevalecer os interesses deste em detrimento da força de trabalho, “empurrando” enormes contingentes da população pobre para as franjas da cidade, inclusive para áreas de proteção ambiental e loteamentos ilegais, através das invasões. Para esta população, a política habitacional do governo passou longe de resolver a questão do déficit habitacional (MARICATO, 2013).

Maricato (2013) relata que o estabelecimento de políticas públicas com a intenção de promover determinado objetivo sem a avaliação de possíveis desvios pode provocar efeito contrário à intenção original. Ela cita que a desoneração dos tributos para a aquisição de automóveis aliada à deficiência crônica dos transportes coletivos promove a saturação das vias com congestionamentos recorrentes, favorecendo o aspecto individual, além de atender aos interesses do grande capital, na forma de construção de mais viadutos, pontes, túneis e avenidas, trazendo forte impacto na poluição do ar, reduzindo a expectativa de vida e comprometimento da saúde mental da população. É um dos aspectos que faz das cidades um produto, um negócio, no qual o privilegiado é o poder econômico.

Para o IPCC (2014), na maioria dos centros urbanos em países de rendas baixa e média, incluindo muitas cidades melhor organizadas, os governos locais têm sido incapazes de gerir a sua expansão econômica e física verificando-se grandes déficits na provisão de infraestrutura e serviços que são relevantes para a adaptação às alterações climáticas.

A este respeito, dizem Maricato *et al* (2010) que

[...] o processo de concentração da urbanização combinada com desigualdade social apresenta outra face marcada por indicadores e características bastante negativos: a ocupação inadequada do solo, comprometendo áreas ambientalmente sensíveis, como beiras de córregos, mangues, dunas, várzeas e matas; o crescimento exponencial de favelas e das ocupações ilegais de um modo geral; a ocorrência frequente de enchentes devido à impermeabilização exagerada do solo; os desmoronamentos com mortes devido à ocupação inadequada de encostas; o comprometimento de recursos hídricos e marítimos com esgotos. É nas metrópoles que essas características se acentuam, sobretudo após as duas últimas décadas do século XX, quando a aceleração do processo de urbanização foi acompanhada de queda no crescimento econômico e recuo no investimento em políticas públicas e sociais.

Sob este contexto, os problemas ambientais e a falta de serviços ambientais essenciais à vida também atingem a população urbana e, segundo Steiner⁶ (2004, *apud* Giatti *et al*, 2013), tornam-se um desafio considerável na gestão de áreas metropolitanas à medida que as administrações municipais nem sempre reconhecem o alcance do fenômeno socioambiental ao lidarem com questões essenciais de saúde ambiental.

⁶ Steiner, F. (2004). Urban human ecology. Urban Ecosystems 7(3):179-197. DOI: 10.1023/B:UECO.0000044035.22316.d1

Segundo Jacobi (2013), prevalecem os interesses das classes economicamente privilegiadas no domínio das áreas centrais das cidades onde há maiores ofertas de serviços e infraestruturas satisfatórias. Com isto, ao longo de décadas, um grande contingente da sociedade em situação de vulnerabilidade socioeconômica e por falta de planejamento de uso e ocupação do solo sofreu um afastamento contínuo para as periferias da metrópole e agora está permanentemente exposto aos processos naturais de áreas de risco.

Estes moradores de assentamentos precários sujeitam-se às consequências de desastres ambientais como inundações e deslizamentos, falta de saneamento básico e degradação ambiental, além do aspecto de ilegalidade das construções à beira dos mananciais. Agrava-se a situação de risco pelo despreparo das autoridades em ações de prevenção e resposta aos eventos, ainda segundo Jacobi (2013).

Segundo Ribeiro *et al* (2010), ao analisarem os efeitos do ar comprometido das cidades, que produz alterações em todos os elementos climáticos, diferenciando-se do ar livre do campo que as contorna, estudos da dinâmica urbana contemporânea evidenciam o papel da cidade na degradação do clima e dos demais recursos naturais, implicando na qualidade de vida. A causa das características peculiares do clima em ambientes urbanizados está na alteração dos balanços de energia e hídrico, automaticamente modificados pela impermeabilização do solo natural, anteriormente coberto por vegetação. Além disso, ainda conforme os autores, o grande consumo de energia das atividades urbano-industriais provoca a liberação de calor, gases e particulados. Os principais impactos causados pela urbanização são a poluição do ar, alterações na temperatura e na umidade relativa e inundações.

O tráfego de veículos é a principal fonte de poluição do ar na cidade de São Paulo, sendo responsável por 90% do material particulado respirável (MP₁₀) incluindo emissões diretas e ressuspensão devido ao tráfego; inversão térmica freqüente leva à não dispersão de poluentes, especialmente durante os meses de inverno. Concentrações médias de poluentes do ar em São Paulo são comparáveis ou piores do que as praticadas em outras grandes áreas urbanas dos países em desenvolvimento. As condições são tão graves que um programa de restrição de uso de veículos foi instituído, a partir de 1996, proibindo automóveis de circular um dia da semana de acordo com o número da placa (MIRAGLIA *et al*, 2001).

Segundo Saldiva *et al* (2013), aproximadamente 100 mil óbitos foram registrados no Estado de S. Paulo, entre 2006 e 2011, por causas atribuíveis à poluição por material particulado de tamanho até 2,5 µm (MP_{2,5}); segundo os autores, referindo-se a dados de 2011, morre por poluição na cidade de São Paulo o triplo de pessoas do que por acidentes de trânsito (1.556 óbitos), 3 vezes e meia mais do que câncer de mama (1.277 óbitos), quase 6 vezes mais do que por AIDS (874 óbitos) ou câncer de próstata (828 óbitos). No Estado de São Paulo, morrem mais que o dobro de pessoas por poluição do que por acidentes de trânsito (7.867 óbitos), quase 5 vezes mais do que

câncer de mama (3.620 óbitos), quase 6,5 vezes mais que por AIDS (2.922 óbitos) ou câncer de próstata (2.753 óbitos).

Sunyer *et al* (2015) publicaram estudo relacionando a exposição à poluição e desenvolvimento cognitivo em estudantes de 7 a 10 anos de 39 escolas durante 12 meses em Barcelona, Espanha. Segundo os autores, a faixa etária que vai dos 6 aos 10 anos é importante para a aquisição de habilidades básicas como ler, escrever e calcular. Crianças matriculadas em escolas localizadas em ruas de tráfego intenso tiveram melhora de 7,4% no desempenho em exercícios de memória de curto prazo ao longo do período; estudantes que frequentam escolas em locais menos poluídos alcançaram uma evolução de 11,5% ao fim de um ano de testes. Os estudos sugerem que o cérebro em desenvolvimento pode ser vulnerável à poluição do ar relacionada ao tráfego bem na meia infância, uma conclusão que tem implicações para a concepção de normas de controle da poluição do ar e para a localização de novas escolas.

Segundo Miller (1997), o ambiente terrestre sempre recebeu contaminantes a partir de fontes naturais, como o vulcanismo e incêndios florestais. Os processos naturais na atmosfera e biosfera reduzem e removem os contaminantes por diluição, precipitação, filtração e reações químicas. É quando as atividades humanas excedem a capacidade dos processos naturais de eliminar ou reduzir os contaminantes que a poluição do ar torna-se uma preocupação. Resolver os problemas de poluição do ar envolve considerações políticas, econômicas, ecológicas, sociológicas e científicas.

Ribeiro; Assunção (2002) relatam que os principais efeitos à saúde humana pela poluição atmosférica são problemas oftálmicos, doenças dermatológicas, gastrointestinais, cardiovasculares e pulmonares, além de alguns tipos de câncer. Têm consequências indiretas causadas pelas alterações climáticas, segundo os autores, além de impactos na distribuição da flora e fauna, influenciando na distribuição de doenças transmitidas por vetores.

Aproximadamente 500 milhões de habitantes do norte da China estão perdendo 2,5 bilhões de anos de vida em relação à expectativa de vida tendo como causa a poluição por partículas suspensas devido à queima de carvão induzida por políticas públicas arbitrárias (CHEN *et al*, 2013).

Os quadros 4 e 5 resumem os efeitos da exposição à poluição do ar nos aparelhos respiratório e cardiovascular:

Efeitos associados a exposições agudas (horas ou dias após elevação da poluição).
. Aumento da mortalidade por doenças respiratórias.
. Exacerbação dos sintomas em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC e asma).
. Maior frequência de infecções respiratórias agudas.
. Aumento da prevalência de sintomas e sinais de irritação nos olhos, narinas e garganta.
. Aumento de prevalência de sintomas respiratórios agudos (sibilância, tosse, expectoração).
. Necessidade de aumentar a dose de uso de medicamentos.
. Alterações agudas na função pulmonar.
. Aumento do número de consultas médicas, de atendimento de emergência, de internação e da mortalidade por doenças respiratórias.
. Maior taxa de absenteísmo no trabalho e escola.
Efeitos associados à exposição crônica (anos de exposição acumulada).
. Aumento da mortalidade por doenças respiratórias.
. Aumento da incidência e prevalência de asma e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC).
. Aumento da incidência e mortalidade por câncer de pulmão.
. Aumento da incidência e de mortalidade por pneumonia e influenza.
. Aumento do número de internações hospitalares por pneumonia.
. Alterações crônicas na função pulmonar.

Quadro 4: poluição do ar e efeitos respiratórios.

Fonte: OMS (apud Pereira et al, 2010).

Principais efeitos associados a exposições agudas (horas ou dias após elevação da poluição).
. Aumento da morbidade, mortalidade e hospitalização por doenças cardiovasculares.
. Aumento de internação e óbitos por arritmia cardíaca, insuficiência cardíaca e doença isquêmica do coração.
. Aumento da internação e óbitos por doença cerebrovascular.
. Redução da variabilidade da frequência cardíaca – fator associado a maior risco de arritmia e morte súbita.
. Aumento da internação por doença vascular periférica.
. Aumento da viscosidade, da agregação plaquetária e da coagulação sanguínea.
. Aumento de marcadores inflamatórios sistêmicos (proteína C reativa, fibrinogênio).
. Disfunção endotelial.
. Aumento da pressão arterial.
Principais efeitos associados à exposição crônica (meses a anos de exposição acumulada).
. Aumento da mortalidade por doenças cardiovasculares.
. Aumento da incidência e mortalidade por doença isquêmica do coração.
. Aumento da incidência e progressão de aterosclerose.
. Aumento do risco de trombose venosa profunda.

Quadro 5: poluição do ar e efeitos cardiovasculares.

Fonte: OMS (apud Pereira et al, 2010).

Garcia *et al* (2013) publicaram estudo onde detectaram pela primeira vez modificação no DNA humano causada pela presença de substâncias (acetaldeído e crotonaldeído) encontradas na fumaça de cigarros e em emissões dos automóveis. A pesquisa baseou-se na análise da urina como biomarcador e foi realizada entre moradores das cidades de São Paulo e São João da Boa Vista, com o maior número de reações verificadas entre os paulistanos, com potencial para causar mutações e câncer.

Ribeiro; Assunção (2002) discriminam a ação de alguns poluentes:

Material Particulado (MP): partículas com menos de 1 µm a 5 µm de diâmetro depositam-se na traquéia, brônquios e bronquíolos; partículas com 5 a 30 µm depositam-se no nariz, boca, faringe e traqueia. Não há níveis de material particulado em suspensão nas áreas urbanas abaixo dos quais não haja ocorrência de efeitos à saúde humana. Acúmulo do MP₁₀ em concentrações acima do recomendado implica na diminuição da função pulmonar em crianças, aumento e piora de ataques de asma, maior admissão hospitalar e aumento de casos de câncer devido a efeitos de partículas cuja composição química contenha componentes carcinogênicos.

Dióxido de Enxofre (SO₂): interfere na eliminação de bactérias e partículas inertes dos pulmões, aumenta a produção de catarro e as altas concentrações ultrapassam a capacidade de absorção das vias aéreas superiores, podendo ocorrer edema pulmonar e morte.

Óxido de Nitrogênio (NO_x): importante contribuinte para a formação de chuvas ácidas, causa impactos à função pulmonar aos portadores da doença pulmonar obstrutiva crônica e aos asmáticos.

Ozônio (O₃): resultante de reações fotoquímicas de poluentes com a radiação solar, age com agressividade, produzindo irritação forte nos olhos, aumento da frequência de ataques de asma e leva implicações adicionais em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.

Monóxido de carbono (CO): combina-se preferencialmente com a hemoglobina do sangue, reduzindo o oxigênio sistêmico arterial e causando concentrações tóxicas no sangue, havendo associação com o aumento de doenças cardiovasculares; ocorrências de intoxicação incluem lesões neurológicas que podem levar à morte; concentrações mais baixas podem levar a dores de cabeça, náuseas, tonturas, alteração da percepção visual; interação do CO com a hemoglobina durante o desenvolvimento do feto pode levá-lo à morte.

Riscos de neoplasias: pelas suspeitas de ações cancerígenas ou presença de substâncias cancerígenas como as dioxinas, furanos e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos.

Saldiva *et al* (2010) referem-se a outra modalidade de poluição que igualmente pode agravar as condições de saúde das populações das grandes cidades, que é a poluição térmica e está associada a desconforto e estresse fisiológico quando fora de uma faixa de neutralidade de conforto térmico aceitável, sem causar impactos à saúde, o que varia entre 17° C e 31° C. Os sintomas de riscos à saúde associados a temperaturas fora desta faixa são: hipotensão, hipertermia, taquicardia, insuficiência cardíaca, inapetência, desidratação, fadiga, indolência, letargia, irritabilidade, diminuição da capacidade de aprendizagem, memória prejudicada e depressão.

O equilíbrio energético, a termorregulação e adaptação biológica são reações orgânicas dos animais, homem incluído, às condições térmicas. Quando fatores do ambiente atingem valores extremos como no caso da temperatura do ar, sob atuação de ondas de calor ou de frio, ventos violentos ou precipitações abundantes afetando a saúde humana, ocorrem reações orgânicas na tentativa de retomar o equilíbrio (MENDONÇA, 2001).

Segundo o IPCC (2014), as últimas três décadas têm sido sucessivamente as mais quentes na superfície da Terra do que qualquer década anterior a partir de 1850; é muito provável que a influência humana tem sido a causa principal do aquecimento global observado desde meados do século 20, sendo percebida no aquecimento da atmosfera e do oceano, em mudanças no ciclo global da água, em reduções de neve e gelo, no aumento médio global do nível do mar e nas mudanças em alguns eventos climáticos extremos. Esta evidência da influência humana tem crescido desde o relatório de avaliação anterior (IPCC *Assessment Report* - AR4, de 2007).

O IPCC (2014) ainda alerta que a emissão contínua de gases do efeito estufa causará mais aquecimento e outras alterações em todo o sistema climático, sendo necessário que as emissões sejam contidas de forma substancial a fim de que as mudanças sejam limitadas.

Alterações no ciclo global da água remetem às descargas elétricas atmosféricas. Pinto Jr. *et al* (2013) acreditam que o cenário futuro sobre os relâmpagos é uma das mais importantes questões da ciência do clima da Terra ainda em aberto, pois nossa capacidade atual de prever as mudanças climáticas futuras em relação à atividade mundial de relâmpagos é muito limitada, dependendo de um melhor entendimento do sistema do clima. Em um cenário futuro de aquecimento, haverá mais vapor de água na atmosfera a liberar o calor latente durante a condensação e congelamento, um processo vital para o desenvolvimento de trovoadas e relâmpagos. Como resultado, mais descargas elétricas atmosféricas são esperadas.

Segundo o TEEB (2010), os ecossistemas atenuam os efeitos da mudança climática. O dióxido de carbono é o principal gás que induz ao aquecimento global pelo efeito estufa verificado nas últimas décadas. Ecossistemas armazenam uma enorme quantidade de carbono: a atmosfera retém 800 gigatoneladas; a vegetação, 550 Gt ou

quase 70% do carbono atmosférico; o solo retém 2.300 Gt, quase o triplo do carbono atmosférico; os oceanos armazenam 38 mil Gt, quase 20 mil vezes a quantidade de carbono atmosférico. O carbono retido nos ecossistemas terrestres é liberado quando estes são destruídos ou convertidos, como no caso da mudança de uso da terra pela conversão das florestas em terrenos agrícolas. Atualmente, o uso da terra provoca a perda de 1,5 Gt de carbono para a atmosfera por ano.

O aquecimento global e o desmatamento vêm afetando a epidemiologia de algumas doenças, alterando a distribuição e influenciando a expansão do risco. As leishmanioses, como exemplo (causadas por protozoários através de vetores como mosquitos), atingem em especial nações em desenvolvimento e relacionam-se com pobreza, habitação precária e subnutrição. Inicialmente consideradas zoonoses de animais silvestres e que eventualmente acometiam pessoas em contato com as florestas, vêm se tornando urbanas e sua expansão nas cidades aumenta com rapidez, assim como as taxas de letalidade, como é o caso da leishmaniose visceral (DOMINGUEZ, 2014).

Mas, segundo Freitas (2003), os problemas ambientais sempre estiveram presentes nos discursos e práticas ambientais ao longo dos séculos. A intensificação da participação política da classe trabalhadora com reivindicações de melhorias na temática da saúde, a partir das décadas de 1960 e 1970, e com o fortalecimento do movimento ambientalista na década de 1980, fizeram com que a relação entre problemas ambientais e saúde fosse compreendida como resultado de processos não mais restritos apenas aos aspectos de saneamento e controle de vetores das doenças, mas fundamentalmente vinculada às dimensões políticas e sociais quanto às ameaças e os perigos para a saúde pública, como os impactos causados pela poluição, considerando o alcance que têm além do espaço próximo ou do tempo presente, com efeitos futuros sobre a saúde a vida no planeta.

Para além da própria expansão territorial, a transformação das cidades ao longo da história com o intuito de prover serviços e conforto aos seus moradores provocou (ainda provoca) contínua erradicação do verde urbano (CRESTANA *et al.*, 2007). Conflitos surgidos com a instalação de equipamentos como a fiação aérea para eletricidade e telefonia, rede de abastecimento de água, esgotamento sanitário e rebaixamento de guias em frente a garagens dificultam a recomposição da arborização na malha urbana.

Esta realidade é uma amostra do antagonismo que existe na disputa por espaço entre as áreas verdes urbanas e outras prioridades dos moradores e empreendedores (IPCC, 2014).

A percepção humana frente à natureza e em particular sobre as árvores plantadas nos logradouros é outro fator que complica a implantação do verde viário: o índice de árvores plantadas em SP que atingem a idade adulta é baixíssimo, principalmente por causa da depredação (SÃO PAULO, 2002). A arborização viária é essencial na

composição do verde urbano e desempenha importante papel na manutenção da qualidade ambiental das cidades, influenciando significativamente nas condições microclimáticas (SÃO PAULO, 2002).

É importante enfatizar a relevância da vegetação arbórea, visto ser esta categoria vegetal a que mais contribui tanto para a organização dos espaços na cidade, como para manutenção das condições ambientais (SÃO PAULO, 2002).

Na cidade de São Paulo sua importância é potencializada em virtude da grande carência de áreas verdes: em muitos bairros o espaço disponível para o plantio de árvores se limita às calçadas, pois o estoque de terrenos destinados à implantação de parques e praças se esgotou como consequência da sua ocupação por favelas ou mesmo da sua utilização para outros fins pelo próprio poder público (SÃO PAULO, 2002).

2.2. MEIO URBANO E O EQUILÍBRIO AMBIENTAL.

“A falta de água já é uma questão de segurança pública.”

Paulo Nobre, pesquisador do INPE. In: OESP, 21/07/2015, p. C2.

Leite; Awad (2012) consideram que as cidades são o maior artefato já criado pelo homem; representam objeto de desejo, desafios, oportunidades e sonhos. Assim como o século 19 foi caracterizado pelos impérios e o século 20 o foi pelas nações, o século 21 destacará a emergência das cidades em cujo território urbano ocorrerão as inovações pretendidas, tendo em pauta o maior desafio que se apresenta, o desenvolvimento sustentável.

Para o morador da cidade e o migrante rural, a vida urbana representa oportunidade para uma vida cultural mais rica, melhor assistência médica e educação, serviços centralizados mais confiáveis além de fonte de renda e mercados que possam continuar a fornecer comida e abrigo em tempos de dificuldades; países mais urbanizados tendem a ter renda per capita, expectativa de vida média e taxa de alfabetização maiores e instituições democráticas mais fortes, de acordo com Guadagno *et al* (2013).

Para Lombardo (1985), a cidade é a maior expressão social do espaço produzido e sua realidade mais complexa e transformada; o espaço urbano sob a perspectiva do ambiente reflete-se na questão da natureza alterada pela interferência das relações de produção: *a segunda natureza*. A este respeito, para Lefèbvre⁷ (1969, *apud* Lombardo, 1985) “*a natureza destruída como tal, terá que ser reconstruída e reconstrói-se já num outro plano, o outro nível, e de uma natureza segunda: a cidade e o urbano*”. A dominação da natureza pelo ser humano encontra-se ligada à apropriação dessa natureza, devendo ser encarada no momento historicamente determinado da produção social. O homem reage à natureza, a modifica, constrói novas condições de vida. Mas a natureza é igualmente dinâmica, o que se deve, também, à atividade humana, segundo Lombardo (1985).

Os processos de urbanização que redesenharam as interações entre os seres humanos e os ecossistemas, transformando paisagens físicas e construindo novas formas e estruturas de agrupamento social, não necessariamente reduziram os riscos ambientais

⁷ Lefèbvre, H. *O direito à cidade*, Editora Documentos Ltda, São Paulo, 1969.

que as comunidades enfrentam e que estão relacionados, dentre outros, com eventos naturais perigosos, conforme Guadagno *et al* (2013). Isto implica que tais interações não propiciam às pessoas um ambiente completamente seguro.

Jacobi (2013) suplementa esta crítica ao dizer que a realidade das metrópoles brasileiras também alia desigualdade social com a histórica ocupação e expansão descontroladas dos espaços intraurbanos; riscos socioambientais vinculados à pobreza, às desigualdades e à precariedade da urbanização contribuem para a baixa qualidade de vida de grandes parcelas da população, exacerbando-se os riscos já conhecidos e proporcionando o surgimento de outros, atentando contra a “sustentabilidade” (aspas do autor) dos sistemas ecológicos e sociais urbanos.

Leite; Awad (2012) citam estudo da ONU para referenciar o processo de favelização progressiva nas megacidades: estimativas indicam que dois em cada três habitantes da Terra vivem em favelas ou sub-habitações. Há cem anos, apenas 10% da população mundial viviam em cidades e até 2050 serão 75% dela.

Tal situação também tem levado a uma diminuição da biodiversidade, à fragmentação em grande parte das áreas naturais remanescentes e é uma ameaça aos serviços ecológicos que sustentam tanto as áreas rurais como as urbanas (IPCC, 2014).

Guadagno *et al* (2013) citam a CBD⁸ (1992) ao reconhecerem as cidades como um ecossistema qualquer, pois são unidades funcionais em que os complexos dinâmicos de micro-organismos, plantas, animais e comunidades humanas interagem com um ambiente não-vivo.

Concepção diferente tem Branco⁹ (2002, *apud* Rodrigues, 2008), para quem o ambiente urbano sequer constitui um “ecossistema” (aspas do autor) verdadeiro pois, em um ambiente natural, um ecossistema deve obrigatoriamente apresentar uma interação entre componentes produtor, consumidor e decompositor; as cidades consomem enormes quantidades de energia (na forma de eletricidade, combustíveis e alimentos, cujas fontes ficam fora da cidade), mas não produzem matéria ou energia; a cidade não recicla os subprodutos do metabolismo do consumo de energia e matéria, ao contrário dos ecossistemas naturais; além do mais, as cidades recebem energia concentrada e moléculas organizadas, como os combustíveis orgânicos, e as dispersam de forma desorganizada.

A este respeito, Odum (1971, *apud* Bolund; Hunhammar, 1999) refere-se às cidades como “apenas parasitas na biosfera”, mesmo entendimento tido por Dias (1992), devido às suas características por demanda de energia, entrada de materiais e

⁸ CBD “Convention on Biological Diversity” (1992). Available at <http://www.cbd.int/convention/text/>

⁹ BRANCO, S. M. *Meio Ambiente: uma questão moral*. São Paulo: OAK, 2002.

disposição de resíduos, poluição do ar e água e produção de bens nem sempre necessários, ou seja, um “metabolismo” muito mais intenso por área ocupada em relação ao entorno, pois praticamente tudo chega de fora, ocorrendo uma quebra no equilíbrio energético.

Guadagno *et al* (2013) destacam que a influência dos centros urbanos foi ampliada para uma escala globalizada que inclui qualquer região, não importando quão remota ou desconectada, que participa de seus processos de produção e consumo. Como as cidades dependem de fornecimento externo de comida, água, matérias-primas e disposição de resíduos, suas interconexões significam que uma cidade influencia e é influenciada por qualquer evento perigoso que atinja as áreas que participam de seus processos, afetando atividades muito além de seus limites geográficos.

O momento atual indica que dois terços do consumo mundial de energia ocorrem nas cidades, onde também são gerados 75% dos resíduos e observa-se um esgotamento dos recursos hídricos e consumo exagerado de água potável. A maior parte da ocupação do solo urbano nas cidades dos países em desenvolvimento decorre da movimentação do mercado imobiliário ilegal ou informal, de acordo com Leite; Awad (2012).

Conforme Leite; Awad (2012), as grandes metrópoles mundiais têm observado a perda das funções produtivas anteriormente estabelecidas nas áreas centrais das cidades e a degradação urbana de espaços com grande potencial de desenvolvimento, pois dotadas de boa oferta de infraestrutura e memória urbana, transformando-se em territórios obsoletos e disponíveis, chamados vazios, *westlands* ou *brownfields*. Trata-se da contra-face à periferação de contingentes populacionais que promovem a urbanização ilegal e incontrolável, com frequência, em áreas de proteção ambiental, com consequências dramáticas pela total insustentabilidade social, econômica, ambiental e urbana.

Em paralelo a esta consideração, Mello-Théry (2011) propõe a compreensão da perspectiva territorial da proteção ambiental urbana através da análise do conceito de fronteira urbana, caracterizada por áreas onde o crescimento demográfico é maior que o da própria cidade, pela migração, por embates sobre espaço e exposição dos assentamentos a riscos de inundação e deslizamentos, concentrando conflitos ambientais como invasões, normalmente em áreas protegidas por lei (mananciais, topos de morros ou margens de rios) ou nas bordas das unidades de conservação ambiental; são 30% da população de São Paulo (5 milhões de pessoas) pressionando margens de represas e Mata Atlântica: fronteiras que escancaram a ausência do Estado.

É no espaço urbano que os problemas ambientais atingem maior amplitude, de acordo com Lombardo (1985), notando-se maior concentração de poluentes do ar e da água e degradação do solo e subsolo, em consequência do uso intensivo do território pelas atividades urbanas. A afluência da população para cidades ocorre em uma

velocidade contra a qual o planejamento urbano, a ampliação da administração e o estabelecimento de um controle sanitário adequado não conseguem acompanhar.

Dos interesses econômicos imediatistas e ausência de planejamento urbano decorre o longo histórico de desenvolvimento desordenado experimentado pelas cidades brasileiras, segundo Rodrigues (2008), favorecendo que o brasileiro urbano viva em cidades poluídas, cinzentas, carentes de verde, de saneamento básico e transporte público, congestionadas, assoladas pela violência e criminalidade, pelas favelas e cortiços, pela miséria, expondo as feridas das desigualdades sociais resultantes do sistema econômico injusto que sobrepõe a sociedade brasileira.

Então, Mello-Théry (2011) questiona como há de se lidar com o dilema entre salvar o meio ambiente e garantir o direito de moradia, considerando-se que o território é moldado por seus habitantes, sendo sobretudo um espaço social, marcado pelos conflitos de uso e pela degradação ambiental; em outras palavras, se o direito de moradia pode colocar em perigo bens públicos, alguns deles necessários ao funcionamento do próprio sistema urbano, como as reservas de água e a Mata Atlântica.

Ainda segundo Mello-Théry (2011), as políticas habitacionais, os programas para a criação de bairros populares ou melhoria das áreas de favelas, a ação descentralizada e a própria “ideologia” (aspas da autora) subliminar desses programas que visam estritamente ao fornecimento do alojamento, sem se preocupar com o meio ambiente local, normalmente contradizem diretrizes de proteção ambiental.

Apesar de mecanismos planificadores e instrumentos legais, os diferentes atores desrespeitam as leis, pois contam com a ineficiência do controle e fiscalização por parte das instituições públicas responsáveis em coibir ou prevenir cada transformação ou alteração no patrimônio natural (MELLO-THÉRY, 2011).

Como faltam o cumprimento à lei e repressão da parte do Estado, loteadores clandestinos vendem lotes baratos para a população de baixa renda com promessa de regularização futura, incorporadores invadem restingas e matas de encosta para a construção de condomínios ou complexos turísticos e ruralistas não acatam a obrigação dos institutos da Reserva Legal (RL) e as Áreas de Preservação Permanente (APP).

Mas em que pese a crescente concentração populacional em cidades, seus moradores continuam dependentes da natureza para a sua sobrevivência, beneficiando-se de ecossistemas para além dos limites da cidade bem como dos ecossistemas urbanos internos, pois contribuem para a saúde pública e melhoram a qualidade de vida dos cidadãos (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999).

A expansão urbana e o consequente aumento da população transformam a paisagem através da fragmentação dos habitats naturais, do aumento das áreas ocupadas e dos impactos negativos das atividades humanas, induzindo a que os sistemas

ambientais sofram grandes pressões (Weber; Medhi, 2013; IPCC, 2014); áreas urbanas cobrem apenas uma pequena parte da superfície terrestre do mundo – apenas 0,51% - no entanto, suas pegadas físicas e ecológicas são muito maiores, levando à diminuição da quota de áreas selvagens e seminaturais para menos de 50% de área, em grande parte para a acomodação de culturas e regiões pastoris para sustentar o consumo humano.

Philippi Jr.; Malheiros (2005) relacionam as principais características do ambiente urbano: alteração da diversidade biológica nativa (supressão de vegetação) desequilíbrio dos ciclos biogeoquímicos, impermeabilização do solo, alteração dos cursos d'água, alta densidade demográfica, relação desproporcional entre ambiente construído e natural, ingresso de energia para manter o funcionamento da cidade e elevado volume de resíduos.

Além disso, conforme o Conselho da Avaliação Ecológica do Milênio (CAEM, 2005), o impacto mais severo recai sobre os pobres. Esta situação ocorre porque a parte mais rica da população controlaria o acesso a uma parcela maior dos serviços dos ecossistemas, consomem esses serviços a uma taxa *per capita* mais elevada e tem maior possibilidade de adquirir os serviços dos ecossistemas escassos ou seus substitutos. Os pobres muitas vezes não têm acesso a serviços alternativos e são altamente vulneráveis a mudanças nos ecossistemas que resultam em fome, seca ou inundações, frequentemente ocupam locais particularmente suscetíveis a ameaças ambientais e não contam com apoio financeiro ou institucional contra esses perigos.

Sobre este aspecto da gestão assimétrica de recursos naturais que acaba por beneficiar parcela da população em detrimento de outra, Giatti *et al* (2013) ressaltam como a fragmentação administrativa e política de regiões metropolitanas como a de São Paulo leva a diferentes níveis de esforços no enfrentamento de questões socioambientais que afligem de forma desigual os municípios que as compõem. Municípios da RMSP que possuem grande parcela de seu território em áreas protegidas por mananciais, ainda conforme Giatti *et al* (2013), são os que apresentam os menores IDH.s e as menores taxas de consumo de água *per capita*/dia, embora apresentem taxas de crescimento demográfico equivalentes às dos municípios mais centrais, com melhores IDH.s e maior consumo de água. A cidade de São Paulo implantou também uma política de diminuição de emissões por parte de veículos automotores, mas tal medida não tem alcance “metropolitano”, haja vista os outros 38 municípios da RMSP não terem implementado medida de igual natureza, o que permite que os poluentes gerados nestas outras cidades circulem de forma livre pelo espaço conurbado entre elas, reduzindo os efeitos em termos de benefícios para a saúde pública.

De acordo com Giatti *et al* (2013), a pobreza é um importante fator social da saúde e também está associada à degradação ambiental e seus respectivos impactos na qualidade vida, transcendendo os limites administrativos metropolitanos.

Uma característica da divisão das regiões metropolitanas brasileiras em unidades administrativas autônomas é a não ocupação do território em acordo com a distribuição dos ecossistemas e suas zonas de transição (ecótonos); esta falta de conformidade entre os sistemas naturais e administrativos afetaria a resiliência dos ambientes urbanos frente a fenômenos ecológicos (GIATTI *et al*, 2013).

O habitante das periferias das cidades vai gradativamente perdendo o contato com a paisagem natural, à medida que é “engolido” pelo avanço da cidade. A perda do contato com o verde natural faz com que aumente a necessidade do verde artificial, cultivado para funcionar como um paliativo somático e psicológico (PAIVA; GONÇALVES, 2002). No centro urbano, praças e árvores isoladas ao longo das ruas tentam imprimir uma melhor qualidade de vida.

Potencialmente causadas pelas atividades humanas, as mudanças climáticas, paradoxalmente, atingem o próprio homem através dos impactos dos desequilíbrios ambientais decorrentes, mais notoriamente à população que vive nas cidades e sofre com as consequências das enchentes, deslizamentos de terra, carência de água e alimentos e exposição a doenças veiculadas por insetos, segundo o C40¹⁰. As famílias de baixa renda são as que mais estariam sujeitas a assistência dos governos locais (IPCC, 2014).

Em divergência, porém, o CAEM (2005) – Conselho da Avaliação Ecosistêmica do Milênio - considera que a degradação dos ecossistemas tende a prejudicar mais diretamente às populações rurais do que às urbanas.

Conforme Larcher (2000), o clima e o tempo mudam continuamente pela ação conjunta dos elementos meteorológicos (radiação, temperatura do ar, umidade do ar, vento, precipitação) que determinam a variação das condições do tempo dentro de um curto período. As **variações do tempo** (grifo do autor) dentro de dias ou semanas (por exemplo: o período de chuvas ou geadas) ocorrem em intervalos irregulares e em conexão com o macroclima. Mudanças climáticas na Terra ocorrem após décadas ou mesmo após milênios.

As mudanças climáticas (LAVELL *et al*, 2012) são uma alteração no comportamento do clima que pode ser identificado por mudanças no equilíbrio e/ou a variação das suas propriedades, e que tipicamente persiste durante décadas ou por período ainda maior. Essas alterações no clima podem ser provocadas por processos naturais ou forças externas, ou ainda a ações antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra. As mudanças climáticas de origem antropogênica deverão continuar para além deste século e esta conclusão é fortalecida sob uma ampla

¹⁰ O C40 é uma rede global de grandes cidades que propõe medidas para o enfrentamento das mudanças climáticas através do desenvolvimento e implementação de políticas e programas que geram reduções mensuráveis, tanto quanto às emissões de gases de efeito estufa, como aos riscos climáticos.

gama de cenários de emissões futuras de gases de efeito estufa, incluindo alguns que antecipam a redução das emissões.

De acordo com Ribeiro *et al* (2010), a dinâmica dos atributos climáticos ocorre por vários ritmos inter-relacionados com a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera, que repercutem e interagem nas atividades humanas e no ambiente. Além disso, a vida na Terra é gerada dentro de ritmos e ciclos cósmicos de longa e longuíssima duração, demonstrando relativa estabilidade há 400 milhões de anos. Desta forma, os ritmos internos dos corpos estão irredutivelmente vinculados a determinadas condições limítrofes de gravidade, temperatura, luz, umidade e oxigênio, evoluídas dentro de certos padrões de regularidade ou variações temporais que permitem adaptações às mudanças.

Desde o fim do Pleistoceno houve frequentes alternâncias de períodos quentes e frios e no período de poucas décadas temos presenciado o avanço e o recuo de geleiras, de acordo com Larcher (2000). Além de causas cósmicas e geológicas da variação global do clima, devemos acrescentar de agora em diante também a alteração do balanço de energia da atmosfera causada pelas atividades humanas.

A ocorrência dos impactos negativos sobre a saúde ambiental reside, portanto, na alteração do equilíbrio dos sistemas naturais terrestres e aquáticos: pequenas mudanças em grandes escalas como, por exemplo, alteração em pouca quantidade da composição gasosa da atmosfera global pode gerar efeitos de grande escala contra o bem-estar das populações; assim ocorre também com grandes mudanças em pequenas escalas, como no caso da supressão de uma floresta local (COSTANZA *et al*, 1997).

Conforme Lombardo (1985), o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização. É um mesoclima que está incluído no macroclima e que sofre, na proximidade do solo, influências microclimáticas derivadas dos espaços urbanos. A ação ecológica natural, associada aos fenômenos urbanos, constitui o conjunto complexo de inter-relações que produzem o clima urbano. A potencialização dos efeitos das alterações no clima depende das características físicas e químicas dos poluentes e climáticas como temperatura, umidade e precipitação, de acordo com Barcellos *et al* (2009).

Ainda de acordo com Lombardo (1985), no caso específico das condições atmosféricas, a cidade apresenta alterações climáticas que se diferenciam das áreas circunvizinhas e com a expansão das cidades modifica-se substancialmente a paisagem natural. A grande concentração de áreas construídas, adensamento populacional e pavimentação asfáltica, associados à concentração de poluentes, criam condições para alterar o comportamento da baixa troposfera (camada limite) em ambientes urbanos. As cidades contribuem para a alteração do balanço de energia (rural-urbano), gerando bolsões sobre as áreas urbanas, denominadas ilhas de calor. São um fenômeno que

reflete a interferência do homem na dinâmica dos sistemas ambientais, constituindo-se num referencial de que nos espaços urbanos ocorre o máximo de atuação humana sobre a organização da superfície terrestre.

Segundo Miller (1997), a preocupação dos cientistas é com o acúmulo de dióxido de carbono na atmosfera e o potencial para a mudança climática global; grande parte desse dióxido de carbono vem da queima de combustíveis fósseis. Plantar mais árvores e outros tipos de vegetação nas cidades pode reduzir o carbono emitido através da retenção pela biomassa.

As mudanças climáticas, conforme Barcellos *et al* (2009), podem afetar a saúde humana por diferentes vias: diretamente, como no caso das ondas de calor ou mortes causadas por eventos extremos como furacões e inundações; ou de forma indireta, devido a alterações nos ecossistemas e ciclos biogeoquímicos que podem provocar aumento das doenças infecciosas, mas também moléstias não-transmissíveis como desnutrição e doenças mentais.

Sobre doenças mentais e mais especificamente sobre a esquizofrenia, Robin Murray, professor do Instituto de Psiquiatria do King's College de Londres, diz que apesar de alguns aspectos do distúrbio ainda serem desconhecidos, o comprometimento da qualidade de vida nas grandes cidades em conjunto com fatores desencadeantes, como consumo de drogas e a imigração (pois quem está fora de seu país passa a sofrer desconfiança e discriminação, desencadeando atitudes paranoides, o que aumenta o risco de desenvolvimento da doença), pode disparar o processo:

[...] não se sabe (se o número de pessoas com esquizofrenia está aumentando no mundo), mas é possível dizer que há mais esquizofrênicos nas grandes cidades do que no interior. Primeiro porque as cidades são maiores e geram mais estresse, [...]. O que sabemos é que a esquizofrenia vem tornando-se cada vez mais comum desde os anos 1800, quando as grandes cidades foram se industrializando.

Robin Murray, em entrevista a O Estado de S. Paulo, 06/12/13, p. A22.

Hsiang *et al* (2013) apontam que um volume crescente de pesquisas sugere que eventos climáticos ocorridos ao longo da história exerceram influência considerável sobre conflitos humanos por todo o planeta e em todas as organizações sociais. Embora os autores pontuem que o clima não é o único e nem mesmo a principal força que motivou a eclosão dos conflitos, eles argumentam que a ocorrência de grandes variações climáticas pode exercer efeitos substanciais sobre a incidência de conflitos entre grupos e na violência interpessoal através de uma variedade de contextos.

Émile Durkheim, fundador da escola francesa de Sociologia, combinando a pesquisa empírica com a teoria sociológica, abordou no século XIX questões de criminalidade e homicídios nas cidades européias. Além de estudos introdutórios relacionando o clima à criminalidade, Durkheim (*apud* MENDONÇA, 2001) observou que apesar da concentração populacional na Europa em fins do século XIX ser majoritariamente agrária, o índice de homicídios era maior na cidade do que no campo, numa época em que o processo de urbanização era acelerado pela industrialização e as condições de vida urbana apresentavam-se degradadas. Através de estudo considerando dados de 1827 a 1870, Durkheim (*apud* MENDONÇA, 2001) apontou, além da presença de vários componentes de ordem social, um paralelo entre a curva de temperatura anual e a incidência de crimes contra pessoas, como homicídios e suicídios, notadamente no mês de junho, verão no hemisfério norte.

No Brasil, a análise gráfica de dados relativos à criminalidade e temperatura do ar levantados em dez capitais brasileiras por Mendonça (2001) permitiu constatar uma correlação entre as duas variáveis analisadas ao longo dos períodos 1961-1991 e 1979-1995 para a maioria daquelas capitais. De maneira genérica para o país, os índices de criminalidade apresentam elevação nos meses mais quentes do ano, coincidindo com a estação de verão prolongada (setembro a maio); índices de criminalidade mais baixos são registrados nos meses mais frios. Evidentemente, fatores de ordem sociocultural e econômico são igualmente relevantes na compreensão das causas que levam às ocorrências de violência, segundo o autor.

Diamond (2013) conjectura que sociedades prósperas do passado entraram em declínio ocasionado por eventos como reestruturações políticas, econômicas e sociais, pela conquista militar, por ascensão de um vizinho mais poderoso ou a queda e substituição de um grupo dominante por outro no governo – de forma paulatina, por vezes. O autor relata que os vestígios de agrupamentos humanos que arqueólogos, climatologistas, historiadores, paleontólogos e palinologistas¹¹ têm descoberto nas últimas décadas permitem aos pesquisadores contemporâneos lançarem hipóteses de que eventuais colapsos de forma abrupta pelos quais passaram sociedades antigas possam ter ocorrido por problemas ecológicos através da destruição inadvertida dos recursos naturais dos quais dependiam.

A expressão da violência em sociedade por influência de fatores climáticos parece ter ocorrido mesmo em tempos remotos, no entanto. Neves (2013) refere-se a estudos que revelaram que entre os anos 1000 e 1200 severa seca assolou grande parte dos Andes centrais e meridionais e o abastecimento da água passou a ser controlado por

¹¹ O termo *Palinologia* (do grego *palynien*) trata do estudo das características morfológicas externas de grãos de pólen e esporos (fósseis e atuais) e também da sua dispersão e aplicações.

Fonte:

http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/pdf/Palinologia_Eduardo_Gasparino.pdf. Acesso em 1º/06/2015

alguns clãs de povos que habitavam a região, o que estimulou a disputa pelo escasso recurso natural. Este período foi coincidente com o colapso do império Tiwanaku o qual havia anteriormente estabelecido seu poder econômico e hegemônico sobre outros povos sem que tenha havido necessariamente guerras.

Tal competição pela água teria levado a um aumento significativo da tensão social na região, e datam deste período construções específicas interpretadas pelos arqueólogos como fortificações (NEVES, 2013). Além disso, o estudo de 682 crânios humanos referentes aos períodos pré, durante e pós predomínio do império tiwanaku, demonstrou ter havido um aumento significativo da violência após o colapso, pois a frequência de crânios com marcas de traumas subiu de 5% no período pré-império e 10% durante o período tiwanaku para cerca de 35% no período pós-império. As taxas de agressão interpessoal somente regrediram com a melhoria das condições climáticas, por volta do século XV e já sob o domínio do império inca.

Grandes desvios nos níveis de precipitação e de temperaturas amenas aumentam sistematicamente o risco de muitos tipos de conflito e essa relação parece deter mais de uma variedade de escalas temporais e espaciais, de acordo com Hsiang *et al* (2013); constatou-se que o efeito da temperatura é geralmente maior do que o efeito da precipitação, assim como o efeito sobre a violência entre grupos (p. ex., guerra civil) é maior do que o efeito sobre a violência interpessoal (p. ex., agressão física). Estudos empíricos indicaram, segundo os autores, que as variáveis climatológicas têm um grande efeito sobre o risco de violência e instabilidade no mundo atual.

A figura 6 ilustra associações entre as mudanças climáticas e conflitos com base em análises de dados paleoclimáticos.

Para Hsiang *et al* (2013), investigações interdisciplinares apontam para uma relação causal entre clima e conflitos, embora não se consiga explicar plenamente o mecanismo envolvido, sendo fundamentais pesquisas futuras para sua determinação. Deve-se considerar, segundo os autores, o efeito potencial de mudanças climáticas antropogênicas sobre os conflitos durante este intervalo de tempo; eles argumentam que se as populações do futuro reagirem de forma semelhante às populações do passado, então as alterações no clima têm o potencial de aumentar substancialmente os conflitos ao redor do mundo em relação a um contexto onde não ocorram tais mudanças.

Figura 6. Exemplos de reconstruções paleoclimáticas que encontram associações entre as mudanças climáticas e os conflitos humanos. As linhas são reconstruções climáticas (vermelho, temperatura; azul, precipitação; laranja, seca; as médias móveis foram atenuadas quando as linhas cinza-claro estiverem exibidas) e barras cinzentas escuras indicam períodos de substancial instabilidade social, conflitos ou ruptura das instituições políticas. (A) sedimentos aluviais da bacia de Cariaco indicam secas plurianuais substanciais coincidindo com o colapso da civilização maia. (B) reconstituição de um índice de seca a partir dos anéis de árvores do Vietnã, mostra persistentes mega-secas anteriores ao colapso do reino Angkor. (C) sedimentos do lago Huguang Maar na China indicam períodos abruptos e sustentados de pouca precipitação no verão que coincidiam com a maioria das grandes transições dinásticas. O colapso da dinastia Tang (907) coincidiu com o colapso terminal dos Maias, ambos ocorridos quando o Oceano Pacífico alterou os padrões de chuva em ambos os hemisférios. Da mesma forma, o colapso da Dinastia Yuan (1368) coincidiu com o colapso de Angkor (B), que partilha o mesmo clima regional. (D) Cultivos dos Tiwanaku na região do Lago Titicaca acabaram abruptamente depois de uma seca na região, medida pelo acúmulo de gelo no Quelccaya Ice Cap, Peru. (E) poeira continental soprada da Mesopotâmia para o Golfo de Omã indica seca que é coincidente com o colapso do império acadiano. (F) Anéis de árvores europeias indicam que períodos anormalmente frios foram associados a grandes períodos de instabilidade no continente europeu. Fonte: Hsiang et al (2013).

Na argumentação de Barcellos *et al* (2009), os problemas de saúde humana associados às mudanças climáticas não têm necessariamente esta origem; antes, sob influência da mudança do clima, a população humana apresentará os efeitos, de origem multi-causal, de forma exacerbada ou intensificada. A avaliação dos efeitos das alterações no clima sobre a saúde é tarefa complexa e requer abordagens interdisciplinares de climatologistas, cientistas sociais, biólogos, físicos, dentre outros, com o intuito de analisar as relações entre os sistemas sociais, econômicos, biológicos, físicos e ecológicos com as alterações climáticas.

O comitê de especialistas que promoveu o encontro da Cúpula do Clima das Grandes Cidades em São Paulo (C40 Large Cities Climate Summit, 2011) gerou 4 plataformas com temas específicos contendo recomendações de políticas que possam resultar em benefícios à saúde geral da população: transporte e energia, planejamento urbano, escassez e qualidade da água e agricultura.

Em relação ao planejamento urbano, temática intrínseca deste trabalho, foram sugeridas as medidas constantes do quadro 6 pelo C40 (Large Cities Climate Summit, 2011), como a ampliação e proteção das áreas verdes urbanas visando co-benefícios à saúde pública e ambiental das cidades.

Há muitas causas para a degradação dos serviços providos pelos ecossistemas, segundo o CAEM (2005), como as devidas ao crescimento econômico, às mudanças demográficas e às escolhas individuais.

O planejamento urbano funcionalista que prevaleceu durante várias décadas do século XX atribuía à vegetação urbana apenas papéis sociais e de lazer, visão que vem sendo revista através da identificação e caracterização de vários serviços dos ecossistemas. Com o desenvolvimento da ecologia urbana, os aspectos multifuncionais dos espaços verdes urbanos têm recebido atenção multidisciplinar crescente por parte da comunidade pesquisadora, seja pelas interações entre clima urbano e a vegetação, como também pela concepção e gestão do espaço público nas cidades (Weber; Medhi, 2013).

PLANEJAMENTO URBANO	MEDIDAS QUE DEVAM PRIORIZAR	CO-BENEFÍCIOS EM SAÚDE
Sobre o planejamento urbano, ocupação e preservação ambiental do solo e mudança de clima urbano, os co-benefícios imediatos em saúde respondem às medidas que priorizem:	<p>Promoção da reordenação territorial, limitando a expansão das manchas urbanizadas, princípios da cidade compacta;</p> <p>Permeabilização do solo, diminuição de ilhas de calor (alteração do microclima);</p> <p>Estabilização de encostas em áreas de alta declividade;</p> <p>Priorização da desocupação de áreas de risco pela população vulnerável;</p> <p>Redução de enchentes;</p> <p>Alteração no padrão de construção padrão das residências, em baixa renda para o isolamento dos extremos térmicos, e em alta renda para a eficiência energética;</p> <p>Atenção ao sistema de previsão e de comunicação da previsão meteorológica;</p> <p>Atenção aos sistemas de alerta para desastres naturais;</p> <p>Ampliação, preservação e proteção de áreas verdes urbanas, arborização;</p> <p>Priorização da manutenção das áreas de preservação permanente com recomposição da mata ciliar; e</p> <p>Priorização da revitalização do sistema de rios e córregos.</p>	<p>Melhora da qualidade de vida;</p> <p>Melhora do desconforto térmico, evitando-se doenças cardiovasculares;</p> <p>Redução das doenças de veiculação hídrica, tais como doenças diarreicas, leptospirose, hepatite A e dengue, e redução dos desabrigados por enchentes;</p> <p>Diminuição de doenças infecciosas pela proliferação de vetores como a dengue;</p> <p>Redução de acidentes com traumas e mortes em desastres naturais e socioambientais;</p> <p>Redução das desordens comportamentais e psicológicas por perda de moradia; e</p> <p>Diminuição do estresse (distúrbios psicológicos, violência, depressão, síndrome do pânico, psicossociais).</p>

Quadro 6: potenciais benefícios em saúde decorrentes de medidas de planejamento urbano.
Fonte: Carta de recomendações em Saúde para o C40 Large Cities Climate Summit, São Paulo, 2011.

2.2.1 As ilhas de calor urbanas

Pinto Jr. *et al* (2013) descrevem os efeitos das ilhas de calor urbanas (ICU): enquanto a mudança de temperatura do ar na superfície observada nos trópicos nas últimas décadas é pequena, maiores alterações da temperatura (maior que 1° C) foram

observadas durante este período sobre as áreas urbanas das grandes cidades tropicais. O aumento da temperatura em áreas urbanas pelo chamado efeito de ilha de calor urbana (ICU) acredita-se ser causado por muitas diferenças físicas entre as áreas centrais e rurais, entre eles a maior absorção da luz solar, o aumento de armazenamento de calor por superfícies artificiais, obstrução de re-irradiação por prédios, ausência de transpiração das plantas e as diferenças na circulação do ar.

De acordo com Pickett *et al*¹² (2001, *apud* Guadagno *et al*, 2013), a substituição da cobertura vegetal por asfalto e concreto (impermeabilização do solo), além do alto nível de emissões térmicas relacionadas com o consumo de combustíveis fósseis gerando grande intensidade energética, são diretamente responsáveis pelo efeito de ilha de calor, que pode incrementar a temperatura em até + 10° C.

Conforme Gartland (2008), os impactos negativos das ilhas de calor não causam apenas desconfortos adicionais, mas afetam muitas pessoas de várias maneiras; as temperaturas mais elevadas, a falta de sombra e seu papel no aumento da poluição do ar têm sérios efeitos sobre a mortalidade e saúde da população.

Guadagno *et al* (2013) se referem à incidência de ondas de calor em conjunto com as maiores concentrações de poluentes do ar como séria ameaça para a vida dos habitantes das cidades e, citando o CRED¹³ (s.d.), apontam as 70 mil mortes causadas pelo calor no verão de 2003 na Europa.

A figura 7 esquematiza simbolicamente a ação de uma ilha de calor urbana, onde visualiza-se que a zona central apresenta temperaturas mais elevadas em relação ao campo e demais áreas periféricas.

¹² Pickett, S. T. A. *et al.* (2001) “Urban Ecological Systems: Linking Terrestrial Ecological, Physical, and Socioeconomic Components of Metropolitan Areas”. *Annual Review of Ecological Systems* 32:127-157.

¹³ CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) (n.d.) “EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database”, <http://www.emdat.be>-Université catholique de Louvain – Brussels – Belgium.

Figura 7. Representação da ilha de calor urbana.
Fonte: galeria de imagens do Google. Acesso em 20/05/2015.

Pinto Jr. *et al* (2013) desenvolveram estudos sobre a incidência de raios na cidade de Manaus, pois a ocorrência de descargas elétricas atmosféricas nunca havia sido estudada em cidade localizada no interior de uma floresta e longe de montanhas e oceanos. Nas últimas três décadas, a temperatura do ar na superfície em Manaus aumentou 0,7°C, enquanto nos trópicos houve um aumento de aproximadamente 0,4°C. Além disso, a temperatura máxima diária na área urbana de Manaus é 3° C mais elevada do que a temperatura da floresta em torno da cidade. Concluíram que a atividade de relâmpagos em Manaus é maior do que nas regiões ao redor da cidade e que tem vindo a aumentar nas últimas quatro décadas, com o aumento da área urbana da cidade em substituição à floresta. Os resultados sugeriram que a evolução no tempo das áreas urbanas está relacionada com o efeito das ICU, pois acredita-se que tal efeito influencia a formação e evolução de temporais e, em consequência, a atividade de relâmpagos.

Além disso, segundo Gartland (2008), o fenômeno das ilhas de calor compromete recursos financeiros por aumentar a demanda por energia, por despendar maiores esforços na construção e manutenção de infraestruturas, para gerenciar enchentes e para a disposição de resíduos. Em acréscimo, as técnicas construtivas insustentáveis, que são uma das responsáveis por promover as ilhas de calor, tendem a não ser atraentes ou saudáveis para a flora e fauna urbanas.

2.3 VULNERABILIDADES URBANA E SOCIAL.

“Se já não há vida antes da morte, por que se preocupar com a vida após a morte ?”

Kamel Daoud, escritor argelino.

Segundo Wisner¹⁴ *et al* (2004), citado por Lavell *et al* (2012) no relatório Climate Change: New Dimensions in Disaster Risk, Exposure, Vulnerability, and Resilience, preparado para o IPCC (2012), a vulnerabilidade é definida genericamente como a propensão ou predisposição a ser adversamente afetado. Esta predisposição constitui uma característica interna do elemento afetado. A vulnerabilidade é resultado de diversos processos e condições históricos, sociais, econômicos, políticos, culturais, institucionais, de recursos naturais e ambientais.

A vulnerabilidade, conforme o IPCC (2014), ocorre na medida em que a exposição ao perigo (como aos impactos diretos da mudança climática) represente um risco; obviamente, ao remover pessoas da exposição ao perigo (por exemplo, fornecendo drenagem que impeça inundações) haverá pouco ou nenhum impacto. Para além da conceituação, o termo vulnerabilidade envolve a noção de incapacidade das pessoas para evitar o perigo (exposição), antecipar-se a ele e tomar medidas para evitá-lo ou limitar o seu impacto, lidar com ele e recuperar-se.

A questão da vulnerabilidade também é observada para sistemas naturais/ecossistemas (manguezais, pântanos e dossel das árvores urbanas, por exemplo); se aumentada a capacidade de adaptação destes sistemas, eles também podem fornecer proteção natural contra os efeitos das mudanças climáticas em áreas urbanas (IPCC, 2014).

Para uma floresta, por exemplo, pode representar ter que “lidar” e sobreviver a um incêndio, tempestade ou com poluição; para uma sociedade envolve a capacidade de lidar com a incerteza política ou desastres naturais de uma forma que seja sustentável para o futuro (Stockholm Resilience Centre).

Para Jacobi (2013), a lógica da configuração das cidades e metrópoles modernas as transformam, além de polos de atração e fixação de contingentes consolidados de

¹⁴ Wisner, B., P. Blaikie, T. Cannon, and I. Davis, 2004: *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*, 2nd edition. Routledge, London, UK.

populações atraídas pelas expectativas de progresso material, em potenciais geradoras de riscos.

De acordo com Guadagno *et al* (2013), grupos vulneráveis (devido a idade, gênero, etnia ou renda) tendem a viver em locais e condições menos seguros; problemas ambientais e o risco urbano estão vinculados essencialmente à pobreza. O descompasso entre a demanda por emprego e por serviços essenciais e a capacidade limitada das administrações locais e nacionais em proporcionar às pessoas pobres condições de lidar com suas necessidades básicas diárias se traduz principalmente na periferização e precariedade dos assentamentos, como as favelas, localizados em áreas de solos instáveis e com riscos hidro-geológicos vulneráveis a enchentes, terremotos, incêndios e doenças. Essas pessoas possuem recursos e capacidade de recuperação de desastres muito limitados. Além do mais, a pobreza faz com que as pessoas exerçam pressão maior sobre os recursos naturais locais remanescentes, como exaurir a cobertura vegetal circundante para conseguir lenha, impedindo uma maior recuperação do solo.

Além disso, para Marandola Jr.; Hogan (2006), a ruptura de valores tradicionais, religiosos, políticos e econômicos passam a compor o mesmo panorama geral o qual suscita questionamentos sobre se o conhecimento acumulado será capaz de atender às demandas da sociedade para o enfrentamento dos riscos e incertezas como componentes dos estudos da vulnerabilidade, manifestação expressiva da modernidade tardia, segundo os autores, proporcionando elos entre contextos socioculturais e teses espaço-temporais distintos, estejam no campo acadêmico-científico ou na seara dos governos. A vulnerabilidade nem sempre é percebida de forma clara, diferentemente da ideia de risco (a situação a que se está exposto) e perigo (o evento que pode causar dano), que são facilmente identificados.

Resumidamente: Perigo é a fonte geradora e o Risco (pela exposição a esta fonte) é a probabilidade de ocorrência do evento perigoso multiplicada pela magnitude do impacto.

Segundo Moser¹⁵ (1998, *apud* ALVES; TORRES, 2006), a vulnerabilidade é definida como uma situação em que estão presentes três elementos (ou componentes): exposição ao risco, incapacidade de reação e dificuldade de adaptação diante da materialização do risco. Há várias situações e considerações sob diferentes vieses em que a concepção da vulnerabilidade pode ser aplicada a indivíduos ou populações quando expostos a diferentes tipos de risco e intensidade, como os de caráter econômico, social e psicológico.

¹⁵ Moser, C. *The Asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies. World Development, New York, v. 26, n. 1, 1998.*

Os grandes centros urbanos das megacidades de países em desenvolvimento apresentam maior vulnerabilidade ambiental relacionada, muitas vezes, ao crescimento caótico que experimentaram. Ilhas de calor, moradias precárias em áreas críticas de declividade ou de enchentes, transporte e saneamento básico precários atingem principalmente os mais desfavorecidos nas periferias das grandes cidades, acentuando as bases das desigualdades socioeconômica e ambiental (C40).

O relatório do IPCC (2014) diz que uma em cada sete pessoas no mundo vive com má qualidade, em acomodações superlotadas em áreas urbanas com provisão inadequada (ou nenhuma) de infraestrutura e serviços básicos, principalmente em assentos informais sendo que nestes é verificada grande parte do risco para a saúde e vulnerabilidade às mudanças climáticas.

Sob este enfoque, contempla-se, de acordo com Marandola Jr.; Hogan (2006), as dimensões da vulnerabilidade a que a humanidade está submetida, pois acontecimentos de diferentes naturezas, intensidades e consequências reforçam a percepção de que a vida cotidiana contemporânea tem se revelado frequentemente repleta de perigos e riscos.

O risco de desastres é definido, conforme Levell *et al* (2012), como a

[...] probabilidade de alterações graves no funcionamento normal de uma comunidade ou de uma sociedade durante um período de tempo específico devido a eventos físicos perigosos que interagem com condições sociais vulneráveis, causando grandes efeitos humanos, econômicos, materiais ou ambientais adversos e que exigem uma resposta emergencial para satisfazer as necessidades humanas fundamentais e que podem necessitar de apoio externo para recuperação.

De acordo com Martins (2014), os efeitos das alterações do clima têm se demonstrado dramáticos nas sociedades e grupos sociais que não desenvolveram uma cultura que lhes permita administrar a complicada relação da sociedade com a natureza, baseada em saberes centenários e até milenares sistematizados no que o autor classificou como climatologia popular, meteorologia dos simples e agricultura do povo. Além disso, a crescente urbanização priva os habitantes das cidades do capital cultural necessário a uma atitude prudente e positiva em face das variações climáticas, sendo que as populações do campo administram cotidianamente sua relação com o clima melhor do que as populações urbanas ao possuírem maior riqueza de informações que lhes municia com critérios e procedimentos para lidar com adversidades naturais com boa antecedência às ocorrências mais graves.

Ainda conforme Martins (2014), as alterações climáticas interferem no padrão dos relacionamentos sociais, nos valores de conduta e no modo como a sociedade se

organiza e funciona, assumindo papel de protagonistas de mudanças sociais. A relação das pessoas com os recursos naturais, como a poluição das águas dos rios e córregos por disposição do lixo e esgotos, revela muito sobre situações de crise como boas referências para compreender mudanças sociais e mudanças de mentalidade (que levaram a hábitos) as quais poderão induzir a população urbana a recriar padrões de civilidade no trato da natureza.

Desastres naturais de grandes proporções amplificam suas dimensões e alcance, como os noticiados todos os anos em diversas partes do planeta, atingindo até locais sem histórico de ocorrências ou com intensidade devastadora poucas vezes vista. Os ambientes cada vez mais deteriorados, da geografia urbana a ecossistemas em diferentes escalas, coincidem com áreas de degradação social, exacerbando riscos e perigos e expandindo seus efeitos e danos (Torres¹⁶, 2000, *apud* MARANDOLA JR. e HOGAN, 2006; MARANDOLA JR. e HOGAN, 2006).

O conceito de exposição a riscos, segundo Crichton¹⁷ (1999) e Gasper¹⁸ (2010), citados por Levell *et al* (2012), é utilizado para se referir à presença de pessoas, meios de subsistência, recursos e serviços ambientais, infraestrutura ou recursos econômicos, sociais ou culturais em locais que podem ser afetados adversamente por eventos físicos e que, portanto, estão sujeitos a potencial futuro dano ou perda. Esta definição agrupa sistemas físicos e biológicos sob o conceito de "serviços e recursos ambientais", aceitando que estes são fundamentais para o bem-estar humano e segurança.

Para a UNISDR (2014), é necessário compreender que o desastre “não é natural” e é importante considerar os elementos do risco. O risco é uma função da ameaça (um ciclone, um terremoto, a cheia de um rio, ou o fogo, por exemplo), da exposição de pessoas e bens a essa ameaça, e das condições de vulnerabilidade das populações e bens expostos. Esses fatores não são estáticos e podem ser aperfeiçoados, a depender das capacidades institucional e individual em enfrentar e/ou agir para redução do risco. Os padrões do desenvolvimento social e ambiental podem ampliar a exposição e vulnerabilidade e então ampliar o risco.

O quadro 7 relaciona os principais indutores ao risco em uma cidade, de acordo com o UNISDR (2014).

E o quadro 8 ilustra a “equação” que resulta em risco de desastre.

¹⁶ Torres, H. G. *A demografia do risco ambiental*. In: TORRES, H. G. e COSTA, H. (Org.). *População e meio ambiente: debates e desafios*. São Paulo: Senac, 2000. P. 53-73.

¹⁷ sem referências bibliográficas.

¹⁸ Gasper, D., 2010: *The idea of human security*. In: *Climate Change, Ethics and HumanSecurity* [O'Brien, K. A.L. St. Clair, and B. Kristoffersen (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 23-46.

1. o crescimento das populações urbanas e o aumento de sua densidade, o que interfere diretamente nos solos e nos serviços, ampliando as ocupações de planícies costeiras, ao longo de encostas instáveis e das áreas de risco.
2. a concentração de recursos e capacidade em âmbito nacional, com ausência de fiscalização, recursos humanos e capacidades no governo local, incluindo ordens pouco claras para ações de resposta e de redução de riscos de desastres.
3. a governança local fragilizada e a participação insuficiente dos públicos de interesse locais no planejamento e gestão urbana.
4. a gestão dos recursos hídricos, dos sistemas de drenagem e de resíduos sólidos inadequada, a causar emergências sanitárias, inundações e deslizamentos.
5. o declínio dos ecossistemas, devido às atividades humanas, tais como a construção de estradas, a poluição, a recuperação das zonas úmidas e a extração insustentável de recursos que comprometem a capacidade de oferecer serviços essenciais, como, por exemplo, a proteção e regulação contra inundações.
6. a deterioração da infraestrutura e padrões de construção inseguros, que podem levar ao colapso das estruturas.
7. os serviços de emergência descoordenados, que afetam a capacidade de rápida resposta e preparação.
8. os efeitos adversos das mudanças climáticas que irão, provavelmente, aumentar as temperaturas extremas e as precipitações, na dependência de condições localizadas, com um impacto sobre a frequência, a intensidade e a localização das inundações e outros desastres relacionados ao clima.

Quadro 7: Principais fatores indutores ao risco no meio urbano.

Fonte: UNISDR (2014).

<p>Ameaça X Vulnerabilidade X Exposição</p> <hr/> <p>Resiliência ou Capacidade de Enfrentamento</p>	= Risco de Desastre
---	---------------------

Quadro 8: fatores que contribuem para o risco de desastres.

Fonte: UNISDR (2014).

Análise do IBGE (2013), constante da pesquisa Perfil dos Municípios Brasileiros (5.570 cidades), disponibiliza informações de eventos que implicam em riscos nas áreas urbanas e foi focada nas principais ocorrências causadoras de desastres naturais, no período de 2008 a 2012. Abarca informações sobre alagamentos, enchentes e inundações e deslizamentos de encostas.

Segundo o estudo (IBGE, 2013), no período, 97,4% dos municípios com mais de 500 mil habitantes registraram alagamentos. Em relação a alagamentos (IBGE, 2013):

- 1.543 municípios declararam-se atingidos por enchentes ou inundações graduais¹⁹ (27,7% do total dos municípios brasileiros);
- 1.574 municípios declararam-se atingidos por enxurradas ou inundações bruscas²⁰ (28,3% do total dos municípios brasileiros);
- 948 municípios foram afetados por ambos os eventos.

No que tange a processos erosivos²¹, 1.113 municípios (ou 20%) apresentaram o fenômeno; 838 municípios apresentaram ambos os eventos (alagamentos e processos erosivos).

Movimentos de massa de solos, rochas ou detritos em morros, taludes e encostas, tendo como causa principal a infiltração de água das chuvas combinada com mudanças nas condições naturais do relevo, como cortes para construção de moradias rodovias, aterros e outras obras foram apontados em 895 municípios.

Historicamente, segundo Maytraud (2005), a evolução urbana ocorreu em estreita relação com a existência da rede hidrográfica, o que frequentemente propiciou impactos negativos sobre esta malha. Conflitos entre as cidades e suas águas pluviais são conhecidos desde os primórdios do estabelecimento humano em aglomerados urbanos. Ora as inundações são um problema, ora provocam catástrofes devido às inundações frequentes e mal controladas. À medida que a populações urbanas se instalavam, os rios que serviam como escoadouros para o saneamento transformaram-se

¹⁹ *Enchentes ou inundações graduais ocorrem quando o leito dos rios se eleva de forma lenta e previsível em longos períodos de chuvas contínuas, e seu escoamento é gradual. São características de grandes bacias hidrográficas e dos rios de planície (fonte: IBGE, 2013).*

²⁰ *As enxurradas ou inundações bruscas são provocadas por chuvas intensas e concentradas, sendo que os canais naturais de drenagem transbordam rapidamente, provocando danos materiais e humanos mais intensos que as enchentes graduais. São características de bacias de médio ou pequeno porte e são intensificadas por relevos acentuados (fonte: IBGE, 2013).*

²¹ *Processos erosivos são fenômenos que se caracterizam pelo desgaste do solo e das rochas e seu transporte para as partes mais baixas do relevo, em geral provocando assoreamento dos cursos d'água (fonte: IBGE, 2013).*

em esgotos a céu aberto, reforçando a percepção negativa da presença da água no meio urbano.

Em resumo, 40,9% das cidades brasileiras (2.276 cidades) sofreram ao menos um desastre natural entre 2008 e 2012, com aproximadamente 1.406.000 pessoas atingidas, a maior parte residente nas regiões Sudeste e Sul do país, onde se concentram os maiores contingentes populacionais (IBGE, 2013).

Ainda segundo o IBGE (2013), 66,9% das cidades não apresentavam quaisquer instrumentos de gestão de risco de desastres vinculados a enchentes; 78,9% delas não possuíam planos para o combate aos escorregamentos de terra.

Uma metrópole sem planejamento adequado do uso do solo, sem parâmetros adequados de verticalização e ocupação, crescendo rapidamente e com poucos recursos técnicos, pode colocar em risco a qualidade de vida dos seus habitantes, conforme Lombardo (1985). Em decorrência de que a maior parte da população urbana brasileira é carente de recursos básicos como habitação e saneamento, aflora a necessidade de estudos que dêem subsídios para um controle de ocupação do espaço urbano, fixando parâmetros físicos para um ambiente urbano mais compatível com a qualidade de vida humana.

Conforme Barcellos *et al* (2009), riscos são o produto de perigos (em relação às mudanças climáticas, referem-se às condições ambientais e à magnitude dos eventos) e vulnerabilidades (conformadas pelas condições sociais, desigualdades e as diferentes capacidades de adaptação, resistência e resiliência). Se os pobres são a parcela mais vulnerável da população, as classes mais afluentes da sociedade não estão tampouco isentas de riscos.

As desigualdades sociais representam um importante diferencial de riscos ambientais, na medida em que a observação do possível recrudescimento de doenças outrora assentadas sobre uma base histórica distinta das causas atuais refere-se à prevenção, diagnóstico e tratamento de algumas pessoas e outras não, quadro que é agravado pelas mudanças do clima e que aprofunda as diferenças regionais e sociais de vulnerabilidade (BARCELLOS *et al*, 2009). Isto implica a necessidade de alterações no comportamento individual, social e político que forneçam respostas para os impactos causados pelas mudanças ambientais e climáticas. A este respeito, a AMM (2009) recomenda modificações no estilo de vida, como a utilização de meios de transporte que abrandem as mudanças climáticas, o que influenciará positivamente sobre eventos como obesidade, doenças cardíacas, diabetes, câncer, doenças respiratórias e outros.

No entanto, as mudanças pelas quais o mundo vem passando não se limitam apenas aos aspectos climáticos, de acordo com Barcellos *et al* (2009). Os riscos associados às mudanças climáticas não devem ser avaliados em separado dos contextos da globalização (que aumenta a conectividade de pessoas, mercadorias e informação), das mudanças ambientais (quando da alteração dos ecossistemas, redução da

biodiversidade e acúmulo de substâncias tóxicas) e a precarização de sistemas de governo (por redução dos investimentos em saúde, aumento da dependência de mercados e agravamento das desigualdades sociais).

O quadro 9 relaciona algumas expectativas de alterações planetárias decorrentes das mudanças do clima, de acordo com o 4º Relatório de Avaliação do IPCC (4º RA), divulgado em 2007.

1. aquecimento até o final do século será no mínimo o dobro do verificado nos últimos 100 anos.
2. as rotas de tempestades extratropicais serão deslocadas aos polos, em consequência da alteração de ventos, precipitações e padrões de temperatura.
3. contínua elevação do nível do mar, devido ao período de tempo associado aos processos climáticos e suas reações.
4. retração contínua da cobertura de neve, incluindo a Antártica.
5. ocorrência de tempestades severas e inundações ao longo das linhas costeiras, densamente povoadas.
6. aumento das precipitações em altas latitudes e diminuição na maioria das regiões subtropicais da Terra.
7. redução no potencial da produção agrícola em regiões tropicais e subtropicais, causando ruptura no fornecimento global de alimentos.
8. devido à intrusão da água salgada pela elevação dos oceanos, haverá redução da quantidade e qualidade das fontes de água potável. A água do mar ficará mais ácida devido à dissolução do CO₂.
9. extinção de até 25% dos mamíferos e 12% das aves, devido à alteração dos ecossistemas pelo aquecimento global e atividades humanas.
10. o alcance de algumas doenças transmitidas por vetores se expandirá.

***Quadro 9: expectativas da Declaração de Dheli sobre saúde e mudança climática adotada pela Assembléia Geral da World Medical Association, baseadas no 4º RA do IPCC (2007).
Fonte: Associação Médica Brasileira, 2009.***

Segundo a Associação Médica Mundial (AMM, 2009), a Organização Mundial da Saúde estima a incidência de doenças evitáveis em países ricos e pobres devido à degradação ambiental, respectivamente, em 17% e 25%, sendo que 150 mil óbitos são verificados a cada ano como consequência das alterações do clima. A maioria destas mortes ocorre nos países mais pobres por serem os mais vulneráveis às mudanças climáticas. Crianças constituem 85% do total.

Para Lombardo (1985), é no contexto das áreas metropolitanas brasileiras em que a degradação ambiental é mais percebida, ocorrendo de maneira diversa e em vários níveis temporal e espacial. Desastres ambientais ocorrem com elevados custos sociais, interferindo diretamente na qualidade de vida dos habitantes. É importante não ver a natureza isolada das variações produzidas pela ação humana, mesmo por que não existem mais ecossistemas naturais que não estejam, de algum modo, modificados pelo homem.

Fenômenos inter-relacionados como ilha de calor, poluição do ar, chuvas intensas, inundações, desabamentos passam a fazer parte do cotidiano urbano (LOMBARDO, 1985).

As variações de respostas humanas relacionadas ao aquecimento global parecem estar diretamente vinculadas a questões de vulnerabilidade coletiva e individual, de acordo com Barcellos *et al* (2009). Tratam-se de variáveis como idade, condições de saúde, resiliência fisiológica e condições sociais que determinam a adaptação humana às variáveis climáticas.

Para Cutter (1994²² e 1996²³, *apud* ALVES; TORRES, 2006) a vulnerabilidade tem sido discutida em termos territoriais (regiões e ecossistemas) e pode ser vista como sendo a interação entre o risco existente em um determinado lugar e as características e o grau de exposição da população lá residente, sendo que um dos aspectos mais relevantes diz respeito à questão da cumulatividade de riscos de diferentes origens (proximidade de lixões, ocorrência de inundações e desmoronamentos, etc.). Muitas vezes, as áreas que oferecem riscos ambientais são as únicas acessíveis às populações de mais baixa renda, onde constroem seus domicílios em condições precárias. Além de conviverem com outros problemas de natureza sanitária e nutricional. Sob este recorte, as noções sobre vulnerabilidade ambiental passam a integrar o conceito de vulnerabilidade socioambiental.

Para Marandola Jr.; Hogan (2006),

[...] A problemática ambiental vivida na sociedade contemporânea não pode ser entendida apenas em sua dimensão técnica ('este produto ou elemento polui aquele ambiente'), mas reveste-se igualmente como consequência da dinâmica e da estrutura social e os riscos e perigos ambientais passam a ser considerados como produtos do sistema atingindo de forma mais intensa populações vulneráveis.

A importância da preservação das funções dos ecossistemas na prevenção de desastres é também ressaltada pelo CAEM (2005) quando relaciona o incremento das

²² Cutter, S. L. (Org.). *Environmental risks and hazards*. London: Prentice-Hall, 1994. 413 p.

²³ Cutter, S. L. *Vulnerability to environmental hazards*. *Progress in Human Geography*, v. 20, n.4, p.529-539, Dec. 1996.

demandas infligidas aos sistemas ecológicos com a redução das perspectivas de desenvolvimento sustentável, pois o bem-estar humano é afetado não apenas pela diferença entre a oferta e a demanda dos serviços dos ecossistemas, mas também pela maior vulnerabilidade dos indivíduos e das comunidades. O leque de serviços que os ecossistemas proporcionam fornece às pessoas recursos que funcionam como prevenção diante de catástrofes naturais ou comoções sociais, reduzindo riscos e a vulnerabilidade.

Conforme Santos (1992), em que pese o fantástico progresso tecnológico humano, com modelos matemáticos que tentam delinear um padrão predizível de comportamento da Natureza e a consciência da influência das ações humanas na ocorrência de tempestades, hecatombes, cataclismos e a degradação sistemática em todos os ambientes, a humanidade continua perplexa e finge não compreender “*cada tragédia tão artificial que se lhe abate rotineiramente*”.

2.4. RISCOS, RESILIÊNCIA E ADAPTAÇÃO.

Gestores públicos locais e tomadores de decisão devem frequentemente lidar com os impactos dos desastres de pequeno e médio impacto – e menos habitualmente com os de grande impacto – que decorrem de ameaças naturais ou provocadas pela ação humana. As mudanças climáticas e os eventos climáticos extremos tendem a aumentar a exposição das cidades às ameaças e riscos.

O relatório TEEB (2010) aponta para forte relação entre o agravamento dos efeitos dos desastres naturais e o desflorestamento pela perda das funções ecológicas desempenhadas por florestas na ocorrência de inundações, deslizamentos de terra, aumento súbito das marés e tempestades, incêndios, seca e desertificação e terremotos (neste último caso, os ecossistemas previnem os deslizamentos de terra e as ameaças naturais decorrentes). A degradação dos ecossistemas e a redução da eficácia dos serviços dos sistemas ecológicos permitem que mais desastres naturais afetem comunidades carentes que não possuem recursos ou outras salvaguardas para se recuperarem posteriormente.

Os estudos da sustentabilidade também envolvem outros nichos de pesquisa e propostas de novas abordagens transdisciplinares que intencionam o (re)equilíbrio das sociedades humanas com o meio em que estiverem inseridas: resiliência, adaptabilidade e limites planetários.

Para o Stockholm Resilience Centre (2014), há mudanças que ocorrem seguindo um padrão estável, de forma mais ou menos contínua e previsível, enquanto em outras oportunidades a mudança é súbita, desorganizada e turbulenta e reflete em impactos climáticos, desafios à ciência do sistema terrestre e às regiões vulneráveis. As evidências apontam para uma situação em que os períodos de tal mudança abrupta são susceptíveis de aumentar em frequência e magnitude. Isto desafia a capacidade de adaptação das sociedades. A abordagem da resiliência centra-se na interação dinâmica entre os períodos de mudança gradual e súbita e como se adaptar e moldar à mudança.

Conforme o Stockholm Resilience Centre, resiliência é a capacidade em longo prazo de um sistema - seja ele uma floresta, cidade ou economia - para lidar com a mudança e continuar a se desenvolver, adaptando continuamente ao mesmo tempo em que permanece dentro de limites críticos, resistindo a choques e perturbações (como as alterações climáticas ou crises financeiras), usando esses eventos para catalisar renovação e inovação.

Walker *et al* (2004) vêem a resiliência como a capacidade de um sistema para absorver um distúrbio e reorganizar-se ao sofrer uma mudança, de modo a ainda manter essencialmente a mesma função, estrutura, identidade e regeneração.

Segundo o IPCC (2014), a resiliência é a “*capacidade dos sistemas sociais, econômicos e ambientais para lidar com um evento ou tendência perigosos ou perturbação, respondendo ou reorganizando-se de modo a manter a sua função essencial, características e estrutura, ao mesmo tempo que mantêm a capacidade de adaptação, compreensão e transformação*”.

A resiliência é muitas vezes considerada o oposto da vulnerabilidade. Enquanto esta envolve grupos específicos da população, a resiliência é discutida em relação à capacidade sistêmica para protegê-los, reduzindo o impacto dos perigos específicos através de infraestrutura ou da gestão do uso do solo sensível aos riscos climáticos, segundo o IPCC (2014). No entanto, a resiliência não se resume apenas à capacidade de recuperar-se do impacto; envolve também a capacidade de evitar ou minimizar a necessidade de se recuperar e a capacidade de resistir a mudanças inesperadas ou imprevisíveis. As instituições existentes devem ser funcionais para que isto ocorra, juntamente com uma base de conhecimentos.

Múltiplos fatores exercem influência na resiliência a condições climáticas – a qualidade das construções, a eficácia do ordenamento do território, a qualidade e extensão da cobertura dos serviços e infraestrutura básicos, a eficiência dos sistemas de alerta antecipatórios, suporte à população mais pobre e capacidade administrativa para ampará-la e a proporção de domicílios com seguro e poupança (IPCC, 2014).

Ecossistemas naturais têm a capacidade de absorver ou desviar ameaças naturais e o gerenciamento de ecossistemas é visto como um componente vital para a redução do risco de desastres, conforme disposto no relatório TEEB (2010).

O IPCC (2014) apresenta o risco como a probabilidade de ocorrência de eventos ou tendências perigosos multiplicada pelos impactos se estes eventos ou tendências ocorrerem, ou seja, é o potencial de consequências, onde algo de valor está em jogo e onde o resultado é incerto. O risco resulta da interação da vulnerabilidade, exposição²⁴ e perigo²⁵, como ilustrado na figura 8.

²⁴ *Exposição é “a presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções ambientais, serviços e recursos, infraestrutura ou recursos econômicos, sociais ou culturais em locais e configurações que podem ser afetadas adversamente”. Fonte: IPCC, 2014.*

²⁵ *Perigo significa “a possível ocorrência de um evento físico natural ou induzido pelo homem ou tendência ou impacto físico que possa causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, bem como perdas e danos à propriedade, infraestrutura, meios de vida, prestação de serviços, aos ecossistemas e recursos ambientais”. Fonte: IPCC, 2014.*

Figura 8: ilustração dos conceitos fundamentais do WGII - AR5: risco dos impactos relacionados com o clima resulta da interação do perigo (incluindo eventos perigosos e tendências) com a vulnerabilidade e exposição dos sistemas humanos e naturais. As alterações, tanto no sistema climático (esquerda) como em processos socioeconômicos incluindo adaptação e mitigação (direita) são condutores de riscos, exposição e vulnerabilidade. Fonte: IPCC, AR5, WG II, 2014.

Um aspecto crítico da governança urbana do risco climático é a integração do conhecimento científico na tomada de decisão por cientistas, decisores políticos e aqueles em situação de risco; o sucesso na consecução dos objetivos de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas no meio urbano resulta da capacidade local e envolvimento dos atores para a produção, acesso e uso da informação e processos sobre mudança climática, de acordo com o IPCC (2014).

Segundo Guadagno *et al* (2013), a exposição a riscos, como inundações e secas, tradicionalmente associados com contextos rurais e a eventos naturais perigosos, mesmo em menor escala, ameaçam um grande número de pessoas devido às áreas urbanas serem densamente povoadas e onde se concentram cada vez mais parcelas da população vulnerável e o capital físico desprotegido; muitos centros urbanos foram estabelecidos em topos de morros e encostas vulcânicas, cursos de rios e em costas. Habitats urbanos concentram atividades econômicas, condições de vida, infraestrutura e riqueza e estão propensos a sofrer grandes perdas econômicas quando um evento perigoso os atinge.

De acordo com o IFRC²⁶ (2007, *apud* TEEB, 2010), a cada dólar investido em redução de riscos pode-se economizar de dois a dez dólares nas respostas aos desastres e nos custos de reconstrução; nesta análise estão incluídas estratégias vinculadas à proteção dos ecossistemas que favorecem a redução de vulnerabilidade a desastres e o fortalecimento do poder de recuperação das comunidades.

Já a adaptabilidade (WALKER *et al*, 2004) é a capacidade dos agentes em um sistema de influenciar a resiliência. Em um sistema sócio-ecológico, a adaptabilidade aumenta a capacidade dos seres humanos para gerir a resiliência, sendo uma característica de sistemas adaptativos complexos a auto-organização sem intenção (Levin²⁷, 1998, *apud* Walker *et al*, 2004).

O IPCC (2014) tem por adaptação “*o processo de harmonização ao clima real ou esperado e os seus efeitos. Em sistemas humanos, a adaptação procura moderar ou evitar o dano ou explorar oportunidades vantajosas. Em alguns sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar a adaptação ao clima esperado e os seus efeitos*”.

Devido às ações humanas dominarem os sistemas sócio-ecológicos, a adaptabilidade de um sistema é principalmente uma função dos componentes sociais - os indivíduos e grupos que atuam para gerenciar o sistema. Suas ações influenciam a resiliência, intencionalmente ou não. Sua capacidade coletiva para gerir a resiliência determina se eles podem evitar a mudança para um sistema indesejável, ou serem bem-sucedidos na travessia de volta para um desejável (WALKER *et al*, 2004).

Pelo processo de expansão urbana, as cidades transformam o ambiente do entorno e frequentemente geram novos riscos. Os ecossistemas, de acordo com a UNISDR (2012), servem como barreiras de proteção natural contra as ameaças. Eles ampliam a resiliência das comunidades. A urbanização das bacias hidrográficas pode modificar os regimes hidrológicos e desestabilizar encostas, ampliando as ameaças como inundações e deslizamentos. Manter o equilíbrio dos ecossistemas é uma excelente estratégia para reduzir riscos e contribuir para a resiliência e para a sustentabilidade (UNISDR, 2012).

Se o 4º. relatório do IPCC (2007) trouxe maiores considerações sobre o papel dos ecossistemas e da infraestrutura verde (solo) e azul (água) na adaptação, o 5º. Relatório do IPCC (2014) reafirma a importância da infraestrutura verde que é fundamental para ajudar as localidades a se adaptarem aos impactos das alterações climáticas e ao aumento da exposição da população e patrimônio geral a níveis mais elevados de risco, ao mesmo tempo em que destaca, na literatura, a emergência de mais

²⁶ IFRC – *International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies* (2007) ‘*Defusing disaster Reducing the Risk: Calamity is unnatural*’, Genova.

²⁷ Levin, S. A. 1998. *Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems. Ecosystems* 1:431– 436.

investigações em relação aos impactos aos serviços ecossistêmicos. Ainda conforme o IPCC (2014), as grandes cidades concentram demanda e necessidade por serviços ecológicos, recursos naturais e produtos vitais cuja cadeia de abastecimento pode ser perturbada por mudanças climáticas.

Segundo a UNISDR (2014), muitas cidades apresentam reduzido risco de desastres ao público por optar por ações sustentáveis, quando os princípios de resiliência e atitudes “*eco-friendly*” fazem parte dos planos de desenvolvimento da cidade, como proteger os ecossistemas e amortecedores naturais para mitigar inundações, tempestades e outros perigos a que uma cidade pode estar vulnerável. Busca-se também alterar comportamentos individuais e domésticos de forma a melhorar a resiliência geral da comunidade e a qualidade ambiental.

O IPCC (2014) expõe que a deficiência na adaptação decorre da falta da infraestrutura convencional como a perda da infraestrutura ecológica, tendendo, então, a considerar como a restauração e a conservação de ecossistemas podem concorrer para o desenvolvimento urbano, tratamento de águas residuais, adaptação e mitigação às alterações climáticas; apesar do reconhecimento dos benefícios gerados pelos ecossistemas, eventualmente os custos da adaptação baseada em ecossistemas em contextos urbanos, ainda conforme o IPCC (2014), podem ser mais onerosos do que o esperado devido ao dispêndio com aquisição de terrenos e manejo dos recursos naturais. Além disso, ressentem-se quanto a lacunas no conhecimento em relação sobre como e onde a adaptação baseada nos ecossistemas seria melhor integrada com outras estratégias de adaptação.

A UNISDR (2012) enfatiza a importância dos ecossistemas como barreiras naturais para mitigar os impactos de perigo; o programa Cidades Resilientes referencia cidades ao redor do mundo que estão concentrando medidas de gestão ambiental para reduzir o risco, incluindo plantio e reabilitação de manguezais para a proteção costeira, reforço de dunas de areia, arborização para reduzir o risco de inundação e proteção de encostas para reduzir o risco de deslizamentos de terra.

As mudanças climáticas estão se transformando em um dos maiores desafios da humanidade e tornam o investimento nos ecossistemas ainda mais estratégico, urgente e válido para a adaptação e atenuação aos seus efeitos (TEEB, 2010). As alterações do clima tendem a aumentar a pressão sobre os ecossistemas e ações preventivas para a preservação do capital natural agora podem diminuir o risco de futuro colapso; além disso, os benefícios fornecidos pela natureza são imediatos na medida em que prestam múltiplos serviços e ter de recuperá-los depois dos danos será oneroso.

É que os ecossistemas têm capacidade de se adaptar a mudanças e de se recuperar de perturbações até certo ponto crítico; ocorrida a ruptura, passam a não mais produzir certos serviços. Fatores como queimadas, doenças ou variabilidade climática natural influenciam componentes ecossistêmicos e o fluxo de serviços naturalmente;

entretanto, o impacto humano como o aumento da densidade populacional e alterações nos padrões de consumo é o maior responsável atualmente por transformações ecossistêmicas, levando à poluição do ar, do solo e da água (TEEB, 2010).

A região de Estocolmo é de grande interesse internacional quando se trata de pesquisa ecológica urbana. Os espaços verdes estendem-se do campo para o centro da cidade, onde o primeiro parque urbano do mundo, o National City Park, está situado. Tem sido estudado desde 1990 pelos serviços ecossistêmicos que o parque oferece a Estocolmo e como os seus usuários priorizam e avaliam os espaços verdes e a biodiversidade. Estes estudos são parte de uma análise sócio-ecológica maior em que as ciências sociais e naturais integram uma investigação sobre como os serviços ecossistêmicos são usados, mantidos e dependem da paisagem circundante (STOCKHOLM RESILIENCE CENTRE, 2014).

2.4.1 Fronteiras planetárias.

Rockström *et al* (2009) propuseram nova abordagem dentro do campo da pesquisa em sustentabilidade global ao definirem limites planetários dentro dos quais a humanidade possa desenvolver-se com segurança e prosperar durante as gerações vindouras; a transgressão de uma ou mais “fronteiras” (aqui com o mesmo entendimento de limites), poderiam ocasionar mudanças ambientais não-lineares abruptas aos sistemas de escala planetária, com efeitos até mesmo catastróficos e irreversíveis.

Rockström *et al* (2009) identificaram um conjunto de nove fronteiras biofísicas planetárias e o respeito a esses limiares reduziria os riscos para a humanidade: I- mudanças climáticas; II- camada do ozônio estratosférico; III- mudanças no uso da terra; IV- uso de água doce e ciclo hidrológico global; V- a diversidade biológica (biodiversidade); VI- a acidificação dos oceanos; VII- absorção de nitrogênio e fósforo pela biosfera e oceanos; VIII- acúmulo do aerossol atmosférico; e IX- poluição química.

A figura 9 ilustra a implicação da incerteza dos impactos causados pela ultrapassagem dos supostos limites biofísicos do planeta.

Figura 9: esquematização gráfica dos limites planetários. No primeiro gráfico, o limite é definido para evitar o cruzamento de um limiar crítico em um processo do sistema terrestre (posição precisa incerta). No segundo gráfico, não há efeito de limiar global conhecido, mas exceder o limite provavelmente acarretará um grande número de efeitos indesejados de grave preocupação para a humanidade. Fonte: Stockholm Resilience Centre (2014).

Transgredir uma das “fronteiras” poderia também ameaçar a capacidade de permanecer dentro de níveis seguros em outras “fronteiras” (ROCKSTRÖM *et al*, 2009). Três destes limites já teriam sido transgredidos: mudanças climáticas, taxa de perda de biodiversidade e a taxa de interferência com o ciclo do nitrogênio. Haveria uma incerteza significativa em torno da duração em que os limites podem ser transgredidos antes de causar mudanças ambientais insuportáveis.

A figura 10 esquematiza e ilustra as “fronteiras” biofísicas dentro de cujos limites a humanidade reduziria riscos por suas atividades.

Figura 10: Fronteiras planetárias. Fonte: Stockholm Resilience Centre. Disponível em <http://www.stockholmresilience.org/21/research/research-programmes/planetary-boundaries.html> . Acesso em 21/11/2014.

Segundo Rockström *et al* (2009), os impactos sociais pela transgressão das fronteiras serão uma função da resiliência sócio-ecológica das sociedades afetadas. O conceito proposto de "fronteiras planetárias" estabelece as bases para mudar a abordagem de governança e gestão, longe das análises essencialmente setoriais de limites para o crescimento com vista a minimizar as externalidades negativas. Limites planetários definiriam os limites do "campo de jogo planetário" para a humanidade ao tentar evitar a grande mudança ambiental induzida pelo homem, em uma escala global.

2.5. ASPECTOS SOBRE AS ECONOMIAS AMBIENTAL E ECOLÓGICA.

“Se os economistas conseguirem se fazer vistos como pessoas humildes e competentes, no nível dos dentistas, isso seria esplêndido !”

John Maynard Keynes, 1930, citado por Demétrio Magnoli, *in*: Folha de S. Paulo, 07/03/2015, p. A12.

Daly; Farley (2004) sustentam que a economia *“é a ciência da atribuição de recursos escassos dentre fins alternativos”*.

Os métodos atuais de cálculo do Produto Interno Bruto (PIB) e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), como medidas do desempenho econômico e progresso social de uma nação, vêm recebendo críticas por apresentarem limitações para a mensuração da evolução do bem-estar humano, ensejando a necessidade de revisão sobre a estrutura de alguns indicadores que os compõem em suas formulações (Banco Central, 2010).

Além de não considerar nenhum tipo de amortização como a depleção dos recursos naturais, o cálculo do PIB não inclui, tampouco, por exemplo, o trabalho doméstico não remunerado.

Segundo Daly; Farley (2004), uma economia pode desenvolver-se sem crescer, crescer sem desenvolver, ou ambas as situações ao mesmo tempo. Pelas metodologias atuais, o PIB mescla crescimento quantitativo e desenvolvimento qualitativo, duas dimensões diferentes, não sendo, portanto, medição eficiente.

Crescimento significa aumento da produção pelo fluxo de recursos naturais a partir do ambiente e através da economia, regressando à natureza como lixo, de acordo com Daly; Farley (2004), representando aumento quantitativo nas dimensões físicas da economia e/ou fluxo de detritos; tal dinâmica caracteriza insustentabilidade econômica, porque a Terra e seus recursos não são infinitos. Já o desenvolvimento, segundo os mesmos autores, representa uma mudança qualitativa de bens e serviços, ou uma estrutura ou sistema melhorados, mas não maiores, proporcionado por uma dada produção. Significa possuir melhor capacidade em aumentar o bem-estar humano pela mesma quantidade produzida, noção que remete à ideia do desenvolvimento sustentável: melhoria qualitativa na capacidade de satisfazer as necessidades sem o aumento quantitativo da produção para além da capacidade ambiental de carga. Parar o crescimento (decrecer) não significa o fim do desenvolvimento.

Sachs (1997) postula que o desenvolvimento, como concebido atualmente, inclui as dimensões ética, política, social, ecológica, econômica, cultural e territorial, todas interrelacionadas e formando um todo de caráter sustentável (perene) em solidariedade à atual e futuras gerações; é um conceito distinto de crescimento econômico, sendo que este ainda é considerado uma condição necessária, mas de forma alguma suficiente.

O conceito de desenvolvimento integral é, portanto, defendido por Sachs (1997) como uma forma sintética de referenciar-se a todos os atributos do desenvolvimento, haja vista a multiplicidade de atributos que sucessivos debates propõem envolvê-lo. Sob esta formulação, indica que todas as dimensões pertinentes foram apropriadas ao mesmo tempo em suas inter-relações, a fim de que este conceito (desenvolvimento integral) seja completo e holístico.

A produção econômica, como é tipicamente entendida, é a transformação de matérias-primas fornecidas pelos ecossistemas em algo de valor para a humanidade - esta transformação requer energia e gera inevitavelmente resíduo, de acordo com Daly; Farley (2004).

Uma comissão²⁸ sobre a medição do desempenho econômico e do progresso social foi criada no início de 2008 por iniciativa do governo francês. Seu objetivo foi identificar os limites do PIB como um indicador do desempenho econômico e do progresso social (Stiglitz *et al*, 2009).

Partindo desta proposta, os 3 grupos de trabalho que compuseram a comissão Stiglitz-Sen-Fitoussi elaboraram recomendações sob a perspectiva de aperfeiçoamento do cálculo do PIB (Juliani *et al*, 2011):

- Grupo *Classical GDP Issues*, que teve como perspectiva enfatizar sob a ótica domiciliar a importância da conjunção quanto à distribuição de renda, o consumo e a riqueza, ao invés de focar apenas a produção;
- Grupo *Quality of Life*, o qual considerou a necessidade de incluir medidas subjetivas de bem-estar que possam informar o que as pessoas esperam da vida, através de suas experiências hedônicas e prioridades (reduzindo desigualdades em dimensões como saúde, educação, relações sociais, condições ambientais, etc.);
- Grupo *Sustainable Development and Environment*, o qual, além de apontar a necessidade de revisão dos indicadores atualmente utilizados para avaliar tanto a

²⁸ A comissão elaborou o denominado *Relatório Stiglitz-Sen-Fitoussi*, encomendado pelo presidente francês Nicolas Sarkozy, tendo como objetivo considerar outras informações adicionais necessárias para espelhar uma imagem mais confiável no cálculo do Produto Interno Bruto, além de verificar a viabilidade de ferramentas de medição propostas. Sua produção foi entregue aos professores Joseph E. Stiglitz, da Columbia University; Amartya Sen, da Harvard University e Jean-Paul Fitoussi, do Institut d'Etudes Politiques de Paris.

qualidade de vida quanto o desempenho econômico, remete à atenção com a aproximação a níveis perigosos de danos ambientais, como as mudanças climáticas.

A magnitude e intensidade dos impactos à saúde humana decorrentes das alterações climáticas já demandam investimentos vultosos por medidas que visem à adaptação e mitigação dos seus efeitos, assim como se espera redução e mudanças nos hábitos de consumo das pessoas, o que se torna um problema em relação a amplas parcelas da população que ainda não atingiram o nível do consumo verificado nos países mais desenvolvidos, dificultando a adoção de padrões mais sustentáveis (C40).

Conforme o IPCC (2014), existem grandes diferenças entre os centros urbanos à medida que suas economias são dependentes de recursos sensíveis ao clima (incluindo a agricultura comercial, água e turismo), havendo também grandes variações na dimensão e natureza dos impactos do clima extremo.

A natureza é um importante patrimônio para muitas economias locais e meio de subsistência, especialmente para pessoas de baixa renda e em áreas rurais, que dependem mais diretamente dos serviços ecossistêmicos. As camadas mais pobres da população são as que, em geral, sofrem os efeitos negativos da perda das funções ecossistêmicas, mas, por outro lado, a pobreza pode aumentar a dependência e pressão sobre os ecossistemas, acelerando a degradação ambiental e agravando a situação dos meios de subsistência, num círculo vicioso (TEEB²⁹, 2010).

Mas alterações no atual sistema econômico são inevitáveis, de acordo com Daly; Farley (2004), existindo a incerteza se ocorrerão como resposta ao caos e perturbações imprevistas no sistema global de apoio (serviços dos ecossistemas) ou como uma transição planejada para um sistema que opere dentro dos limites físicos planetários e dos valores éticos e morais humanos.

Para Daly; Farley (2004), o apelo ao fim do crescimento econômico reveste-se de uma dimensão quase revolucionária na percepção social de um bem (os fins desejados e sua relevância) pois o atual modelo dominante de economia de mercado permite aos indivíduos que comprem ou produzam qualquer bem que desejem, não havendo qualquer controle para além do livre arbítrio do indivíduo. Os autores consideram que a nossa capacidade de aumentar o consumo enquanto destruímos nossa

²⁹ *o TEEB, estudo que estabelece as relações entre economia e meio ambiente, cujo acrônimo remete a The Economics of Ecosystems and Biodiversity, é sediado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), foi encomendado pelo G8+5 e lançado pela Alemanha e pela Comissão Europeia em 2007, baseando-se na análise contida na Avaliação Ecossistêmica do Milênio. Sua análise mais ampla da conjuntura contemporânea quanto às implicações vinculadas à degradação ambiental, procura demonstrar a importância econômica da perda de biodiversidade e da degradação ecossistêmica em termos dos efeitos deletérios sobre o bem-estar humano, problemática que foi levantada em alguns dos tópicos anteriores.*

Fonte: TEEB, 2010.

base de recursos levou as pessoas a acreditarem que as sociedades e a economia que nos sustenta transcenderam a natureza.

Avaliar ou valorar serviços ecossistêmicos permite reconhecer e entender os valores que fornecem; entretanto, a utilização de tais instrumentos não informa como os sistemas funcionam nem identifica até que ponto o uso de determinado recurso está em seu ponto crítico, próximo a causar danos irreversíveis. A precaução visando a redução de possíveis riscos de degradação é um imperativo para que haja equilíbrio entre o bem-estar humano e a sustentabilidade (TEEB, 2011).

Motta (2006) defende a valoração econômica do meio ambiente como um critério complementar às abordagens ambiental, biológica e geográfica que baseiam as perspectivas e ações de conservação dos recursos ambientais, visando aumentar a eficiência da gestão ambiental. Por estar fundamentado nas abordagens ecológicas, o conhecimento ecológico é um pré-requisito para a aplicação do critério econômico.

Costanza *et al* (1997) consideram que devido aos serviços dos sistemas ecológicos e os estoques de capital natural não serem devidamente “apropriados” pelos mercados ou adequadamente quantificados em termos comparáveis com o desenvolvimento dos serviços econômicos e capital manufaturado, eles muitas vezes têm pouco peso nas decisões políticas, embora sejam fundamentais para o funcionamento do suporte à vida na Terra. Como contribuem direta ou indiretamente ao bem-estar humano, representam parte do valor econômico total do planeta. Costanza *et al* (1997) estimaram³⁰ o valor econômico de 17 serviços dos sistemas ecológicos em 16 biomas planetários os quais alcançaram entre US\$ 16 trilhões a US\$ 54 trilhões anuais, com uma média de US\$ 33 trilhões por ano tratando-se, como destacam os autores, de uma estimativa conservadora, resultado da síntese de outros estudos na área.

Capital é, em geral (COSTANZA *et al*, 1997), considerado um estoque de materiais ou informações que existem em um ponto no tempo. O estoque de capital assume diversas formas materiais identificáveis, como o capital natural (árvores, minerais, ecossistemas, atmosfera), o capital manufaturado (máquinas e prédios) e o

³⁰ *em trabalho seminal, os autores reconhecem as limitações e incertezas que conduziram o estudo, pois muitas categorias de serviços ficaram de fora por insuficiência de dados, biomas inteiros não foram avaliados, os preços formadores da base das estimativas de avaliação não incorporaram diversos fatores como o trabalho doméstico e a economia informal, dentre vários outros problemas de ordem metodológica ou econômica. Tratou-se, no entanto, de uma iniciativa pioneira em sintetizar estimativas de avaliação até então existentes objetivando mensurar-se globalmente o valor dos serviços dos ecossistemas. As estratégias de valoração econômica do capital natural trazem potencial de incorporação de tal valor em políticas públicas conservacionistas por tomadores de decisão, além de comporem as propostas de novas metodologias para o cálculo da riqueza gerada pelas nações (PIB).*

capital humano. Pode assumir também formas imateriais (como a informação armazenada em computadores, cérebros humanos, pelas espécies e em ecossistemas).

Segundo Daly; Farley (2004), define-se capital como um “*stock*” que rende um fluxo de bens e serviços no futuro. O capital natural é um “*stock*” que rende um fluxo de serviços naturais e recursos naturais tangíveis, como energia solar, terra, minerais e combustíveis fósseis, água (recursos abióticos), organismos vivos, recursos renováveis, serviços dos ecossistemas e absorção de resíduos (recursos bióticos) e os serviços proporcionados pelas interações de todos estes elementos nos sistemas ecológicos.

O capital natural é essencial ao bem-estar humano e pensar em capital zero implica em bem-estar zero, porque é impossível substituir, no total, o capital natural pelo “não natural”, de acordo com Costanza *et al* (1997). Tanto o capital humano como o manufaturado dependem do capital natural para sua existência, tornando inócuas considerações sobre o valor da natureza para a sobrevivência humana. Por esta ótica, o valor do capital natural é infinito.

Segundo Costanza *et al* (1997), embora fosse possível imaginar a geração de bem-estar humano sem os serviços ecossistêmicos derivados do capital natural, tem-se daí uma noção da implicação dos custos se tivéssemos de reproduzir os serviços ecossistêmicos que possibilitam o bem-estar humano, possibilidade remota e atualmente sem muito interesse.

Então, para Carvalho (2010), o fato de que grande parte dos recursos naturais tenha caráter público e, permitindo-se às pessoas apoderarem-se livremente desse capital natural em seu todo, sem ônus para elas, faz com que esses recursos finitos tenham utilização abusiva, perdulária e inconsciente, havendo implicações negativas também em relação à saúde da população em geral.

De acordo com o relatório TEEB (2010), a falsa sensação de disponibilidade permanente dos serviços ecossistêmicos, a invisibilidade por serem bens públicos (ver Quadro 10) e a consideração de outros objetivos ou necessidades como prioritários fazem com que investir na manutenção dos benefícios derivados da natureza se torne algo supérfluo, ignorando-se as consequências ambientais.

Para Daly; Farley (2004) a sociedade assentou as bases para a satisfação psíquica humana (bem-estar) no crescimento econômico indefinido, apesar de ter fornecimentos limitados de energia, de matérias-primas e capacidade de absorção dos resíduos, e estar nos limites da exploração dos recursos naturais. Entretanto, o valor econômico pode continuar crescendo indefinidamente se definirmos o valor econômico em termos do fluxo psíquico da satisfação humana e aprendermos a conseguir esta satisfação através de meios não materiais – porque através do crescimento constante da produção física será impossível e a economia de mercado existente não é adequada para proporcionar a satisfação não material.

Segundo o relatório TEEB (2010), proteger os recursos naturais e da biodiversidade frequentemente é visto como empecilho ao desenvolvimento local: as políticas e investimentos públicos necessários para a manutenção da saúde do meio ambiente muitas vezes são vistos como desnecessários e não como um fator de sobrevivência.

Obstáculos que dificultam o reconhecimento do valor dos serviços dos ecossistemas.	Referência
O crescimento econômico é priorizado como estratégia de desenvolvimento em detrimento do papel dos ecossistemas para o bem-estar local.	Grandes hidrelétricas.
“Invisibilidade” dos serviços que a natureza oferece: não são considerados como tendo valor econômico, portanto, tendem a ser negligenciados na tomada de decisões.	Terras úmidas que são transformadas em represas, mais lucrativas.
Conflito de interesses sobre a natureza: conservar a natureza pode ser fundamental para algum grupo e desperdício de oportunidades financeiras para outros.	Grupos melhor organizados têm maior possibilidade de influenciar formuladores de políticas do que outros, mais pobres.
Intervalos de tempo: a degradação ambiental e a perda da biodiversidade podem ter efeitos a médio e longo prazos.	A implicação da perda da vegetação que retém água das chuvas ou estabilizam encostas vai ser percebida quando desmoronamentos ocorrerem.
Incompreensão causa x efeito natural: os efeitos em longo prazo da degradação dos ecossistemas são frequentemente difíceis de prever, também por eventualmente não haver informação disponível.	Conservar ou “desenvolver”?
Benefícios públicos x benefícios privados: o retorno dos investimentos privados é quantificável mais facilmente. Mas os benefícios públicos são difusos e vistos como garantia.	Proteção costeira. Regulação do clima.
Fragilidade institucional: ministérios, secretarias e departamentos que lidam com o meio ambiente carecem de poder e dinheiro, dependendo de outras instâncias.	Diminuição da capacidade de tomada de decisões e interferência.

Quadro 10: percepções para a “invisibilidade” do valor da natureza.

Fonte: adaptado do TEEB, 2010.

Tais constatações remetem à crítica que Abramovay (2012) apresenta quanto à falta de uma governança global que se relacione com as duas questões decisivas para o futuro das sociedades: desigualdades e limites. Defende o surgimento de uma **governança dos limites** (grifo do autor) no uso de materiais, energia e emissão dos gases do efeito estufa, pois apesar dos avanços da ecoeficiência derivada das inovações tecnológicas visando um desenvolvimento econômico crescente para o enfrentamento à pobreza e desigualdades, a economia não pode crescer indefinidamente, pois tem seu limite na capacidade de manutenção e regeneração dos serviços ecossistêmicos gerados pelos ecossistemas dos quais depende a humanidade. O maior desafio enfrentado pelas

sociedades é a compatibilização entre o tamanho do sistema econômico e os limites dos ecossistemas.

A busca pelo crescimento econômico como forma de diminuição da pobreza e do grande intervalo entre os mais ricos e os mais pobres, de acordo com Abramovay (2012), leva a intensa pressão sobre os recursos naturais que, não obstante os avanços tecnológicos, será impossível para que os ecossistemas suportem o aumento do consumo sem que se ultrapasse os limites da capacidade dos sistemas ecológicos.

Mesmo na hipótese do funcionamento perfeito dos mercados, o valor dos diversos tipos de capital natural e serviços dos sistemas ecológicos dificilmente podem ser demonstrados em todos os mercados; assim, não há necessariamente relação entre a avaliação dos fluxos de serviços do capital natural e o PIB na economia. Isto ocorre, segundo Costanza *et al* (1997), porque grande parte dos serviços ambientais para o benefício da humanidade provêm de bens de natureza essencialmente pública e que não fazem parte da economia monetária em nenhum momento. Ar e água limpos, formação do solo, tratamento de resíduos, regulação do clima, saúde e valores estéticos são alguns exemplos dos quais as pessoas, em muitos casos, sequer têm consciência dos benefícios derivados.

Existem críticos à ideia de valoração ou atribuição de um preço a ser pago pela conservação dos ecossistemas, pois consideram uma tendência à mercantilização e privatização da natureza. Mas para Nusdeo (2012), os pagamentos por serviços ambientais têm potencial de mitigação da destruição ambiental e os sistemas jurídicos modernos reconhecem o peso conferido à proteção ambiental por ser o meio ambiente um direito fundamental e com valor intrínseco.

Os serviços ecossistêmicos têm valor intrínseco, inerente, incontestado; o relatório TEEB (2010), entretanto, refere-se à polêmica suscitada quando propostas para a aplicação de valor monetário aos ecossistemas e à biodiversidade são consideradas. Valorá-los seria controverso por três razões principais, conforme compilado no Quadro 11.

Por que não é pertinente valorar ?	Por que valorar ?
1. seria antiético.	A decisão de não se avaliar a natureza monetariamente por ética permite que se insinue que ela não tem valor algum – ao invés de “inestimável” passa a ser “imprestável”, como se se atribuísse um valor implícito de \$ 0 nos serviços ecossistêmicos essenciais ao bem-estar humano. Também ocorrem decisões onde há a troca dos benefícios da natureza (serviços mais valiosos) por benefícios de produção e consumo (menos valiosos, mas que podem ser negociados): desmata-se pela receita gerada pela venda da madeira, o que pode custar a perda da proteção contra enchentes.
2. menos biodiversidade a ser conservada. (atribuir um valor a um local específico pode sugerir que ele esteja “à venda”, então menos biodiversidade será preservada).	Atribuir um preço a serviços ecossistêmicos em um local de conservação torna-os comercializáveis (um fomentador pode comprá-lo), embora seja um cenário que tenda a ocorrer com muito menos frequência que serviços ecossistêmicos essenciais trocados por nada, com preço implícito de \$ 0. Normalmente, a atribuição de valor monetário aos serviços ecossistêmicos colabora para a conservação e evita a destruição, o que acarreta custos.
3. não há preço. (expressa preocupação quanto a se é ou não possível chegar a uma cifra para os serviços ecológicos).	A valoração representa uma estimativa de valor, não há como saber se está correta, porque a maioria dos serviços dos sistemas ecológicos não é negociada diretamente, portanto, não tem um preço “verdadeiro”. Não há fórmulas infalíveis para analisar se um serviço foi negociado, eventualmente, pelo preço “correto”.

Quadro 11: conflitos e argumentos quanto à valoração dos serviços dos ecossistemas.
Fonte: adaptado do relatório TEEB (2010).

Propostas de atribuição de valor econômico aos serviços e funções derivados da Natureza ainda proporcionam polêmicas e posições conceituais não consensuais longe de se extinguirem.

Kill (2014) possui opinião divergente sobre supostos benefícios da implantação de esquemas de valoração econômica, ou seja, ao argumento corrente oriundo das

Nações Unidas (CAEM e TEEB), indústria, economistas ecológicos, consultorias e ONG.s conservacionistas de que ao se atribuir visibilidade econômica às funções e processos que a Natureza fornece gratuitamente à humanidade, a Natureza seria valorizada e protegida. A autora argumenta que os mercados de capitais, os políticos e as empresas, por descobrirem o enorme valor econômico dos “serviços ecossistêmicos” (aspas da autora), teriam mais facilidades em exigir que a Natureza seja mantida. A divisão da Natureza em unidades de “serviços ecossistêmicos” (aspas da autora) faz com que estes se tornem um novo item que os mercados de capitais podem negociar. Sua crítica, então, é que ao comprar certificados ou “créditos de compensação” (aspas da autora) usados como garantia de que um “serviço” (aspas da autora) seja mantido em determinado lugar, empresas recebam permissão para destruir, em busca do lucro, um pedaço “equivalente” (aspas da autora) da Natureza em outro lugar³¹.

O que se expressa desta forma, de acordo com Kill (2014), é que os mercados desses certificados de “serviços ecossistêmicos” relevam que as unidades não são desprovidas de seus entornos, que há interação entre essas unidades de “serviço ambiental” e as culturas, as práticas sociais e o uso da terra. Uma “compensação da biodiversidade de morcegos” não significa que o morcego e seu habitat são comprados e depois transferidos para outro lugar enquanto o comprador do certificado destrói seu habitat. O que é negociado seria uma representação ou um certificado de compensação. O certificado representa uma garantia de que a quantidade de morcegos e a qualidade do habitat que o vendedor está oferecendo são iguais aos que o comprador do certificado destruirá. Portanto, Kill (2014) considera os “pagamentos por serviços ambientais” (aspas da autora) parte de processo descrito como financeirização da Natureza, através do qual o capital financeiro dominaria ainda mais o seu uso e determinaria quem controla o acesso aos territórios, fazendo desta forma com que a Natureza se torne parte integrante na manutenção de um sistema econômico que depende da destruição dessa Natureza para sobreviver. A financeirização, desta forma, pode ser revelada quando se pretende compensar a destruição de um local com supostas ações de preservação de um outro lugar, dificilmente com as mesmas características ecológicas em relação à área a ser suprimida, como se os dois locais fossem intercambiáveis. Este ato equivaleria a uma licença para destruir, segundo a autora.

³¹ *Como exemplo, segundo Kill (2014), um projeto de urbanização poderia ser admitido no cinturão verde de uma cidade que não permita qualquer projeto deste tipo se a incorporadora comprar “compensações de biodiversidade” para preservar a biodiversidade de outro lugar. Pensa-se desta forma que se pode separar uma Natureza única e interligada em “fatias”, que “unidades de serviços” podem ser comparadas, misturadas e combinadas, compradas e vendidas porque uma delas é considerada como substituta e equivalente da outra. Assim posto, tem-se como inerente ao conceito de PSA o pressuposto de que se pode separar a dimensão ambiental da destruição de sua dimensão social por esta não ser devidamente compensada e não compensável pelas relações, cultura e práticas sociais ligadas à natureza, o que caracterizaria o pagamento por serviços ambientais como “um pagamento que dá autorização para destruir”.*

Para Costanza *et al* (1997), apesar da existência de argumentos os mais diversos contrários à valoração da natureza e dos sistemas ecológicos por duvidar-se da pertinência de se atribuir valor sobre situações intangíveis como a vida humana, a estética do ambiente ou benefícios ecológicos, a atitude de valorar os ecossistemas (embora não precise necessariamente ser expresso em termos monetários) passa por decisões e escolhas que a humanidade deve considerar até por questões morais, as quais envolvem a manutenção do bem-estar humano e a existência da vida, no sentido de contribuir para a preservação destas interações. Assim, as mudanças na quantidade e qualidade dos diversos tipos do capital natural que beneficiam a humanidade dependem das escolhas e decisões que fazemos e fica implícito desta forma que, ao fazermos escolhas, estamos fazendo avaliações. Ou, em outras palavras, atribuindo valor.

Existe, de acordo com Motta (2011), uma diversidade de usos e não-usos dos recursos ambientais que encerram valores os quais precisam ser mensurados para que decisões adequadas sejam tomadas quanto a usos e não-usos conflitantes, ou seja, quando um tipo de uso ou não-uso exclui, necessariamente, outro tipo de uso ou não-uso, como por exemplo a formação de uma lagoa para diluição do esgoto, o que exclui, ou pelo menos limita, seu uso para a recreação.

Motta (2006) refere-se à dificuldade para encontrar preços de mercado (adequados ou não) que reflitam os valores atribuídos aos recursos ambientais, sendo maior a dificuldade à medida que se passa dos valores de uso para os valores de não-uso, pois o valor econômico dos recursos ambientais é composto por *valor de uso* (VU) e *valor de não uso* (VNU – ou *valor de existência* - VE), como representado pela expressão:

$$V E R A = (VUD + VUI + VO) + VE$$

onde:

V E R A é o valor econômico dos recursos ambientais;

V U D é o valor de uso direto, isto é, o valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental utilizado diretamente, na forma de extração, visitação ou consumo direto;

V U I é valor de uso indireto, que é o valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental quando o benefício do seu uso deriva de funções ecossistêmicas, assim como o controle da erosão e reprodução de espécies marinhas pela conservação de florestas de mangue;

V O é o valor de opção, que é o valor que o indivíduo atribui em preservar recursos que podem estar ameaçados, para usos direto e indireto no futuro como, por exemplo, o

benefício advindo de terapias genéticas a partir de propriedades desconhecidas de plantas;

VE - valor de existência ou **VNU** – valor de não-uso, que é o valor que está dissociado do uso e deriva de uma posição moral, cultural, ética ou altruísta em relação aos direitos de existência de outras espécies que não a humana, ou outras riquezas naturais, mesmo que não representem uso atual ou futuro, como a preservação de baleias em locais afastados; é deixar que existam, sem nenhuma finalidade específica.

Motta (1998a) resume no Quadro 12 a classificação geral do valor econômico do recurso ambiental.

TAXONOMIA GERAL DO VALOR ECONÔMICO DO RECURSO AMBIENTAL			
Valor Econômico do Recurso Ambiental			
Valor de Uso			Valor de Não-Use ou
Valor de Uso Direto	Valor de Uso Indireto	Valor de Opção	Valor de Existência
Bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso e consumidos hoje.	Bens e serviços ambientais que são gerados de funções ecossistêmicas e apropriados e consumidos indiretamente hoje.	Bens e serviços ambientais de usos diretos e indiretos a serem apropriados e consumidos no futuro.	Valor não associado ao uso atual ou futuro e que reflete questões morais, culturais, éticas ou altruísticas.
Serviços de provisão.	Serviços de regulação e culturais.	Serviços de provisão, regulação e culturais ainda não descobertos.	Serviços culturais.

Quadro 12: classificação para a valoração econômica dos recursos ambientais relacionada com as classes de serviços ecossistêmicos do CAEM.

Fonte: Motta (1998a).

Para Lombardo (1985), o trato dos problemas ambientais, além do conhecimento científico, exige a tomada de medidas reparadoras envolvendo estrutura e instituições, e uma dessas instituições é a econômica, pois algumas medidas necessárias para reduzir o ritmo de degradação ambiental são onerosas ou resvalam, constantemente, em interesses econômicos de uma minoria da população que detém grande parcela do território urbano.

É necessário dimensionar socialmente as consequências da degradação do ambiente urbano visando distribuir equitativamente os problemas dela decorrentes, a

fim de que os recursos naturais de propriedade comum sejam melhor preservados. A complexidade dos problemas do ambiente, principalmente em áreas urbanizadas com crescimento anormal, exige métodos radicalmente novos para se rediscutir a questão urbana (LOMBARDO, 1985).

2.5.1 Instrumentos e mecanismos econômicos.

Uma política ambiental é representada por um conjunto de ações definidas em normas (lei, decreto, resolução, portaria, instrução) que visem alcançar determinado objetivo de incentivar ou desincentivar atividades (produção, consumo, investimentos, processos, etc.) por conta de seus efeitos ambientais, de acordo com o Consórcio Agência Verde³².

Instrumentos de política ambiental são, conforme Motta (2006), mecanismos utilizados para atingir um objetivo de caráter ambiental, em sua maioria direcionada para o controle direto por estabelecer normas técnicas a serem seguidas por todos os agentes econômicos. De outro modo, instrumentos com caráter econômico vêm sendo crescentemente adotados e contemplam ampla gama de ferramentas para as políticas, os quais requerem condições especiais de aplicação.

Instrumentos de comando e controle caracterizam-se por fixar normas, regras, procedimentos e padrões determinados para as atividades econômicas a fim de assegurar o cumprimento dos objetivos da política em questão, por exemplo, a redução da poluição do mar ou da água. São insuficientes para a criação de incentivos específicos para práticas de conservação e correção de preços de produtos e serviços impactantes ao meio ambiente, de acordo com Nusdeo (2012).

Impostos normalmente de forma inflexível, padronizada e orientada por relações tecnológicas a todos os usuários de recursos, instrumentos de controle adotados em políticas ambientais desconsideram, segundo Motta (2006), os custos

³² *O Consórcio Agência Verde foi formado por consultorias e a ONG Vitae Civilis e contratado pelo Ministério do Meio Ambiente a partir de proposta do próprio MMA para elaboração de diagnóstico do estado-da-arte sobre a aplicação de instrumentos econômicos na implantação das políticas ambientais em nível municipal, estadual ou federal, com recursos do Banco Mundial (R\$ 899.675,20). O processo nr. 02000.001312/2012-16 regula a relação, acrescido do aditivo ao contrato publicado no Diário Oficial da União de 14/08/2014. Fonte: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/servlet/INPDFViewer?jornal=3&pagina=111&data=14/08/2014&caprchafield=firistA>. Acesso em 08/03/2015.*

individuais de cada usuário e sua implantação e fiscalização são muito custosas para o poder público. Instrumentos econômicos seriam mais flexíveis, diminuem o custo total de controle para a sociedade e incentivariam a inovação tecnológica que reduza o custo de uso ou de poluição a ser pago pelo usuário ou poluidor.

Nesta linha de concepção, Nusdeo (2012) argumenta que a doutrina jurídica reconhece os chamados instrumentos com caráter econômico, cujo aspecto central é seu caráter indutor dos comportamentos desejados pela política ambiental, valendo-se de meios como a imposição de tributos e preços públicos, a criação de subsídios ou ainda a possibilidade de transação sobre direitos de emissão de substância ou de créditos obtidos pela não poluição.

Nusdeo (2012) destaca também que há um debate sobre políticas e normas ambientais que reconhece a importância dos instrumentos econômicos para induzir à preservação ambiental. O papel desses instrumentos econômicos é relevante num cenário que se revela conflituoso em relação à distribuição dos ônus da preservação ambiental e dos seus benefícios, na medida em que podem propiciar receitas financeiras para práticas preservacionistas e redução dos custos daqueles que preservam. Esses conflitos se dão tanto entre países, quanto internamente.

Born; Talocchi (2002) defendem mecanismos para a gestão ambiental que se fundamentam, em parte, em princípios econômicos (ICMS ecológico, MDL); argumentam que tudo o que se consome tem um custo, para si ou terceiros. Manter o “estoque de natureza” também representa custos, além de ser necessário, daí que subsídios devem ser arrecadados com o objetivo de garantir a integridade e o equilíbrio ambiental.

Segundo o Consórcio Agência Verde, são instrumentos econômicos:

- a) Subsídios: redução de alíquotas de tributos (IPI, IPVA, ICMS, IPTU, ISS, etc.) ou empréstimos subsidiados de bancos públicos com juros abaixo do praticado pelo mercado ou extensão da carência, destinados a atividades ambientalmente benéficas;
- b) Cobrança: exigência de pagamento ou aumento de preços (através de discriminação por uso ou usuário ou maior alíquota de tributos) de atividades ambientalmente não favoráveis;
- c) Criação de mercado: regras para transações entre agentes econômicos de direitos de uso de recurso ambiental ou obrigações ambientais;
- d) Pagamento por Serviços Ambientais: pagamento sistemático ou outras formas de compensação a agentes econômicos para realizar uma ação ambiental desejada ou alterar formas de uso dos recursos naturais.
- e) Fundos ambientais: destinação de recursos exclusivamente para o financiamento a atividades ambientalmente favoráveis.

Propostas de mecanismos de caráter econômico para a gestão ambiental, baseadas nos princípios do poluidor-pagador, usuário-pagador e protetor-recebedor têm sido incentivadas em contraponto à noção de insuficiência ou ineficiência das medidas de comando-e-controle (ou instrumentos normativos: licenciamento, planos de manejo, zoneamento, etc.) e penalidades aos poluidores contidas no ordenamento jurídico, conforme Born; Talocchi (2002). A tendência ao maior uso dos instrumentos econômicos está associada à percepção de que mercado e economia se sobrepõem à política, à justiça e aos direitos. Em outras palavras, segundo os autores, “*dinheiro resolve mais que leis e decretos*”.

O valor econômico (ou o custo de oportunidade pela não destruição do recurso) dos recursos ambientais normalmente não é observado no mercado por intermédio do sistema de preços (MOTTA, 2006). Assim, como os demais bens e serviços presentes no mercado, o valor econômico dos recursos ambientais deriva de seus atributos, que podem ou não estar associados a um uso.

A adoção de instrumentos econômicos parte da iniciativa de proteção à integridade do sistema ambiental global e foi prevista na Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, em decorrência da ECO-92, orientando, em seu capítulo 16³³, que deve ocorrer sob os auspícios dos Estados membros (MMA, 2014).

Estes instrumentos prevêm o pagamento, compensação ou concessão de benefícios fiscais, e são considerados uma alternativa eficiente em termos econômicos e ambientais, em suplemento aos mecanismos previstos na legislação ambiental brasileira (MMA, 2014). O objetivo principal é incentivar ações de conservação ou produção dos serviços ambientais através de práticas que garantam a conservação ou restauração de ecossistemas, atribuindo um valor monetário pelo efeito benéfico de determinada ação.

De acordo com o MMA (2011), excluídos os bens com valores de uso direto, para a maior parte dos outros benefícios providos pelos ecossistemas e pela biodiversidade não há mercados e, conseqüentemente, para eles não existe um preço; então, para se acessar a contribuição econômica de diversos serviços ambientais ao bem-estar humano, foram desenvolvidos métodos para valorar como tais serviços contribuem para a economia.

É desta forma que se possibilita a comparação dos serviços prestados pela natureza com outros bens produzidos ou recursos financeiros, havendo maior percepção sobre os ganhos e as perdas que cada alternativa envolve, ou, na expressão dos

³³ “As autoridades nacionais devem procurar promover a internacionalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, tendo em vista a abordagem segundo a qual o poluidor deve, em princípio, arcar com o custo da poluição, com a devida atenção ao interesse público e sem provocar distorções no comércio e nos investimentos internacionais.”
Fonte: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>, acesso em 21/07/2014.

economistas, são os chamados *trade-offs* (conflitos de escolha), segundo o MMA (2011).

Como metodologia, a identificação e a avaliação dos serviços ecossistêmicos, conforme Bolund e Hunhammar (1999), podem ser consideradas como contribuição a uma análise custo-benefício (ACB) visando o uso mais eficiente da terra em áreas urbanas. Da forma como os tomadores de decisão muitas vezes negligenciam os benefícios dos ecossistemas em ACBs, a alocação de valores mais elevados para os ecossistemas, tanto monetários como não monetários, pode fazer com que os resultados das análises custo-benefício em projetos de infraestrutura ou de conservação possam ser reavaliados.

A avaliação e valoração dos serviços ecossistêmicos, de acordo com o relatório TEEB (2010), podem ser processadas através de ferramentas que são melhor descritas como:

- I- Qualitativas, as quais relacionam o bem-estar humano e os serviços ambientais, expressando o valor que as pessoas atribuem aos diferentes serviços ecossistêmicos;
- II- Quantitativas, que demonstram as quantidades, intensidade e impactos de diferentes serviços ecossistêmicos;
- III- Monetárias, que atribuem um valor monetário tanto à existência quanto à depleção dos serviços ecossistêmicos.

O MMA (Ministério do Meio Ambiente, 2014) reconhece o pagamento por serviços ambientais urbanos por iniciativas que promovam a produção de impactos positivos ou a mitigação de impactos negativos ambientalmente, tais como a melhoria da rede de transporte coletivo, a reciclagem de resíduos sólidos urbanos, o tratamento do esgoto sanitário e a manutenção de áreas verdes urbanas.

O quadro 13 ilustra simplificadaamente a constituição do fluxo da gestão ambiental para o atingimento de um objetivo instituído por política pública, tendo o Pagamento por Serviços Ecossistêmicos como o instrumento de consecução da política.

Criação de política pública (exemplo)	Instrumento econômico.	Ferramenta	Objetivos a serem atingidos.
Proposta para a mitigação dos eventos extremos associados às mudanças climáticas. Melhoria da saúde ambiental urbana reconhecendo a ação dos serviços ecossistêmicos.	Pagamento por Serviços Ecossistêmicos.	i-Tree ECO. (por exemplo)	Bem-estar da população urbana pelos benefícios derivados dos serviços dos sistemas naturais. Diminuição da vulnerabilidade ambiental urbana. Geração de valor.

Quadro 13: esboço de fluxograma para a consecução da política pública. Elaboração própria.

2.5.2 Valoração³⁴ dos Ecossistemas.

Conforme Motta (2006); Motta (2011), a qualidade ambiental é garantia de bem-estar, mas as políticas de crescimento econômico não a incorporam desde a sua concepção. O uso dos recursos ambientais gera custos (externalidades) negativos intra e intertemporais, não totalmente captados no sistema de preços. Isto ocorre porque a indefinição dos direitos de propriedade entre gerações presentes e passadas leva a que o uso dos recursos não considere as externalidades, daí que os custos de uso desses recursos ambientais não refletem seu valor econômico ou social, impedindo a existência de um mercado que sinalize o valor do recurso.

³⁴ Os termos valorar e valorizar têm significados similares, mas há diferentes contextos nos quais podemos utilizar um ou outro. Segundo o dicionário Larousse (2007), a palavra valorar significa “emitir juízo de valor acerca de; avaliar; ponderar”. Já a palavra valorizar significa aumentar o valor ou o preço de algo, alguém ou si mesmo.

de Groot *et al* (2000) consideram que a importância de um ecossistema específico é determinada tanto pela integridade das funções habitat e regulação do ecossistema como também por parâmetros ecossistêmicos como complexidade, diversidade e raridade.

Conforme de Groot *et al* (2002), no entanto, a importância (ou “valor”) dos ecossistemas é dividida resumidamente em três tipos:

I- Valor ecológico: a fim de assegurar a disponibilidade contínua das funções dos ecossistemas, o uso dos bens e serviços associados deve ser limitado a níveis de uso sustentável determinados por critérios ecológicos como a integridade, resiliência e resistência.

II- Valor sociocultural: razões sociais destacam relevância na identificação de funções ambientais importantes que se relacionam com a saúde física e mental, educação, diversidade e identidade cultural, liberdade e valores espirituais. Os sistemas naturais são fonte crucial de bem-estar não-material. Diz respeito às funções de informação.

III- Valor econômico: identificado por métodos de valoração econômica classificados em quatro tipos básicos:

1- avaliação de mercado direto, o qual representa o valor de troca que os serviços ecossistêmicos têm no mercado, principalmente aplicável aos bens (funções de produção, de informação e de regulação);

2- avaliação de mercado indireto: quando não existem mercados explícitos de serviços há a necessidade de recorrer-se a meios indiretos de avaliação dos valores através de uma variedade de técnicas de avaliação que podem ser utilizadas para estabelecer a Disposição a Pagar (DAP) ou Disposição a Aceitar (DAA) compensação para a disponibilidade ou a perda desses serviços:

a) Custo Evitado, representado por serviços que permitem à sociedade evitar custos que teriam sido incorridos na ausência desses serviços, como controle de enchentes e tratamento de resíduos por áreas úmidas (*wetlands*).

b) Custo de Reposição, correspondido com serviços que poderiam ser substituídos por sistemas feitos pelo homem.

c) Fator de Renda, representado por muitos serviços dos ecossistemas que aumentam rendimentos como, por exemplo, a melhoria da qualidade da água que incrementa a pesca comercial e, assim, os rendimentos dos pescadores.

d) Custo de Viagem, que é aplicado quando a utilização dos serviços dos ecossistemas pode exigir deslocamento de visitantes distantes a, como exemplo, áreas de lazer e cujo valor determinado a essas áreas deve ser no mínimo o que estavam dispostos a pagar para viajar até elas.

e) Preços Hedônicos, que é um método aplicado quando a procura pelo serviço pode ser refletida nos preços que as pessoas vão pagar por bens associados ao serviço, como o preço de casa na praia superar o preço de casa idêntica no interior mas em cenário menos atraente.

3- Valoração contingente: representa a demanda pelo serviço que pode ser obtida com a apresentação de cenários hipotéticos que envolvem a descrição de alternativas em um questionário de pesquisa social quando o entrevistado expressa livremente sua disposição a pagar, como aumentar o nível de qualidade da água em um rio para o desfrute de atividade como a pesca ou natação.

4- Valoração de Grupo: derivada da teoria social e política, esta abordagem de avaliação é baseada em princípios de democracia deliberativa e na suposição de que a tomada de decisão pública deve resultar não na agregação de preferências individuais medidas separadamente, mas a partir de debate público aberto.

Alternativamente, o relatório do CAEM (Conselho de Avaliação Ecológica do Milênio, 2005, *apud* Motta, 2011), estabeleceu outro modelo para classificar o valor econômico do recurso ambiental através da sua capacidade de gerar fluxos de serviços ecossistêmicos, tipificando-o em serviço de provisão, regulação, suporte e cultural, cujas características foram detalhadas no quadro 12 deste tópico.

Segundo Motta (2006), valorar economicamente um recurso ambiental significa determinar quanto melhor ou pior estará o bem-estar das pessoas devido a mudanças na quantidade de bens e serviços ambientais; todos os métodos de valoração apresentam limitações na determinação de valores, pois dependerá do grau de sofisticação (metodológica e de base de dados), das hipóteses sobre comportamento do consumidor e aos efeitos do consumo ambiental em outros setores da economia. Desta forma, ainda conforme o autor, tais avaliações serão quase sempre pragmáticas e cabe ao analista expor com precisão os limites dos valores estimados e o grau de validade de suas mensurações para os objetivos buscados. A adoção de um método para as hipóteses assumidas depende dos dados disponíveis, objetivo da valoração e conhecimento da dinâmica ecológica do objeto a ser valorado.

Devido à possibilidade de esgotamento, o valor dos recursos ambientais tende a crescer à medida que o tempo passa e se o seu uso aumenta com o crescimento econômico, estimar esta escassez futura em valor monetário é uma questão complexa e incerta, conforme Motta (2011).

Segundo o World Wildlife Fund (WWF, *apud* Daly; Farley, 2004) a capacidade dos estoques de capital natural em fornecer serviços de suporte à vida diminuiu cerca de 33%, enquanto a procura gerada pelo capital feito pelo homem por serviços de suporte à vida, fornecidos pelo capital natural, aumentou em cerca de 50% em 30 anos.

A economia ecológica, para Nusdeo (2012), ainda aperfeiçoa técnicas de valoração que expressem a complexidade dos ecossistemas nos seus valores ecológicos, econômicos e socioculturais. São iniciativas que legitimam as práticas preservacionistas que envolvem a prevenção aos danos ecológicos, alcançando também a própria concepção de políticas de pagamento por serviços ambientais.

Desta forma, valorar ou estabelecer um valor econômico para os serviços ecossistêmicos não significa, de acordo com o relatório TEEB (2010), que eles sejam convertidos em *commodities* ou mercadorias passíveis de ser transacionadas no mercado aberto, mas é antes uma ferramenta para que o valor dos ecossistemas e da biodiversidade e de seus fluxos de bens e serviços públicos, em geral não precificados, seja expresso e apropriado pelo modelo político e econômico dominante.

Os efeitos da internalização das externalidades ambientais são percebidos de formas diferentes pelos agentes econômicos e usuários, mas um equilíbrio pode acontecer na forma de uma cobrança pelo uso do recurso natural ou com a criação de mercados, ou seja, instrumentos econômicos que sinalizem preços que reflitam o custo de oportunidade social do recurso no sistema econômico, de acordo com Motta (2011).

Além da identificação de custos e benefícios, a valoração e precificação dos recursos ambientais acusam como os custos e benefícios totais são distribuídos no interior da sociedade, ou seja, dão a dimensão de quem está arcando com os custos ou recebendo os benefícios. O preço econômico de um recurso pode ser definido em dois tipos, conforme Motta (2011):

1- preço de indução, quando sua determinação baseia-se em simulações para identificar como os indivíduos alterariam seu comportamento de uso do recurso frente aos preços, estando associado ao “princípio do poluidor/usuário pagador”. Seria o caso de uma cobrança pela água para induzir uma redução do seu uso em determinada porcentagem;

2- preço de financiamento, que estaria associado a um nível de orçamento predeterminado e a um nível desejado de uso do recurso. Sua aplicação está vinculada ao “princípio do protetor recebedor”. Seria o caso da cobrança pelo uso de um recurso para gerar uma receita a ser investida numa unidade conservação ou em pagamento por serviços ambientais.

No caso de alguns dos municípios da Região Metropolitana de São Paulo que têm parte de seus territórios “imobilizada” por Unidades de Conservação e áreas de proteção aos mananciais, Haddad (2015) acentua que a tendência contemporânea de atribuição de valor econômico aos serviços ambientais vai ao encontro de uma proposta de compensação financeira para esses municípios que têm um custo de oportunidade refletido no congelamento da utilização do seu potencial econômico.

Conceitualmente, duas metodologias de valoração econômica podem ser mais adequadas aos objetivos de atribuição de valor a unidades de conservação urbanas.

O método do Custo de Oportunidade não valora diretamente o recurso natural, mas estima o custo de preservá-lo pela não-realização de uma atividade econômica, ou seja, é o custo de oportunidade da renda sacrificada em prol da preservação do recurso ambiental de acordo com Motta (2006).

Segundo Daily; Farley (2004, p. 43), o Custo de Oportunidade é a melhor alternativa de que desistimos quando fazemos uma escolha. Por exemplo, abater uma floresta para expandir a terra arável fazendo com que a perda da madeira, a lenha e a purificação da água perdidos sejam o segundo melhor uso que a terra poderia ter, então a perda da madeira, da lenha e da purificação da água será o custo de oportunidade da expansão da terra arável.

O segundo modelo é o do método do Custo de Viagem: este método envolve valores de uso direto e indireto associados a determinado local. Estima o excedente do consumidor (variações do nível de bem-estar pelo excesso de satisfação que o consumidor obtém quando paga um preço – ou nada paga – pelo recurso abaixo do que estaria disposto a pagar), dados os serviços ambientais oferecidos pelo parque, na dependência de que a oferta destes serviços se mantenha constante. Este método admite também a mensuração da locomoção por certos meios de transporte até o local a ser visitado, podendo ter custos mais baixos entre uns e outros para o mesmo local, além do tempo de deslocamento. Outro aspecto a ser contemplado é o tempo que se gasta na visitação, que pode estar relacionado diretamente com a distância entre a residência do visitante e o parque (MOTTA, 2011; MOTTA, 2006).

Em relação aos serviços ecossistêmicos, o relatório TEEB (2010) traz que a melhor maneira de medir-lhes o valor é através da regulação governamental, quando os governos podem proibir, restringir e premiar algumas ações, ao passo que poluidores devem ser responsabilizados pelos danos causados. O relatório TEEB (2010) especifica que os governos podem investir diretamente na manutenção e recuperação do capital natural. Políticas fiscais devem ser direcionadas para que impostos sejam cobrados sobre ações negativas e benefícios fiscais concedidos às empresas que mantenham práticas sustentáveis. Outras alternativas incluem o pagamento para os programas de serviços ecossistêmicos.

A criação de um Sistema Nacional de Contas Ambientais para medir a renda nacional (PIB), de acordo com Motta (2011); TEEB (2010), poderá refletir esta complexidade ao deduzir quanto a economia “consumiu” (depreciou) ou investiu (apreciou) em capital natural. Contas Ambientais representariam uma análise de custo-benefício, onde o PIB reflete uma medida do benefício e o consumo de capital natural representaria o custo.

2.5.3 A Natureza como limite da Economia, segundo Daly & Farley.

Daly; Farley (2004) citam os limites da natureza como condicionantes do crescimento econômico e fazem aberta crítica aos economistas do século passado, que desenvolveram seus pensamentos acadêmicos, tornados hegemônicos, centrados na suposta infinitude dos recursos naturais, como se a economia pudesse crescer indefinidamente, negligenciando a natureza, por necessidades insaciáveis de recursos.

A economia ecológica transcende a mera fusão entre economia e ecologia, dado que os problemas atuais requerem uma síntese complexa de idéias e ferramentas das ciências sociais, das ciências naturais e das humanidades.

Para Daly; Farley (2004), a economia ecológica é um subconjunto da economia neoclássica (principal escola do pensamento econômico atual), preza igualmente pela eficiência na aplicação de recursos limitados ou escassos, e reconhece que o bem-estar depende em grande escala da saúde dos serviços dos ecossistemas. Como raramente existem mercados para os serviços dos ecossistemas ou da poluição, os economistas ecológicos usam uma variedade de técnicas para atribuir-lhes valores de mercado de maneira a que possam, também, ser incorporados ao modelo de mercado. Pretende equilibrar a demanda de recursos naturais parcimoniosamente com a preservação cautelosa destes recursos para as gerações futuras.

A economia ecológica distingue-se da economia convencional por causa de sua visão pré-analítica do sistema econômico enquanto subsistema do ecossistema global que o sustenta e contém. Não prega o fim do desenvolvimento econômico, apenas ao crescimento físico. Portanto, fundamenta-se em 3 quesitos:

- 1- o crescimento econômico não é um fim em si mesmo;
- 2- o crescimento econômico físico contínuo não é possível;
- 3- num dado momento, os custos impostos pelo crescimento ao sistema de suporte tornam-se maiores que os benefícios desse crescimento.

Daly; Farley (2004) relatam duas visões da macroeconomia neoclássica que justificam a negligência com os custos do crescimento da economia:

- a) que dependemos crescentemente dos serviços econômicos e não dos serviços ecossistêmicos para o bem-estar;
- b) que a economia não é vista como um subsistema do ecossistema, mas antes o contrário: que o ecossistema é um subsistema da economia. Sob essa perspectiva, mesmo que os serviços da natureza se tornem escassos, o crescimento poderá continuar para sempre porque a tecnologia nos permitiria descartar a natureza através da substituição do capital natural por capital feito pelo homem, seguindo as imposições dos

preços de mercado. O único limite ao crescimento, seguindo esta ótica, seria a tecnologia, e dado que podemos sempre desenvolver novas tecnologias, não haveria limites para o crescimento econômico.

À medida que a economia se assenta cada vez mais nos ecossistemas, temos de abdicar de alguns serviços deles, sacrificando primeiro os serviços dos ecossistemas menos importantes. Mas como apenas recentemente percebemos como funcionam os ecossistemas e vemos que os serviços proporcionados são escassos, estamos longe de entender como pode um serviço ser mais ou menos importante que o outro.

Daly; Farley (2004) contestam a visão tradicional do fluxo circular da economia (p.54), pois a economia não é um sistema fechado como esquematizado pela figura 11 (não funciona como um moto-perpétuo, que recicla todo o material e energia que utiliza, o que não existe, pois contraria a 2ª. Lei da Termodinâmica) mas, sim, dependente da entrada e saída constantes de matéria e energia num modelo de fluxo linear através do qual a economia nutre-se do ambiente (p. 59).

Figura 11: o fluxo circular da economia.

Fonte: galeria de imagens do Google. Acesso em 27/05/2015.

A visão do fluxo circular é limitante e limitada pois não considera a dependência que a economia tem dos “stocks” do capital natural, considerando a economia como um sistema fechado em si. Tanto economistas convencionais como os marxistas têm a

mesma concepção ao negar qualquer papel importante da natureza no funcionamento da economia e na criação do valor.

Os economistas ecológicos defendem que a economia realmente funciona pela produção linear a partir do fluxo de matérias-primas e energia derivado das fontes globais do ecossistema de baixa entropia³⁵ (minas, poços, bancos de pesca, terra arável) através da economia, e de volta aos depósitos globais do ecossistema para elevada entropia (atmosfera, oceanos, aterros), como consequência da 2ª Lei da Termodinâmica.

A economia funcionaria como o fluxo metabólico dos animais: come alimentos (baixa entropia) e excreta dejetos (alta entropia) os quais não podem ser reingeridos – uma produção entrópica do seu ambiente e que a ele regressa. Isto significa dizer que a produção de bens e produtos resulta em dois fins: a depleção das fontes ambientais e a poluição dos depósitos ambientais.

A Lei da Entropia, que é a 2ª lei da Termodinâmica, diz que a energia e a matéria no universo movem-se inexoravelmente para um estado menos ordenado (menos útil). Um fluxo entrópico é simplesmente um fluxo no qual a matéria e a energia se tornam menos úteis. Apesar da matéria e a energia serem constantes em quantidade (1ª lei da Termodinâmica), alteram-se na qualidade. A medida de qualidade é a entropia, uma medida física do grau do gasto ou a transformação aleatória da estrutura ou capacidade da matéria ou da energia a nos serem úteis.

Energia-matéria de baixa entropia é a coordenada física da utilidade, a necessidade básica que o ser humano tem de usar, mas não consegue criar e para a qual a economia humana depende totalmente da natureza para a fornecer. A entropia é a diferença física qualitativa que distingue os recursos úteis de uma igual quantidade de resíduos inúteis.

A capacidade das transformações entrópicas de energia-matéria de maneira a serem úteis é reduzida, tanto pelo esvaziamento de fontes finitas como pela capacidade de absorver resíduos. Se não houvesse um gradiente entrópico entre a fonte e o depósito residual, o ambiente seria incapaz de sustentar nosso modo de vida. Assim, o fluxo da produção econômica não é circular, é um fluxo de fontes de baixa entropia para depósito de elevada entropia, como consequência da 2ª Lei da Termodinâmica. Podemos reciclar materiais, mas nunca a 100% !!

³⁵ *entropia (do grego entropía) significa “transformação”, em reconhecimento ao fato de que consiste em um caminho de sentido único de mudança irreversível, um aumento contínuo de desordem no universo. Entropia é uma medida de energia indisponível num sistema termodinâmico, sendo que indisponível, aqui, significa indisponível para realizar trabalho. Energia indisponível é igualmente conhecida como energia contida, e energia disponível como energia livre. Por exemplo, a gasolina contém uma forma de energia livre pois pode ser queimada para gerar trabalho. Quando a energia queimada é transformada em calor, ela não desapareceu mas dissipou-se no ambiente e transformou-se em energia contida, indisponível para realizar trabalho (Daly; Farley, 2004).*

A Terra é continuamente banhada pela baixa entropia da radiação solar que permitiu que a complexidade e ordem da vida emergissem e aumentassem. Qualquer ser vivo no planeta é um sistema aberto, capaz de emitir e absorver tanto matéria como energia. Um sistema biológico ou ecológico é apenas capaz de manter a sua baixa entropia “atraindo” quantidades maiores de baixa entropia do sistema onde existe, e devolvendo alta entropia de volta para o sistema.

Apesar de historicamente as pessoas se terem preocupado mais com o desgaste dos recursos, ou seja, o problema com as fontes, parece que a limitação mais forte ao crescimento econômico pode ser a capacidade de absorção de resíduos por parte do ambiente, isto é, o “reservatório” final.

Assim, a vida na Terra é um sistema em desequilíbrio termodinâmico estável que mantém constante a sua distância do equilíbrio (morte) alimentando-se de baixa entropia a partir do seu ambiente – ou seja, trocando saídas de alta entropia por entradas de baixa entropia. Esta troca resulta num aumento líquido de entropia.

A vida na Terra requer um fluxo constante de entradas de baixa entropia a partir do Sol, apenas para se manter.

A Lei da entropia nos diz que, inevitavelmente, quaisquer recursos que transformamos em algo útil têm de se desintegrar, decair, decompor-se ou dissipar-se em algo inútil regressando sob a forma de resíduo ao sistema que gerou o recurso.

A economia é, portanto, um sistema ordenado para transformar matérias-primas de baixa entropia e energia em resíduos de entropia elevada e energia não disponível, proporcionando às pessoas um “fluxo psíquico” de satisfação durante o processo.

A 1ª Lei da Termodinâmica diz que não podemos fazer algo a partir do nada, então toda a produção humana assenta-se, por princípio, nos recursos naturais. A transformação desses recursos requer trabalho, sendo que apenas a baixa entropia ou a energia livre podem proporcionar trabalho.

2.6 POLÍTICAS PÚBLICAS E O MEIO AMBIENTE.

“O nível da política numa democracia não pode ser mais alto do que o nível médio de compreensão da população”.

Daly; Farley (2004).

Para Freiria (2011), a política é compreendida como um conjunto de ações ou medidas que visam realizar objetivos ou metas. A política orienta sempre um processo de tomada de decisões, estando presente nas organizações públicas e privadas; assim como um município tem uma política ambiental, uma empresa também pode ter a sua como, por exemplo, o sistema ISO, através de normas privadas, tratando-se de uma declaração da organização que apresenta suas intenções e princípios em relação a seus objetivos e metas ambientais.

Segundo Nusdeo (2012), o estabelecimento de políticas públicas é uma marca do Estado contemporâneo, que se desenvolve a partir do modelo do Estado social e sua característica abordagem intervencionista, relacionada à implementação de objetivos e finalidades nos âmbitos econômico e social. Este processo embute um amplo rol de direitos sociais cujo exercício demanda o estofo de políticas públicas direcionadas que garantam a prestação de serviços públicos a elas relacionadas. São direitos econômicos, culturais e sociais *stricto sensu* como saúde, educação e moradia. A estes foram acrescidos os chamados direitos fundamentais de terceira geração, como o direito ao meio ambiente equilibrado.

A ampliação da proteção aos direitos fundamentais acontece em paralelo a um processo de atuação sistemática do Estado na Economia, conforme Nusdeo (2012). Segundo ainda a autora, a criação de políticas públicas em geral, dentre as quais as políticas econômicas, exige estruturas e estratégias jurídicas que produziram transformações no modelo liberal de direito, tais como o aumento do exercício da atividade normativa pelo Executivo e a adoção de técnicas de indução pelos ordenamentos jurídicos em paralelo às de caráter coercitivo. Desta forma, a presença do Estado no sistema capitalista não é algo excepcional, mas corriqueiro em razão da necessidade de conduzir os mercados ao cumprimento da sua função social.

Por outro lado, a participação cidadã na gestão pública nunca foi oferecida pelos governos, mas antes se trata de uma conquista da cidadania organizada, de acordo com Bava (2014); a participação popular na gestão pública é uma inovação democrática que ganha espaços, mas paradoxalmente observa-se a democracia liberal se tornar refém do

poder econômico, distanciar-se dos interesses dos cidadãos e sujeitar-se aos interesses do mercado.

Mendes *et al* (2010) consideram que o Brasil, pela ausência da participação da maioria de sua sociedade civil na elaboração das políticas de desenvolvimento econômico, social, ambiental e outras, apresenta pouca tradição democrática no estabelecimento de políticas públicas de governo; desta forma, revestem-se estas de precariedade quanto à sustentabilidade a médio e longo prazos.

Ao se criarem leis e mecanismos que institucionalizam canais de participação na gestão pública, a sociedade civil organizada cria um novo direito: o direito à participação cidadã na governança pública o qual, assim como os direitos sociais, não se efetiva apenas pelo seu reconhecimento formal mas evidencia novos atores que se esmeram pela conquista desses direitos (BAVA, 2010).

Conforme Souza (2006), a política pública como área de conhecimento e disciplina acadêmica surgiu na década de 1930 nos EUA (seus primeiros conceitos foram formulados pelos pesquisadores Harold Dwight Laswell, Herbert Alexander Simon, Charles Edward Lindblom e David Easton), sem estabelecer relações teóricas sobre o papel do Estado, enfatizando, no entanto, diretamente o estudo sobre a ação dos governos. Em sua origem, as políticas públicas eram consideradas uma subárea da ciência política para que se entenda como e por que os governos optam por determinadas ações.

Na Europa, porém, a tradição da análise do papel do Estado e suas instituições (sendo o governo uma das mais importantes) faz com que a área de políticas públicas surja como um desdobramento dos trabalhos baseados nas teorias explicativas a partir do desempenho do Estado (SOUZA, 2006).

Sintetizando-se, então, as diferenças originárias de políticas públicas, conforme Souza (2006):

- » Europa: políticas públicas baseadas no papel do Estado.
- » EUA: políticas públicas baseadas no papel desempenhado pelo governo.

Conforme Mendes *et al* (2010), as políticas públicas se materializam por intermédio da ação concreta de sujeitos sociais e de atividades institucionais que as realizam em cada contexto e condicionam seus resultados, por isso, os processos de implementação e de avaliação de seus impactos sobre a realidade do momento devem ser permanentes. O processo de formulação e implementação de políticas públicas é eminentemente político devido a determinados grupos sociais que, para verem executadas as ações públicas de seus interesses, exercem influência sobre os tomadores de decisões governamentais.

No entanto, o conceito tradicional de política pública ainda está indelevelmente associado à figura do Estado, isto é, da fonte estatal, cuja missão é implementar políticas, ou seja, realizar ações objetivando sempre o interesse público (FREIRIA, 2011).

Compreensão semelhante tem Nusdeo (2012), para quem políticas públicas correspondem a programas de ação governamental voltados a articular, por meio da coordenação com o Poder Público, a disposição de instrumentos e meios para a consecução de objetivos determinados. Ao Direito cabe prover a estruturação jurídica das políticas, cuidando de aspectos como a validade das normas que as estabelecem e a articulação de seus instrumentos e fins, e esses com os demais componentes do ordenamento vigente.

A produção de leis com conteúdo ambiental e ações de comando-e-controle não têm sido capazes de melhorar as condições ambientais quando esse aparato não encontra meios de se efetivar na sociedade. Muitas vezes a legislação ambiental revela-se dissociada de real e efetiva política pública ambiental mais ampla e interdisciplinar.

A natureza interdisciplinar na criação e efetivação das políticas públicas ambientais geradas por novas demandas de uma sociedade que busca a preservação do meio ambiente exige uma nova concepção de Estado através de formas definidas pela Constituição e não mais somente no papel intervencionista ou liberal; deve, também, cumprir suas funções de gestor ambiental, além do compartilhamento de responsabilidades com a sociedade civil (FREIRIA, 2011).

Desta forma, portanto, segundo Carvalho (2010), em um contexto em que as consequências da degradação ambiental serão sentidas no curto e longo prazos, a manutenção da capacidade dos ecossistemas para sustentar as condições ambientais apropriadas aos seres vivos depende da adoção de práticas e atitudes como:

- I. o ativismo estatal, baseado no reconhecimento do papel indutor do Estado na busca pela antecipação a problemas e formulação de soluções;
- II. articulação entre poderes dentro do arranjo institucional de cada nação para o desenvolvimento e implementação de políticas públicas;
- III. políticas de estímulos, com caracteres não apenas meramente financeiros ou econômicos, mas igualmente estruturantes e indutoras;
- IV. articulação com setores privados e sociedade civil organizada, pois contempla atores efetivamente engajados na produção, dotados de *expertise* em suas respectivas áreas de atuação, e atores sociais que detêm proximidade em relação aos problemas; e
- v. estudo e planejamento, que incluem as análises dos cenários, diagnósticos, zoneamentos, avaliações estratégicas e estudos de temática transversal e interdisciplinar.

O Quadro 14 compila algumas definições de políticas públicas, conforme Souza (2006):

Mead, L. M.³⁶	Campo dentro do estudo da política que analisa o governo à luz de grandes questões públicas.
Lynn, L. E.³⁷	Conjunto de ações do governo que irá produzir efeitos específicos.
Peters, B. G.³⁸	Soma das atividades dos governos, que agem diretamente ou através de delegação e que influenciam a vida dos cidadãos.
Dye, T. D.³⁹	“o que o governo escolhe fazer ou não fazer”.
Laswel, H. D.⁴⁰	Decisões e análises sobre política pública implicam responder sobre quem ganha o quê, por que e que diferença faz.

Quadro 14: definições sobre política pública.

Fonte: Souza (2006).

No Brasil, segundo Freiria (2011), historicamente consideram-se caracterizadas como as primeiras ações governamentais norteadoras de políticas públicas as relacionadas com a ocupação do território brasileiro após a chegada dos colonizadores, com o intuito de garantir a posse da terra. A política, no caso, foi a de permitir a instalação nas novas terras de quem tivesse recursos para explorá-las e construir fortificações, traduzidas na instalação do regime de sesmarias (séc. XVI).

Para Nusdeo (2012), a evolução das políticas ambientais brasileiras passou por quatro fases na história, muitas vezes se sobrepondo umas às outras e são referidas como:

> primeira fase, a de administração dos recursos naturais, foi conduzida sob o governo Getúlio Vargas, período que assistiu ao início da industrialização e foi fomentada pelo Poder Público federal. O contexto econômico exigiu a criação de regras sobre apropriação de recursos naturais, o que gerou códigos de águas, de pesca, florestal e de

³⁶ MEAD, L. M. “Public Policy: Vision, Potential, Limits”, *Policy Currents*, Fevereiro: 1-4. 1995.

³⁷ LYNN, L. E. *Designing Public Policy: A Casebook on the Role of Policy Analysis*. Santa Monica, Calif.: Goodyear. 1980.

³⁸ PETERS, B. G. *American Public Policy*. Chatham, N.J.: Chatham House. 1986.

³⁹ DYE, Thomas D. *Understanding Public Policy*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall. 1984.

⁴⁰ LASWELL, H.D. *Politics: Who Gets What, When, How*. Cleveland, Meridian Books. 1936/1958

mineração. Houve também uma tendência conservacionista com a criação de parques nacionais.

> a segunda fase, nos anos 1970, volta-se ao controle da poluição industrial acelerada. As primeiras iniciativas de normatização do controle foram estaduais, em razão da política de industrialização do governo militar à época.

> a terceira fase refere-se ao planejamento territorial, com a criação da lei do parcelamento urbano de 1979, como reação ao processo de urbanização descontrolado das décadas anteriores e da necessidade de controlar seus efeitos.

> a edição da Lei 6.938/81 dá início à quarta e atual fase, onde os problemas que ensejaram as fases anteriores são tratados de forma interligada, dentro de uma abordagem ecológica, na qual as diferentes questões são vistas como interdependentes. A gestão integrada dos recursos naturais também passa a ser considerada no cenário das relações internacionais e da posição conquistada pela questão ambiental na agenda diplomática.

Gradualmente, a legislação passa a instituir políticas públicas relacionadas com aspectos ambientais vinculados a proteção ou regulamentando a exploração e o aprimoramento das políticas ambientais, as quais vêm cada vez mais demandando a necessidade de integração entre o direito e a gestão. Foi a partir de 1981 que começaram a surgir leis ambientais visando estabelecer um tratamento sistêmico e interdisciplinar da relação do homem com o território e seus recursos naturais.

Tal conotação teve a Lei 6.938/81, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, definindo os primeiros princípios para uma política ambiental nacional. Foi o documento legal que estabeleceu, através do seu artigo 9º, como instrumento de gestão ambiental do território,

“a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas”.

A Constituição Federal de 1988 representa um importante marco ao ter um capítulo reservado à questão ambiental, através do seu artigo 225. Passa também a influenciar a adoção de legislação ambiental pelas constituições estaduais e leis orgânicas municipais.

Também acordos internacionais dos quais o Brasil é subscritor são geradores de inúmeras iniciativas de políticas públicas ambientais nacionais.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), por meio da Declaração do Rio de Janeiro, vem consolidar os princípios que asseguram o desenvolvimento sustentável, que passa a ser importante referência para as políticas públicas ambientais nacionais, pautando planos, programas, projetos e

regulamentações, bases de dados ou sistemas de informação e pesquisas, sendo que, depois de desenhadas e formuladas (SOUZA, 2006), muitas vezes, também requerem a aprovação de nova legislação.

Constata-se através do quanto exposto pelo Relatório do Conselho da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (CAEM, 2005, p. 20-21), que as políticas públicas são depositárias das novas disposições mundiais em termos de preservação ambiental, sendo que o citado Relatório estabelece que, para

[...] reverter a atual tendência de degradação dos recursos naturais tão logo seja possível, é necessário implementar estratégias que incluam objetivos adotados nos níveis nacionais e, sempre que apropriado, regionais, a fim de proteger os ecossistemas e conseguir um gerenciamento integrado do solo, da água e dos recursos biológicos, enquanto se reforçam as capacidades regionais, nacionais e locais. [...] melhorar a formulação de políticas públicas e a tomada de decisões em todos os níveis por meio, entre outras medidas, de uma melhor colaboração entre cientistas naturais e sociais, e entre cientistas e formuladores de políticas públicas, inclusive por meio de ações urgentes em todos os níveis [. . .].

As políticas públicas com repercussões sobre o meio ambiente brasileiro devem ser compreendidas, conforme Freiria (2011), dentro de uma análise histórica pela relação do homem com o território e da presença do Estado como o gerenciador desta relação e como o fomentador das políticas públicas norteadoras da relação da sociedade com o território e o meio ambiente que o envolve.

Não obstante, para Martins (2011), o processo de ocupação urbana da região metropolitana de São Paulo caracterizou-se por um assentamento predominantemente precário e informal, acarretando conflitos e tensões urbano-ambientais na região, situação também verificada em outras grandes cidades brasileiras e na América Latina de forma geral. Tal realidade faz com que parcelas enormes da população se instalem em locais ambientalmente sensíveis, sujeitos a riscos, ou em edificações abandonadas em locais degradados, transformando-se em cortiços.

Para Mendes *et al* (2010), tal quadro tem em suas origens, igualmente, alguns vieses elitistas e excludentes de determinadas políticas, resultantes dos reflexos de um Estado centralizador e de uma sociedade civil fragilizada, com pouca influência sobre a construção e implementação de políticas públicas orientadas para o desenvolvimento sustentável.

Portanto, a inserção da questão ambiental na realidade urbana contrapõe-se, conforme Martins (2011), como garantia de adequadas condições de assentamento e habitabilidade em um contexto onde o tratamento predatório dispensado à natureza

relaciona-se com o modo de produção e padrões determinados pela sociedade de consumo, o que evidencia a limitação do alcance das políticas públicas ambientais.

Motta (2006) ensina que a política ambiental representa uma intervenção governamental na esfera econômica para atingir objetivos que os agentes econômicos não conseguem obter atuando livremente.

Mesmo assim, o agravamento das condições socioambientais, associado ao avanço da reforma do Estado brasileiro e aos processos de descentralização da gestão de políticas públicas passou a exigir, nas últimas décadas, que os governos locais assumissem o papel de formuladores de políticas públicas de promoção da qualidade ambiental e da sustentabilidade das cidades (SVMA/CEM, 2008).

Por este enfoque, o município de São Paulo, através da Lei nr. 14.933/2009, instituiu a Política Municipal de Mudanças Climáticas. Representa um avanço formidável pela incorporação da preocupação quanto à conservação dos recursos naturais, objeto das Convenções-Quadro da ONU (IPCC/PNUMA), pela agenda local. Diversos dispositivos constantes da Lei reforçam o caráter de envolvimento do Poder Público municipal na formulação de políticas pela consecução de objetivos e estratégias de combate às mudanças do clima ao estimular, por exemplo, a prática da arborização, além de outras funções ecossistêmicas advindas da silvicultura urbana, cuja gestão correlaciona-se com os princípios da precaução, prevenção e concepções da sustentabilidade:

Tít. I, Seção I, Art. 1º.

A Política Municipal de Mudança do Clima atenderá os seguintes princípios:

I - prevenção, que deve orientar as políticas públicas;

II - precaução, segundo o qual a falta de plena certeza científica não deve ser usada como razão para postergar medidas de combate ao agravamento do efeito estufa;

Tít. I, Seção III, Art. 3º.

A Política Municipal sobre Mudança do Clima deve ser implementada de acordo com as seguintes diretrizes:

IV - formulação e integração de normas de planejamento urbano e uso do solo, com a finalidade de estimular a mitigação de gases de efeito estufa e promover estratégias de adaptação aos seus impactos;

IX - proteção e ampliação dos sumidouros e reservatórios de gases de efeito estufa;

XV - promoção da arborização das vias públicas e dos passeios públicos, com ampliação da área permeável, bem como da preservação e da recuperação das áreas com interesse para drenagem, e da divulgação à população sobre a importância, ao

meio ambiente, da permeabilidade do solo e do respeito à legislação vigente sobre o assunto.

Tít. I, Seção VI, Art. 23.

O Poder Público Municipal promoverá a arborização das vias públicas e a requalificação dos passeios públicos com vistas a ampliar sua área permeável, para a consecução dos objetivos desta lei.

Também na cidade de São Paulo, o Plano Diretor Estratégico (Lei 16.050/2014) sancionado pela prefeitura tem como objetivos da Política Ambiental, dentre outros, a proteção dos serviços ambientais prestados pelos ecossistemas e priorização de medidas de adaptação às mudanças climáticas (art. 194, incisos III e IV).

Políticas públicas, segundo o MMA (2011, p. 245) exercem papel proeminente na alavancagem e disseminação de programas de Pagamentos por Serviços Ambientais. São necessárias a aprovação e implementação de normas legais nos diversos níveis governamentais e a elaboração de programas correspondentes para a fundamentação legal do repasse de recursos públicos.

Em âmbito nacional, o arcabouço de políticas públicas que envolvem o PSA tramita sob o PL 792/2007; no presente momento, destacam-se iniciativas de estados e municípios, que elaboraram e aprovaram diversas leis que instituem programas de PSA (MMA, 2011, p. 245).

Destaca-se o Plano Diretor Estratégico do município de São Paulo que, embora não haja, ainda, nenhum projeto com tal escopo, contempla a possibilidade de implementação de programa de PSA vinculado a unidades de conservação intra-urbanas.

O quadro 15 relaciona algumas políticas públicas e instrumentos legais para Pagamento por Serviços Ambientais nos diferentes níveis da administração pública em vários estados e municípios brasileiros.

Nível	Instrumentos legais	Relevante para		
		Água	Carbono	Biodiversidade
Nacional				
	Política Nacional e Programa Federal de PSA (substitutivo ao PL 792/2007-em tramitação)	<div></div>	<div></div>	<div></div>
	Reduções Certificadas de Emissões de Desmatamento e Degr. Florestal (PL 5586/09)		<div></div>	
	Pol. Nac. Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997) e Cons. Nac. Rec. Hídricos (Dec. 4.613/2003)	<div></div>		
Estadual				
ES	Programa de PSA (Lei 8995/08; Dec.2168/08) FUNDÁGUA (Lei 8960/2008)	<div></div>		
MG	Programa Bolsa Verde (Lei 17727/08; Dec. 45113/2009)	<div></div>		<div></div>
PE	Pol. Est. De Enfrentamento às Mudanças Climáticas (PL 1527/2010 em tramitação)	<div></div>	<div></div>	<div></div>
PR	Prestador de Serv. Ambientais (L.16436/10)	<div></div>		
RJ	Polít. e Programa Estadual PSA (preparação) Pol. Est. Rec. Hídricos (L. 3239/99; L.4247/) e respectivo Fundo (FUNDRHI); L. 5234/08	<div></div> <div></div>	<div></div>	<div></div>
RS	Pol. Est. De Serviços Ambientais (PL. 449/07 em tramitação)	<div></div>	<div></div>	<div></div>
SC	Pol. E Progr. Estadual de PSA (PEPSA) e respectivo Fundo (FEPSA (L. 15133/10)	<div></div>	<div></div>	<div></div>
SP	Pol. Est. de Mudanças Climáticas (L.13798/09)	<div></div>	<div></div>	<div></div>
	Projeto Mina d'Água (Dec. 55947/10)	<div></div>	<div></div>	<div></div>
	Política Estadual de PSA (PL 271/10)	<div></div>	<div></div>	<div></div>
Municipal				
Extrema-MG	Projeto Conservador das Águas (Lei 2100/2005)	<div></div>		
Montes Claros-MG	Política de Ecocrédito (Lei 3545/2006)	<div></div>	<div></div>	<div></div>
Itabira-MG	Política de Ecocrédito (lei 4069/2007)	<div></div>		
Campo Grande-MS	Programa de PSA (Dec. 11.303/2010); Programa Manancial Vivo	<div></div>	<div></div>	<div></div>
Apucarana-PR	Projeto Oásis (Leis 58/2009, 241/2009, Dec. 107/2009)	<div></div>		
Londrina-PR	Fundo Municipal de Meio Ambiente (Lei 9760/2005)	<div></div>		
Camboriú-SC	Projeto Produtor de Água (Lei 3026/2009)	<div></div>		
Joinville-SC	Política Municipal de Meio Ambiente (Lei 5712/2006)	<div></div>		<div></div>
São Paulo-SP	Lei de Mudança do Clima (Lei 14933/2009)	<div></div>	<div></div>	<div></div>

Quadro 15: Políticas públicas e instrumentos legais relevantes para PSA.
Fonte: MMA (2011).

2.6.1 Sobre a Gestão Ambiental.

Paulatinamente, o domínio dos conceitos e instrumentos de gestão a partir da legislação ambiental representa maior perspectiva de efetivação da própria legislação e, consequentemente, da política pública.

Freiria (2011) compila algumas concepções sobre a gestão ambiental a partir de outros autores: para Santos⁴¹ (2004), a gestão ambiental é compreendida como o processo de integração entre as práticas de planejamento e gerenciamento e a política ambiental, que busca realizar análises e estudos que visam à adequação do uso, do controle e da proteção ao meio ambiente que devem ser executados, administrados e monitorados sob uma perspectiva interdisciplinar relacionada à discussão ambiental; segundo Philippi Jr. e Bruna⁴² (2004), gestão ambiental é a administração ou direção dos ecossistemas naturais e sociais nos quais se insere o homem, individual e socialmente, num processo de interação que atenda ao desenvolvimento das atividades humanas, à preservação dos recursos naturais e das características essenciais do entorno, dentro de padrões de qualidade definidos, tendo como finalidade última estabelecer, recuperar ou manter o equilíbrio entre a natureza e o homem; já conforme Barbieri⁴³ (2007), a gestão ambiental é considerada como um conjunto de diretrizes como planejamento, direção, controle, alocação de recursos e outras realizadas com o objetivo de obter efeitos positivos sobre o meio ambiente, quer reduzindo, eliminando os danos ou problemas causados pelas ações humanas ou evitando que eles surjam.

O conjunto de diretrizes e técnicas para administrar o meio ambiente, caracterizando uma gestão ambiental, deve ser essencialmente interdisciplinar, segundo Freiria (2011), integrando, desta forma, conhecimentos sobre sistemas ecológicos, jurídicos, econômicos e sociais em prol da melhor solução para uma determinada questão ambiental.

Instrumentos de gestão (legais, econômicos, administrativos, institucionais) são condicionantes para a efetividade de todas as políticas e legislações ambientais, ou seja, para que uma lei e a política pública nela embasada “vinguem”, é necessário que seus instrumentos de gestão (como, por exemplo, o planejamento) façam parte do processo de implantação da política pública.

Por isso, governos locais têm uma maior responsabilidade nas ações para redução dos riscos nas cidades através de uma gestão ambiental sustentável, haja vista

⁴¹ Santos, R. F. *Planejamento Ambiental: teoria e prática*. São Paulo, Oficina de Textos, 2004.

⁴² Philippi Jr., A.; Bruna, G. C. “Política e Gestão Ambiental”. Em Philippi Jr., A; Romeró, M. A.; Bruna, G. C. (eds.). *Curso de Gestão Ambiental*. Barueri: Manole, 2004. P. 657-714.

⁴³ Barbieri, J. C. *Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos*. São Paulo: Saraiva, 2007.

serem suas atribuições administrar o uso do solo, planejamento do desenvolvimento, manutenção da infraestrutura e a codificação do zoneamento, empreendendo medidas visando mitigar os riscos naturais e reduzir a vulnerabilidade da comunidade; além do mais, os governos urbanos também influenciam o padrão de consumo de recursos e os níveis de pressão sobre ecossistemas locais e globais, conforme Guadagno *et al* (2013).

O amparo político e a existência de marcos legais no apoio às ações dos administradores municipais servem para tornar mais eficaz a redução do risco de desastres ao também contemplarem a gestão dos ecossistemas; a participação e o envolvimento das partes interessadas da comunidade contribuem na avaliação dos serviços ecossistêmicos existentes e asseguram a comunicação eficaz e a apropriação das intervenções intencionadas (GUADAGNO *et al*, 2013).

Uma abordagem que revele o valor total dos serviços prestados pelos ecossistemas urbanos pode ser extremamente relevante para a integração dos sistemas ecológicos nos processos de gestão pública ao se qualificar como um componente para tomada de decisões orçamentárias que expressam as prioridades políticas em um contexto de interesses conflitantes sobre recursos limitados, de acordo com Guadagno *et al* (2013). Considerar este instrumento de gestão ambiental possibilita que as autoridades públicas e investidores privados vislumbrem os benefícios e os custos sociais e econômicos de suas ações, frequentemente negligenciados na administração urbana, para as gerações presentes e futuras.

A preferência por um enfoque econômico para a consecução dos objetivos de uma política pública é o que propõem Born; Talocchi (2002), quando defendem o estímulo à aplicação das Compensações por Serviços Ambientais como instrumento de políticas ambientais e sociais conjugado com outros mecanismos regulatórios, dotados de características que permitam ampliar a transparência e o controle da gestão ambiental. Ao mesmo tempo, os autores pautam como imprescindível a participação democrática dos vários segmentos sociais interessados.

Em tese, para Freiria (2011), o sucesso de uma política pública dependerá, primordialmente, de um processo de integração entre as dimensões do direito e da gestão ambiental.

2.6.2 Sobre o Planejamento Ambiental

Conforme estipulado por Milano⁴⁴ (1987, *apud* CRESTANA *et al*, 2007), o planejamento se refere à “*atividade formal de identificar atores sociais e meios em*

⁴⁴ Milano, M. S. *Arborização Urbana no Brasil: mitos e realidade. In: Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana, 3, 1996, Salvador. Anais. . . Salvador: PMS, 1996. P.1-11.*

processos e tempo necessários ao alcance de objetivos predefinidos". Resulta em um documento escrito (o plano) contendo respostas a questões como o quê, onde, quando, como e quem. O ato de planejar lida com ações futuras, definidas, identificadas e com os atores nomeados no plano.

O planejamento ambiental é compreendido como o estudo que visa à adequação do uso, do controle e da proteção ao meio ambiente, além do atendimento das aspirações sociais e governamentais expressas ou não em uma política ambiental, de acordo com Santos⁴⁵ (2004, *apud* Freiria, 2011).

Mas, segundo Freiria (2011), o planejamento ambiental é uma das etapas da gestão que deve estar expressa na política ambiental, sobretudo na política pública ambiental, uma vez que é a política que direciona a gestão e, por conseguinte, o planejamento; passou, a partir da década de 1990, a ser incorporado aos planos diretores municipais. Através do planejamento ambiental, obtiveram-se informações mais significativas sobre a qualidade de vida no espaço urbano, promovidas pela preocupação em promover um uso e ocupação sustentáveis do ser humano nas cidades (FREIRIA, 2011).

O planejamento urbano de acordo com Guadagno *et al* (2013), é instrumento que deve ser contemplado para a redução da exposição pessoal e material dos habitantes das cidades aos riscos de desastres, pois envolve o estabelecimento de políticas de ordenamento do território prevenindo conflitos pelo uso do solo urbano (inclusive a ocupação de zonas mais ameaçadas pela urbanização) e integração dos múltiplos interesses das partes envolvidas. Sua integração com uma abordagem de gestão dos ecossistemas urbanos pode conciliar prioridades ambientais e de desenvolvimento que permitam a transformação de cidades em habitats mais seguros e sustentáveis.

Como parte de um Plano Diretor no âmbito municipal, ao tradicional planejamento urbano faz-se necessário incorporar a dimensão ambiental para que a gestão urbana possa ser capaz de enfrentar os desafios que se apresentam: a reestruturação do espaço pela vigência de novas dinâmicas econômicas e sociais e a adaptação das cidades aos efeitos das mudanças climáticas (SVMA/CEM, 2008).

O quadro 16 compila as etapas do Planejamento e do Gerenciamento Ambientais.

Mais especificamente no que se refere à questão da presença da vegetação no meio intraurbano, McPherson *et al* (1994) expõem que as novas políticas e programas incluem o desenvolvimento de um conjunto abrangente de princípios de planejamento urbano-florestais que abordam questões como oportunidades de formação profissional, educação para a preservação, revitalização de bairros, mitigação de ilhas de calor e conservação de energia; parcerias para aumentar o plantio de árvores e cuidados nas

⁴⁵ Santos, R. F. *Planejamento Ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

áreas públicas e de habitação de baixa renda; um programa de gestão urbano-florestal que preste assistência financeira para o cuidado profissional com as árvores existentes; um programa patrocinado por empresas de serviços públicos que plante árvores visando a redução do uso de energia pelas construções; e um programa de educação pública que informe aos moradores sobre os benefícios das florestas urbanas saudáveis de forma a reforçar a ligação entre os moradores e as árvores da cidade.

Planejamento Ambiental	Etapa 1	Definição dos objetivos do planejamento: aonde se quer chegar; meta(s)/resultado(s) a serem alcançados com o processo de planejamento. Sem objetivos não há planejamento.
	Etapa 2	Inventário/Banco de dados: levantamento quantitativo e qualitativo de dados e informações sobre o objeto do planejamento, conhecimento como pressuposto do planejamento.
	Etapa 3	Diagnóstico: avaliação dos cenários (das situações) passado e presente do objeto do planejamento.
	Etapa 4	Prognóstico: projeções para o futuro; construção dos possíveis cenários futuros para o objeto do planejamento.
	Etapa 5	Métodos para tomada de decisões; seleção das melhores alternativas para o objeto do planejamento.
	Etapa 6	Formulação de diretrizes: materialização do planejamento por meio de planos, programas e projetos.
Gerenciamento Ambiental	Etapa 7	Processo de execução: execução de ações para atender objetivos planejados.
	Etapa 8	Processo de controle: manutenção de uma organização ou sistema orientado para seus objetivos.

Quadro 16: Etapas do planejamento e do gerenciamento ambientais.

Fonte: Freiria (2011), p. 156.

Sob este enfoque, Mello-Théry (2011) aponta que a gestão urbana tradicional se restringe à dualidade entre o problema de moradia e da conservação; no entanto, destaca também que políticas públicas não podem ser fonte de conflitos, mas, antes, apresentem-se coesas a fim de que a população se envolva e passe a defender a qualidade ambiental e não as antagonizem, sendo que a contenção da expansão urbana sem controle contra áreas protegidas deve ser um dos elementos essenciais da gestão ambiental urbana.

A consolidação por parte de organismos multilaterais (IUCN, PNUMA, UNESCO) do conceito de patrimônio natural e sua vinculação como bem público ou coletivo, abre a perspectiva, segundo Mello-Théry (2011), para que a governança policêntrica, multiescalar (local, regional, nacional ou mundial) e multiatores aumente a probabilidade de sucesso na conservação dos recursos naturais, embora a regulação deva ser sempre exercida pelo Estado.

2.6.3 O planejamento da floresta urbana.

O planejamento urbano tem papel estratégico para a mediação dos interesses antagônicos entre a preservação das áreas verdes e o empreendedorismo no sentido de ser potencialmente útil para a gestão da adaptação das cidades aos efeitos de eventos extremos causados pelas mudanças do clima, valorizando estratégias baseadas nos serviços dos ecossistemas, embora a degradação de muitos sistemas ecológicos cheguem a tal ponto que a sua capacidade de prestar serviços úteis pode ter sido reduzida drasticamente (IPCC, 2014).

O sucesso de ações de preservação ou desenvolvimento e implantação das florestas urbanas ou mesmo da arborização em vias públicas dependem sobretudo do planejamento que trace objetivos⁴⁶ e metas claramente definidos e identificados para o atingimento de resultados, além de procedimentos de monitoramento (CRESTANA *et al*, 2007), a fim de que seja possível obter-se os benefícios das árvores no ecossistema urbano. O planejamento da floresta urbana não precisa ser concomitante ao planejamento urbano, embora seja vantajoso quando isso ocorra; se concebido isoladamente, deve considerar a realidade já existente e o conjunto de normas que regulamentam sua criação.

Neste sentido, ainda conforme Crestana *et al* (2007), existe uma relação bastante próxima entre ações de arborização e “*políticas urbanas e legislações municipais*” (aspas do autor) existentes – no contexto, consideram-se os planos diretores urbanos, os zoneamentos, as diretrizes, os códigos de obras, bem como as leis e normas específicas relativas ao ambiente e às florestas urbanas.

2.6.4 Sobre os princípios da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e do protetor-recebedor.

Hupffer *et al* (2011) discorrem sobre a passagem da sociedade de uma primeira modernidade (industrial) para uma modernidade reflexiva ou *sociedade de risco* caracterizada pela distribuição global dos riscos e perigos produzidos. A sociedade de risco é potencializada pela crescente utilização de tecnologias cujas consequências não

⁴⁶ o objetivo de um plano é ampliar a quantidade de indivíduos e de espécies mantendo as existentes, além de obter um conjunto que possua qualidade estética de elevada expressão plástica (CRESTANA *et al*, 2007).

foram conclusivamente definidas e compartilhadas pela, segundo o que Beck⁴⁷ (2001, apud Hupffer *et al*, 2011) denomina *irresponsabilidade organizada*, ausência de noção da necessária responsabilização dos agentes por eventuais danos que causarem pela exploração dessas tecnologias.

A produção do risco decorre não somente da causalidade probabilística; concorre também para ele a atuação voluntária de agentes econômicos e políticos quando ocultam a origem, as proporções e mesmo os efeitos dos riscos ecológicos, conforme Beck⁴⁸ (2008, apud Hupffer *et al*, 2011).

Referir-se a riscos ecológicos é envolver, de acordo com Hupffer *et al* (2011), o meio ambiente, a qualidade de vida e a saúde humana, além de implicações econômicas e sociais, pois o problema desse tipo de risco é que os danos causados são de difícil ou impossível recuperação.

A observação de princípios exarados da normatização ajuda a perceber a complexidade que deve ser empreendida no estabelecimento de ações e métodos que minimizem ou evitem a intercorrência de efeitos indesejados da exposição a riscos latentes decorrentes das alterações climáticas, por exemplo, que por sua vez tem forte componente de interferência antrópica.

Princípios são, conforme Nusdeo (2012), elementos descritivos e explicativos do sentido das normas jurídicas de um determinado ordenamento, no entanto, eles próprios não possuem o elemento que exprime a juridicidade. Aos princípios são reconhecidas e atribuídas funções heurístico⁴⁹-descritivas de orientação geral das normas do ordenamento e auxiliam sua compreensão e interpretação. Assim como as regras, são considerados espécies do gênero norma, mas não são entendidos como normas específicas.

Os princípios distinguem-se das regras em função da sua estrutura lógica e do seu grau de generalidade (NUSDEO, 2012).

2.6.4.1 O Princípio da Precaução.

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO 92) que ocorreu no Rio de Janeiro entre 3 a 14 de junho de 1992

⁴⁷ Beck, U. *World Risk Society*. Malden: Blackwell Publishers, 2001.

⁴⁸ Beck, U. *La Sociedad del Riesgo Mundial: Em busca de la seguridad perdida*. Barcelona: Paidós, 2008.

⁴⁹ Heurística: arte de inventar, de fazer descobertas; ciência que tem por objeto a descoberta dos fatos.

institucionalizou, segundo Hupffer *et al* (2011), o princípio da precaução como marco do Direito Ambiental Internacional. Os autores consideram como a expressão máxima do princípio da precaução a assertiva de que, frente à ameaça de danos graves ou irreversíveis e ausência de certeza científica absoluta, conforme disposto no princípio 15, a decisão deverá favorecer ao meio ambiente:

“De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com as suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental”.

Declaração do Rio de Janeiro. In: Revista Estudos Avançados, vol. 6, nr. 15. SCIELO, 1992.

Como estabelecem Rockström *et al* (2009), as lacunas do conhecimento são perturbadoras e há uma necessidade urgente de se analisar os riscos e incertezas, sendo desejável observar-se o princípio da precaução na identificação dos limites dos sistemas terrestres a fim de que seja evitado cruzar limiares indesejados.

2.6.4.2 O Princípio do poluidor-pagador

A lei federal nr. 6.938/81 define como poluidor “a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental”, como a poluição resultante, de atividades que direta ou indiretamente

- a) prejudiquem a saúde, segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

O princípio do poluidor-pagador visa evitar a degradação do recurso ambiental, investindo-se de caráter preventivo e repressivo em relação a atos que possam causar danos ao meio ambiente. Para Hupffer *et al* (2011), o que diferencia o princípio do poluidor-pagador da responsabilização tradicional é que ele busca afastar o ônus do

custo da degradação do recurso ambiental da população em geral e transferí-lo diretamente ao utilizador do recurso.

No Brasil, a concepção do poluidor-pagador, assim como a do usuário-pagador, está fundamentada no artigo 4º da Lei 6.938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente), que em seu inciso VII estabelece que visará “à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos”.

O princípio do poluidor-pagador foi contemplado pela Constituição Federal em seu art. 225, parágrafo 3º: “As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”.

O artigo 14º da Política Nacional do Meio Ambiente, em seu par. 1º traz que o poluidor “é obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por suas atividades ...”

Conforme Nusdeo (2012), o princípio do poluidor-pagador relaciona-se, além da responsabilização civil e à reparação de danos já consumados, também aos custos para a prevenção do dano. O poluidor deve ser afetado pelos custos das medidas de prevenção e controle da poluição e estimulado para a utilização racional de recursos ambientais escassos.

Este princípio baseia-se na ideia de que o preço da produção dos bens e serviços que causam poluição deve refletir o custo das medidas mitigadoras, então aqueles que usufruem um produto ou serviços que acarrete poluição devem arcar com os custos de mitigação do seu impacto ambiental por meio da sua internalização ao preço (NUSDEO, 2012).

2.6.4.3 O Princípio do usuário- pagador.

De acordo com Nusdeo (2012), o princípio do usuário-pagador requer que aquele que faz uso de um estoque de recursos naturais, sejam esgotáveis ou renováveis, deve uma retribuição à sociedade pelo uso desse estoque. Como ocorre na cobrança de taxa pelo uso da água ou dos *royalties* no caso do petróleo.

O princípio do usuário-pagador busca evitar a escassez do bem (HUPFFER *et al*, 2011).

Segundo Born; Talocchi (2002) o código florestal brasileiro já estabelecia, em 1965 (Lei nr. 4.771), um instrumento para recursos naturais baseado no princípio

usuário-pagador, tendo por objetivo repor os estoques florestais para a manutenção produtiva. Foi uma das primeiras referências legais no Brasil com base em princípios de proteção ou conservação do “capital ecológico”, embora longe do ideário com base em serviços ambientais.

2.6.4.4 O Princípio do protetor-recebedor.

Born & Talocchi (2002); Nusdeo (2012) ilustram este princípio com a posição de indivíduos que dedicam esforços na recuperação e conservação de recursos ou manutenção dos serviços da natureza em uma determinada região, gerando benefícios que são usufruídos por uma parcela da sociedade que vive ao redor daquela área e que não foi a geradora dessa iniciativa isolada, não oferecendo qualquer contrapartida aos empreendedores.

Neste contexto é possível identificar a figura das externalidades positivas, conforme Nusdeo (2012).

Esta relação orientada pelo princípio do protetor-recebedor, ainda de acordo com Born; Talocchi (2002), é tratada como um estímulo concreto para que alguns segmentos da sociedade realizem algo de interesse vital para toda a população; transferências ou compensações para os que conservam ou possibilitam serviços ambientais podem ocorrer pelos instrumentos resumidos pela figura 12.

Cabe aos sistemas do Direito, Economia e Política, cujas interconexões são complexas devido aos sistemas sociais serem organizados de acordo com suas racionalidades próprias e operacionalização fechada (o que impediria a comunicação direta entre os campos do conhecimento) a promoção do princípio do protetor-recebedor por meio de formas inovadoras dentro de uma realidade de riscos (HUPFFER *et al*, 2011), demandando a utilização de instrumentos promocionais dentre os quais se destaca o pagamento ou a compensação por serviços ambientais prestados, através da adoção de incentivos fiscais, tributários e creditícios, a fortalecer a observação ao princípio da precaução como contraponto aos riscos da sociedade de risco global.

Figura 12: instrumentos de compensações por Serviços Ambientais ao provedor.
Fonte: adaptado de Born; Talocchi (2002).

O instrumento econômico do PSA incorpora elementos que remetem ao princípio do protetor-recebedor, segundo o qual aqueles que promovem ações direcionadas à conservação devem ser ressarcidos por essa atividade.

2.7 ÁREAS VERDES, FLORESTAS URBANAS E ARBORIZAÇÃO.

“Justificar tragédias como vontade divina tira da gente a responsabilidade por nossas escolhas”.

Umberto Eco. In: OESP, 05/06/2015.

O uso de árvores para melhorar o ambiente e muitos dos princípios relativos aos seus cuidados é prática extremamente antiga. Há referência bíblica para o plantio de árvores no Jardim do Éden. Civilizações ancestrais de egípcios, fenícios, persas, gregos, chineses e romanos tinham as árvores em grande estima e em certas situações as adoravam. Tinham conhecimentos rudimentares sobre cuidados com as árvores. Transplantes de árvores eram comuns no Egito por volta de 1500 a.C. (Grey; Deneke, 1978).

Segundo Hennebo⁵⁰ (1979, *apud* Lima *et al*, 1994), a Ágora de Atenas, na Antiguidade Clássica, além de espaço destinado ao culto dos deuses do helenismo, de uso comum e acessível a todos, congregava a população ateniense para que pudesse discutir política. Arborizada, suas árvores representavam uma homenagem aos deuses e tinham igualmente a função de melhorar as condições microclimáticas amenizando as altas temperaturas. As áreas verdes, até a Revolução Industrial, tinham uma função de representação para as autoridades e aristocracia.

Jardins botânicos começaram a ser desenvolvidos durante a Idade Média, com particular ênfase em plantas com propriedades medicinais, e até 1700 o reconhecimento da importância do uso de árvores em áreas urbanas e o domínio de seu crescimento e manutenção foram bem desenvolvidos (Grey; Deneke, 1978).

A industrialização na Grã-Bretanha produziu condições urbanas deploráveis. O declínio da qualidade de vida resultou em esforços para melhorar as condições urbanas, um dos quais foi a introdução de espaços verdes públicos, com árvores sendo introduzidas em Londres em uma série de praças localizadas em áreas residenciais (MILLER, 1997).

⁵⁰ Hennebo, D. *Entwicklung des Stadgrüns von der Antike bis in die Zeit des Absolutismus*. 2 ed. Hannover/Berlin:Patzer, 1979, 169 p.

Conforme Weber; Medhi (2013), ao longo dos séculos XVIII ao XX, na Europa, a vegetação urbana foi considerada sob vários status: na era vitoriana, os ideais humanistas e filantropos a consideravam como parte integrante do processo de desenvolvimento da cidade, representando a fonte de ar fresco, bem-estar e de refúgio para os cidadãos no alívio das consequências da era industrial. Urbanistas no século XIX introduziram o modelo concêntrico de cidades, estabelecendo uma espécie de “cinturão verde” a definir os limites das cidades. E. Howard (século XX) inovou com o conceito de “Cidade Jardim”, onde os espaços verdes serviriam como apoio a condições de vida saudáveis e a atividades sociais e culturais. A Carta de Atenas⁵¹ (1933) preconizou processos de zoneamento visando cidades modernas e funcionais, com a adoção de espaços verdes como uma alternativa estética a acompanhar a construção de moradias (Weber; Medhi, 2013).

Conforme Badiru *et al* (2005), o processo de estruturação e de expansão urbana de uma cidade está diretamente ligado à produção e à evolução do espaço florestal; a urbanização, de acordo com Castells⁵² (1972, *apud* Badiru *et al*, 2005) é um processo organizado que obedece a modelos de interação entre o homem e o seu meio, sendo que os problemas ocorrem na gestão deste sistema, sempre que o consideramos como um todo integrado. Assim, a floresta urbana assemelha-se a uma das muitas criações humanas consolidando-se ao longo da história (BADIRU *et al*, 2005).

A representação da natureza nas cidades através das árvores, que imprimem sua presença na paisagem e estabelecem um elo natural com o ser humano, é uma forma de reaproximar o homem da natureza (Farah, 2004).

Para Miller (1997), à medida que os valores sociais mudam para uma percepção mais holística da nossa relação com a natureza, isso irá mudar as nossas expectativas para um maior desejo de complementar o nosso estilo de vida urbano com elementos da natureza.

Farah (2004) analisa a função da árvore como um ponto de referência do espaço e como um elemento agregador e socializador em torno do qual as pessoas se reúnem dependendo das categorias tipológicas do espaço urbano, isto é, um maior contato com as árvores se dará quanto menos restritivo for o espaço, seja no parque ou na rua.

Em São Paulo, conforme Bartalini (2001), somente a partir da segunda metade do século 19, com a projeção da cidade nos cenários político e econômico nacionais, as áreas verdes públicas passaram a receber maior importância do poder público, mas nem

⁵¹ A Carta de Atenas representou um manifesto urbanístico originado do IV Congresso Internacional de Arquitetura Moderna (1933), tendo sido conduzido por Le Corbusier, nome profissional de Charles Edouard Jeanneret-Gris, considerado a figura mais importante da arquitetura moderna.

⁵² Castells, M. *La question urbaine*. Librairie François Maspero. (Trad. Port. de Arlene Caetano. *A questão urbana*). Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1972, 228-236 p.

sempre esta atenção se transformaria em materialidade. A burocracia municipal já então estabelecida e subdividida em órgãos de fiscalização e administração manifestava preocupação com o verde, relatada na necessidade de plantio e conservação de determinada planta com o objetivo de sanear os rios e favorecer a criação de peixes e, mais tarde, na advertência de que a cidade apresentava insuficiência de parques, objetivando a “higienização do ar” e “recreação”.

Na capital paulista, uma das primeiras regulamentações visando à constituição de áreas verdes foi outorgada pela Lei 2.611 de 1923, por influência da empresa inglesa de desenvolvimento urbano “*City of Sao Paulo Improvements and Freehold Land Co. Ltd.*”, que implantou o conceito de bairro-jardim na capital paulista. Tal lei exigia que acima de uma certa área a ser loteada, 5% do total deveriam ser destinados a áreas verdes livres.

Conforme Macedo; Sakata (2002), a expansão das cidades brasileiras durante o século XIX e na primeira metade do século XX, mesmo que de modo não-contínuo, fez com que vazios urbanos (imensas áreas de terra) fossem gerados e onde parques poderiam ser criados. No entanto, estes eram considerados equipamentos desnecessários para o lazer imediato e cotidiano da população pois o país, rico em imensos recursos naturais (águas, matas, praias), proporcionou por muito tempo outras possibilidades de lazer, como banhos e passeios às margens e várzeas dos rios que cortavam as cidades.

Os vazios urbanos, geralmente várzeas de rios, foram verdadeiros antecessores das áreas de lazer urbano formais, do tipo praticado em parques e praças (MACEDO; SAKATA, 2002). Com sua diminuição e mesmo desaparecimento, a partir da segunda metade do século XX, e com a escassez de áreas para lazer das massas menos favorecidas, tal tipo de equipamento urbano tornou-se uma necessidade social.

Mas o parque urbano brasileiro, ao contrário do seu congênere europeu, não surge da urgência social de atender às necessidades das massas urbanas da metrópole do século XIX, de acordo com Macedo; Sakata (2002). Nenhuma cidade do Brasil à época tinha o porte de qualquer grande cidade européia quanto a população e área. O parque é criado, então, ainda conforme os autores, como uma figura complementar ao cenário das elites emergentes, que controlavam a nova nação em formação, procurando construir uma figuração urbana compatível com a de seus interlocutores internacionais, especialmente ingleses e franceses.

A partir da década de 40, o perfil de São Paulo como metrópole industrial consolidou-se definitivamente, iniciando o processo de periferização (São Paulo, 2002).

As grandes cidades brasileiras passaram por forte expansão urbana a partir das décadas de 1950 e 1960, sendo flagrante a carência de espaços ao ar livre para o lazer de massa, pois o processo de urbanização eliminou bosques, campos e pastagens, quintais e chácaras, cujos espaços foram ocupados e divididos para a construção urbana (MACEDO; SAKATA, 2002). A multiplicação do parque público pelas cidades

brasileiras ocorrerá principalmente a partir do final dos anos 1960, quando se inicia um processo de investimento público sistemático na criação de parques, não sendo mais voltados exclusivamente para as elites.

Na década de 1970 a concentração de renda intensificou-se e o deslocamento das centralidades, associado à exclusão territorial dos mais pobres, incrementou o fenômeno da favelização (SÃO PAULO, 2002). Este processo de ocupação tornou-se particularmente perverso para a cobertura vegetal ainda existente, esteja ela localizada em áreas públicas ou particulares. A maioria das favelas do município ocupou as áreas livres públicas, mas particularmente as destinadas à implantação de áreas verdes.

Na Grande São Paulo, o acesso às áreas verdes é basicamente desfrutado pelas classes privilegiadas, onde o verde desempenha uma função mais ornamental e de valorização do solo, enquanto para as outras parcelas da população, principalmente as mais carentes, o acesso aos ambientes de parques e jardins torna-se cada vez mais difícil e os espaços livres deveriam ser projetados e organizados com vistas ao oferecimento de opções de lazer ativo (LOMBARDO, 1985).

A Lei municipal nr. 16.050/2014 aprovou a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (PDE); dentro dos princípios que a regem, realce-se o § 6º do seu artigo 5º, que diz respeito ao direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, *“que é o direito sobre o patrimônio ambiental, bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida, constituído por elementos do sistema ambiental natural e do sistema urbano de forma que estes se organizem equilibradamente para a melhoria da qualidade ambiental e bem-estar humano”*.

Visando a melhoria das condições urbanísticas que se relacionam à qualidade de vida nas metrópoles, a SBAU (1995) observa que as prefeituras devem coibir as ocupações clandestinas ou consensuais de áreas verdes urbanas tanto por sub-habitações como por estabelecimentos comerciais de associações de diversos fins, de acordo com o estabelecido pelas legislações em vigor.

Lombardo (1985) julga fundamental a adequação da legislação para controle do crescimento urbano-metropolitano e à consideração de uma proporção mínima de área verde em relação à impermeabilização, regulamentação do uso do solo com reserva de espaços verdes nos bairros periféricos e desenvolvimento de educação de base junto à população. A relação estreita entre ocupação do solo urbano e ilha de calor, com suas variações espaciais, comprova a necessidade urgente de um replanejamento do uso do solo, com a implantação de espaços verdes intersticiais na mancha urbana de São Paulo, fundamentais para a melhoria do conforto térmico e, conseqüentemente, da qualidade de vida dos habitantes.

Sob este enfoque e dentro da proposta deste estudo, cita-se os seguintes objetivos estratégicos do PDE (2014) de São Paulo, além de outros: a contenção da expansão horizontal da cidade; ampliação e requalificação dos espaços públicos, áreas verdes e permeáveis e a paisagem; proteção das unidades de conservação, das áreas de proteção dos mananciais e da biodiversidade; e a mitigação de fatores antropogênicos que contribuem para a mudança climática, utilizando fontes renováveis de energia e reduzindo e removendo gases de efeito estufa, visando a adaptação aos efeitos reais ou esperados das alterações do clima.

No contexto dos benefícios e dos serviços prestados pelos sistemas ecológicos urbanos, reveste-se de especial importância, conforme Silva Filho (2003), o estudo da inserção das áreas verdes e praças na malha urbana em relação ao desenho urbano e, mais especificamente, a análise do seu mobiliário e tipologia, como parte do planejamento urbano e das propostas de solução para problemas sociais da cidade em geral.

Segundo Angelis; Angelis Neto⁵³ (2000, *apud* Silva Filho, 2003) a tipologia é uma forma de estudar o espaço livre de edificações e engloba o conhecimento de sua identidade, estrutura (que molda a imagem através da relação espacial entre o espaço livre e o seu entorno) e significação (um atributo de valor simbólico para o observador ao transformar o espaço livre – o parque, a praça – em um local representativo para os habitantes da cidade).

É vasto, na literatura consultada, o conjunto de propostas para a conceituação e tipificação de áreas verdes, parques, arborização urbana, florestas urbanas, cobertura vegetal, espaços livres e termos correlatos, por vezes não havendo unidade entre os autores visitados em relação à definição do objeto em estudo, quer seja, espaços que encerram a vegetação remanescente ou implantada artificialmente na zona intraurbana, tanto na forma como em sua natureza. Eleger uma definição transforma-se, pois, em tarefa árdua, pois as referências e correntes sobre o tema são extensas.

2.7.1 *Silvicultura Urbana e Arborização.*

Farah (2004) destaca a evolução das abordagens sobre arborização urbana, sendo que ao longo do tempo ultrapassaram o mero senso estético e de estrutura formal entre árvore e paisagem ao incorporarem posteriormente outros enfoques que contemplam os benefícios psicológicos, os valores e significados simbólicos das árvores.

⁵³ Angelis, B.L.D. de & Angelis Neto, G. de. *Os elementos de desenho das praças de Maringá-PR. Acta Scientiarum*, v. 22(5), p. 1445-1454, 2000.

Foi a partir da década de 1930 que surgiram nos EUA manifestações por uma definição do conceito de silvicultura urbana ou gestão do sistema de floresta urbana, que permaneceu em construção até meados da década de 1960. Este processo foi acelerado com o advento de doenças que passaram a afetar as árvores nas cidades (doença holandesa do olmo, murcha do carvalho, necrose do floema, dentre outras), indicando a necessidade de composição e formação de equipes competentes que lidassem com os crescentes problemas de gestão da vegetação em áreas urbanas. Cursos específicos em arboricultura foram introduzidos em universidades. Individualmente, formaram-se os engenheiros florestais e, coletivamente, surgiram os departamentos de parques e árvores (Grey; Deneke, 1978).

Embora silvicultores e arboristas tenham gerido árvores urbanas e florestas desde o início da década de 1900, foi a partir da década de 1970 que a silvicultura urbana se tornou uma disciplina reconhecida dentro da atividade florestal (MILLER, 1997).

Novos enfoques e disciplinas, como a ecologia e a silvicultura urbana, têm emergido e revelado o crescente interesse pela vegetação das cidades e espaços verdes, especialmente na avaliação dos serviços ecossistêmicos prestados (Weber; Medhi, 2013).

O dicionário tem como silvicultura a ciência que estuda a formação e a exploração de florestas artificiais, a preservação das florestas naturais e a utilização da madeira; a arboricultura se refere à técnica e cultivo de árvores, especialmente as ornamentais e frutíferas (LAROUSSE, 2007).

Silvicultura Urbana, de acordo com Silva Filho (2003), é um ramo da Silvicultura que cuida do cultivo e manejo de árvores visando o bem-estar fisiológico, social e econômico dos habitantes das áreas urbanas, envolvendo cuidados com árvores de ruas, praças, parques, áreas de conservação urbanas e demais espaços livres de edificações.

Ao exceder as práticas de mera arborização viária, as atribuições da silvicultura urbana nas últimas décadas foram ampliadas e incorporam também a gestão dos ecossistemas urbanos. McPherson *et al* (1997) relacionam a extensão da noção de silvicultura urbana ao processo de corte de gastos promovido nos últimos tempos por governos locais nos Estados Unidos destinados ao manejo florestal urbano. Algumas atividades de gerenciamento de árvores antes afeitas ao poder público foram transferidas para grupos comunitários, sem fins lucrativos, que conseguiram angariar apoio das empresas locais, serviços públicos e da vizinhança e assim passaram a adotar técnicas de gestão.

Para Moreira (2010), o termo arborização urbana é utilizado para caracterizar o conjunto de elementos de porte arbóreo-arbustivo encontrado nas cidades; esse conjunto

é formado por áreas públicas e privadas, sendo composto por árvores na calçada, praças e parques e jardins particulares.

Reunidas no quadro 17, Miller (1997) compila algumas considerações sobre arboricultura e silvicultura urbanas:

Urban Forestry Working Group, criado pela The Society of American Foresters (1972), <i>apud</i> Miller (1997).	Silvicultura Urbana é um ramo especializado da silvicultura, que tem como objetivo o cultivo e manejo de árvores que contribui e tem e potencial para o bem-estar fisiológico, sociológico e econômico da sociedade urbana. Em seu sentido mais amplo, a silvicultura urbana engloba um sistema multi-gerencial que inclui as bacias hidrográficas municipais, habitats da vida selvagem, oportunidades de recreação ao ar livre, desenho da paisagem, a reciclagem de resíduos urbanos, (. . .).
Stewart ⁵⁴ (1974), <i>apud</i> Miller (1997).	"a silvicultura urbana é a aplicação dos princípios básicos de manejo florestal em áreas sujeitas a concentrações de população".
Carlozzi ⁵⁵ (1971), <i>apud</i> Miller (1997).	"toda silvicultura é silvicultura urbana" em uma sociedade urbana".
Andresen ⁵⁶ (1978), <i>apud</i> Miller (1997)	Arboricultura lida com a árvore como a unidade de gestão básica, enquanto a silvicultura urbana trata das árvores agregadas (stand) como a unidade de gestão básica. "Em termos simplistas. . . arboricultura lida com as árvores individualmente e silvicultura urbana visa árvores em conjunto".
Cooperative Forestry Act (1978) – Secretary of Agriculture of USA, <i>apud</i> Miller (1997).	"Silvicultura urbana representa o planejamento, desenvolvimento, proteção e manejo de árvores e plantas associadas, individualmente, em pequenos grupos, ou em condições de floresta dentro das cidades, seus bairros e cidades". [Para Miller (1997), esta definição inclui a árvore individual e é neste ponto que a silvicultura urbana e arboricultura se tornariam uma atividade única].
Nobles ⁵⁷ (1980), <i>apud</i> Miller (1997)	Muitos entendem que a silvicultura urbana é mais do que arboricultura. "Não percebemos que os dois termos têm o mesmo significado. A arboricultura é uma função importante da silvicultura urbana, provavelmente a mais importante".

Quadro 17: definições e considerações sobre arboricultura e silvicultura urbanas.

Fonte: adaptado de Miller (1997).

A expressão arborização urbana é referenciado por Grey; Deneke (1978) como o conjunto de terras públicas e particulares, com cobertura arbórea, que a cidade apresenta.

A arborização urbana representa as árvores isoladas ou em pequenos grupos, planejadas, cultivadas e mantidas como indivíduos para ocupar um espaço, estando

⁵⁴ Stewart, C. A. 1974. "Management and Utilization of Urban Forests". *Forestry Issues in Urban America. Proc. Natl. Conv. Soc. Am. For.*, pp. 85-91.

⁵⁵ Carlozzi, C. A. 1971. "Forestry, Ecology and Urbanization". *Trees and Forests in a Urbanizing Environment. Plann. Res. Dev. Ser. No. 17. Amherst: Univ. Mass.*, pp. 97-10.

⁵⁶ Andresen, J. W. 1978. "Urban Foresters and Planners as Managers." *Proc. Natl. Urban for. Conf., Conf., Cincinatti, Ohio. Washington, D. C.; Am. For. Assoc.*, pp. 152-155.

⁵⁷ Nobles, B. 1980. "Urban Forestry/Arboriculture Program." *J. Arbor.* 6(2):53-56.

presente em quase toda a malha urbana, incluindo áreas predominantemente edificadas, segundo Magalhães (2006). Também influenciam e são influenciadas pelo ambiente, e vinculam-se às atividades de Arboricultura. Guardam significativa e quase única conotação com atividades em praças, ruas, canteiros e jardins.

O Plano Diretor Estratégico (PDE, 2014) da cidade de São Paulo prevê diretrizes específicas (art. 88) para o ordenamento e a gestão da paisagem urbana promovendo ações de melhoria nos espaços públicos - dentre outras, a arborização urbana (inciso VIII).

O mesmo PDE (2014) instituiu o Plano Municipal de Arborização Urbana, o qual será o instrumento que definirá o planejamento, implantação e manejo da arborização urbana na cidade.

Silva Filho (2003) se refere à crescente utilização de técnicas de sensoriamento remoto (como a videografia aérea, que registra imagens para a avaliação e detecção de problemas na agricultura e manejo de áreas naturais) e sistemas de informação geográfica (geoprocessamento, ou coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento e adoção de sistemas que as utilizam) pela silvicultura urbana para a realização de inventários e manejo de áreas verdes, visando avaliar e planejar o uso do ecossistema florestal urbano. As tecnologias apresentam vantagens econômicas e de tempo ao obter dados visuais e relacionar dados espaciais visando obter respostas integradas para problemas urbanos e rurais, o que proporciona experiências de conhecimento holístico sobre as áreas avaliadas.

Um cadastro de dados das árvores urbanas em um banco de dados georreferenciados provê muitas informações sobre a floresta urbana, permitindo consultas rápidas disponíveis sobre cada árvore como sua localização, característica e saúde da população arbórea, de acordo com Silva Filho (2003).

Segundo o Atlas Ambiental do Município de São Paulo (SÃO PAULO, 2002), a cobertura vegetal existente na cidade é constituída basicamente de fragmentos da vegetação natural secundária (floresta ombrófila densa⁵⁸, floresta ombrófila densa alto montana, floresta ombrófila densa sobre turfeira e campos naturais), que ainda resistem ao processo de expansão urbana; por ambientes implantados em áreas urbanizadas, compostos por parques e praças municipais e pela escassa arborização viária; e por conjuntos ou espécimes isolados em terrenos particulares.

⁵⁸ *Floresta Ombrófila Densa (conhecida também por floresta pluvial tropical - Floresta Amazônica e Floresta Atlântica): caracteriza-se por fanerófitos, lianas e epífitas em abundância. Esta formação está condicionada a ocorrência de temperaturas elevadas, em média 25°C, e altas precipitações, bem distribuídas durante o ano, cujo período seco varia de 0 a 60 dias. Fonte: <http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/aspec.htm>. Acesso em 23/02/2015.*

2.7.2 Espaços livres, Praças

Cavalheiro; del Picchia (1992) trazem que as cidades são geralmente constituídas, fisicamente, de espaços de interação urbana (rede rododferroviária), de espaços com construções (hospitais, comércio, habitações, indústrias) e de espaços livres (praças, parques, águas superficiais). Para os autores, uma área verde é sempre um espaço livre, devendo este termo ser preferido ao invés de área verde por ser mais abrangente, incluindo aí as águas superficiais.

Também Lima *et al* (1994) consideram apropriado, por mais abrangente, o termo espaço livre, por integrar os demais e contrapor-se ao espaço construído, em áreas urbanas. Entre os espaços livres, incluir-se-iam: área verde, onde há o predomínio de vegetação arbórea, englobando praças, jardins públicos e parques urbanos; parque urbano, que é uma área verde com função ecológica, estética e de lazer, com extensão maior que as praças e jardins públicos; praças, as quais têm a função principal de lazer, podendo não ser uma área verde e apresentar-se impermeabilizada; e arborização urbana, que diz respeito aos elementos vegetais de porte arbóreo como árvores e outros, plantados em calçadas, mas que neste caso não integram o sistema de áreas verdes.

As primeiras praças públicas surgiram em decorrência da criação de espaços como forma de lazer ativo utilizando a vegetação como forma de lazer contemplativo a partir da revolução industrial, dada a necessidade de atuação nos âmbitos físico e psicológico para mitigar as dificuldades de uma vida de muito trabalho e pouca diversão. Com o tempo, a necessidade de áreas maiores com vegetação mais abundante, que lembrassem a paisagem rural, originou os parques urbanos (PAIVA; GONÇALVES, 2002). Física e psicologicamente, as florestas representam o abrigo ancestral da humanidade na terra.

Conforme Falcón (2007), parques e jardins são espaços livres (públicos ou privados) que por extensão recebem expressões como “zonas verdes”, “espaços verdes”, “equipamento verde” ou “malha verde” como referências ao conjunto de espaços livres de uma cidade, compreendendo áreas cultivadas, as praças, ruas, calçadas, parques zoológicos, jardins e cemitérios.

Segundo Cavalheiro; del Picchia (1992) os espaços livres desempenham papel ecológico, em amplo sentido, de integrador de espaços diferentes, baseando-se sobre enfoques estético, ecológico e de oferta de áreas para o lazer ao ar livre.

Uma abordagem alternativa para lidar com as inundações pluviais foi concebida no departamento de Sena-Saint-Denis, França (MAYTRAUD, 2005), onde primeiramente houve a compreensão de que as inundações são um fenômeno da natureza e, concomitantemente, estabeleceram-se estratégias de controle destas inundações através da interface com variados domínios: topografia; análise hidrográfica

e dos escoamentos naturais da água; urbanismo; aspectos sócio-demográficos; vias de circulação; espaços públicos. Por esta abordagem pluridisciplinar que garantiu sua integração urbana, uma praça foi concebida para exercer múltiplas funções no ordenamento da dinâmica de um bairro: área de recreação e convivência, aspecto estético e integração como espaço público inundável durante as chuvas mais intensas. Tais respostas ao problema das inundações urbanas pelas chuvas podem ser inseridas no arcabouço do ideário de desenvolvimento sustentável tendo a administrá-lo um corpo de profissionais multidisciplinares.

2.7.3 Áreas Verdes.

A Lei 12.651 (“novo Código Florestal”) traz, através do seu inciso XX do artigo 3º, a definição de áreas verdes urbanas como sendo

[. . .] espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais; [. . .].

O Atlas Ambiental da Prefeitura de São Paulo (SÃO PAULO, 2002) ao referenciar a supressão de áreas com cobertura vegetal natural na cidade com o processo de ocupação do território, relaciona como áreas verdes fragmentos de vegetação original, arborização urbana, parques, praças, canteiros, jardins, etc., tanto públicos como particulares, os quais são cruciais para a qualidade de vida da metrópole e para a manutenção da biodiversidade, sendo constatável a drástica redução de seus estoques.

O artigo 265 do Plano Diretor Estratégico da cidade de São Paulo (PDE - Lei 16.050/2014) faz referência ao Sistema de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres da cidade como sendo o conjunto de áreas enquadradas nas diversas categorias protegidas pela legislação ambiental. Estão incluídas as terras indígenas, áreas prestadoras de serviços ambientais, espaços vegetados e espaços não ocupados por edificação coberta e as diversas tipologias de parques em logradouros públicos. Podem ser de natureza pública, particular ou territórios indígenas delimitados e homologados. São considerados de interesse público para o cumprimento de funcionalidades ecológicas, paisagísticas, produtivas, urbanísticas, de lazer e de práticas de sociabilidade.

Dentre outros, são objetivos a serem cumpridos pelo Sistema de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres, determinados pelo PDE de São Paulo (2014), a proteção da biodiversidade, conservação das áreas prestadoras de serviços ambientais, qualificação das áreas verdes públicas, conservação e recuperação dos corredores ecológicos na escala municipal e metropolitana, ampliar a oferta de áreas verdes públicas e recuperar os espaços livres e as áreas verdes degradadas, incluindo solos e cobertura vegetal.

Além disso, o Sistema de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres integra políticas públicas urbanas e ambientais que se relacionam direta ou indiretamente com questões de ordenamento territorial, de acordo com o artigo 174 do PDE do município de São Paulo.

Paiva; Gonçalves (2002) não fazem distinção entre florestas urbanas e áreas verdes; no entanto, consideram mais apropriado o termo floresta urbana quando se quer referenciar a cobertura vegetal que traz melhorias na qualidade de vida urbana em contraposição à arborização urbana, mais inerente ao indivíduo árvore e que muitas vezes se refere a uma concepção estética na malha urbana. Desta forma, consideram como

área verde qualquer área, de propriedade pública ou privada, que apresente algum tipo de vegetação (não só árvores) com dimensões vertical e horizontal significativas e que sejam utilizadas com objetivos sociais, ecológicos, científicos ou culturais.

De acordo com o artigo 8º, §1º da Resolução CONAMA nº 369/2006,

considera-se área verde de domínio público (...), o espaço de domínio público que desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização.

Para o Ministério do Meio Ambiente – Cidades Sustentáveis (2014), as áreas verdes urbanas

são consideradas como o conjunto de áreas intraurbanas que apresentam cobertura vegetal, arbórea (nativa e introduzida), arbustiva ou rasteira (gramíneas) e que contribuem de modo significativo para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades. Essas áreas verdes estão presentes numa enorme variedade de situações: em áreas públicas; em áreas de preservação permanente (APP); nos canteiros centrais; nas praças, parques, florestas e unidade de conservação (UC) urbanas; nos jardins institucionais; e nos terrenos públicos não edificadas.

Já para Falcón (2007), os espaços verdes públicos são estruturas consideradas similares a jardins, embora suas origens sejam diferentes: a história dos espaços verdes estaria mais vinculada à do urbanismo e à evolução das cidades que à história dos jardins, sendo que estes possuiriam forte componente estético. Popularmente, o ideário de parque estaria assemelhado ao do jardim, pois ambos os lugares seriam destinados ao repouso e recreação por abrigarem vegetação e equipamentos de uso recreativo.

São exemplos de áreas verdes urbanas, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2014), as praças, parques urbanos, parques fluviais, jardim botânico, alguns tipos de cemitérios, jardim zoológico, faixas de ligação entre áreas verdes, dentre outros.

2.7.4 Florestas Urbanas.

A importância da diferenciação dos conceitos deve-se às consequências no manejo e na administração da cobertura arbórea urbana, ou seja, as ações empreendidas entre a condução de árvores e a gestão de florestas urbanas, conforme Magalhães (2006).

Para Grey; Deneke (1978), qualquer definição de floresta urbana deve ser tanto abstrata como física e deve lidar com toda vegetação dentro das cidades e de seus arredores; sendo assim, inclui não apenas árvores dentro dos limites da cidade, mas também as árvores em terras contíguas que contribuem para o ambiente dos locais habitados como, por exemplo, cinturões verdes, bacias hidrográficas municipais e locais de recreação.

Magalhães (2006) relata que Floresta Urbana é um dos dois conceitos que têm sido utilizados no Brasil para designar o conjunto da vegetação arbórea das cidades, assim como a arborização urbana, tendo como referências os termos estabelecidos por canadenses e norte-americanos a partir da década de 1960. O autor aponta a necessidade de considerar-se esta distinção por tratar-se de componentes de ecossistemas com estrutura e função bastante diferentes entre si, resultado (BADIRU et al, 2005) do aprofundamento do conhecimento teórico e avanço do processo técnico que revelaram a necessidade de uma reestruturação dos processos de gestão e manejo através de novos enfoques.

Segundo Miller (1997), a floresta urbana pode ser definida como o “*conjunto de toda a vegetação arbórea e vegetação associada dentro e no entorno das cidades, variando desde pequenas comunidades rurais até as grandes regiões metropolitanas*”, o que inclui as árvores das ruas, praças, parques, unidades de conservação, áreas de

preservação, áreas públicas ou privadas, remanescentes de ecossistemas naturais ou plantadas. A densidade da floresta urbana varia conforme os padrões de ocupação do solo das áreas urbanas.

Para Crestana *et al* (2007), a floresta urbana é toda a cobertura arbóreo-arbustiva contida dentro do perímetro das cidades, próxima das aglomerações urbanas, abrangendo as árvores e os arbustos contidos no tecido urbano, especialmente as que acompanham as ruas e avenidas da cidade.

Para Magalhães (2006) as florestas urbanas concentram-se em áreas maiores e contínuas e constituem ecossistemas característicos, com relações específicas com o solo, água, nutrientes, fauna e demais componentes naturais. Apresentam também relações, funções e benefícios para as comunidades antrópicas envolvidas, na forma de áreas de lazer, parques, unidades de conservação e pesquisa, estando vinculadas à atividade da Silvicultura Urbana.

Silva Filho (2003) referencia floresta urbana como constituída pelo conjunto das árvores em vias públicas e em outras áreas em que não haja edificações e que atuam sobre o conforto humano no ambiente por meio das características naturais da vegetação arbórea, ao oferecerem sombra para pedestres e veículos, redução da poluição sonora, melhoria da qualidade do ar, redução da amplitude térmica, abrigo para a avifauna, harmonia estética, pela redução do impacto da água da chuva e pela absorção do dióxido de carbono e da radiação ultravioleta.

Para Bolund; Hunhammar (1999), as florestas urbanas são áreas menos manejadas com uma base (*stand*) de árvores mais densa do que os parques.

Para Badiru *et al* (2005), a floresta urbana se reveste de um referencial urbanístico de forte cunho social, político, econômico e arquitetônico, possuindo atributos históricos, artísticos e paisagísticos e, não obstante, enfrenta difíceis condições de sobrevivência, mas que não deve mais ser entendida apenas como um conjunto ou aglomerado de árvores, mas sim como uma combinação espaço/vegetação, cujo manejo deve ser feito de forma integrada aos ambientes das cidades.

Segundo Moreira (2010), os benefícios da floresta urbana são inúmeros e superam em muito eventuais malefícios; os problemas causados pelas árvores estão geralmente relacionados com erros na técnica de plantio, a falta de manejo adequado e a utilização de espécies inadequadas ao local, o que pode causar a queda destes elementos.

Para Miller (1997), por sermos uma espécie que evoluiu a partir do mundo natural é difícil vivermos sem algum tipo de contato com a natureza. Enquanto nos tornamos mais urbanos em nossos modos de vida, o desejo de contato com a natureza aumentará em vez de diminuir. Esse desejo vai se manifestar em um aumento da

demanda por benefícios das árvores e florestas urbanas à medida que procuramos melhorar a qualidade de vida nas nossas cidades.

2.7.5 Indicadores de cobertura vegetal e de áreas verdes.

Pelas características viárias apresentadas pelas ruas e avenidas, como o fluxo intenso de pessoas, impermeabilização do solo, tráfego de veículos e o parcelamento do solo, Crestana *et al* (2007) concluem tornar-se difícil o estabelecimento de um sistema florestal urbano, demandando dos gestores da floresta urbana a elaboração de políticas públicas normativas e técnicas no sentido de desenhar e estabelecerem uma cobertura arbórea mais eficiente nas cidades. O plantio bem distribuído de árvores no tecido urbano, através da implantação de um sistema de verde urbano, deve ter por objetivo os benefícios proporcionados pela vegetação à qualidade de vida em um ecossistema urbano.

Crestana *et al* (2007) apontam a negligência da população e das administrações municipais em relação aos benefícios da silvicultura urbana. As cidades insistem em desprezar a importância da arborização nas vias públicas e espaços livres em favor de outros equipamentos urbanos, resultando em cidades pobres em cobertura arbórea, pois seus habitantes geralmente não acreditam nos benefícios proporcionados por uma árvore de médio ou grande porte para a saúde ambiental urbana. Segundo os autores, as pessoas, quando o fazem, preferem muitas vezes promover o plantio de arbustos, por seus efeitos estéticos, ao cultivo de árvores, cujas funções ecossistêmicas são incomparavelmente mais eficientes na melhoria das condições ambientais: a copa de uma sibipiruna adulta cobre uma superfície de 120 m² e transfere cerca de 400 litros de água por dia para o ar, resfriando o entorno e influenciando o microclima em uma área equivalente ao dobro da área que sua copa cobre.

As redes de distribuição de água, gás e coleta de esgoto no subsolo, postes, placas e guias rebaixadas na superfície e, no nível da copa, a fiação telefônica e elétrica, fazem com que as árvores tenham que concorrer pelo espaço na calçada. Isto limita as possibilidades na escolha de espécies, dificultando a arborização urbana (SÃO PAULO, 2002).

A árvore também representa para algumas pessoas um obstáculo ou mesmo um estorvo, seja por realmente causar danos às edificações, no caso da espécie errada plantada em local errado, ou simplesmente porque suas folhas e flores fazem muita "sujeira" (SÃO PAULO, 2002).

Em referência às taxas de cobertura arbórea por habitante, Cavalheiro; del Picchia (1992) lembram que recomendações de uma relação ideal de 12m² de área verde/habitante nas cidades não são reconhecidas pelas instituições regularmente tidas como a origem deste índice (como OMS, ONU e FAO).

Por outro lado, a SBAU (1995) recomenda que sejam desenvolvidas metodologias que permitam obter o índice de 15m² de áreas verdes públicas por habitante.

O censo realizado em 2010 pelo IBGE expôs uma severa desigualdade em relação à arborização entre os bairros paulistanos, refletindo o modelo de concentração fundiária e de renda (SÃO PAULO, 2002). Assim, pode-se perceber que as vias e os bairros arborizados localizam-se nas regiões habitadas pela classe média-alta e se originaram de loteamentos de alto padrão (SÃO PAULO, 2002). Dos dez indicadores que compõem o índice de urbanismo, o que mais varia é o que se relaciona à existência de árvores em torno dos domicílios. A falta de árvores é maior na periferia do que nos bairros “ricos”.

Em áreas ocupadas pela população menos favorecida a situação é crítica, pois as vias e calçadas são estreitas e o recuo mínimo muitas vezes não é respeitado, limitando e dificultando a arborização (SÃO PAULO, 2002).

Os distritos de Brasilândia e São Mateus, em São Paulo, exemplificam as discrepâncias existentes entre a cidade legal e a cidade real. No Distrito de São Mateus, apenas 7% das áreas destinadas para áreas verdes são utilizadas como tal, enquanto 31% encontram-se vazias, 31% invadidas por favelas e habitações em "auto-construção" (aspas da autora), 21% ocupadas por equipamentos sociais e 8% com outros usos. Já em Brasilândia, as áreas verdes invadidas por favelas atingem 60% do total e apenas 4% são de fato ocupadas por áreas verdes (SÃO PAULO, 2002).

Nos chamados bairros-jardins e nos bairros arborizados, tais como Pacaembu, Jardim Paulista, Jardim Europa, etc., a presença da arborização viária é marcante, em composição com as várias praças e jardins residenciais (SÃO PAULO, 2002).

A figura 13 ilustra o contraste entre a cobertura vegetal remanescente e o avanço da mancha urbana no município de São Paulo.

Figura 13: composição de imagens, de diferentes datas, que realça o avanço da mancha urbana sobre a vegetação a partir de imagens do satélite Landsat.

Fonte: Atlas Ambiental do município de São Paulo (2002). Disponível em http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/conteudo/cobertura_vegetal/veg_apres_02.pdf. Acesso em 08/10/2014.

Conforme levantamentos divulgados pela Secretaria do Verde e Meio Ambiente da Prefeitura de São Paulo (dados de 2011), o índice de áreas verdes públicas municipais e estaduais por habitante da cidade, excluindo-se grandes equipamentos públicos como a Cidade Universitária, USP Leste e cemitérios municipais, é de 12,50 m². Estão incluídos nestes cálculos o Parque CEMUCAM (localizado em Cotia) e os Parques da Serra do Mar e da Cantareira (tabela 1).

Subprefeitura	Área de parques municipais existentes (m2)	Área de parques estaduais e urbanos existentes (m2)	Praças (m2)	Total de áreas verdes públicas (m2)	População	Índice de áreas verdes públicas por habitante (m ² /hab.)
Aricanduva/Formosa/Carrão	105.817,00	0,00	311.256,00	417.073,00	267.702	1,56
Butantã	530.811,00	0,00	878.177,00	1.408.908,00	428.217	3,29
Campo Limpo	293.278,94	0,00	221.556,00	514.834,94	607.105	0,85
Capela do Socorro	265.389,55	0,00	679.633,00	945.022,55	594.930	1,59
Casa Verde/Cachoeirinha	0,00	4.286.000,00	330.487,60	4.616.487,60	309.376	14,92
Cidade Ademar	0,00	0,00	257.219,00	257.219,00	410.998	0,63
Cidade Tiradentes	31.193,62	0,00	72.388,48	803.582,10	211.501	3,80
Ermelino Matarazzo	5.565,00	544.113,00	320.550,00	870.228,00	207.509	4,19
Freguesia/Brasilândia	0,00	7.257.000,00	212.850,00	7.469.850,00	407.245	18,34
Guaianases	36.286,75	0,00	135.946,50	172.233,25	268.508	0,64
Ipiranga	91.197,00	4.315.000,00	336.861,05	4.743.058,05	483.804	10,23
Itaim Paulista	363.209,00	0,00	307.391,00	670.600,00	373.127	1,80
Itaquera	5.986.467,93	0,00	422.039,00	6.408.506,93	523.848	12,23
Jabaquara	46.161,00	799.800,00	493.536,00	1.339.497,00	223.780	5,99
Jaçanã/Tremembé	0,00	26.480.000,00	97.334,69	26.577.334,69	291.867	91,06
Lapa	167.640,34	194.817,00	502.283,00	864.740,34	305.526	2,83
M'Boi Mirim	149.800,00	3.441.580,00	154.845,00	3.746.225,00	563.305	6,66
Moóca	98.510,00	0,00	0	98.510,00	343.980	0,29
Parelheiros	19.401,00	44.423.600,00	22.274,50	44.465.275,50	139.441	318,88
Penha	195.572,00	5.962.040,00	247.943,70	6.405.556,70	474.659	13,50
Perus	9.622.280,15	0,00	65.650,00	9.687.930,15	148.046	66,33
Pinheiros	174.457,21	767.112,00	587.513,33	1.529.082,54	289.743	5,28
Pirituba	702.808,53	4.437.070,00	546.969,00	5.686.847,53	441.248	12,89
Santana/Tucuruvi	23.042,00	4.224.000,00	210.929,00	4.457.971,00	323.440	13,78
Santo Amaro	61.418,41	0,00	346.000,00	407.418,41	239.263	1,70
São Mateus	0	0,00	174.970,00	174.970,00	430.234	0,41
São Miguel	137.501,00	1.566.514,00	195.407,00	1.899.422,00	367.296	5,17
Sé	265.432,00	0,00	320.306,00	585.738,00	435.799	1,34
Vila Maria/Vila Guilherme	167.815,00	0,00	355.264,00	523.079,00	296.040	1,77
Vila Mariana	1.323.419,59	0,00	460.301,00	1.783.720,59	346.738	5,14
Vila Prudente/Sapopemba	317.686,99	0,00	250.845,00	568.531,99	529.947	1,07
TOTAL	23.155.414,24	108.590.571,57	9.518.725,85	141.264.711,66	11.303.626	12,50

Tabela 1: índice de áreas verdes públicas/habitante. Excluídas do índice as áreas da Cidade Universitária, USP Leste e cemitérios municipais.

Fonte: Secretaria do Verde e Meio Ambiente da PMSP, dados de 2011. Disponível em <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/planejamento/planejamento/index.php?p=40164>. Acesso em 18/10/2013.

No entanto, se desconsiderados também os Parques da Cantareira, da Serra do Mar e o CEMUCAM, apesar de suas fundamentais importâncias em termos de serviços

ecossistêmicos, e avaliarmos a oferta de áreas verdes apenas na malha urbana, o índice de cobertura no município reduz-se a apenas 2,6 m²/hab. O índice de cobertura vegetal por habitante (tabela 2) também demonstra disparidades acentuadas entre bairros, como observado entre Sapopemba e Butantã.

SUBPREFEITURA	Área de Cobertura Vegetal (m ²)	População	Índice de Cobertura Vegetal por habitante (m ² /hab)
Aricanduva/Formosa/Carrão	1.730.261,06	265.102,48	6,53
Butantã	20.712.126,51	440.450,03	47,02
Campo Limpo	6.890.365,23	637.832,03	10,80
Capela do Socorro	57.373.746,57	597.971,94	95,95
Casa Verde/Cachoeirinha	2.671.983,60	304.804,43	8,77
Cidade Ademar	7.338.370,05	419.194,73	17,51
Cidade Tiradentes	4.761.116,53	215.761,72	22,07
Ermelino Matarazzo	1.807.343,73	206.077,63	8,77
Freguesia/Brasilândia	2.664.622,76	407.411,41	6,54
Guaianases	3.332.289,49	269.250,87	12,38
Ipiranga	6.985.353,68	469.433,29	14,88
Itaim Paulista	2.059.239,72	373.229,26	5,52
Itaquera	21.556.503,56	528.934,24	40,75
Jabaquara	636.040,88	224.248,61	2,84
Jaçanã/Tremembé	15.579.409,90	300.653,38	51,82
Lapa	5.477.724,66	314.019,99	17,44
M'Boi Mirim	21.844.162,75	582.777,16	37,48
Mooca	1.354.539,18	351.930,75	3,85
Parelheiros	305.581.719,80	147.677,05	2069,26
Penha	7.962.143,54	469.109,03	16,97
Perus	42.283.854,61	158.903,25	266,10
Pinheiros	6.122.439,19	291.980,62	20,97
Pirituba	22.835.948,04	448.631,47	50,90
Santana/Tucuruvi	6.682.931,38	320.607,43	20,84
Santo Amaro	8.152.411,47	241.707,40	33,73
São Mateus	19.047.048,83	437.154,69	43,57
São Miguel	3.234.611,87	362.814,28	8,92
Sapopemba	701.586,17	282.041,84	2,49
Sé	1.903.205,93	445.231,37	4,27
Vila Maria/Vila Guilherme	1.515.676,52	292.651,04	5,18
Vila Mariana	3.445.489,45	350.882,83	9,82
Vila Prudente	1.321.430,18	245.396,00	5,38
TOTAL	615.565.696,84	11.403.872,25	53,98

Tabela 2: índice de cobertura vegetal/habitante. Fonte: Secretaria do Verde e Meio Ambiente da PMSP, dados de 2013. Disponível em:
<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/planejamento/planejamento/index.php?p=40164>. Acesso em 20/11/2014.

2.7.6 O Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

O modelo do que é entendido hoje como Unidade de Conservação surgiu com a criação do Parque Nacional de Yellowstone em 1872, nos Estados Unidos; o entendimento era valorizar a manutenção de grandes espaços naturais, entendidos como “ilhas” de grande valor cênico, onde o ser humano pudesse contemplar a natureza em busca de paz e fruição espiritual (SÃO PAULO, 2002).

Atualmente, os principais objetivos do estabelecimento de áreas protegidas são: preservar habitats naturais ou sítios culturais considerados valiosos por seu cenário, características naturais, espécies silvestres e significação religiosa ou histórica; resguardar e regular o suprimento de recursos de alto valor, tais como mananciais de água pura, plantas medicinais, peixes, madeira para uso futuro ou caça e; manter as características e a diversidade paisagística (SÃO PAULO, 2002).

Para além das definições (nem sempre definitivas!) acadêmicas na tentativa de estabelecimento de um consenso em torno do conceito de parque urbano, o aparato jurídico brasileiro incorpora alguns diplomas legais que podem, mesmo que indiretamente, alçar os parques urbanos à categoria de unidade de conservação.

No ordenamento jurídico brasileiro, dentro da hierarquia da legislação produzida pelos diferentes entes federativos (federal, estaduais e municipais), porém, o reconhecimento de parques urbanos como unidades de conservação no que concerne à legislação federal pertinente é omissa.

A Lei federal 9.985/2000 fundamentou e o Decreto Federal nr. 4.340/2002 regulamentou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, estabelecendo critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação e é constituído pelo conjunto das unidades de conservação federais, estaduais e municipais.

O inciso I do artigo 2º da Lei 9.985/2000 define como unidade de conservação

[...] espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção [...].

Dentre os objetivos do SNUC, se destaca a contribuição para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais, proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional, contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas

naturais, recuperar ou restaurar ecossistemas degradados, valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica.

De acordo com o art. 7º da Lei que instituiu o SNUC, as unidades de conservação dividem-se em dois grupos com características específicas:

- Unidades de Proteção Integral, cujo objetivo básico é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceções previstas em lei, e cujo grupo é composto pelas seguintes categorias de conservação: I- Estação Ecológica; II- Reserva Biológica; III- Parque Nacional; IV- Monumento Nacional; e V- Refúgio da Vida Silvestre; e
- Unidades de Uso Sustentável, cujo objetivo básico é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais, cujo grupo é constituído pelas seguintes categorias de unidades de conservação: I- Área de Proteção Ambiental; II- Área de Relevante Interesse Ecológico; III- Floresta Nacional; IV- Reserva Extrativista; V- Reserva de Fauna; VI- Reserva de Desenvolvimento Sustentável; e Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Os quadros 18 e 19, compilados a partir da lei 9.985/2000, relacionam os objetivos de cada categoria de UC e as possibilidades de posse e domínio (público ou privado).

Estação ecológica	A preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas. É proibida a visitação pública, exceto quando o objetivo for educacional.	Posse e domínio público com a desapropriação das áreas particulares.
Reserva biológica	Preservar a biota e demais atributos naturais existentes nos seus limites, sem interferência humana, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo para recuperar o equilíbrio natural.	Posse e domínio público com a desapropriação das áreas particulares.
Parque nacional	Preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e atividades de educação ambiental e de turismo ecológico.	Posse e domínio público com a desapropriação das áreas particulares.
Monumento natural	Preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.	Pode ser constituído por áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários.
Refúgio de vida silvestre	Proteger ambientes naturais em que se asseguram condições para existência ou reprodução de espécies da flora local e da fauna residente ou migratória.	pode ser constituído por áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais pelos proprietários.

Quadro 18: o grupo das Unidades de Proteção Integral.

Fonte: Lei Federal nº 9.985/2000 (SNUC), apud Freiria (2011).

Área de Proteção Ambiental (APA)	Proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.	Constitui-se por terras públicas ou privadas.
Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE)	Manter os ecossistemas de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, compatibilizando-os com os objetivos de conservação da natureza.	Constitui-se por terras públicas ou privadas.
Floresta nacional	Uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e pesquisa científica.	Posse e domínios públicos, sendo permitida a permanência de populações tradicionais que a habitam, quando da sua criação de acordo com o disposto em regulamento e no plano de manejo da unidade.
Reserva extrativista	Proteger os meios de vida e a cultura das populações extrativistas tradicionais e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.	Deve ser de domínio público com uso concedido às populações extrativistas.
Reserva de fauna	Área natural com populações de espécies nativas, aquáticas ou terrestres, adequadas para os estudos técnico-científicos.	Deve ser de posse e domínio públicos.
Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS)	Preservar a natureza, assegurar as condições e os meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de vida e exploração dos recursos naturais das populações tradicionais, bem como conservar o conhecimento e as técnicas de manejo do ambiente.	Deve ser de domínio público.
Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)	Conservar a diversidade biológica.	Área privada, gravada com perpetuidade.

Quadro 19: o grupo das Unidades de Uso Sustentável.

Fonte: Lei Federal nº 9.985/2000 (SNUC), apud Freiria (2011).

Segundo Rodrigues (2008), o legislador atribuiu “postura” excessivamente rural ao SNUC, pois nele inexistem referências explícitas à implantação de unidades de proteção aos ecossistemas urbanos, de fundamental importância para a sociedade, haja vista que a maioria da população vive nas cidades. Desta forma, as categorias de

unidades de conservação previstas pelo SNUC estão dissociadas das áreas urbanas e a lei não considerou a importância da implantação do que o autor classifica como “unidades de conservação urbanas” específicas, dentre as quais se destacam os parques urbanos.

De acordo com Oliveira; Barbosa (2010), as unidades de conservação podem ser consideradas como um instrumento de ordenamento territorial reforçando seu papel sinérgico no desenvolvimento econômico e socioambiental local e não como um entrave à integração entre estas duas dimensões, assim, compatibilizando o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental.

Conforme Figueiredo⁵⁹ (2008, *apud* Rodrigues, 2008) por tratar-se de norma geral, a Lei 9.985/00 não exclui a competência suplementar dos Estados membros da União. Estes poderão manter ou criar diferentes modalidades de unidades de conservação, ainda que não integradas ao SNUC, porém, sendo regulamentadas por legislação estadual em tudo o que não contrarie as normas gerais presentes na Lei do SNUC. Para Rodrigues (2008), uma categoria de unidade de conservação estadual ou distrital não ser reconhecida pelo CONAMA, como estabelecido pela Lei do SNUC (art. 6º, parágrafo único), não leva a implicações jurídicas. Apesar de não pertencer ao SNUC, jamais será ilegal ou inconstitucional, por não haver impedimento legal a que os Estados e o Distrito Federal criem categorias próprias de unidades de conservação não envolvidas no SNUC. No entanto, tais unidades devem ter denominação distinta daquelas integradas ao SNUC.

Sob o aspecto jurídico da competência suplementar em legislar dedicado aos entes federativos, o inciso VI do artigo 24 da Constituição Federal exprime a competência de legislar concorrentemente pela União, Estados e Distrito Federal sobre florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição. Desta forma, assentam-se sobre bases legais a implementação de unidades de conservação sob classificações de categorias outras que não as elencadas pelo SNUC.

Conforme Rodrigues (2008), respeitadas as normas gerais da Lei do SNUC e eventual legislação estadual sobre o tema, o município pode criar categorias de unidades de conservação, distintas daquelas do SNUC, com a finalidade de atender às suas necessidades peculiares e locais, as quais devem ter denominação diferente das apropriadas na lei federal. Os incisos I e II do artigo 30 da Constituição Federal determinam competir aos municípios legislar sobre assuntos de interesse local e suplementar às legislações federal e estaduais quando for pertinente, e o inciso VIII lhes delega competência para promover adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano.

⁵⁹ Figueiredo, G.J.P. *Curso de Direito Ambiental*. Curitiba: Arte e Letra, 2008a.

No mais, a Lei 12.727/2012 (que regulamenta vários artigos da Lei 12.651/2012 ou o “novo” Código Florestal) reconhece, no inciso IV do seu art. 1º, a *“responsabilidade comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, em colaboração com a sociedade civil, na criação de políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais nas áreas urbanas e rurais”*.

A lei federal 11.977/2009 (sobre regularização fundiária urbana) em seu art. 47 reconhece como área urbana a *“parcela do território, contínua ou não, incluída no perímetro urbano pelo Plano Diretor ou por lei municipal específica”*, e a área urbana consolidada como a *“parcela da área urbana com densidade demográfica superior a 50 (cinquenta) habitantes por hectare e malha viária implantada e que tenha, no mínimo, 2 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados: a) drenagem de águas pluviais urbanas; b) esgotamento sanitário; c) abastecimento de água potável; d) distribuição de energia elétrica; ou e) limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos”*.

No tocante à preservação das funções ecológicas e sociais da vegetação nativa (e mesmo das exóticas, haja vista que a maior parte da paisagem urbana foi modificada por interferência antrópica) nas áreas urbanas, não deve haver melhor expressão de sua representação espaço-temporal do que os elementos arbóreos e arbustivos contidos pelos parques urbanos !

Segundo Rodrigues (2008), o SNUC tratou de aspectos de preservação apenas relacionados ao âmbito rural. No entanto, é possível aos Estados, Municípios e Distrito Federal criarem categorias de unidades de conservação urbanas próprias e distintas, que podem ser sistematizadas ou não, por estarem tais entes federativos exercendo sua competência constitucional supletiva, inclusive pleiteando o reconhecimento dessas categorias junto ao CONAMA, conforme disposto no § único do art. 6º da Lei do SNUC. Sob este argumento, o autor defende que os parques urbanos podem ser tratados juridicamente como unidades de conservação, o que poderia ensejar a constituição de um instrumento legal que sirva de contenção à degradação ambiental.

Quanto à exigência de “características naturais relevantes” contida na definição do art. 2º da Lei 9.985/2000 como um dos atributos para a caracterização de uma unidade de conservação, Rodrigues (2008) relativiza, tomando em conta a relevância que assume ambiental, social e culturalmente um parque ou unidade de conservação com cobertura arbórea para a “selva de concreto” de uma metrópole como São Paulo. Justifica e insere, sob este argumento, os parques urbanos reconhecidamente como unidades de conservação a contraporem-se à visão extra-urbana contida no arcabouço legal do SNUC.

No entanto, Rodrigues (2008) considera de importância maior não o mero rótulo formal de unidade de conservação, mas antes a aplicação ao parque urbano do regime jurídico próprio das unidades de conservação, no que couber, com a finalidade de garantir a sua proteção e o exercício adequado de suas funções socioambientais no meio artificial ou urbano. Desta forma, o autor considera os seguintes institutos jurídicos característicos das U.Cs como aplicáveis aos parques urbanos: o conselho gestor, o plano de manejo, a zona de amortecimento, os corredores ecológicos, a gestão compartilhada com organização da sociedade civil de interesse público - OSCIP.

Conforme Oliveira; Barbosa (2010), a criação de unidades de conservação é uma determinação constitucional, incumbindo a todos os poderes públicos o dever de fazer, como preconiza o artigo 225 da Constituição Federal (e incisos), que contempla com garantias constitucionais o Poder Público para que defina, dentro de suas esferas de competência, os espaços territoriais protegidos e legalmente reconhecidos como Unidades de Conservação, através da Lei 9.985/2000 (SNUC).

De acordo com Oliveira; Barbosa (2010), a maioria das Unidades de Conservação municipais é criada por ato do poder executivo, ou seja, por decreto do Prefeito, embora, de forma mais rara, o possa ser pelo Poder Legislativo (Câmara de Vereadores), por meio de lei, sendo necessário que o projeto de lei seja acompanhado de estudos técnicos que indiquem a categoria de UC a ser criada e, sendo o caso, também a consulta pública e demais procedimentos administrativos necessários à criação da unidade, como estipulado pelo SNUC. Estes procedimentos, no entanto, não condicionam a implantação de U.Cs municipais ao quanto disposto nas Instruções Normativas nr. 3 (2007) e nr. 5 (2008) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade que disciplina os procedimentos administrativos para a criação de unidades de conservação, dado que estas instruções foram elaboradas para a criação de áreas protegidas federais.

A demanda pela criação de uma unidade de conservação pode ser realizada por técnicos da prefeitura, pesquisadores, vereador, sociedade civil, ONG ambientalista, dentre outras.

Prosseguindo com a proposta desta dissertação de propor a consideração dos parques urbanos como unidades de conservação com provisão de lei federal, o que subordina e instrui as demais leis estaduais e cartas orgânicas (leis municipais), o art. 7º da Lei 9.985/2000 classifica as U.Cs em dois grupos com características específicas, sendo uma delas as Unidades de Proteção Integral, com pretensão de preservação e onde é admitido apenas o uso indireto de seus recursos naturais, como já visto.

Por esta disposição, o termo “unidades de proteção” remete a áreas protegidas, às quais se designa uma ou várias funções ecológicas ou atribuições que derivem benefícios tanto aos seres humanos como à biodiversidade contida ou adjacente. A

União Internacional para a Conservação da Natureza⁶⁰ (IUCN, na sigla em inglês) define áreas protegidas, segundo o relatório TEEB (2010), como “espaços geográficos claramente definidos, reconhecidos, dedicados e gerenciados, por meios legais ou outros meios efetivos, que alcancem os objetivos de longo prazo de conservação, associada aos serviços ecossistêmicos e aos valores culturais”. A Convenção sobre Diversidade Biológica traz a mesma mensagem geral em relação à definição de áreas protegidas, conforme o relatório TEEB (2010).

Portanto, a União Internacional para a Conservação da Natureza projeta atributos a áreas protegidas os quais podem ser verificados ostensivamente em parques urbanos e mesmo em áreas verdes (“definido”; “reconhecidos”; “gerenciados”); não obstante, a constatação de que “valores culturais”, uma expressão com conotação exclusivamente humana e que compõe uma das categorias de serviços ecossistêmicos celebradas pelo CAEM (2005), vincula-se igualmente a motivações para que parques urbanos sejam criados ou mantidos e permite que concluamos, por extensão, que parques urbanos possam ter a chancela internacional de “áreas protegidas”, recebendo o reconhecimento e prerrogativas por tal dimensão e a aplicação das garantias previstas nas leis nacionais e tratados internacionais que garantem a proteção à integridade de tais equipamentos urbanos.

A respeito de áreas protegidas municipais, o relatório TEEB (2010) reporta sobre autoridades municipais que criam “cinturões verdes”, uma combinação de parques públicos, espaços verdes e áreas protegidas com acesso restrito e regras específicas. Os cinturões verdes melhoram a qualidade de vida dos cidadãos e influenciam na dinâmica da expansão urbana; asseguram serviços ecossistêmicos como a regulação da temperatura do ar e controle natural de enchentes em áreas urbanas.

2.7.7 O Estatuto da Cidade.

A lei 10.257 de 10/07/2001, denominada Estatuto da Cidade, é um diploma legal que estabelece normas sobre a ordenação do espaço urbano, estabelecendo diretrizes gerais da política urbana ao regular o uso da propriedade visando a segurança, o bem-estar dos cidadãos - ao tentar equacionar problemas sociais como moradia e saneamento - e o equilíbrio ambiental.

⁶⁰ *Maior e mais antiga organização ambiental global, a UICN incentiva a investigação científica e gerencia projetos de campo em todo o mundo envolvendo governos, ONGs, a ONU e empresas em conjunto para desenvolver políticas, leis e práticas que promovam a conservação da natureza; conta com mais de 1.200 membros de governos e de ONGs e quase 11.000 especialistas voluntários em cerca de 160 países. Fonte: IUCN, disponível em <http://www.iucn.org/about/>.*

A pautar esta dissertação, o Estatuto da Cidade objetiva: garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações (artigo 2º, inciso I); planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente (inciso IV); ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar a deterioração das áreas urbanizadas, a poluição, a degradação ambiental e à exposição da população a riscos de desastres (inciso VI, letras f, g e h); adoção de padrões de produção e consumo de bens e serviços e de expansão urbana compatíveis com os limites da sustentabilidade ambiental, social e econômica do Município e do território sob sua área de influência (inciso VIII); proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído . . . (inciso XII); regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda mediante o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação, consideradas a situação socioeconômica da população e as normas ambientais (inciso XIV).

Como parte do quanto disposto para a consecução dos objetivos do Estatuto da Cidade, o artigo 4º da Lei 10.257 estabelece como instrumento da política urbana, dentre outros, a instituição de unidades de conservação (inciso V, alínea e).

Além disso, o Estatuto da Cidade cita o direito de preempção, que é a prerrogativa preferencial que o Poder Público detém para a aquisição de imóvel urbano através de alienação onerosa entre as partes (artigos 25 e 26).

O direito de preempção será sempre evocado e exercido pelo Poder Público quando este necessitar proceder ao ordenamento e direcionamento da expansão urbana; à criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes; criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental e proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico (artigo 26).

Como se depreende, o Poder Público municipal é servido por inúmeros dispositivos constitucionais para exercer sua obrigação, também assentada na Carta Maior, de proporcionar aos cidadãos que moram nas cidades melhor infraestrutura urbana e qualidade de vida, o que passa necessariamente pelo incremento das áreas verdes e florestas urbanas. Cumprir ou não o que determina a legislação é, antes de um ato político, uma decisão ética e moral.

2.7.8 O “novo” Código Florestal.

A polêmica Lei n. 12.651/2012, que passou a ser conhecida durante os debates prévios à sua aprovação como o “novo Código Florestal”, em que pese o seu viés eminentemente rural, faz referência (art. 25) aos seguintes instrumentos para o estabelecimento e proteção das áreas verdes urbanas:

- I- exercício do direito de preempção para aquisição de remanescentes florestais relevantes, (. . .);
- II- transformação das Reservas Legais em áreas verdes nas expansões urbanas;
- III- estabelecimento de exigência de áreas verdes nos loteamentos, empreendimentos comerciais e na implantação de infraestrutura; e
- IV- aplicação em áreas verdes de recursos oriundos da compensação ambiental.

A região metropolitana de São Paulo pode se beneficiar em termos de melhora na habitabilidade do espaço urbano se parques urbanos e outras modalidades de áreas verdes forem sobrepostos, quando couber, às Áreas de Preservação Permanente (APP), consolidando funções e serviços prestados por estas na zona intraurbana; ausentes ou deficientes tais funções e serviços, são reforçadas a fragilidade e vulnerabilidade ambiental verificadas em amplas parcelas da metrópole, o que pode expor os cidadãos a situações de risco induzidas ou exacerbadas pelas mudanças do clima.

A Lei n. 12.651/2012, em seu artigo 3º e inciso II, define a Área de Preservação Permanente (APP) como

[...] área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

O artigo 4º da mesma Lei considera como Áreas de Preservação Permanente: I- faixas marginais de cursos d’água natural; II- as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais; III- as áreas no entorno dos reservatórios d’água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d’água naturais; IV- as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes; V- as encostas ou partes destas com declividade superior a 45º; VI- as encostas ou partes destas com declividade superior a 45º; VII- os manguezais, em toda a sua extensão; VIII- as bordas dos tabuleiros ou chapadas; IX- no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25º; X- as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação; XI- em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

Fica explícito no corpo do texto que não há a previsão de exclusividade da aplicação do conceito de APP para áreas rurais ou urbanas, desta forma depreendendo-se que as cidades podem, face ao contexto das implicações negativas que o déficit de áreas verdes traz para as áreas urbanas de modo geral, beneficiarem-se enormemente deste instituto como coadjuvante na proteção e adaptação da região aos extremos das mudanças climáticas.

Mais incisivo e didático quanto à previsão de Áreas de Preservação Permanente urbanas, o MMA-Cidades Sustentáveis discorre que as APPs. consistem em espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis, podendo ser públicas ou privadas, urbanas ou rurais, cobertas ou não por vegetação nativa. As APPs cumprem funções ou serviços ambientais em meio urbano, dentre os quais se relacionam, ainda conforme o MMA-Cidades Sustentáveis (referências simbólicas através da figura 14):

- > a proteção do solo prevenindo a ocorrência de desastres associados ao uso e ocupação inadequados de encostas e topos de morro;
- > a proteção dos corpos d'água, evitando enchentes, poluição das águas e assoreamento dos rios;
- > a manutenção da permeabilidade do solo e do regime hídrico, prevenindo contra inundações e enxurradas, colaborando com a recarga de aquíferos e evitando o comprometimento do abastecimento público de água em qualidade e em quantidade;
- > a função ecológica de refúgio para a fauna e de corredores ecológicos que facilitam o fluxo gênico de fauna e flora, especialmente entre áreas verdes situadas no perímetro urbano e nas suas proximidades;
- > a atenuação de desequilíbrios climáticos intraurbanos, tais como o excesso de aridez, o desconforto térmico e ambiental e o efeito “ilha de calor”.

Proteção do solo
prevenindo desastres.

Prevenção a enchentes e
assoreamento de rios.

Permeabilidade
do solo.

Refúgio para fauna e
corredor ecológico.

Diminuição dos desequilíbrios
climáticos (aridez, ilhas de
calor).

Figura 14: a mancha urbana da região metropolitana de São Paulo. As áreas de preservação permanente resguardam funções de caráter preventivo que podem ser potencializadas contra as alterações do clima com a sobreposição de parques.

Fonte: galeria de imagens do Google, com elaboração própria a partir do disposto pelo MMA-Cidades Sustentáveis (2014).

Segundo o MMA-Cidades Sustentáveis, Áreas de Preservação Permanente em meio urbano valorizam a paisagem e o patrimônio natural e construído (de valor ecológico, histórico, cultural, paisagístico e turístico). As APPs também podem

proporcionar maior qualidade de vida às populações urbanas através das funções sociais e educativas relacionadas com a oferta de áreas de lazer e recreação, convívio social, contato com elementos da natureza e educação ambiental.

Os efeitos indesejáveis pela ocupação irregular e indevido das APPs urbanas decorrentes do processo de urbanização sem planejamento tende a reduzi-las e degradá-las cada vez mais, causando graves problemas nas cidades, daí decorrendo a necessidade de incremento e aperfeiçoamento de políticas urbanas voltadas à recuperação, manutenção, monitoramento e fiscalização das APPs (MMA-Cidades Sustentáveis).

2.7.9 Parques como unidades de conservação urbanas.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2014), parque urbano é uma área verde com função ecológica e de lazer, com uma extensão maior do que as praças e jardins públicos.

A visão de parque urbano, para Paiva; Gonçalves (2002), envolve basicamente as dimensões de uma quadra urbana contendo paisagem mais rica em elementos naturais e com delimitação espacial em relação à malha urbana.

Para Bolund; Hunhammar (1999), parques são áreas verdes administradas com uma integração de grama, árvores maiores e outras plantas.

Macedo; Sakata (2002) ponderam que o papel dos parques no Brasil é abrangente e sua definição nem sempre é precisa; frequentemente, espaços de lazer de pequeno porte, com 10 mil m² ou um pouco mais, são denominados parques apenas por estarem cercados, contêm instalações de lazer e alguma vegetação. Há falta de consenso sobre a conceituação de parque entre os especialistas, dentro e fora do poder público.

Macedo; Sakata (2002) consideram parque todo espaço de uso público destinado à recreação de massa, qualquer que seja o seu tipo, capaz de incorporar intenções de conservação e cuja estrutura morfológica é autossuficiente, isto é, não é diretamente influenciada em sua configuração por nenhuma estrutura construída em seu entorno. Os autores descartam denominar como parques alguns espaços com área limitada que dificulte abrigar equipamentos de lazer, tanto em quantidade como em diversidade. Desta forma, muitos dos atuais parques de pequeno porte não passariam de praças de vizinhança.

Falcón (2007) defende que parques urbanos são zonas verdes urbanas com mais de um hectare de superfície apresentando equipamento básico para uso social. Possuem cobertura vegetal importante com predomínio de árvores, mas também contam com a presença de arbustos e gramados. Normalmente seu raio de influência na atração de visitantes é maior do que o bairro em que se situam.

Segundo Grey; Deneke (1978), os parques urbanos são, provavelmente, as áreas mais relacionáveis com florestas, representando ora magníficos exemplos de florestas artificiais, ora foram implantados em áreas arborizadas naturais residuais. As dimensões dos parques variam de pequenos pontos verdes nos centros financeiros a grandes áreas cultivadas, que vão muitas vezes além dos limites da cidade, sendo que poucos parques se apresentam sem árvores.

Para Rodrigues (2008), os parques urbanos desempenham notável importância para as cidades, contribuindo para a melhoria da qualidade do ar, redução da poluição sonora, preservação da fauna e flora urbanas, amenização dos efeitos das ilhas de calor, além de servir como espaços para o lazer da população.

Os parques existentes apresentam singularidades e diversidade de características e cumprem as mais variadas funções, constituindo-se desde importantes áreas de lazer até significativas áreas de preservação de vegetação nativa, banco genético e refúgio para a fauna urbana, podendo ser considerados unidades de conservação (SÃO PAULO, 2002).

Esta concepção revela-se oposta ao entendimento que tem a Secretaria Estadual do Meio Ambiente de São Paulo (Estado) quanto à aplicação do conceito de unidade de conservação aos parques urbanos; segundo a Secretaria Estadual, Unidades de Conservação são diferentes de parques urbanos, estes vistos como grandes espaços verdes localizados em áreas urbanizadas de uso público, cuja finalidade principal seria oferecer opções de lazer à população: serviços culturais (como museus, casas de espetáculo e centros culturais e educativos), além de atividades esportivas, com suas quadras, campos, ciclovias etc.

Isto porque São Paulo (Estado) reproduz a noção de unidades de conservação contida na regulamentação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e as descreve como áreas que visam à preservação da natureza em locais com pouca ou nenhuma atividade humana, admitindo apenas o uso indireto dos seus recursos naturais ao conciliar a proteção da fauna, da flora e dos atrativos naturais com a exploração de seus recursos para fins científicos, educacionais, recreativos e turísticos.

O Plano Diretor Estratégico do município de São Paulo (PDE, 2014) em vigor faz referência à denominação Parque Natural Municipal. Classifica-o como Unidade de Conservação de Proteção Integral o que o assemelharia à categoria de Parque Nacional, cujas características são descritas pela lei que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

A localização dos parques reflete, ainda, a extrema desigualdade em sua distribuição espacial, que coincide com a exclusão social da população. A maior concentração se dá na área consolidada, restando na periferia apenas parques isolados (SÃO PAULO, 2002).

Cumprem os parques importantes funções como espaços públicos pelo ato de apropriação coletiva e como atenuantes de condições ambientais adversas; não obstante, a cidade tem sérias dificuldades na implantação de novos parques, tais como a falta de recursos financeiros e pela ausência de novas áreas na zona urbana consolidada (SÃO PAULO, 2002).

Scanavaca Júnior (2012) pondera que a implantação de parques é onerosa financeiramente, sobretudo pelos gastos referentes à aquisição do imóvel, mas que o florestamento representa investimento relativamente baixo e os benefícios são consideráveis. Uma maneira de utilizar com eficiência os recursos é reflorestar os Parques Lineares que são, na verdade, APPs – Áreas de Preservação Permanente.

Os parques lineares estão previstos no Plano Diretor Estratégico da cidade de São Paulo (PDE, 2014) como intervenções urbanísticas associadas aos cursos d'água, principalmente aqueles inseridos no tecido urbano.

O Plano Diretor Estratégico da Prefeitura de São Paulo (PDE, 2014) estabeleceu a criação do Fundo Municipal de Parques que objetiva garantir, através de parcerias e contribuições dos cidadãos e do setor privado, recursos que serão destinados exclusivamente para a aquisição de áreas necessárias para viabilizar os parques propostos. Tratam-se de áreas particulares, previamente determinadas pelo PDE, predominantemente urbanas e lineares, e que são objeto de planejamento para implementação de parques. O Fundo Municipal de Parques será complementar e articulado ao Fundo Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – FEMA (art. 289 do PDE, 2014).

Serão criadas subcontas específicas para cada parque em planejamento. A cada doação que pessoas físicas ou jurídicas realizarem, ao indicarem a conta específica referente ao parque para o qual a doação será destinada, o Executivo aportará igual montante à mesma conta através da transferência de recursos do FEMA ou outras fontes orçamentárias (PDE, 2014). Trata-se de mecanismo de co-financiamento entre sociedade civil e poder público para aquisição de parques planejados no PDE (2014), conforme esquematizado na figura 15.

Figura 15: representação do funcionamento do Fundo Municipal de Parques.
Fonte:<http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/um-plano-para-incorporar-a-agenda-ambiental-no-desenvolvimento-da-cidade>. Acesso em 18/04/2015.

Para os objetivos deste trabalho, considerou-se parques localizados na zona intraurbana da cidade de São Paulo, sob múltiplas configurações e conceitos, como equipamentos urbanos por excelência que representam o “contraponto de resistência” de elementos naturais à árida e cinzenta paisagem da urbe. Independentemente do porte de uma cidade, não há administração pública municipal que não possa criar ou manter ao menos um espaço com cobertura arbórea significativa para acolhimento da população se quiser proporcionar oportunidades de descanso, interação social e educação ambiental aos seus cidadãos. Trata-se, sempre, de uma decisão política de gestão.

Segundo o relatório TEEB (2010), investir em infraestrutura ambiental como parques, terras úmidas e florestas, pode fornecer múltiplos serviços para a adaptação à mudança climática e ajudar na proteção de áreas urbanas durante ondas de calor e drenagem de águas pluviais. Como as alterações do clima tendem a aumentar a pressão sobre os ecossistemas, protegê-los, hoje, significa diminuir significativamente o risco de um futuro colapso.

2.7.9.1 Uma unidade de conservação urbana de extrema relevância !

O Parque Municipal Ecológico de Campo-Cerrado Dr. Alfred Usteri cumpre, como os demais parques municipais, os objetivos e as condições de enquadramento como Unidade de Conservação urbana, porém, com atributos diferenciados em relação à maioria dos demais parques municipais, o que o aproxima de uma unidade de proteção integral como disposto na lei do SNUC.

Localizado no bairro do Jaguaré, em São Paulo, possui 13.090 m² e foi criado através do Decreto municipal nr. 51.563, em 18/06/2010.

É o primeiro parque municipal criado para a conservação da vegetação campestre que outrora cobria grande parte da cidade de São Paulo. Essa vegetação foi documentada no trabalho do botânico Alfred Usteri em 1911, contendo diversas espécies típicas do bioma Cerrado (SVMA, 2015). Parte dos espécimes remete à vegetação encontrada pelos primeiros europeus que se estabeleceram no planalto paulista na época da fundação da cidade e que hoje está praticamente extinta.

Na vegetação campestre destacam-se espécies herbáceas⁶¹ como maricazinho, batata-de-perdiz, bracatinga-miúda, crisolena, gravatá, mimosa, trepadeiras como cipó-de-são-joão e ruivinha-do-campo, além de árvores como bico-de-pato-de-folha-miúda, cambará e tarumã-do-cerrado. Na vegetação florestal e arborização esparsa destacam-se aldrago, assa-peixe, capixingui, gameleira, jerivá, tapiá-guaçu e urucurana-branca.

⁶¹ A fonte consultada não indicou os nomes científicos das espécies herbáceas, da vegetação florestal e das aves frequentadoras do Parque Dr. Alfred Usteri, indicando apenas seus nomes populares.

Foram registradas 70 espécies. Também é refúgio de espécies de aves freqüentes na cidade como quero-quero, periquito-rico, beija-flor-tesoura, joão-de-barro, bem-te-vi, guaracava-de-barriga-amarela, sabiá-laranjeira andorinha-pequena-de-casa, corruíra, sanhaçu-cinzentos, sabiá-laranjeira, sabiá-do-campo, cambacica e piá-cobra (SVMA, 2015).

É surpreendente e instigante que em plena malha urbana de uma das maiores metrópoles do planeta, sob forte pressão de atividades antrópicas, tamanha biodiversidade resista em um terreno de dimensões relativamente ínfimas, pouco maior que um campo de futebol, ensejando a tomada, por estas e outras razões, de ações eficientes para a proteção deste patrimônio por parte da comunidade e do Poder Público.

O seu decreto de criação prevê, pelo artigo 4º, que “*destina-se à preservação e recuperação de fisionomia de campo-cerrado . . .*” Além disso, o parágrafo único deste artigo prevê que “*visitas serão permitidas mediante programação definida na conformidade do seu regulamento*”.

Trata-se, portanto, de uma espécie de reserva e não há livre acesso à população. A raridade da vegetação que o compõe e as condições geográficas em que se localiza, predispõem o Parque Dr. Alfred Usteri a atender a todos os requisitos das cinco categorias de Unidades de Conservação que integram o grupo das unidades de proteção integral do SNUC.

Em Apêndice B, estão registradas sete imagens (fotografias) do Parque Municipal Ecológico de Campo-Cerrado Dr. Alfred Usteri.

2.8. SOBRE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS, SERVIÇOS AMBIENTAIS E FUNÇÕES DOS ECOSISTEMAS.

“A conservação deve ter sentido amplo e incluir o cuidado com as espécies, com os ecossistemas, com a variedade genética e serviços ecossistêmicos . . .”

Bráulio Ferreira de S. Dias, secretário-executivo da Convenção da Diversidade Biológica (ONU).

Born; Talocchi (2002) observam que a civilização contemporânea, a ocidental em particular, abraça uma visão bastante utilitarista da natureza, que é vista como uma “usina” a produzir continuamente “recursos” (produtos ou elementos) e “serviços” da natureza necessários ao bem-estar humano e de outros seres vivos. Estes recursos e serviços são importantes para a vida cotidiana: água, ar puro, vegetais e substâncias da fauna e flora, paisagem, equilíbrio climático, fertilidade do solo, dentre outros.

Mello-Théry (2011) comenta o paulatino processo, por décadas, da valorização da natureza e da vegetação urbana que assume aspectos utilitaristas, científicos e românticos, até de forma sobreposta, conforme a inserção variável da temática nas políticas públicas.

De acordo com o IPCC (2014), as primeiras noções sobre serviços ecossistêmicos e infraestrutura verde surgiram a partir da necessidade de se resolver problemas como falta da água e inundações, mas as perspectivas em relação às mudanças climáticas levam a que tais serviços sejam cada vez mais reconhecidos como uma estratégia de adaptação.

A idéia de que os sistemas ecológicos prestariam “serviços” à humanidade e outros conceitos derivados evoluíram progressivamente, especialmente a partir da década de 1960. A expressão “Serviços Ambientais” aparece pela primeira vez no relatório *Study of Critical Environmental Problem* (SCEP⁶²). Era 1970, e o estudo introduziu a noção de “*existência de um nível de reposição ou substituição dos serviços da natureza prestados ao homem*” e o conceito dos serviços ecossistêmicos, idealizado como ferramenta semântica para identificar o impacto das atividades humanas sobre a biosfera (Weber; Medhi, 2013). O estudo foi referenciado pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, em 1972.

⁶² O estudo foi conduzido pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e realizado em julho de 1970, no Williams College, em Williamstown, Massachusetts, EUA.

O processo de elaboração, até a publicação da Avaliação Ecosistêmica do Milênio, em 2005, serviu para institucionalizar e universalizar o conceito de Serviços Ecosistêmicos (Weber; Medhi, 2013).

Um ecossistema, segundo o relatório do Conselho de Avaliação Ecosistêmica do Milênio – CAEM⁶³ - (2005), é um complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e de microrganismos e o ambiente inorgânico, interagindo como uma unidade funcional. A raça humana é parte integrante dos ecossistemas.

Já para Moll; Petit⁶⁴ (1994, *apud* BOLUND; HUNHAMMAR, 1999) um ecossistema pode ser definido como um “*conjunto de espécies que interagem e seu ambiente local não biológico funcionando em conjunto para sustentar a vida*”.

Bolund; Hunhammar (1999) denominaram ecossistemas urbanos a todas as áreas verdes e azuis naturais da cidade, incluindo nesta consideração as árvores das ruas e lagos.

Um dos grandes desafios que a própria humanidade se coloca é que a crescente demanda por serviços dos ecossistemas se combina ao declínio da capacidade dos sistemas ecológicos em proporcionarem tais serviços.

A dinâmica dos ecossistemas terrestres depende da interação entre vários ciclos biogeoquímicos, dentre eles o do carbono, de nutrientes e o hidrológico, os quais são passíveis de serem modificados pela ação do homem (YU, 2004).

Segundo o CAEM (2005), estoques de pesca em todo o mundo sofrem com a sobrepesca; 40% do solo agrícola está degradado pela erosão, salinização, compactação, esgotamento de nutrientes, poluição e urbanização; atividades humanas alteraram os ciclos do nitrogênio, fósforo, enxofre e carbono, além de contribuir para mudanças climáticas; comunidades locais perdem conhecimento sobre a natureza, deixando de garantir a utilização sustentável dos ecossistemas.

Os ecossistemas urbanos, como parte de um sistema global igualmente composto por elementos biológicos, sociais e construídos, apresentam importância crucial para a qualidade de vida urbana dos cidadãos, através dos processos de manutenção e serviços de regulação, provisão e culturais (WEBER; MEDHI, 2013) e, portanto, ao ser considerada a humanidade como parte da natureza (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999),

⁶³ A Avaliação Ecosistêmica do Milênio foi lançada em 2001 pelo secretário-geral das Nações Unidas, Kofi Annan e, com a colaboração de cientistas de mais de 100 países, o relatório foi publicado em 2005 tendo como foco determinar em que medida as mudanças nos serviços dos ecossistemas já afetaram as pessoas, como poderão afetá-las nas próximas décadas e o que fazer para, mediante gestão integrada, buscar o bem-estar humano e diminuir a pobreza.

⁶⁴ Moll, G., Petit, J., 1994. The urban ecosystem: putting nature back in the picture. *Urban Forests* Oct:Nov, 8–15.

as próprias cidades podem ser concebidas como um único ecossistema ou uma rede global de ecossistemas individuais, devido às fronteiras difusas entre eles.

O CAEM (2005) considera serviços dos ecossistemas como os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas e os classificou, sintetizados no Quadro 20, como serviços de abastecimento (alimentos e água), serviços de regulação (inundações e controle de enfermidades), serviços culturais (espirituais, recreativos e culturais) e serviços de apoio (ciclagem de nutrientes), necessários para manter os outros serviços.

O relatório do CAEM (2005) considera que os conceitos de “bens”, “serviços” e “serviços culturais” são muitas vezes tratados separadamente, principalmente pela ciência econômica, para facilitação de entendimento; no entanto, o CAEM (2005) reúne todos os benefícios resumidos no Quadro 20 sob o termo “serviços dos ecossistemas” devido à dificuldade apresentada, às vezes, em se determinar se um benefício proporcionado por um ecossistema é um “bem” ou um “serviço”, além do que as pessoas tendem a negligenciar os valores culturais e outros benefícios intangíveis quando se referem a “*bens e serviços dos ecossistemas*”.

O MMA (2011) reconhece haver inúmeras definições para serviços ecossistêmicos e serviços ambientais; optou por utilizar a terminologia de serviços ambientais por englobar tanto os serviços proporcionados ao ser humano por ecossistemas naturais (os serviços ecossistêmicos), quanto os derivados de ecossistemas manipulados pelo homem, sendo que este pode influenciar positivamente a oferta de serviços ambientais ao adotar práticas sustentáveis.

O projeto substitutivo ao Projeto de Lei 792/2007 que tramita na Câmara dos Deputados (atualmente na Comissão de Finanças e Tributação da casa), apresentado como proposta de marco legal para a regulamentação de projetos de Pagamento por Serviços Ambientais em todo o território nacional (temática a ser discutida à parte), define serviços ecossistêmicos e serviços ambientais distintamente:

- > Serviços Ecossistêmicos: benefícios para a sociedade, gerados pelos ecossistemas, nas modalidades de serviços de provisão, de suporte, de regulação e culturais;
- > Serviços Ambientais: iniciativas individuais ou coletivas que favorecem os serviços ecossistêmicos, na manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais.

Serviços de abastecimento	Serviços de regulação	Serviços culturais
<i>Produtos obtidos dos ecossistemas</i>	<i>Benefícios obtidos da regulação dos processos dos ecossistemas</i>	<i>Benefícios intangíveis obtidos dos ecossistemas</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Alimento - Água doce - Combustível - Fibras - Bioquímicos - Recursos Genéticos - Ornamentais 	<ul style="list-style-type: none"> - Regulação do clima - Regulação de enfermidades - Regulação da água - Purificação da água - Polinização - Controle da erosão - Controle biológico - Proteção contra tempestades 	<ul style="list-style-type: none"> - Espirituais e religiosos - Recreativos e ecoturísticos - Estéticos - Inspiracionais - Educacionais - Sentido de pertencer a um lugar - Herança cultural
<p align="center">Serviços de Apoio</p> <p align="center"><i>Serviços necessários para a produção de todos os outros serviços dos ecossistemas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Formação do solo - Ciclos de nutrientes - Produção primária - Produção do oxigênio 		

Quadro 20: serviços “prestados” pelos ecossistemas.

Fonte: Conselho da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (2005), p. 106.

A SVMA/CEM (2008, p. 69) referem-se a serviços ambientais “ou” serviços ecossistêmicos como se tivessem enfoques equivalentes. No entanto, tentam distinguir os termos citando a definição de Born; Talocchi⁶⁵ (2002) para serviços ambientais como “os benefícios indiretos gerados pelo fluxo de serviços dos recursos naturais ou pelas propriedades ecossistêmicas das inter-relações entre estes recursos na natureza, através de seu ciclo natural de existência”, ao mesmo tempo em que citam Alcamo *et al*⁶⁶ (2003) para entendimento quanto aos serviços ecossistêmicos, para quem seriam “os benefícios que as pessoas recebem dos ecossistemas, como os serviços de produção, regulação, suporte e culturais”.

Segundo Costanza *et al* (1997), os serviços ecossistêmicos

⁶⁵ Born, R. H.; Talocchi, S. (org.). *Proteção do capital social e ecológico: por meio de compensações por serviços ambientais*. Editora Peirópolis, 2002.

⁶⁶ Alcamo, J. *et al*. *Ecossistemas e o Bem-estar Humano: Estrutura para uma avaliação (Resumo)*. Relatório do Grupo de Trabalho da Estrutura Conceptual da Avaliação do Milênio dos Ecossistemas. World Resources Institute, 32 p., 2003.

[...] representam os benefícios que as populações humanas usufruem, direta ou indiretamente, das funções dos ecossistemas [...] e que [...] consistem em fluxos de materiais, energia e conhecimento dos estoques de capital natural que, combinados com os serviços de capital humano e manufaturado, produzem o bem-estar humano.

Costanza *et al* (1997) identificaram 17 grandes categorias de serviços ecossistêmicos, conforme exposto no Quadro 21.

O Decreto Estadual nr. 55.947 de 24 de Junho de 2010, que regulamenta a Lei nr. 13.798/2009, a qual dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas no Estado de São Paulo, estabelece em seu art. 3º que:

- > Serviços Ecossistêmicos: são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas;
- > Serviços Ambientais: são os serviços ecossistêmicos que têm impactos positivos além da área onde são gerados.

Fisher *et al* (2007), por sua vez, propõem que os serviços ecossistêmicos sejam os aspectos dos ecossistemas utilizados (ativa ou passivamente) para produzir o bem-estar humano, considerando que devem ser fenômenos ecológicos e que não precisam ser utilizados diretamente. Incluem a organização ou estrutura ecossistêmica, bem como processos e/ou funções se forem consumidos ou utilizados pela humanidade, direta ou indiretamente. Ou seja, para Fisher *et al* (2007), o processo ou função é que são o serviço ecossistêmico e o resultado (ou bem) é o benefício. As funções ou processos tornam-se serviços somente se houver seres humanos que deles se beneficiam. Sem beneficiários humanos, não são serviços.

Haddad (2015) define serviços ambientais como externalidades positivas ou benefícios derivados da natureza; distingue-os entre diretos (alimentos) ou indiretos (filtragem das águas) e tangíveis (matérias-primas) ou intangíveis (prazer estético). Além disso, podem ser gerados localmente (turismo) ou em escala global (sequestro de carbono), dispersos (como serviços medicinais da floresta tropical) e importantes para as futuras gerações (com a manutenção da biodiversidade).

Para Daly; Farley (2004), uma vez definido serviço como um conceito antropocêntrico, sabe-se que ele pode ser dramaticamente afetado pela presença humana, tanto pelo uso como pelo abuso.

Segundo Fisher *et al* (2007), o conceito de serviços dos ecossistemas tornou-se um modelo importante para vincular o funcionamento dos ecossistemas ao bem-estar humano e compreender o quanto esta ligação é crítica em contextos de tomada de decisão. Várias propostas, conforme os autores, foram feitas para se chegar a um consenso sobre a classificação para os serviços dos ecossistemas, mas não há um acordo sobre uma definição significativa e consistente.

NR	FUNÇÕES ECOSSISTEMICAS*	SERVIÇO ECOSSISTEMICO	EXEMPLOS
1	Regulação da composição química atmosférica.	Regulagem gasosa.	Equilíbrio CO ₂ /O ₂ , O ₃ p/proteção UVB, e níveis SO _x .
2	Regulação da temperatura global, precipitação e outros componentes biologicamente mediados por processos climáticos em níveis global/local.	Regulagem climática.	Regulação de gases de efeito estufa, produção de DMS (Dimetilsulfureto) que afeta a formação de nuvens.
3	Capacidade de amortecimento e integridade do ecossistema em resposta a flutuações ambientais.	Regulagem dos distúrbios.	Proteção contra tempestades, controle de enchentes, resistência à seca e outros aspectos da resposta do habitat à variabilidade ambiental controlada principalmente pela composição da vegetação.
4	Armazenamento e retenção de água.	Regulagem da água.	Provisionamento de água para produção agrícola ou industrial.
5	Armazenamento e retenção de água.	Abastecimento de água.	Fornecimento de água por bacias hidrográficas, reservatórios e aquíferos.
6	Retenção do solo dentro de um ecossistema.	Controle de erosão e retenção de sedimentos.	Prevenção da perda de solo pelo vento, escoamento ou outros processos de remoção, armazenamento de sedimentos em lagos e zonas úmidas.
7	Processos de formação do solo.	Formação de solo.	Decomposição de rochas e acumulação de matéria orgânica.
8	Armazenamento, ciclagem interna, processamento e retenção de nutrientes.	Ciclagem de nutrientes.	Fixação de azoto, N, P e outros ciclos primários ou de nutrientes.
9	Recuperação de nutrientes instáveis e remoção ou quebra de nutrientes e componentes xênicos em excesso.	Tratamento de resíduos.	Tratamento de resíduos, controle da poluição, detoxificação.
10	Transporte de gametas florais.	Polinização.	Suporte aos polinizadores para a reprodução das populações de plantas.
11	Regulação trófico-dinâmicas das populações.	Controle biológico.	Controle de espécie por predadores de topo da cadeia alimentar.
12	Habitat para populações fixas e migratórias.	Refúgio.	Berçários, habitat para espécies migratórias, habitats regionais de espécies exploradas localmente ou períodos de inverno.
13	A porção da produção primária bruta aproveitada como alimento.	Produção de alimentos.	Produção de peixe, caça, lavouras, sementes, agricultura de subsistência, frutas silvestres e pesca.
14	A porção da produção primária bruta aproveitada como matéria-prima.	Matérias-primas.	Produção de madeira, lenha e forragem.
15	Fontes de produtos e materiais biológicos únicos.	Recursos genéticos.	Medicamentos, produtos para pesquisa, genes para resistência de plantas a patógenos e pragas de culturas, espécies ornamentais (animais e variedades de plantas hortícolas).
16	Oportunidades para atividades de recreação e lazer.	Lazer.	Ecoturismo, pesca esportiva e outras atividades de lazer ao ar livre.
17	Oportunidades de uso não-comerciais.	Cultura.	Valores estéticos, artísticos, educacionais, espirituais e/ou científicos.

Quadro 21: serviços e funções ecossistêmicos. Fonte: adaptado de Costanza et al (1997).

*** Foram utilizados “bens” dos ecossistemas juntamente com serviços ecossistêmicos.**

Isto permitiria, ainda conforme Fisher *et al* (2007), comparações entre diferentes tipos de projetos, contextos políticos, tempo e espaço, delineando limites para as características que são desejadas para um estudo.

A idéia que suporta o entendimento de serviço ambiental, para Born; Talocchi (2002) abrange a capacidade da natureza de continuar reproduzindo e mantendo as condições ambientais; diz respeito, em resumo, à manutenção dos serviços (processos e elementos) ecológicos essenciais à preservação da vida terrestre.

A figura 16 ilustra um modelo conceitual das conexões entre a estrutura, processos e serviços dos ecossistemas, onde cada etapa do sistema pode ser considerada um serviço ecossistêmico independentemente do local em que ocorra ao longo da cadeia de eventos e que produza bem-estar à humanidade. A figura também demonstra a relação conceitual entre serviços intermediários e finais e como um conjunto de benefícios pode ser resultado de serviços individuais (Fisher *et al*, 2007).

Figura 16: ilustração da relação conceitual entre serviços intermediários e finais.
Fonte: Fisher et al (2007).

E para Boyd; Banzhaf (2007, *apud* Fisher *et al*, 2007), os serviços dos ecossistemas não são os benefícios que a humanidade obtém dos ecossistemas, mas sim os componentes ecológicos diretamente consumidos ou desfrutados que favorecem o bem-estar humano. Processos e funções indiretos não são serviços dos ecossistemas. Serviços e benefícios não são a mesma coisa. Desta forma, segundo os autores, a recreação como exemplo, tida como um serviço pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio, seria realmente um benefício (de múltiplos aportes, porque muitas vezes o capital social e construído humano são necessários).

Para Fisher *et al* (2007), há contextos a serem considerados quanto à decisão de enquadrar um projeto no âmbito da prestação de serviços do ecossistema. Deve-se ter

em conta a complexidade dinâmica dos processos ecossistêmicos e as características inatas dos serviços. O quadro 22 relaciona os contextos:

Contexto	Escopo
Compreensão e educação	Promoção do entendimento e a educação de um público mais amplo sobre os serviços e benefícios que o bom funcionamento dos ecossistemas fornece para a humanidade.
Valoração	Um método de classificação recomendável dividiria os serviços ecossistêmicos em serviços intermediários, finais e benefícios. O mesmo serviço pode tanto ser intermediário como final de acordo com o benefício de interesse. Evita-se, assim, de se avaliar toda a complexidade do ecossistema para abordar somente alguns serviços finais e benefícios que estão sob investigação.
Gestão espacial	Utilização das características espaciais para classificar os serviços ecossistêmicos caso o contexto de decisão seja administrar uma determinada paisagem para a prestação dos serviços, determinando-se quais são prestados e como fluem através deste cenário. As características espaciais podem envolver três categorias que descrevem as relações entre a produção do serviço e onde os benefícios ocorrem: <i>in situ</i> , omnidirecional e direcional ⁶⁷ .
Distribuição e igualdade do bem-estar humano.	Analisar os efeitos que as alterações na qualidade ambiental, motivadas pelas externalidades ⁶⁸ sob a ótica da economia, podem ter sob a perspectiva da importância da distribuição equitativa de bem-estar por parte dos SE, dado saber que a falta de qualidade ambiental atinge de forma mais prejudicial à população mais pobre. Questão que se reveste de complexidade, pois os <i>stakeholders</i> em diversas escalas têm interesses diversos e por vezes conflitantes nos SE.

Quadro 22: contextos de decisão para adoção de conceito de Serviços do ecossistema.

Fonte: Fisher et al (2007).

Enquanto uma definição a respeito de serviços ecossistêmicos como a do CAEM (2005) inclui atribuições fora dos sistemas ecológicos, como significados culturais imputados, Boyd; Banzhaf (2007, *apud* Fisher et al, 2007) levam em consideração as características dos sistemas ecológicos somente.

⁶⁷ Esta classificação distributiva destaca a possibilidade de situações em que beneficiários podem ter de compensar provedores, como em projetos de Pagamento por Serviços Ambientais (fonte: Fisher et al, 2007).

⁶⁸ Externalidades representam custos ou benefícios cujos ônus ou vantagens recaem sobre terceiros que não participam de uma transação de mercado; ocorrem, portanto, quando as ações de um grupo de pessoas afetam outras que não são compensadas pelo dano causado nem pagam pelos benefícios recebidos. Esses benefícios especificamente caracterizam-se por serem não-exclusivos (por não ser possível excluir outras pessoas do uso ou do benefício gerado pela externalidade) e não rivais (porque o montante fornecido do bem para um indivíduo não reduz a quantidade disponível deste bem aos demais). Externalidades podem ser positivas (como decorrentes da preservação de áreas florestais) ou negativas (resultantes da poluição). Fonte: Nusdeo (2012).

Fisher *et al* (2007) ao mesmo tempo em que propõem uma metodologia quanto à classificação dos serviços dos ecossistemas, também defendem a impropriedade de um único sistema de classificação para os serviços dos sistemas ecológicos para uso em todos os casos, pois um esquema de classificação deve ser instruído: 1) pelas características do ecossistema ou fenômenos sob investigação, e 2) pelo contexto da tomada de decisão para o qual os serviços estão sendo considerados.

O quadro 23 compila as características dos ecossistemas e serviços ecossistêmicos, de acordo com Fisher *et al* (2007).

Haja vista o intenso debate a respeito do tema e a contínua produção literária acadêmica, sem que se tenha alcançado qualquer consenso quanto à conceituação que melhor defina o que embasa os aspectos vinculados aos serviços e/ou benefícios proporcionados pelos sistemas ecológicos, optou-se por utilizar neste trabalho o termo serviços ecossistêmicos. Desta forma, privilegia-se o ideário e contexto contidos nos relatórios TEEB e do IPCC, derivados de iniciativas tomadas sob os auspícios das Nações Unidas e que embasam fortemente a condução e as conclusões deste presente estudo.

Não obstante, com o intuito de permear este estudo com visões diversas a partir do levantamento bibliográfico ora realizado, serão mantidas neste texto os conceitos de serviços ecossistêmicos e serviços ambientais citados como foram propostos por seus autores. Mesmo porquê, a evolução da própria ciência, confrontada com novos paradigmas em relação à transdisciplinaridade e interdisciplinaridade da produção do conhecimento, sempre flertará com multiversos em relação a questões fronteiriças enquanto não se define a “verdade” em relação à forma como ela deverá ser “aplicada”.

Característica	Descrição
Aspecto público-privado de um bem.	Os SE fornecem benefícios que são bens privados - madeira, peixe, medicamentos – e a propriedade ou o uso privativo impedem que outras pessoas desfrutem do bem (“ <i>rivalness</i> ” ⁶⁹ e “ <i>excludability</i> ” ⁷⁰). No entanto, a maioria dos SE também oferece uma série de benefícios que não são nem rivais nem excludentes, mas trata-se de bens públicos – sumidouros de carbono.
Dinâmica espacial e temporal	Os ecossistemas e os serviços que fornecem são heterogêneos na paisagem e não são fenômenos estáticos. Alguns ecossistemas provêem serviços que são utilizados no próprio local – formação do solo (benefício: produto agrícola). Outro serviço pode ser prestado em um local e o benefício pode ser realizado em outro local e outro momento – regulação da água pela floresta montanha acima (benefício: abastecimento de água ao longo do tempo na base da montanha).
Produção conjunta	Ecossistemas distintos podem fornecer vários serviços em conjunto e estes, vários benefícios: são considerados “produtos conjuntos”. Interações entre os vários serviços intermediários produzem serviços finais, que podem fornecer produtos conjuntos ou múltiplos benefícios.
Complexidade	Ecossistemas não são fenômeno linear, dificultando o discernimento de complexas interações entre estrutura, processo e serviço. Alguns serviços não são passíveis de serem medidos ou controlados diretamente, mas podem ser estimados indiretamente. O desconhecimento de todas as interações e dependências entre componentes e processos pode ser contornado ao se delimitar os serviços intermediários, os serviços finais e os benefícios para um resultado esperado como contabilização do serviço ecossistêmico. Programa de PSA para sequestro de carbono na Costa Rica remunera proprietários de terra pela estimativa do número de hectares florestados.
Dependência do benefício	Considerar se um serviço é final ou intermediário dependerá do que está sendo valorado, monitorado ou medido, e quem são os beneficiários. O serviço de regulação de água é um insumo intermediário para quem espera água limpa como serviço final. Mas se o interesse for o serviço final de produção de peixe, o abastecimento de água passa a ser um serviço intermediário.

Quadro 23: características dos ecossistemas e Serviços Ecossistêmicos.

Fonte: elaborado a partir de Fisher et al (2007).

Os serviços oferecidos pelos sistemas naturais podem estar disponíveis em escala local ou global, conforme a dimensão do problema ao qual estão conectados, conforme Bolund e Hunhammar (1999). Isto inclui, ainda, a possibilidade de que o serviço seja transferido de onde ele é produzido para a cidade, onde as pessoas se beneficiam dele, o que ocorre por interferência humana ou por meios naturais (transporte atmosférico, por exemplo). Mas mesmo que os cidadãos urbanos ainda sejam dependentes dos serviços ecossistêmicos globais para a sua sobrevivência, a

⁶⁹ *Rivalness (recurso rival): ocorre quando o consumo ou uso de um recurso por parte de uma pessoa reduz a quantidade disponível para todas as outras. “O meu uso do recurso deixa menos para você”.*

Fonte: Fisher et al (2007); Daly, H. & Farley, J. (2004).

⁷⁰ *Excludability (recurso exclusivo): um proprietário impede que outros usem o seu bem. “Eu posso impedi-lo de usar este bem”.*

Fonte: Fisher et al (2007); Daly, H. & Farley, J. (2004).

parcela gerada pelos ecossistemas locais, mesmo que limitada perante a dimensão global, contribui para a qualidade de vida da população.

Um flagrante de como a natureza provê serviços ecossistêmicos por vezes a custos menores do que por soluções técnicas refere-se ao abastecimento de água para Nova York. Tendo de captar água cada vez mais longe, a cidade resolveu investir nos serviços da natureza: restaurou a bacia local por US\$ 2 bilhões e paga a proprietários pela manutenção do abastecimento de água, garantindo desta forma o fornecimento e a economia de US\$ 5 bilhões com a não realização de obras com estações, que sairiam por US\$ 7 bilhões (TEEB, 2010).

Por serem as cidades dominadas por infra-estrutura construída, de acordo com Guadagno *et al* (2013), os benefícios derivados dos ecossistemas locais são frequentemente ignorados nos processos de planejamento e considerados apenas acessórios, não relevantes, em que pese uma paisagem urbana poder possuir características diversas referentes a zonas costeiras, florestas e áreas vegetadas, relevos e rios. Mas apesar de suas múltiplas funções os ecossistemas locais por si só não são suficientes no apoio à vida de grandes e densas comunidades urbanas, pois sua pegada ecológica transcende seus limites geográficos em busca de fontes de insumos e destino para a disposição de resíduos.

Notadamente, árvores e demais vegetações trazem muitos benefícios às cidades: melhoria do conforto, redução do consumo de energia, sequestro do dióxido de carbono (CO₂) do ar, redução da poluição aérea e diminuição do volume de enchentes. Árvores absorvem água pelas raízes e emitem vapor através de suas folhas, arrefecendo temperaturas.

Sobre este aspecto, segundo a SVMA/CEM (2008), apesar dos escassos estudos realizados com este alvo, ressalta-se que áreas com (relativamente) extensa cobertura vegetal presentes na capital, em particular as de mata nativa localizadas próximas a mananciais ou nascentes de cursos d'água de maior extensão, são áreas prestadoras de serviços ambientais.

A SVMA/CEM (2008) defende, igualmente, que áreas menores na cidade de São Paulo, cobertas com vegetação natural ou implantada, localizadas na porção mais urbanizada da cidade, também sejam identificadas como prestadoras de serviços ambientais, os quais devem ser classificados e valorados de forma distinta às grandes extensões. Destas áreas menores, inseridas na mancha urbana, podem ser identificados serviços de regulação (microclimática e de conservação do solo e controle das enchentes) e culturais.

Idêntica conotação é exarada pelo relatório TEEB (2010), ao considerar que mesmo paisagens profundamente modificadas, como as áreas urbanas, ainda podem fornecer vários serviços ecossistêmicos e os parques podem cumprir esta função quando melhoram o microclima de uma cidade e ao oferecer saúde e lazer para os habitantes.

McPherson *et al* (1997) relatam que árvores que crescem em áreas residenciais com baixa densidade (1-3 famílias) e em terrenos institucionais dominados por vegetação (parques, reservas florestais) são responsáveis por 50% e 38% da área foliar total, respectivamente, e exercem um papel importante no fornecimento de benefícios regionais. Outros tipos de reservas florestais e áreas devolutas naturais e silvestres estão geralmente dominadas por árvores menores, ao passo que as ruas e áreas residenciais possuem uma maior proporção de árvores de grande porte por receberem algum manejo.

De acordo com Larcher⁷¹ (2004, apud Moreira, 2010), as árvores no ambiente urbano realizam os mesmos processos que as existentes em uma floresta natural: respiração, transpiração, fotossíntese, ciclagem de nutrientes, dentre outros. Diferentes são os processos ambientais que podem ser limitantes ou estressantes que se relacionam ao desenvolvimento vegetal, interferindo nas funções das plantas.

Larcher (2004) diz que diversos fatores geram estresse na vegetação, quando ocorre um desvio significativo das condições ótimas para a vida em todos os níveis funcionais do indivíduo. O estresse pode ser abiótico (relacionado a fatores climáticos como radiação, temperatura, precipitação, seca e ventos), biótico (relacionados com animais e microrganismos) e antropogênicos (físicos e mecânicos, representados por poluentes químicos, compactação e impermeabilização do solo, redução do espaço de desenvolvimento, radiação ionizante e campos eletromagnéticos).

2.8.1 Funções, Bens e Estrutura dos Ecossistemas.

Os serviços prestados pela natureza dizem respeito às funções de suporte dado por ela às condições de vida no planeta e mesmo ao exercício das atividades econômicas. Tais funções citadas não são, segundo Nusdeo (2012), plenamente conhecidas e muito menos contabilizadas adequadamente, resultando em cálculos insuficientes quanto ao impacto de obras e atividades degradadoras.

de Groot *et al* (2002) observam que nas últimas décadas tem crescido a produção de trabalhos e publicações com a preocupação de valoração das funções, bens e serviços do ecossistema, muitas vezes classificados em escalas de análise incompatíveis e de forma diferente por diferentes autores. Uma tipologia sistemática e um quadro abrangente para a avaliação e valoração integradas das funções dos ecossistemas permanecem indefinidos.

A figura 17 esquematiza os principais elementos para uma estrutura integrada das funções ecossistêmicas: a complexidade ecológica (estruturas e processos) se traduz

⁷¹ Larcher, W. *Ecofisiologia vegetal*. Trad. De C.H.B.A. Prado. São Carlos: RiMa, 2004. 531 p.

em funções do ecossistema as quais, por sua vez, fornecem os bens e serviços que são avaliados pelo ser humano.

Segundo de Groot *et al* (2002), o termo “função ecossistêmica” tem sido objeto de várias e contraditórias interpretações. Por vezes, segundo os autores, descreve o funcionamento interno do ecossistema (por exemplo, manutenção de fluxos de energia, interações da cadeia alimentar); outras vezes é relacionado aos benefícios derivados pelos seres humanos a partir das propriedades e processos dos ecossistemas (por exemplo, produção de alimentos e tratamento de resíduos).

Figura 17: estrutura para avaliação e valoração integradas das funções, bens e serviços dos ecossistemas.

Fonte: adaptado de de Groot et al (2002).

Mais objetivamente, de Groot⁷² (1992, *apud* de GROOT *et al*, 2002) define as funções do ecossistema como “a capacidade de processos e componentes naturais em fornecer bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas, direta ou indiretamente”; como na Fig. 17, estas funções são melhor entendidas como um subconjunto dos processos ecológicos e das estruturas dos ecossistemas. Segundo o autor, cada função é o resultado de processos naturais do sub-sistema ecológico total de que ele é uma parte. Os processos naturais são o resultado de complexas interações

⁷² De Groot, R. S., 1992. *Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making*. Wolters-Naordhoff, Groningen.

entre os componentes bióticos (organismos vivos) e abióticos (químicos e físicos) dos ecossistemas.

de Groot *et al* (2000) sugerem o agrupamento das funções ecossistêmicas e seus bens e serviços associados em quatro categorias principais, como constam do Anexo 3.

Para Costanza *et al* (1997), as funções do ecossistema referem-se às propriedades dos sistemas ou processos dos ecossistemas do habitat biológico. Os bens providos pelos ecossistemas (como os alimentos) e os serviços (por exemplo, a absorção de resíduos), representam os benefícios às populações humanas que derivam, direta ou indiretamente, das funções dos sistemas da natureza. Em algumas situações, um único serviço do ecossistema é o produto de duas ou mais funções do ecossistema; assim como é possível uma única função do ecossistema contribuir para dois ou mais serviços ecossistêmicos.

Sob conotação especificamente vinculada ao tema da vegetação urbana, para McPherson *et al* (1997) o termo “função” (aspas dos autores) da floresta urbana refere-se aos bens e serviços que as florestas urbanas produzem à população das cidades, como o arrefecimento das ilhas de calor urbanas.

Segundo Daly; Farley (2004), em um ecossistema os elementos estruturais, identificados com os indivíduos e comunidades de plantas e de animais que compõem um ecossistema, com a sua distribuição espacial juntamente com os recursos abióticos, agem em conjunto para criar um sistema que é maior do que a soma das partes; os fenômenos dele resultantes são as funções do ecossistema.

A maior parte dos ecossistemas tem milhares de elementos estruturais, cada um deles evidenciando vários graus de complexidade. Então, devido à natureza complexa de todo o sistema, quando os elementos de um ecossistema se perdem na maior parte dos casos não conseguimos saber, com certeza, até que ponto as funções de um ecossistema são afetadas, de acordo com Daly; Farley (2004). De igual modo, à medida que as funções do ecossistema mudam como resposta aos impactos humanos ou mudanças não antropológicas, não podemos afirmar com segurança qual será o impacto na estrutura do ecossistema.

Os sistemas complexos são também caracterizados, como postulam Daly; Farley (2004) por um comportamento altamente não linear, significando não podermos prever os resultados de grandes intervenções baseados na compreensão do que ocorre com outras de menor expressão. Remover 40% de uma espécie de um ecossistema pode ter um impacto qualitativamente diferente de remover 20%, e não quer dizer que signifique 2 vezes o impacto eventualmente conhecido pela remoção de 20%.

Restringindo a temática ao contexto da vegetação arbórea nas cidades, McPherson *et al* (1997) trazem que a estimativa dos benefícios das florestas urbanas

depende do conhecimento de várias correlações, como a existente entre a estrutura da floresta e os seus processos ecológicos associados. A “estrutura” (aspas do autor) da floresta urbana se refere ao arranjo da vegetação em relação a objetos em seu entorno, como as construções, e reflete interações históricas entre uma série de fatores culturais e ecológicos. Condições naturais como o clima de uma região, os solos, padrões de precipitação e a composição da vegetação preexistente influenciam a estrutura da floresta; por sua vez, o crescimento físico das cidades induz o espaço disponível para a vegetação. Um histórico sobre o desenvolvimento das florestas urbanas pode ser empregado em conjunto com as informações atualizadas sobre sua estrutura visando as necessidades de gerenciamento atuais e às tendências futuras quanto à saúde e produtividades das árvores.

Para McPherson *et al* (1997), pesquisas para o dimensionamento da estrutura, função e valor das florestas urbanas são fundamentais para que se mantenham saudáveis e produtivas para a comunidade, pois assim 1) potenciais parcerias podem avaliar o retorno dos investimentos florestais urbanos; 2) são aplicados de forma mais eficiente recursos limitados; e 3) entidades sem fins lucrativos podem instruir aos cidadãos sobre o valor das árvores.

Mudanças na estrutura da floresta influenciam processos ecológicos, que por sua vez afetam a qualidade ambiental. Por exemplo, a ilha de calor urbana é influenciada pela cobertura da copa das árvores e, por relações funcionais as quais implicam mudanças nos processos ecológicos, aumentar a cobertura florestal pode modificar fluxos de energia e água, alterando assim a temperatura do ar e as concentrações dos poluentes atmosféricos, modificando a qualidade do meio, de acordo com McPherson *et al* (1997). Desta forma, por dedução, estruturas de paisagens arbóreas urbanas podem ser projetadas e moldadas para exercerem funções (propósitos) específicos como é o caso da busca estética, mitigação da ilha de calor urbana, sequestro do carbono atmosférico, poupança de energia, conservação da água e refúgio da avifauna. Os autores se referem também à incipiência das pesquisas em ambientes urbanos para a compreensão da natureza das inter-relações entre estrutura, função e valor das florestas urbanas, merecendo esta disciplina maiores estudos. Estudar a floresta urbana oferece a oportunidade de fazer avançar a ciência, aumentando a consciência sobre a relação das pessoas com a terra. Programas de ciência e educação ambiental podem ser integrados para alcançar as populações urbanas que de outra forma têm pouco contato com os recursos naturais.

2.8.2 Serviços proporcionados pelas florestas urbanas.

Conforme o IPCC (2014), a combinação baseada na biodiversidade e serviços ecossistêmicos em áreas urbanas como parte das estratégias de adaptação às alterações

do clima possui dimensão que vai além do simples foco em árvores nas ruas e parques ao evidenciar potencial de redução da vulnerabilidade dos ecossistemas e pessoas.

Formuladores de políticas reconhecem o efeito das florestas urbanas na mitigação de determinados impactos ambientais associados ao desenvolvimento econômico, de acordo com McPherson *et al* (1997). Elas também aumentam a atratividade da comunidade e sentido de lugar por melhorarem a qualidade de vida, incrementando a capacidade de uma cidade para atrair novos negócios.

Através de Bolund; Hunhammar (1999), é constatável que sete serviços têm uma grande importância em áreas urbanas: filtragem do ar, regulação microclimática, produção de água, redução de ruído, drenagem de águas pluviais, lazer/turísticos e controle da erosão (Quadro 24). São relevantes para uma cidade com as características de São Paulo. Há outros mais com potencial interesse, como produção de alimentos e tratamento de esgoto (por *wetlands*), mas ainda não são significativos para a cidade.

ecossistema serviço	árvores na rua	parques/ gramados/ áreas livres	floresta urbana	rios/ córregos/ nascentes	bacias/ mananciais/ lagos
filtragem do ar	X	X	X		
regulação micro- climática	X	X	X	X	X
produção de água			X	X	X
redução de ruído	X	X	X		
drenagem de águas pluviais	X	X	X	X	X
lazer/turismo	X	X	X	X	X
controle da erosão/retenção do solo	X	X	X		

Quadro 24: serviços diretos e locais providos por ecossistemas urbanos de uma cidade com as características geomorfológicas de S. Paulo. Segundo Bolund; Hunhammar (1999), as árvores na rua são elementos muito pequenos para serem considerados ecossistemas, devendo ser apontadas como componentes de um sistema maior.

Fonte: adaptado de Bolund; Hunhammar (1999).

Weber; Medhi (2013) empreenderam revisão de literatura e consideraram 170 trabalhos com intenção de identificar os serviços dos ecossistemas mais estudados. Constataram inicialmente 55 serviços ecossistêmicos prestados pela vegetação urbana, sendo que o efeito da vegetação na qualidade do ar foi o aspecto mais investigado durante a última década.

Paiva; Gonçalves (2002) utilizam a expressão *papel ecológico* ao caracterizar os benefícios (limitados) proporcionados pelas árvores individualmente na paisagem urbana; ressaltam, no entanto, que é um aglomerado delas o que potencializa modificações climáticas significativas para a melhoria da qualidade de vida urbana.

Seguem citações de estudos e considerações a respeito dos efeitos benéficos reiterados quanto à presença e interação da vegetação arbórea no meio urbano.

2.8.2.1 Aspectos psicológicos.

Para Scanavaca Júnior (2012), a qualidade de vida se relaciona diretamente com o meio e, deste modo, a saúde física e mental das populações urbanas estão atreladas às áreas verdes oferecidas.

Schroeder (1990) e Dwyer *et al* (1994, *apud* Farah, 2004), conduziram estudos relacionando a contribuição das árvores das cidades aos benefícios psicológicos que elas proporcionam (embora produzam impacto tão importante, este não pode ser mensurado fisicamente), e aos valores e significados que representam para a população, nos quais se incluem os aspectos simbólico e religioso.

Hull (1992, *apud* Farah 2004) constatou a importância da arborização urbana ao se constituir em símbolo de memórias passadas, como caracterização e diferenciação do espaço, ao projetar-se como marco referencial, por dar orientação aos residentes, ao permitir efeitos relaxantes, por conceder destaque ao lugar e ser associada à crença espiritual.

Ulrich (1984) cita estudo realizado entre 1972 e 1981 a respeito da influência restauradora da visão da natureza sobre pacientes em hospital da Pensilvânia, EUA. Vinte e três pacientes cirúrgicos internados em quartos com janelas com vista para uma paisagem natural tiveram menor tempo de permanência pós-operatória, receberam comentários avaliativos menos negativos em notas de enfermagem e tomaram analgésicos menos potentes do que outros 23 pacientes em quartos semelhantes com janelas de frente para outro prédio.

O mesmo enfoque é tratado por Scanavaca Júnior (2012) quando relata que o contato com a natureza ajuda ou acelera a recuperação de doenças, combate ou desestimula a obesidade e melhora o humor, dentre outros benefícios.

Crestana *et al* (2007) citam estudos segundo os quais a beleza do ambiente produz efeitos psicológicos no ser humano ao despertar a atenção espontânea, o que baixa a tensão nervosa e permite recompor, rapidamente, a função cerebral de fatos

estressantes. Além do prazer visual, relatam o prazer sonoro produzido pelos seres vivos que habitam as árvores.

Espaços verdes, segundo o relatório TEEB (2010), promovem o relaxamento, a redução do estresse e favorecem estímulos sensoriais.

Takano *et al* (2002) constataram que a qualidade do ambiente físico perto da residência - como espaço para passeios, ruas arborizadas, luz solar incidente sobre a residência e menos ruído no ambiente - mostrou uma associação positiva para a longevidade dos idosos de Tóquio; os autores afirmam que morar próximo a ruas tranquilas e espaços verdes influenciou em uma sobrevivência de cinco anos para idosos, independentemente da idade da pessoa, sexo, estado civil, envolvimento com a comunidade e situação socioeconômica.

2.8.2.2 Poluição do ar.

A poluição aérea é uma grande preocupação ambiental na maioria das grandes cidades do mundo (NOWAK *et al*, 2006). Um importante foco de pesquisa tem sido o papel da vegetação urbana na formação e degradação de poluentes do ar nas cidades.

Apesar de a poluição ser considerada um dos mais importantes fatores antropogênicos, segundo Moreira (2010) ela também pode ser gerada pela natureza, como nas erupções vulcânicas, pela vegetação em áreas alagadas e descargas elétricas que são capazes de lançar elementos fitotóxicos ao ar.

Conforme Baycu *et al* ⁷³ (2006, *apud* Moreira, 2010), cada poluente gera uma interação diferente com a vegetação, assim como a reação das plantas ao poluente também varia entre espécies e estágio de crescimento.

Ainda que árvores também emitam compostos orgânicos voláteis (COV), que contribuem para a formação do ozônio (O₃), as árvores urbanas, particularmente espécies que emitam baixos índices de COV, colaboram para reduzir os níveis de ozônio notadamente por seus efeitos físicos conjuntos através de funções como a redução da temperatura do ar (pela transpiração), ao favorecer a redução do consumo de energia pelas edificações e pela remoção de poluentes (NOWAK *et al*, 2006).

A química da poluição do ar é altamente complexa e envolve centenas de compostos tal como eles são emitidos a partir das suas fontes e outros adicionais que se

⁷³ Baycu, G.; Tolunay, D.; Özden, H.; Günebakan, S. *Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn and Ni concentration in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul. Environmental Pollution, London, v. 143, p. 545-554, 2006.*

formam por meio de reações na atmosfera. Os ecossistemas florestais, de acordo com Miller (1997), ajudam na limpeza dos poluentes da atmosfera quando combinados com outras medidas de controle.

As árvores removem a poluição aérea principalmente por absorção através dos estomas das folhas, embora alguns gases sejam removidos através da superfície da planta. Também eliminam a poluição interceptando partículas em suspensão (NOWAK *et al*, 2006; CRESTANA *et al*, 2007).

Segundo Moreira (2010), as interações dos poluentes com as plantas podem ser benéficas ao ambiente e ao homem mesmo quando elas sofrem danos causados pela poluição, pois a vegetação pode acumular, transformar e absorver poluentes, “funcionando” como bioindicadoras de poluição. É o que ocorre, conforme Castro *et al*⁷⁴ (2007, apud Moreira, 2010), porque a maioria das plantas é sensível aos metais pesados e podem acumulá-los, mitigando os efeitos da poluição e geralmente possuindo mecanismos de resistência que lhes impedem efeitos tóxicos.

De acordo com Miller (1997), a vegetação urbana interage com os poluentes do ar e reduz a quantidade de contaminantes como:

- > Particulados sólidos (orgânicos e inorgânicos) e particulados líquidos (aerossóis) que são removidos pelas plantas através de três mecanismos - a sedimentação sob a influência da gravidade, a impaction (*impaction*) sob a influência de indução eletromagnética (correntes de Foucault) e a deposição pela influência da precipitação;
- > Óxidos de nitrogênio (NO, NO₂), que são removidos por absorção foliar, com alguma utilização do nitrogênio pelas plantas;
- > Dióxido de enxofre (SO₂): parte é reduzida e utilizada, embora a quantidade removida pelas plantas seja insignificante quando comparada com as concentrações atmosféricas;
- > Monóxido de carbono, que tem pouca redução pela vegetação lenhosa;
- > Halogênios: tanto o cloro como o flúor são reduzidos pela vegetação lenhosa, sendo que o cloro é removido a taxas maiores;
- > Amônia: as plantas absorvem e utilizam parte da amônia pelo seu teor de nitrogênio;
- > Ozônio: é retirado da atmosfera rapidamente, a taxas elevadas.
- > Peroxiacetilnitrato (PAN): forma-se na atmosfera como o resultado da reação de Hidrocarbonos e óxidos de nitrogênio na presença da luz solar. Plantas lenhosas reduzem os níveis de PAN.

⁷⁴ Castro, P. R. C.; Kluge, R. A.; Dechen, A. R. *Introdução à Ecofisiologia Vegetal. Piracicaba: FEALQ, 2007. 227 p.*

Conforme Miller (1997), o destino final dos poluentes é o solo abaixo das árvores e a água de percolação através da floresta e do solo. Alguns poluentes são transformados em não tóxicos através da interação com o ecossistema florestal. A floresta urbana pode ajudar a resolver os problemas de poluição do ar, mas apenas como parte de um esforço maior para controlar os contaminantes na sua origem.

Segundo Nowak *et al* (2006), as taxas de remoção de cada poluente podem variar com base no tamanho da cobertura arbórea, concentração do poluente, duração da temporada das folhas nas plantas, volume da precipitação e outras variáveis meteorológicas que afetam a transpiração das árvores e as velocidades de deposição.

Moreira (2010) conduziu análises utilizando folhas de árvores de três espécies frequentemente utilizadas na arborização urbana presentes no Parque Ibirapuera. A expectativa foi levantar a concentração de alguns elementos químicos pelas árvores, principalmente os vinculados às emissões por veículos automotores.

A pesquisa de Moreira (2010) concluiu que: I- áreas circundadas por avenidas possuem altos níveis de poluição atmosférica por fontes veiculares e alguns elementos foram identificados em maiores concentrações nas bordas do parque, onde são barrados pela vegetação; II- a eficiência da função de barreira protetora contra poluentes dispersados pelo vento depende da composição e densidade da floresta urbana, isto é, ela será mais eficiente quanto maior for a proximidade entre os componentes arbóreos e ao contar com diversas alturas de árvores; III- a vegetação é capaz de absorver os poluentes atmosféricos e utilizá-los como nutrientes.

Scanavaca Júnior (2012) comenta sobre estudos que compararam a concentração de microorganismos entre as matas e as cidades: áreas com vegetação podem conter 50 microorganismos/m³ do ar enquanto nos *shopping centers* de grandes cidades foram encontrados 4.000.000 de microorganismos/m³ de ar. Neste sentido, Nowak e Dwyer (2000, *apud* Scanavaca Júnior, 2012) haviam conduzido pesquisa através da qual levantaram que 1 metro cúbico de copa arbórea é capaz de remover 13,7 g de poluentes do ar.

A Agência de Proteção Ambiental dos EUA – US EPA⁷⁵ (2004, *apud* Nowak *et al*, 2006) incentiva a cobertura arbórea urbana como potencial providência emergente para ajudar a atender aos padrões de qualidade do ar naquele país. A gestão da cobertura do dossel das árvores influencia no alcance destes padrões.

McPherson *et al* (1997) e McPherson *et al* (1994) fazem referência a estudo⁷⁶, realizado em 1991, que relacionou a estrutura da vegetação urbana com funções

⁷⁵ *Incorporating Emerging and Measures in a State Implementation Plan (SIP). US Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.*

⁷⁶ *The Chicago Urban Forest Climate Project (CUFCP) foi um estudo que durou 3 anos para quantificar os efeitos da vegetação urbana sobre o meio ambiente local e ajudar as*

florestais e valoração das cerca de 50,8 milhões de árvores então contidas na região metropolitana de Chicago (que incluem Cook County e DuPage County). Na área referenciada as árvores removeram (na estação em-folhas) 5.575 toneladas de poluentes do ar, sendo estimado o valor da melhoria do ar em US\$ 9,2 milhões. Em acréscimo, o aumento da cobertura arbórea em 10% ou o plantio de 3 árvores por área construída pouparia custos anuais para aquecimento e arrefecimento em cerca de US\$ 50 a US\$ 90 por residência devido ao aumento do sombreamento e temperaturas menores no verão e redução da velocidade do vento no inverno. O valor líquido dos serviços prestados por cada árvore de Chicago, em 1997, era de US\$ 402.

2.8.2.3 Controle de ruídos.

O som indesejado, ou ruído, tem sido um componente da vida urbana desde as primeiras cidades e vem representando um problema muito maior na cidade moderna, pois construções, reformas e a manutenção dos centros urbanos, além do tráfego, contribuem para o barulho. O barulho intenso e persistente causa distúrbios psicológicos e é uma ameaça à vida em comunidade (MILLER, 1997).

Ruídos são uma das principais causas de stress, hipertensão, perda de audição e distúrbios do sono (GUADAGNO *et al*, 2013).

Conforme Robinette⁷⁷ (1972, *apud* MILLER, 1997) e Crestana *et al* (2007) plantas podem servir como atenuadoras de excessos; folhas, galhos, e ramos de árvores e arbustos absorvem a energia do som. As plantas absorvem as altas frequências a uma taxa maior do que às baixas frequências. Barreiras de árvores em determinados ângulos em relação à fonte do ruído, além de características de composição e largura dos conjuntos arbóreo e arbustivo, promovem a absorção e refração do som, dissipando sua energia sonora.

organizações de planejamento e gestão da cidade a aumentar os benefícios ambientais líquidos derivados da floresta urbana de Chicago. Fonte: McPherson et al (1994).

⁷⁷ Robinette, G. O. 1972. *Plants/People/and Environmental Quality*. USDI-Natl. Park Serv

2.8.2.4 – Lazer/recreação/interação social.

O bem-estar e o interesse pela aptidão física têm gerado uma grande população de usuários florestais urbanos que demandam caminhada, corrida e trilhas de ciclismo, junto com campos para atividades esportivas (MILLER, 1997). A recreação em florestas urbanas está se tornando mais atraente como parte dos esforços globais para melhorar a qualidade de vida nas cidades, proporcionando mais e maior qualidade a espaços verdes para a satisfação dos moradores urbanos, conforme Miller (1997).

Espaços verdes públicos oferecem locais agradáveis e incentivam a prática de atividades físicas em grupo ou individuais.

Promovem a interação social e melhoram as comunidades, pois oferecem acesso público gratuito a parques e instalações de uso comum (TEEB, 2010).

2.8.2.5 Abrigo da fauna.

De acordo com Miller (1997) e Crestana *et al* (2007), árvores oferecem abrigo e alimentação para uma infinidade de animais silvestres que não poderiam sobreviver ao ambiente estranho da cidade. Enquanto as árvores proporcionam estímulos sensoriais como descrito anteriormente, faltam-lhes a animação de seres que rastejam, caminham ou voam. A fauna urbana oferece esta animação e as cidades estão repletas de mamíferos, insetos, répteis, ácaros, líquens, anfíbios, aves e outros que habitam as copas das árvores das cidades.

Abelhas são co-responsáveis pela polinização de espécies de interesse econômico, como frutíferas, hortaliças, leguminosas e oleaginosas. O pólen é a parte fecundante da flor, transportada pelas abelhas para a colméia para utilizá-lo como alimento. Ao dar abrigo a agentes polinizadores como abelhas, a vegetação de uma floresta urbana também se beneficia dos efeitos da ação das abelhas sobre a flora de uma região. As abelhas podem procurar flores em uma área de 1.963 ha, que corresponde a 2.500 m ao redor da colméia. Com esse raio de ação em busca do pólen, as abelhas promovem o cruzamento entre indivíduos diferentes e, com isso, a perpetuação das espécies vegetais (PINHEIRO; CÂNDIDO, 2009).

Colméias de abelhas melíferas estão sendo criadas e mantidas nas áreas verdes de alguns aeroportos europeus; além da iniciativa pela educação ambiental e produção e

venda de mel nas lojas dos aeroportos (como estratégia de *marketing* ambiental), os produtos das abelhas como a cera e o próprio mel passaram a servir como biomarcadores na detecção e indicação de níveis de metais pesados, hidrocarbonetos orgânicos voláteis e hidrocarbonetos poliaromáticos, segundo Beurteaux (2015).

Um aspecto insuspeito em relação aos serviços prestados pela natureza ao ser humano é o verificado em relação à presença de artrópodes, mais especificamente formigas, no meio urbano. Youngsteadt *et al* (2015) realizaram estudo onde demonstraram a contribuição destes animais na eliminação de restos de alimentos das ruas de Nova York, diminuindo a incidência de pragas urbanas, como ratos. Com formigas à frente, elas mesmas consideradas outra praga, os artrópodes conseguem retirar 65 kg de restos de alimento por quilômetro de ruas em um ano. Já era conhecida a participação das formigas no “plantio” de árvores ao enterrarem sementes de frutos de que se alimentaram. (Demonstram-se, assim, os limites imprecisos entre os benefícios e prejuízos provocados por um mesmo agente em um ecossistema.)

Parques fornecem habitat para a crescente quantidade de vida selvagem que tem se adaptado às cidades (TEEB, 2010).

A fauna das cidades é um reflexo do habitat disponível e uma indicação da condição do ecossistema urbano⁷⁸. Uma cidade diversificada em termos de abundância, tipo e distribuição da vegetação irá fornecer habitat para uma fauna diversificada e um ambiente mais estável para a espécie humana, de acordo com Miller (1997).

O Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (Lei munic. 16.050/14) traz como um dos objetivos do Sistema de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres (item VI do artigo 267) a conservação e recuperação dos corredores ecológicos na escala municipal e metropolitana.

2.8.2.6 Climatologia.

Para Miller (1997), o clima de um determinado local pode ser descrito a partir de três aspectos:

⁷⁸ Segundo Pinheiro; Cândido (2009), o meio em que as plantas e os animais vivem condiciona muito o seu comportamento. O solo é mais ou menos estável, quando em condições naturais. Quanto ao clima, há variações diárias, mensais, estacionais e anuais. Dessa forma, os fenômenos biológicos estão, principalmente no caso das plantas, diretamente ligados a essas variações. A parte da botânica que estuda as variações dos fenômenos biológicos (entre eles o da floração) em relação às mudanças climáticas é a Fenologia.

I- o macroclima, que é o clima geral de uma determinada região com centenas de milhas quadradas e é composto por parâmetros como a quantidade, distribuição e a média das precipitações; a máxima, mínima e média das temperaturas; a direção e velocidades médias dos ventos.

II- o mesoclima, que abarca menor escala cobrindo dezenas de milhas quadradas e descreve as variações do macroclima devido aos efeitos causados por características topográficas, corpos de água e outras influências.

III- o microclima, que consiste em uma área ainda menor, cujas alterações locais são devidas principalmente a desvios na superfície, tais como tipo de solo, cobertura vegetal e estruturas (edifícios).

As árvores e outras vegetações afetam o mesoclima e microclima urbanos, influenciando no conforto humano e no consumo de energia das construções (MILER, 1997).

Por transpirar água e bloquear ventos, proteger as superfícies e modificar o armazenamento e trocas de calor entre superfícies urbanas, árvores afetam o clima local e, conseqüentemente, o consumo de energia em edifícios, o conforto térmico humano e a qualidade do ar.

2.8.2.7 Radiação solar.

Os raios solares atingem as superfícies urbanas e esta radiação é absorvida, refletida e irradiada, produzindo energia sob a forma de calor (CRESTANA *et al*, 2007). Esse calor é trocado com o ar circundante, esquentando e reduzindo a umidade do ar adjacente ao solo.

Durante o dia, materiais como o asfalto transmitirão aquecimento por convecção em intensidades diferentes que possibilitarão a ocorrência de distintas temperaturas do ar na cidade, quando se verifica que algumas áreas são mais quentes que outras (CRESTANA *et al*, 2007); o próprio asfalto tem seus componentes volatizados rapidamente e acaba se degradando mais depressa, aumentando os gastos públicos para sua manutenção, além dos outros gastos envolvidos com os problemas de saúde da população.

A vegetação como interceptadora de energia solar bloqueia o impacto da radiação nas superfícies e converte a energia em ligações químicas através da fotossíntese, fornecendo também sombra diretamente nas áreas em que é desejada e indiretamente através de sua superfície que reflete a energia ou a reemite, conforme Robinette (1972, *apud* MILLER, 1997).

Hiesler; Herrington⁷⁹ (1976, *apud* MILLER, 1997) relatam que o controle da radiação infravermelha é a mais importante função que as árvores cumprem pelo conforto humano e que as variedades de árvores com folhagem densa são as mais eficazes ao interceptar esses comprimentos de onda.

Uma cobertura vegetal fechada no qual as camadas das folhas das árvores estão sobrepostas e se sombreiam mutuamente propicia que ao atravessar as várias camadas a intensidade da radiação solar decresça exponencialmente com o aumento do grau de cobertura vegetal (LARCHER, 2000). A cada profundidade da cobertura vegetal, a radiação que penetra é interceptada e utilizada gradualmente, estando quase totalmente absorvida próxima à superfície do solo. O efeito da atenuação da radiação depende da densidade da folhagem, do arranjo das folhas no interior da vegetação e do ângulo existente entre a folha e a radiação incidente.

2.8.2.8 Umidade e precipitação.

A umidade relativa do ar no verão é maior dentro de concentrações florestais em comparações a áreas abertas. Em termos de precipitação, as árvores têm um papel importante quando a umidade que atinge o solo é considerada. A folhagem de uma conífera permite que sejam interceptados 40% da precipitação anual e reevapore parte à atmosfera. Árvores lenhosas interceptam aproximadamente 20% da precipitação anual antes de atingir o solo, de acordo com Rubinette (1972, *apud* MILLER, 1997).

Segundo McPherson *et al* (1994) a mistura complexa de superfícies antropogênicas (edifícios, estradas) e superfícies naturais (árvores, grama) em áreas urbanas afeta como energia e água são fracionadas e recicladas através do sistema urbano.

McPherson *et al* (1994) discorrem que a substituição de superfícies naturais por superfícies antropogênicas altera as propriedades térmicas e de umidade da região. A atmosfera local é, então, modificada, gerando um “clima urbano” comumente caracterizado pelo aumento da temperatura atmosférica e piora na qualidade do ar.

As copas das árvores funcionam como “caixas d’água” regulando a liberação de água para a atmosfera por meio da evapotranspiração, auxiliando na manutenção da

⁷⁹ Hiesler, G. M., and L. P. Herrington. 1976. “Selection of Trees for Modifying Metropolitan Climates”. *Better trees for Metropolitan Landscapes, USDA-For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-22, pp. 31-37.*

umidade relativa do ar e para temperaturas mais agradáveis no verão (MILLER, 1997; IPCC, 2014).

2.8.2.9 Temperatura do ar e ilhas de calor urbanas.

Segundo Miller (1997), está bem documentado que a floresta arrefece temperaturas extremas do ar em comparação com áreas abertas adjacentes. Bosques e parques urbanos e comunidades suburbanas são mais frios do que o centro das cidades.

Prédios, asfalto e concreto absorvem a radiação solar e emitem radiação de onda longa que aquece a atmosfera. Cidades usam grandes quantidades de energia e alteram essa energia em forma de calor, aquecendo ainda mais ilhas de calor urbanas, de acordo com Miller (1997).

As árvores e outras vegetações, conforme Miller (1997), usam um pouco da energia solar para fazer ligações químicas na fotossíntese e grandes quantidades da energia solar na evaporação da água para arrefecer a superfície das folhas.

O IPCC (2014) faz referência à proposta de aumento da cobertura de árvores como uma forma de reduzir as ilhas de calor urbanas e que os efeitos de resfriamento e sombreamento são particularmente elevados em grandes parques ou áreas de floresta.

O processo de evapotranspiração retira o calor do ar para evaporar a água. Uma árvore de grande porte (pau-ferro, por exemplo, com aproximadamente 120 m³ de copa) é capaz de processar até quatrocentos litros de água e retirar 960 MJ de calor por dia no verão (GARTLAND, 2008; SCANAVACA JÚNIOR, 2012).

2.8.2.10 Movimento do ar.

O vento pode exercer impactos positivos e negativos sobre o conforto humano. O ar em movimento vai esfriar a superfície da pele no verão por evaporação de suor, ou relaxar a pele no inverno, substituindo rapidamente o ar aquecido pelo corpo com o ar frio. Plantas podem ser usadas para controlar o movimento de ar pela obstrução, por orientação, por deflexão e filtração (*filtration*), conforme Robinette (1972, *apud* MILLER, 1997).

Barreiras também podem ser formadas por fileiras de árvores e arbustos, conhecidas por quebra-ventos vegetais, que são estruturas físicas que servem para reduzir a velocidade do vento a níveis suportáveis e adequados ao conforto dos seres vivos (CRESTANA *et al*, 2007).

Agricultores desde os tempos antigos têm instalado barreiras formadas por árvores e arbustos, dentre outros dispositivos, para a proteção das culturas do vento excessivo, de acordo com Crestana *et al* (2007). Atualmente, os quebra-ventos têm tido utilização mais frequente, através de novas técnicas, com vistas a atenuar a ação dos ventos diante das questões das mudanças climáticas.

O IPCC (2014) se refere à necessidade de conhecimento mais detalhado especificamente sobre os efeitos climáticos das plantas urbanas e estruturas da vegetação das áreas verdes nos padrões locais de circulação atmosférica e seu impacto nos fluxos e metabolismo urbanos.

2.8.2.11 Consumo de energia nos imóveis.

Custos de aquecimento e arrefecimento podem ser reduzidos pelo uso apropriado da vegetação ou aumentado pelo mau uso, de acordo com Miller (1997). Casas e outros edifícios perdem calor através de três mecanismos: entrada do ar, condução do calor e transmissão de radiação. Um arranjo bem projetado na paisagem arbórea (quebra-ventos) pode reduzir a perda de calor reduzindo os custos de aquecimento dependendo do local, além de reforçar a atratividade do imóvel.

Segundo McPherson *et al* (1994), árvores podem reduzir a utilização de energia nas construções, diminuindo as temperaturas e promovendo o sombreamento no verão e bloqueando ventos no inverno. Mas as árvores, eventualmente, também podem provocar efeito inverso, aumentando a utilização de energia pelos edifícios quando ramos e galhos fazem sombra durante o inverno e bloqueiam a brisa do verão.

No verão, conforme Miller (1997), a energia solar aquece os edifícios por dois mecanismos: pela radiação através de janelas que aquece as superfícies interiores, ou condução através das paredes. As árvores e outras vegetações afetam as temperaturas internas, interceptando até 90% da energia solar no verão, tornando edifícios sem ar condicionado mais confortáveis. Nos ambientes climatizados, ajudam a reduzir a demanda de energia.

2.8.2.12 Controle da erosão.

Conforme Miller (1997), solos urbanos estão expostos a forças erosivas da atmosfera devido às edificações, negligência ou uso excessivo da superfície em locais públicos de lazer e aglomeração. As superfícies cobertas com prédios, ruas e estacionamentos são impermeáveis à infiltração de água e concentram os fluxos da superfície em todo o solo exposto. A erosão do solo resulta em sérios problemas de poluição da água e assoreamento dos cursos d'água urbanos vitais.

A cobertura vegetal apropriada reduz a erosão do solo e evita o carreamento de sedimentos, partículas e resíduos presentes nas vias para os cursos hídricos como resultado, por exemplo, do rolamento dos pneus (MILLER, 1997; SCANAVACA JÚNIOR, 2012).

2.8.2.13 Hidrologia.

Ruas, telhados, estacionamentos, solo compactado e outras superfícies impermeáveis contribuem para o escoamento evitando ou reduzindo a infiltração da água no solo. O escoamento dos temporais contribui para inundações locais e à jusante (MILLER, 1997).

Árvores urbanas e outros tipos de vegetação natural ou em parques contribuem para reduzir o escoamento de duas formas: permitem a infiltração e suas copas interceptam e evaporam a água antes de chegar ao chão (MILLER, 1997). Muitas comunidades estão restaurando as zonas úmidas (*wetlands*), que são eficazes na redução do escoamento superficial e inundações e melhoram a qualidade da água através da remoção de nitrogênio e fósforo, conforme Miller (1997) e Guadagno *et al* (2013).

Larcher (2000) enfatiza que uma densa comunidade vegetal influencia de maneira considerável a quantidade e a distribuição espacial da chuva que atinge o solo. Devido à interceptação pelas copas da floresta, somente uma parte da chuva ou neve atinge diretamente o solo.

Segundo Crestana *et al* (2007), as superfícies das folhas, galhos e demais estruturas aéreas das árvores retêm em média 19% do volume da precipitação, podendo chegar a 70%; reter um grande volume nos primeiros minutos de chuva, quando a intensidade é maior, é fundamental para o equilíbrio hidrológico urbano e controle do escoamento superficial, ocorrendo menos problemas com enchentes.

Além da infiltração e absorção, árvores e florestas urbanas podem também facilitar o armazenamento de água para uso das cidades (IPCC, 2014). As florestas e a cobertura vegetal em torno das áreas urbanas são responsáveis por melhorias na recarga das águas subterrâneas, segundo Pickett *et al*⁸⁰(2001, *apud* GUADAGNO *et al*, 2013), garantindo acesso aos recursos hídricos em períodos de seca e melhorando a qualidade da água ao filtrar e absorver nutrientes e contaminantes.

O item IV do artigo 214 do Plano Diretor Estratégico do município de São Paulo (2014) prevê as áreas protegidas, áreas verdes e espaços livres, em especial os parques lineares (matas ciliares), como componentes do Sistema de Drenagem do município, que visa a redução dos riscos de inundação, alagamento e de suas consequências sociais, redução da poluição hídrica e do assoreamento e recuperação ambiental de cursos d'água.

Florestas costeiras e manguezais têm algum efeito ao mitigarem em pequena e média escala os riscos costeiros provenientes de tempestades e ventanias e também protegendo pessoas por ocasião da subida das marés (GUADAGNO *et al*, 2013).

2.8.2.14 Águas residuais.

De acordo com Miller (1997), os custos associados ao controle da poluição da água são elevados e vêm aumentando, assim como a demanda por água potável, exigindo novas fontes. As florestas urbanas podem ajudar a aliviar estes problemas ao limpar parcialmente as águas residuais tratadas pela cidade e ao recarregar os aquíferos para abastecimento, funcionando como um filtro vivo.

Scanavaca Junior (2012) relata que a floresta urbana e a mata ciliar retêm partículas químicas e outros resíduos, o que barateia o tratamento e garante também abastecimento de água de melhor qualidade.

⁸⁰ Pickett, S. T. A. *et al* (2001) “Urban Ecological Systems: Linking Terrestrial Ecological, Physical, and Socioeconomic Components of Metropolitan Areas”. *Annual Review of Ecological Systems* 32:127-157.

2.8.2.15 Valorização financeira dos imóveis.

É recorrente a impressão geral de que o preço do metro quadrado de imóveis localizados em ruas e bairros com boa arborização é superior ao de logradouros desprovidos de vegetação ou com poucas árvores.

No entanto, uma possível conexão entre a arborização e a valorização das construções ainda carece de maiores estudos e análises que determinem os parâmetros e as condições que permitam estabelecer uma efetiva relação de causa e efeito entre estes fatores, desta forma indo além de apenas (mais) uma mera estratégia especulativa do “mercado” imobiliário.

Matéria de Pellegrino (2015), veiculada pela Folha de S. Paulo, cita análise bancada pelo setor imobiliário da cidade e dá conta de que endereços mais caros em São Paulo ficam próximos a áreas verdes; uma praça na zona sul da cidade, a menos de um quilômetro do Parque Ibirapuera, representa atualmente o metro quadrado de terreno mais caro da capital; as árvores que cobrem a área incluem jabuticabeiras, jaqueiras, cajueiro, amoreiras e outras. Além da localização em área nobre, a arborização é um fator adicional para a valorização local. Nos arredores da praça, o metro quadrado varia de \$ 20 mil a \$ 35 mil; no bairro, a média é de \$ 15 mil e no restante da cidade o metro quadrado valeria \$ 9 mil em média.

2.8.2.16 - Sequestro de carbono.

O dióxido de carbono é um gás que, em excesso, pode resultar em aumento global das temperaturas devido ao efeito estufa. A captura de CO₂ pelas vegetações é um componente importante no combate aos problemas resultantes das mudanças climáticas, segundo o TEEB (2010). Florestas naturais são notórias por acumular carbono e florestas plantadas também podem sequestrar carbono, algumas vezes bem rapidamente.

O metabolismo do carbono no interior da célula está relacionado à circulação atmosférica por meio das trocas gasosas, de acordo com Larcher (2000) - Isso implica uma troca de CO₂ e O₂ entre o interior da planta e a atmosfera que a envolve. Nas trocas gasosas durante a fotossíntese, a planta fixa CO₂ e libera O₂; nas trocas gasosas durante a respiração, a planta libera CO₂ e consome O₂, revertendo assim as trocas desses gases. Estas atividades ocorrem sob a influência dos fatores climáticos de

radiação, temperatura e umidade do ar. Se a planta fixa e processa o CO₂ durante o dia ou durante a noite dependerá da espécie, grau de desenvolvimento, condições climáticas e do substrato.

De acordo com o estudo CUFCP (1991) citado por McPherson *et al* (1994) e McPherson *et al* (1997), as 50,8 milhões de árvores da região de Chicago (EUA) tinham armazenadas aproximadamente 5,6 milhões de toneladas de carbono e sequestravam por volta de 140.600 toneladas de carbono por ano. A vegetação arbustiva armazena aproximadamente 4 por cento do volume retido pelas árvores.

As árvores na zona urbana provêem duplo benefício: a retenção direta do CO₂ atmosférico e também evitam a emissão do gás por usinas que utilizam combustível fóssil para gerar energia elétrica, ao favorecerem a economia de energia quando as árvores estão convenientemente situadas a depender do propósito de aquecimento ou arrefecimento nos edifícios e residências.

De acordo com Yu (2004), a Conferência de Kyoto, em 1997, consagrou o conceito de sequestro de carbono por representar uma forma de mitigação de menor custo para reverter o acúmulo de CO₂ na atmosfera para a redução do efeito estufa. O Protocolo de Kyoto considerou quatro formas biológicas de sequestro: a) reflorestamento ou florestamento; b) manejo florestal sustentável; c) conservação e proteção florestal contra desmatamento; e d) substituição do combustível fóssil por biomassa renovável para reduzir as emissões. Os quatro principais estoques de carbono são a atmosfera, os oceanos, os depósitos de combustíveis fósseis e a biomassa terrestre e solo.

O sequestro de carbono é um processo paliativo de retirar do ar o que já foi emitido, pois a forma mais desejável de mitigar o problema das mudanças climáticas é através da redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) na fonte, segundo Yu (2004). A retirada (sequestro) do gás carbônico atmosférico pode se dar pela ação humana (através de tecnologias em desenvolvimento como bombear o gás para o fundo de poços de petróleo ou para o fundo dos oceanos) ou na forma do ciclo natural do carbono. Esta última refere-se à mitigação biológica ou à forma natural de sequestrar o gás carbônico pelos vegetais através da fotossíntese, cujo processo permite fixar o carbono em forma de matéria lenhosa nas plantas. Quanto maior o porte das plantas, mais biomassa se acumula e consequentemente mais carbono é fixado⁸¹.

Larcher (2000) acrescenta que a fitomassa terrestre armazena uma quantidade de energia (aproximadamente 30×10^{21} J) que está na mesma ordem de magnitude das reservas conhecidas de carvão, gás natural e óleo mineral (aproximadamente, 25×10^{21}

⁸¹ *A quantidade de carbono sequestrado anualmente por uma árvore com menos de 8 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) equivale à emitida por um carro que tenha se deslocado por 16 km.*

Fonte: McPherson et al (1994).

J). Uma quantidade de energia aproximadamente dez vezes maior em relação ao que é consumido em escala global é fixada anualmente por meio da fotossíntese. Isto dá margem a se interpretar que a energia proveniente da fitomassa como energia primária poderia suprir as necessidades humanas, mas é um recurso a ser tratado sob a ótica dos custos e benefícios, pois estepes e desertos são testemunhas que adverte para as consequências negativas do aproveitamento da fitomassa durante centenas de anos.

A figura 18 compila os serviços ecossistêmicos derivados dos diversos sistemas ecológicos nos quais o homem se insere.

Figura 18: Ecossistemas e serviços que provêm.
Fonte: adaptado do CAEM (2005).

2.9 SOBRE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS E PAGAMENTO POR SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS.

Assim como foi verificado não haver uma terminologia consensual pela academia que seja aplicável aos benefícios que a humanidade recebe dos ecossistemas naturais, logicamente que o mesmo conflito permanecerá quando se trata de estudar a mesma temática sob o ponto de vista da valoração econômica dos serviços prestados pela natureza.

Também neste tópico vários autores foram consultados e, desta forma, expressões como pagamento por serviços ambientais, pagamento por serviços ecossistêmicos e compensação por serviços ambientais terão de ser alternadamente utilizadas de acordo com a fonte consultada.

De forma alguma a significação e compreensão das interações entre os ecossistemas e o meio urbano que se pretende extrair das análises aqui expressas podem ser invalidadas pela profusão de conceitos e terminologias. Ao contrário, a unanimidade é, afinal, verificada na intenção de se atribuir às funções ecossistêmicas e seus serviços a dimensão da importância que representam por derivarem dos recursos naturais cada vez mais escassos e reconhecidamente fundamentais na manutenção das condições para a permanência da vida no planeta.

Isto posto, esta dissertação teve a intenção de privilegiar a diversidade de análises de autores que permitissem conduzir o estudo sob um ponto de vista pluriconceitual, até pela falta de unanimidade acadêmica.

O conceito de bens e serviços do ecossistema é inerentemente antropocêntrico, pois a existência de seres humanos como agentes de valorização permite considerar processos e estruturas ecológicas básicas como possuidoras de valor. Uma vez conhecidas as funções de um ecossistema, a natureza e a magnitude de valor para a sociedade podem ser analisadas e avaliadas através dos bens e serviços prestados pelos aspectos funcionais do ecossistema (de GROOT, 2002).

Apesar da importância dos serviços dos ecossistemas em todas as cidades do mundo, o serviço real e seu valor são específicos de um local e podem variar significativamente entre si, importando que generalizações de avaliações sejam inapropriadas, pois as cidades diferem à medida que estão assentadas em todos os tipos de climas, com tamanhos que variam de pequenos agrupamentos até grandes metrópoles, e as condições materiais de seus habitantes variam muito (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999).

Segundo Born; Talocchi (2002) e o relatório TEEB (2011), quando um formulador de políticas propõe proteger o capital natural ou o uso menos intensivo de seus recursos tende a proporcionar benefícios aos seus cidadãos e também aos de outras comunidades além da sua, podendo alcançar proporções regionais, nacionais ou até mesmo globais. Da mesma forma, quando o proprietário de um recurso natural deixa de explorá-lo intensivamente, não auferindo os rendimentos comerciais que seriam esperados pelo seu aproveitamento, o recurso continua a beneficiar outros de forma gratuita. No entanto, os custos pela conservação e manutenção dos sistemas que proporcionam estes benefícios normalmente são arcados pela comunidade ou pelo produtor local e costuma não haver incentivos para que eles forneçam serviços a outras comunidades caso não partilhem os gastos.

Porém, medidas políticas e programas de financiamento estão oferecendo este tipo de transferência ou compensação, permitindo que comunidades locais tenham melhor condição de arcar com os custos, aprimorando a conservação e assegurando boas práticas de desenvolvimento (TEEB, 2011).

Proposições de pagamentos pela conservação ambiental que propiciem a manutenção dos serviços de suporte fornecidos pela natureza constituem-se, segundo Nusdeo (2012), em uma alternativa aos instrumentos clássicos de controle de comportamento utilizados pelas normas ambientais, os instrumentos de comando e controle.

O Pagamento por Serviços Ecosistêmicos é uma abordagem para a proteção de serviços ecosistêmicos baseada em incentivos que compensem os proprietários ou gestores de terras que adotam práticas favoráveis a um ecossistema (TEEB, 2010). De forma simplificada: aqueles que utilizam os serviços ecosistêmicos pagam àqueles que os fornecem.

A disposição a pagar de agentes privados por serviços fornecidos gratuitamente pela natureza passa pela necessidade da superação da característica de bem público, em seu sentido econômico, dos serviços ambientais, de acordo com Nusdeo (2012). Bens públicos consistem num tipo de externalidade positiva e como tal geram benefícios a grupos de variados tamanhos que não participam de uma relação de mercado. Por exemplo, a biodiversidade e a estabilidade climática são bens públicos de âmbito global.

As características do que sejam bens públicos, como é o caso dos serviços ambientais de acordo com Nusdeo (2012), levam à ausência de incentivos para que sejam providos pelo mercado e é quando o Estado assume a tarefa de fornecê-los devido a indivíduos ou empresas relatarem em pagar por préstimos que vão usufruir no mesmo volume por quem nada pagará por eles.

O pagamento por serviços ambientais permite compensações pelos ônus financeiros da preservação – afinal, mais áreas de ecossistemas preservados podem significar menor produção econômica, de acordo com Nusdeo (2012). Além disso, a

mesma autora relata que análises sobre pagamento por serviços ambientais o contextualizam como um instrumento econômico orientado à correção das externalidades positivas da conservação de ecossistemas, para a essencialidade da preservação do meio ambiente para a garantia das condições de vida no planeta e pelo reconhecimento social dos grupos que o preservam para as gerações presentes e, por último, para a questão da efetividade ao se revestir de incentivo financeiro em prol do alcance de objetivos da legislação que visam melhores resultados em termos de proteção ao meio ambiental.

Em continuação, Nusdeo (2012) destaca que o Poder Público pode exercer diferentes funções em sistemas de pagamento por serviços – como comprador de fornecedores nacionais, provedor em transações nacionais e internacionais, intermediário ou regulador – sendo que as três primeiras funções poderão inclusive sobrepor-se. A autora traz que é possível gerar transações sobre parcelas apropriáveis dos serviços: para o patrimônio genético, água de boa qualidade e desfrute da beleza cênica, como exemplos. O contexto de escassez relativa dos espaços naturais e consequentemente dos serviços ambientais estimula tais operações.

Segundo definição do Plano Diretor Estratégico da cidade de São Paulo (2014),

[...] o pagamento por serviços ambientais constitui-se em retribuição, monetária ou não, aos proprietários ou possuidores de áreas com ecossistemas provedores de serviços ambientais, cujas ações mantêm, restabelecem ou recuperam estes serviços, podendo ser remuneradas, entre outras, as seguintes ações”:

- I - manutenção, recuperação, recomposição e enriquecimento de remanescentes florestais;
- II - recuperação de nascentes, matas ciliares e demais áreas de preservação permanente;
- III - recuperação, recomposição e enriquecimento de áreas de reserva legal;
- IV - conversão da agricultura familiar convencional para agricultura orgânica;
- V - cessão de área para soltura de animais silvestres, mediante critérios a serem definidos pelos órgãos municipais responsáveis pela conservação da fauna silvestre e da biodiversidade.

A figura 19 esquematiza o conceito que fundamenta o Pagamento por Serviços Ambientais.

Figura 19: esquematização do funcionamento do instrumento de Pagamento por Serviços Ambientais.

Fonte: <http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/um-plano-para-incorporar-a-agenda-ambiental-no-desenvolvimento-da-cidade/>. Acesso em 18/04/2015.

Nusdeo⁸² (2012) delimita em sua obra o tema do pagamento por serviços ambientais florestais o qual trata da remuneração, monetária ou por outros meios, a agentes determinados que são responsáveis pela conservação ou reflorestamento de uma área específica propiciando à natureza a prestação de um determinado serviço ambiental. Podem pagar agentes privados que se beneficiam dos serviços prestados assim como o Poder Público enquanto representante da coletividade usuária e beneficiária dos serviços ambientais.

Born; Talocchi (2002) privilegiam as expressões Prêmios ou Compensações por Serviços Ambientais (CSA) e evitam “pagamento por” ou “mercado de”. Acreditam que as primeiras permitem uma amplitude de abordagem mais adequada aos desafios do uso de instrumentos econômicos, que funcionem além da perspectiva de mera ferramenta econômica, pois as demais formulações ainda carregam uma idéia vinculada à possibilidade de mobilização de recursos financeiros ou mesmo à criação de mercado de compra e venda de “direitos”.

O PNUMA (2012) propõe a incorporação dos custos sociais e ambientais na economia através de regulamentação e precificação para refletir as externalidades visando uma economia sustentável; atores públicos e privados estão cada vez mais reconhecendo o valor dos serviços ecossistêmicos, tais como fertilidade do solo, qualidade da água, decomposição dos resíduos e sequestro de carbono. O PNUMA (2012) destacou a relevância que a Avaliação Ecossistêmica do Milênio de 2005 e o

⁸² Nusdeo (2012) considera em sua definição de serviços ambientais a inclusão do componente humano que “dá uma ajuda” à natureza para que proveja benefícios que serão aproveitados pela sociedade, preferindo este arranjo à fixação exclusivamente nos serviços providos pelos ecossistemas, sem interferência antrópica.

relatório TEEB de 2009 estabeleceram em suas respectivas análises quanto à necessidade de identificação e valoração dos serviços valiosos que os sistemas naturais prestam, bem como no sentido da transmissão e conscientização mais ampla desta abordagem.

Além de demonstrar expectativa de que estes processos sirvam para reduzir a velocidade de destruição das florestas do mundo, o PNUMA (2012) também destaca que aumentos na produção agrícola não devem ocorrer à custa da saúde dos ecossistemas. O instrumento do pagamento por serviços ecossistêmicos vem sendo implementado em todo o mundo como incentivo à conservação da biodiversidade, redução do desmatamento, restauração das florestas, proteção das bacias hidrográficas e redução da erosão do solo, favorecendo o crescimento econômico e a redução da pobreza.

De acordo com Nusdeo (2012), os objetivos ambientais da política de pagamento por serviços ambientais inserem-se numa perspectiva relacionada ao equilíbrio ecológico da região, ou território, no qual se localizam as áreas prestadoras do serviço, não se limitando unicamente à prestação do serviço mas, sim, tendo como objetivo a sustentabilidade ecológica da região de influência.

A destruição de ecossistemas acaba por gerar a necessidade de soluções artificiais para a disponibilização de alguns serviços ambientais, quando há viabilidade para tanto, mediante um grande aporte de recursos financeiros públicos e privados, ainda conforme Nusdeo (2012). Para a autora, não havendo adequada valorização dos serviços ecossistêmicos, portanto, têm-se, de um lado, a necessidade de investimentos para sua reprodução ou substituição artificiais, e de outro, incentivo à destruição de escassas áreas de ecossistemas conservados.

Segundo o CAEM (2005, p. 20), avaliar os ecossistemas em qualquer país, região ou empresa tem o potencial para:

- I - aprofundar a compreensão da relação e dos vínculos entre os ecossistemas e o bem-estar humano;
- II – demonstrar que os ecossistemas contribuem para a redução da pobreza e a ampliação do bem-estar;
- III – avaliar a compatibilidade das políticas públicas implementadas pelas instituições em diversas escalas;
- IV – integrar propostas econômicas, ambientais, sociais e culturais;
- V – integrar informações fornecidas pelas ciências naturais e sociais;

VI – identificar e avaliar opções políticas e gerenciais para harmonizar os serviços dos ecossistemas com as necessidades humanas; e

VII – facilitar o gerenciamento integrado dos ecossistemas.

Conforme o relatório TEEB (2011), ao identificar os benefícios que a natureza oferece e pela compreensão do valor desses benefícios os planejadores, educadores e gestores podem se mobilizar para a criação de uma cidade sustentável. No longo prazo, a manutenção do funcionamento dos ecossistemas é a solução mais econômica e, em alguns casos, é a única maneira de satisfazer as necessidades humanas, se os serviços dos ecossistemas forem insubstituíveis.

Born; Talocchi (2002, p. 36) pontuam que apesar da abundância de serviços ambientais que poderiam ser fonte de compensações (termo que preferem no lugar de “pagamento”), não há ainda instrumentos e mercados suficientemente regulamentados e legitimados para que tal processo se torne realidade em larga escala, exigindo amplo debate público e definições sobre diversas questões a respeito de direitos, obrigações e procedimentos. Vislumbra-se a dificuldade que terá o legislador para dar respostas às seguintes situações para a implantação de iniciativas quanto a programas de compensação:

- > quem deve pagar ou compensar por serviços ambientais mantidos por terceiros, e em quais circunstâncias;
- > quem deve receber os rendimentos ou compensações gerados pela demanda de serviços ambientais;
- > qual o papel dos governos nos mecanismos de CSA;
- > se os mecanismos poderiam funcionar baseados apenas na disposição voluntária dos interessados ou por demandas;
- > garantir que os serviços ambientais, a longo prazo ou no período de duração de um programa de CSA, sejam efetivamente gerados;
- > a quem compete certificar a ocorrência dos serviços;
- > garantir gestão equitativa das compensações pela preservação dos serviços dos ecossistemas, beneficiando o maior número de pessoas.

Os Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos são classificados, segundo o relatório TEEB (2010), em dois tipos, cujas descrições constam do quadro 25.

Pagamentos privados diretos	são transações que ocorrem entre quem provê serviços privados e quem os usa; geralmente envolvem empresas, ONGs conservacionistas ou famílias que se beneficiam diretamente de alguns serviços ecossistêmicos. O interesse em pagar para conservar pode ocorrer por motivos como a lucratividade pela continuação de uma atividade (por ex., uma empresa de bebidas que depende da qualidade e disponibilidade de água mineral), para evitar que um recurso se acabe ou pela preocupação com a conservação por si mesma.
Pagamentos públicos e governamentais diretos	são programas financiados pelo governo que paga os fornecedores em nome de seus representantes. Os governos participam desse tipo de esquema para que serviços ecossistêmicos sejam assegurados quando o serviço é um bem público com muitos beneficiários (como provisão de água), quando é difícil identificar os beneficiários ou se um ativo como uma espécie ameaçada será perdido se não houver ação do governo.

Quadro 25: formato dos PSE.

Fonte: adaptado do relatório TEEB (2010).

Kill (2014) verifica a ocorrência, no entanto, de quatro tipos diferentes de PSA encontrados atualmente e suas características comuns estão detalhadas no Apêndice C.

Um projeto de PSE visa um serviço ecossistêmico específico mas, em alguns casos, a proteção de determinado serviço promove a proteção de vários outros serviços.

De acordo com o relatório TEEB (2010), atualmente a maior parte de esquemas de PSE refere-se à proteção de serviços relacionados aos recursos hídricos. Esses esquemas beneficiam usuários locais e regionais como municípios, famílias, indústria, fazendeiros, pescadores e irrigação. Há projetos de sequestro de carbono que em sua maioria tem beneficiários globais via mercados de carbono e podem incluir atividades agroflorestais, reflorestamento e programas de REDD⁸³; compradores potenciais incluem governos locais, regionais e nacionais, além de organizações internacionais, fundos de carbono, conservacionistas e empresas. Já os serviços de conservação da biodiversidade incluem a proteção de habitat, de espécies e de recursos genéticos e estes serviços beneficiam comunidades locais, nacionais e globais e entre os compradores potenciais estão ONGs nacionais e internacionais. Os serviços relacionados à

⁸³ **REDD - Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal: o conceito parte da idéia de incluir na contabilidade das emissões de gases de efeito estufa aquelas que são evitadas pela redução do desmatamento e a degradação florestal. Segundo este conceito, os países em desenvolvimento detentores de florestas tropicais que conseguirem promover reduções das suas emissões nacionais oriundas de desmatamento receberiam compensação financeira internacional correspondente às emissões evitadas.**

Fonte: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia- IPAM. Disponível em ipam.org.br. Acesso em 19/04/2015.

manutenção da paisagem englobam a conservação da vida selvagem e a proteção da beleza cênica, incluindo como potenciais compradores desses serviços os municípios, autoridades da área de proteção, operadoras de turismo e empresas relacionadas com hospedagens.

Há várias iniciativas em âmbito nacional que privilegiam o pagamento por serviços ambientais como instrumento econômico para a conservação das funções ecossistêmicas. O quadro 26 resume algumas delas.

Hupffer *et al* (2011) pontuam que um aspecto que parece ser pacífico em relação à temática é que os serviços ambientais a serem objeto de remuneração devem ser prestados voluntariamente⁸⁴, não sendo lícita a imposição da obrigação de promover os recursos naturais aos cidadãos. A mesma posição consta do PDE de São Paulo (art. 159, § 2º).

Nos territórios de alguns dos 39 municípios que compõem a Região Metropolitana de São Paulo, existem Unidades de Conservação Ambiental (Área de Proteção Ambiental, Floresta Estadual, Reserva de Fauna, Reserva Particular do Patrimônio Natural, etc.) que chegam a ocupar até 80% de seu espaço rural, de acordo com Haddad (2015), e algumas categorias dessas Unidades de Conservação impõem restrições e condicionalidades ao uso dos recursos naturais locais, comprometendo as oportunidades de geração de renda e emprego e a ampliação da base tributável.

⁸⁴ *Há pelo menos um evento que contraria esta percepção dos autores. Alguns municípios recebem parte do ICMS ecológico (uma modalidade de incentivo indireto) como compensação por terem parte de seu território como áreas protegidas, “impedindo” o desenvolvimento. Pode-se reconhecer aí a aplicação do princípio do protetor-recebedor, mas não de forma voluntária como aventado por Hupffer et al (2011). Muitas vezes esses municípios, por conterem áreas de preservação como mananciais são proibidos, por lei, de explorarem tais áreas. Ou seja, deixam de exercer outras atividades econômicas em determinada área por imposição constitucional (leis estaduais 8.510/93 e 12.810/08) e não de forma voluntária, e são “compensados” por isso. Em verdade, neste caso, pode-se também constatar uma instância do Poder Público (estadual) estimulando outra instância (municipal) a preservar funções ecossistêmicas. Constitui-se em um precedente para que projetos de PSE possam beneficiar o Poder Público municipal ao proteger parques e outras unidades de conservação.*

	Projeto	Intervenção	Arranjo institucional	Fontes de recursos	Estado
Projetos de PSA- Carbono	Restauração Florestal no Parque Estadual da Pedra Branca.	Recuperação de áreas degradadas no interior do parque. Formação de corredores ecológicos.	Instituto BioAtlântica, INEA, Secr. Est. Meio Ambiente/RJ, Secr. Munic. Meio Amb/RJ. Acordo entre vendedor/comprador	Empresas que planejam abater as emissões de GEEs por exploração de óleo e gás na Bacia de Campos.	RJ
	AES Tietê – Reflorestamento de Bordas de Reservatório.	Remoção de CO ₂ atmosférico, aumento da biodiversidade, reflorestamento ciliar.	AES Tietê S.A. em parceria com a ESALQ/USP.	O projeto visa o acesso ao mercado de carbono por meio do projeto de MDL para reflorestamento de áreas protegidas.	SP
	RURECO – Agric. Ecol. e Serv. Socioambientais.	Redução de emissões ao evitar desmate e degradação de áreas protegidas.	Fund. RURECO, ag. Coop. Holanda, ICCO, Min. Desenv. Agrário, MMA, Centro Ecol. Ipê, outros.	Empresas e fundos ambientais; retorno esperado da comercialização de créditos de carbono.	PR/RS
Projetos de PSA – Água	Conservador de Águas – Extrema	Restauração florestal em APP (matas ciliares) e conservação do solo.	75 pequenos e médios produtores rurais, Pref. Extrema, Inst. Est. Flor.-MG, TNC, SOS M. Atlântica.	Prefeitura de Extrema – Receitas de ICMS.	MG
	Produtores de Água – Bacia Benevente.	Conservação florestal para garantir a quantidade e qualidade dos rec. hídricos.	60 pequenos e médios produtores rurais, IBio, ANA, Comitê de bacia do Benevente, TNC, PM de Alfredo Chaves.	FUNDÁGUA, composto por 3% dos royalties de petróleo e gás e de 100% das compensações pagas pelo setor hidrelétrico.	ES
	Prog. Gestão Amb. Região dos Mananciais – SOS Nascentes	Conservação dos recursos hídricos pela recuperação de matas ciliares.	92 prod. rurais, PM de Joinville, FUNDEMA, Fundação 25 de Julho.	FUNDEMA: fundos da concessão operação do aterro Joinville e aproveitamento biogás do aterro munic. rec. ações judiciais, TAC.	SC
Projetos de PSA - Biodiversidade	Desmatamento Evitado.	Garantir a preservação de áreas conservadas ou em estágio médio ou avançado de regeneração.	Proprietários privados, SPVS (empresa intermediária).	Banco HSBC, Posigraf, IUCN, outras empresas privadas e instituições.	BA/PR/SC
	Turismo Carbono Neutro.	Neutralização emissões carbono, conserv. biodiversidade, florestas e desenvolvimento populações tradicionais	Agricultores e estabelecimentos turísticos, ONG Associação Movimento Mecenaz da Vida.	115 empreendimentos turísticos da APA Itacaré/Serra Grande. Turistas por hospedagens e compras.	BA
	Agente Ambiental: municípios da Bacia Hidrográfica do rio Xopotó (em elaboração).	Produtores rurais devem alcançar metas pré-estabelecidas de recuperação ambiental e adequação legal das propr.	Instituto Xopotó, Universidade Federal de Viçosa, Instituto Estadual de Florestas/MG, prefeituras, EMATER, CNPq.	Fase inicial, o projeto está sendo financiado pelo Instituto Estadual de Florestas/MG. Conta com aprovação de propostas de PSA no no Prog. Bolsa Verde.	MG

Quadro 26: Projetos de PSA em âmbitos municipais e estaduais. Fonte: adaptado do MMA, 2011.

No entanto, ainda segundo Haddad (2015), Unidades de Conservação devidamente preservadas prestam serviços ambientais particularmente úteis para as grandes aglomerações urbanas da Região Metropolitana de São Paulo; então, a conversão de serviços ambientais em fluxos monetários que gerem renda e emprego de maneira sustentável é o grande desafio para um processo de desenvolvimento sustentável para regiões ricas em biodiversidade como a Mata Atlântica ou municípios específicos da RMSP, haja vista que a avaliação econômica dos serviços ambientais ainda não é contemplada pelo sistema contábil nacional do Brasil.

O Pagamento por Serviços Ambientais está previsto na legislação federal pelo art. 41 da Lei 12.651 (“novo Código Florestal”), que autoriza o Poder Executivo federal a instituir programa de apoio e incentivo à conservação do meio ambiente como forma de promoção do desenvolvimento ecologicamente sustentável; seu inciso I prevê pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais, tais como, isolada ou cumulativamente: a) o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono; b) a conservação da beleza cênica natural; c) a conservação da biodiversidade; d) a conservação das águas e dos serviços hídricos; e) a regulação do clima; f) a valorização cultural e do conhecimento tradicional ecossistêmico; g) a conservação e o melhoramento do solo; h) a manutenção de Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito.

O art. 41 da Lei 12.651 “falha” ao não propor incentivos econômicos para atividades e programas com a intenção de garantir a provisão e melhoria dos serviços ecossistêmicos provenientes dos sistemas ecológicos contidos em unidades de conservação intraurbanas ou outros formatos de áreas verdes livres, como os derivados da vegetação nativa ou exótica. Reconhecidamente, a floresta urbana presta e é geradora de serviços ecossistêmicos similares aos que são garantidos pelo conjunto arbóreo-arbustivo do campo ou zona rural. A implantação de parques urbanos e áreas verdes públicos é uma obrigação do Poder Público em suas várias instâncias.

À parte discussões sobre alguns temas polêmicos que suscitaram discórdias posteriormente à aprovação pela Câmara Municipal de São Paulo do Plano Diretor Estratégico, em 2013, como localização das Zonas Especiais de Interesse Social ou a questão do adensamento urbano, este diploma legal introduziu alguns dispositivos e instrumentos de gestão ambiental que permitem antever boas perspectivas para a aplicação de projetos de Pagamento por Serviços Ambientais em meio urbano de maneira inovadora e que pode vir a se revelar uma estratégia muito importante na melhoria ambiental urbana e no ordenamento do uso do solo (pois áreas verdes passariam a deter valor econômico), em que pese existirem outros dispositivos no mesmo Plano Diretor que tratam deste último aspecto. O eventual sucesso da

implementação de esquemas de PSA que considerem os serviços prestados pelas unidades de conservação intraurbanas ou mesmo por toda as áreas verdes poderá ser replicado a outras metrópoles ou cidades de portes variados, como medida coadjuvante no combate aos efeitos das mudanças do clima.

O Plano Diretor Estratégico de São Paulo (2013) instituiu Zonas Especiais de Proteção Ambiental – ZEPAM (art. 69) – como instrumento de proteção ambiental. São

[...] porções do território do município destinadas à preservação e proteção do patrimônio ambiental, quem têm como principais atributos remanescentes de Mata Atlântica e outras formações de vegetação nativa, arborização de relevância ambiental, vegetação significativa, alto índice de permeabilidade e existência de nascentes, entre outros que prestam relevantes serviços ambientais, entre os quais a conservação da biodiversidade, controle de processos erosivos e de inundação, produção de água e regulação microclimática.

Para os objetivos desta dissertação é importante destacar o quanto disposto no parágrafo Único (inciso II) do artigo 69, de que as ZEPAM “*poderão ser demarcadas também em razão do interesse da municipalidade na criação de Áreas Verdes Públicas*”.

Em continuação pelo artigo 71, através do seu inciso II, depara-se com a previsão de que o pagamento por serviços ambientais nas ZEPAM localizadas na Macrozona de Proteção e Recuperação Ambiental⁸⁵ poderá ser implantado com o objetivo de promover e incentivar a preservação das ocorrências ambientais que caracterizam as áreas demarcadas como ZEPAM.

Mas o Plano Diretor Estratégico da cidade de São Paulo introduziu, através do art. 158, que a Prefeitura poderá aplicar o pagamento por prestação de serviços ambientais para os proprietários ou possuidores de imóvel urbano ou rural, privado ou público,

⁸⁵ *conforme o PDE de São Paulo (2013), o território paulistano foi dividido em duas macrozonas (art. 8, parágrafo único): de Estruturação e Qualificação Urbana e de Proteção e Recuperação Ambiental, caracterizando e normatizando os usos do solo e as atividades econômicas e de conservação dentro de cada macrozona. Embora ambas contenham planos de intervenção que visem a proteção do ambiente urbano, a Macrozona de Proteção e Recuperação Ambiental tem a função precípua de prestar serviços ambientais essenciais para a sustentação da vida urbana das gerações presentes e futuras. Dentre os objetivos específicos da Macrozona de Proteção e Recuperação Ambiental constam a I- “conservação e recuperação dos serviços ambientais prestados pelos sistemas ambientais existentes, em especial aqueles relacionados com a produção da água, biodiversidade, proteção do solo e regulação climática”; e II- “proteção da biodiversidade, dos recursos hídricos e das áreas geotecnicamente frágeis”.*

conforme disposto na legislação federal, estadual e municipal pertinente, através de programas definidos pela Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente.

Chama a atenção o conflito existente dentro do Plano Diretor concernente à implantação de esquema de Pagamento por Serviços Ambientais no que tange a identificar possibilidades de implementação e o alcance da aplicação do instrumento do PSA na malha urbana. Enquanto as ZEPAMs podem ser criadas com o objetivo de proteção do patrimônio ambiental e o instrumento do PSA ficaria restrito a ser aplicado apenas nas ZEPAMs localizadas na Macrozona de Proteção e Recuperação Ambiental, o quanto disposto no artigo 158 escancara a possibilidade de que projetos de Pagamentos por Serviços Ambientais ocorram em qualquer imóvel no espaço urbano ou rural, de caráter privado ou público, que cumpra com as exigências que caracterizem serem áreas com ecossistemas provedores de serviços ambientais. Não seria necessário, em tese, que o programa de PSA esteja situado exclusivamente em uma das ZEPAM.s habilitadas, de acordo com a legislação, a recebê-lo.

Embora se tenha consciência de que a proposição de implementar um projeto de Pagamento por Serviços Ecossistêmicos derivados de uma unidade de conservação urbana como, por exemplo, no Parque do Carmo ou no Parque Ibirapuera, patrimônios de caráter público sob responsabilidade do governo do Estado de São Paulo, possa ser recebida com ceticismo, este trabalho propõe exatamente isto.

Ainda que de forma incipiente e talvez não tão explícita como desejável, o PDE de São Paulo (2014) dá margem à possibilidade de que o valor (ou o “preço”) dos serviços naturais prestados pelos seus parques urbanos possa ser transferido à própria Prefeitura de São Paulo, que mantém, administra e protege essas unidades de conservação, patrimônio coletivo.

A legislação do Estado de São Paulo contempla o pagamento por serviços ambientais pelo artigo 23 da Lei 13.798/2009, que se refere à Política Estadual de Mudanças Climáticas, a qual restringe a aplicação de seu conteúdo aos proprietários rurais conservacionistas sob o Programa de Remanescentes Florestais. Regulamentada pelo Decreto 55.947/2010, institui o pagamento por serviços ambientais para a conservação de remanescentes florestais, recuperação de matas ciliares, implantação de vegetação nativa para a proteção de nascentes e outras ações. A coordenação dos projetos fica a cargo da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. O financiamento de projetos de PSA no âmbito do Programa Estadual de Remanescentes Florestais será feito pelo Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição – FECOP.

O Projeto de Lei federal 792/2007 representa a proposta de criação de marco regulatório em âmbito nacional para iniciativas individuais ou coletivas em relação às quais o projeto define e contempla como serviços ambientais passíveis de remuneração as que possam favorecer a manutenção, recuperação ou o melhoramento dos serviços

ambientais ou ecossistêmicos. Dentre vários aspectos, pretende estabelecer prioridade para o pagamento pelos serviços ambientais prestados em ecossistemas sob maior risco socioambiental.

A proposta de lei distingue serviços ecossistêmicos, que seriam os “*benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais (...)*” de serviços ambientais, representados por “*iniciativas individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, recuperação ou melhoria dos serviços ecossistêmicos*”.

Depreende-se que, enquanto serviços ecossistêmicos referem-se exclusivamente às interações bióticas e abióticas gerando um fluxo de benefícios, a conotação dada a serviços ambientais refere-se à intervenção e/ou manipulação humana sobre a forma como esses benefícios são “administrados” e atenderão às populações. Ou seja, é uma ação ou atividade humana sobre o estoque de capital natural (que gera o serviço ambiental) permitindo a conservação, restauração ou manutenção dos serviços gerados pelos ecossistemas – provisão, suporte, regulação, culturais - que beneficiarão as pessoas.

A relatoria do Projeto de Lei 792/2007 na Comissão de Finanças e Tributação da Câmara define o pagamento por serviços ambientais (PSA) como

[...] uma transação de natureza contratual mediante a qual o pagador de serviços ambientais – Poder Público ou agente privado situado na condição de beneficiário ou usuário de serviços ambientais, em nome próprio ou de uma coletividade – transfere recursos financeiros ou outra forma de remuneração a um provedor desses serviços – pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, grupo familiar ou comunitário que, preenchidos os critérios de elegibilidade, mantém, recupera ou melhora as condições ambientais de ecossistemas. Assim, o PSA incorpora o princípio do protetor-recebedor, segundo o qual aqueles que promovem ações direcionadas à conservação devem ser ressarcidos por essa atividade”.

O Projeto de lei principal, ao longo de sua tramitação na Câmara Federal, recebeu nada menos do que dez anexos (Projetos de Lei) com outras propostas, conforme o quadro 27.

Projeto de Lei/ano	Proposta
1.190/2007	cria o Programa Nacional de Compensação por Serviços Ambientais – Programa Bolsa Verde, destinado à transferência de renda aos agricultores familiares. O pagamento será feito mediante contrapartida de serviços ambientais prestados pelos beneficiários, selecionados entre os participantes do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF).
1.667/2007	cria o Programa Bolsa Natureza, destinado ao pagamento ou à compensação às famílias pobres residentes na zona rural pelos serviços ambientais prestados.
2.364/2007	dispõe sobre a adoção do Programa de Crédito Ambiental de Incentivo aos Agricultores Familiares e Produtores Rurais - Crédito Verde. O Crédito Verde incentiva agricultores familiares e produtores rurais a delimitar áreas de preservação ambiental em suas propriedades.
1.920/2007	institui o Programa de Assistência aos Povos da Floresta – Programa Renda Verde direcionado para os pequenos agricultores e produtores rurais, extrativistas, povos indígenas e outras populações habitantes da floresta e que vivem em condições abaixo da linha de pobreza.
1.999/2007	institui o Programa Nacional de Recompensa Ambiental (PNRA), que prevê recompensa ambiental aos proprietários que preservarem florestas além dos 20% da Reserva Legal.
5.487/2009	institui a Política Nacional dos Serviços Ambientais, o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, estabelecendo formas de controle e financiamento desse Programa. Além disso, o projeto cria o Fundo Federal de Pagamentos por Serviços Ambientais (FFPSA).
6.005/2009	dispõe sobre a inclusão entre os objetos dos financiamentos pelo Sistema Nacional de Crédito Rural, de sistemas de produção nas formas especificadas que resultem em benefícios ambientais.
5.528/2009	dispõe sobre o Programa Bolsa Floresta e a criação do Fundo do Programa Bolsa Floresta (FPBF).
6.204/2009	altera os arts. 3º e 5º da Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que dispõe sobre o Fundo Nacional do Meio Ambiente. Os recursos do Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) serão geridos por comitês municipais compostos, prioritariamente, por representantes do setor governamental e do privado, incluindo o pagamento por serviços ambientais ao produtor rural entre as aplicações prioritárias do FNMA;
7.061/2010	autoriza o Poder Executivo a criar a Bolsa Florestal para a agricultura familiar. O projeto de lei visa ao adiantamento da renda mínima oriunda dos recursos do PRONAF, com o objetivo de promover a recuperação da cobertura vegetal nativa, a produção de florestas econômicas e a fixação do agricultor familiar no campo.

Quadro 27: projetos pensados ao projeto de lei principal nr. 792/2007, que propõe o marco regulatório nacional para o instrumento do Pagamento por Serviços Ambientais.

Fonte: elaboração própria, a partir de:

<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=348783>.

Encontra-se desde 03/04/2014 na Comissão de Finanças e Tributação da Câmara dos Deputados; sendo aprovado, o projeto será transferido para a Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC) da Câmara, de onde seguirá ao Senado para posterior sanção da Presidência da República.

Para suportar recursos destinados à implementação de projetos que privilegiem a conservação dos serviços ambientais, o Projeto de Lei 5.487/2009 propõe a criação do Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (FFPSA), prevendo a transferência de uma parcela dos recursos destinados ao Ministério do Meio Ambiente provenientes da exploração e produção de petróleo, gás natural ou qualquer hidrocarboneto fluido. Será o Fundo acrescido de parte dos recursos do Fundo Social destinados aos programas e atividades para preservação do meio ambiente (conforme arts. 47, inciso V, e 51 da Lei 12.351/2010). Contempla-se também como fonte de recursos do FFPSA doações de pessoas jurídicas e pessoas físicas que lhes darão direito a deduções do Imposto de Renda a pagar.

Nusdeo (2012) ressalta que qualquer política de pagamento por serviços ambientais deve garantir a efetiva prestação do serviço, isto é, o incremento da vegetação ou a garantia de sua preservação, por exemplo, o que é certificado através de mecanismos de monitoramento e avaliação.

Por outro lado, mecanismos de mercado nem sempre se constituem em garantia da conservação dos serviços dos ecossistemas - em parte porque não existem mercados para alguns deles, como os culturais ou de regulação; ou, quando, existem, falham devido às políticas públicas e instituições não permitirem que as pessoas que vivem em um ecossistema se beneficiem dele, embora seus serviços possam ser fornecidos a pessoas afastadas (CAEM, 2005).

2.9.1 Fontes de financiamento.

O sucesso dos projetos de PSE está atrelado à sustentabilidade dos pagamentos no longo prazo e depende da disponibilidade de financiamento. Isto envolve desde a implementação e operação até os custos de manutenção do programa, o que inclui o pagamento aos fornecedores de serviços.

Para a criação de um programa específico de remuneração deve haver a mobilização de um grupo de agentes que se disponha a pagar pelos serviços a grupos identificados de provedores, de acordo com Nusdeo (2012), o que implica a certeza científica acerca do préstimo, a percepção por parte dos atores envolvidos da

importância do processo e até o interesse dos participantes no desenvolvimento e estruturação de um mercado para tais serviços.

O relatório TEEB (2010) diz que o estabelecimento de um esquema de PSE pode requerer fontes externas de financiamento, que pode ser recebido por meio de organizações internacionais como o Banco Mundial ou subsídios de outros governos. Outros recursos financeiros podem vir de receitas, impostos, pagamentos voluntários diretos dos beneficiários, fundos para o financiamento, pagamentos de taxas por usuários e parcerias público-privadas. Pode estar relacionado também a outros programas como mercados internacionais de carbono. Esses mecanismos de pagamento direto requerem que os beneficiários entendam e aceitem os benefícios do programa.

Há também, por exemplo, recursos provenientes de empresas interessadas no abatimento das emissões de GEEs. decorrentes de suas operações, como a exploração de óleo e gás (MMA, 2011).

Em relação à cidade de São Paulo, o Fundo Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – FEMA – destinará recursos a programas de Pagamento por Serviços Ambientais, os quais poderão ser acrescidos de recursos provenientes de outras fontes como fundos públicos ou privados, cooperações, parcerias, doações e repasses, conforme previsto no PDE (2014).

CAPÍTULO 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras 20, 21 e 22 representam simbolicamente a localização individual das árvores do Parque Ibirapuera envolvidas neste estudo. Cada marcador (“*pin*”) representa um indivíduo arbóreo.

Figura 20: representação de cada árvore de interesse restrita à área do parque, demarcadas com um “pin”.

Fontes: Google Earth e DCF/ESALQ/USP (2008).

Figura 21: imagem com aproximação dos “pins” representando individualmente as árvores cujas características foram previamente cadastradas.
Fontes: Google Earth e DCF/ESALQ/USP (2008).

Figura 22: cada marcador (“pin”), ao ser acionado, abre uma “janela” onde são descritas diversas características da árvore selecionada.
Fontes: Google Earth e DCF/ESALQ/USP (2008).

Finalizada a fase *input* (entrada de dados), submeteu-se os dados disponíveis para processamento pelo US Forest Service, gerando o projeto referenciado como Ibirapuera Project. Foram obtidos resumidamente os seguintes resultados para a estrutura florestal existente no Parque Ibirapuera em 2008 (Ibirapuera Project), analisados sob dados meteorológicos e atmosféricos de 2011:

1) a figura 23 ilustra a frequência das espécies (em porcentagem).

Figura 23: distribuição da frequência das espécies de árvores no Parque Ibirapuera, São Paulo, SP, em 2008.

As sete espécies mais frequentes no Parque foram listadas conforme a legenda da figura 23, mesclando seus nomes populares em inglês com gêneros que representam diversas espécies. As denominações dos elementos arbóreos foram atribuídos pelo US Forest Service e encontram-se incorporadas ao aplicativo. No entanto, fazendo-se a correspondência para o português, fica-se sabendo:

- ***gum spp*** – gênero dos eucaliptos, composto por mais de 700 espécies distribuídas pelo planeta. Algumas espécies foram identificadas pelos técnicos da ESALQ, no entanto, seus respectivos códigos de inclusão não estavam disponíveis pelo i-Tree, razão pela qual se optou pela inclusão através do código de gênero para eucaliptos;

- ***murraya spp***: murta dos jardins ou murta-falsa;

- *Glossy privet*: *Ligustrum Lucidum* (gênero *Ligustrum*);
- *Surinam cherry*: *Eugenia uniflora*, ou pitanga, ou *Brazilian cherry*;
- *trumpet-tree spp*: tabebuia ou ipê;
- *Pride of bolivia*: tipuana tipu;
- *Sydney blue gum*: *Eucalyptus saligna*.

2) o quadro 28 resume os demais índices extraídos da análise dos componentes arbóreos do Parque Ibirapuera, conforme o US Forest Service:

A população de 14.334 árvores do Parque Ibirapuera:	a) possuía área total de copa (<i>Canopy Cover</i>) de 166.982 m².
	b) alcançou 818.405 m² de área foliar (<i>Leaf Area</i>).
	c) tinha acumulados 84.377 kg de biomassa⁸⁶ foliar.
	d) havia armazenado 8.740 t de carbono (dados de 2011).
	e) seqüestrou 76,3 t de carbono durante um ano (dados de 2011).

Quadro 28: índices resultantes da intervenção das árvores do Parque Ibirapuera, em São Paulo, SP. Valores dos itens a, b, c obtidos com referências da população arbórea de 2008.

2) As seguintes quantidades de poluentes, compiladas no quadro 29, foram removidas pelo conjunto das árvores envolvidas no estudo:

⁸⁶ *Do ponto de vista da ecologia, biomassa é a quantidade total de matéria viva existente num ecossistema ou numa população animal ou vegetal. Fonte: <http://www.dee.feis.unesp.br/usinaecoeletrica/index.php/biomassa>. Acesso em 15/05/2015. A biomassa é uma forma indireta de aproveitamento da luz solar: ocorre a conversão da radiação solar em energia química por meio da fotossíntese, base dos processos biológicos de todos os seres vivos. Fonte: www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/biomassa. Acesso em 15/05/2015.*

Poluentes removidos (em Kg/ano) – dados de 2011					
CO	O ₃	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	PM _{2,5}
83,449	984,310	355,225	253,436	110,547	129,998

Quadro 29: volumes totais de poluentes atmosféricos removidos pela população arbórea do Parque Ibirapuera, São Paulo, SP, em kg/ano, com dados atmosféricos de 2011.

3) paralelamente às quantidades de poluentes removidos, foram fornecidos preços previamente determinados pela equipe avaliadora correspondentes à unidade de tonelada métrica para cada contaminante, devidamente convertidos para reais (R\$) pelo US Forest Service. Esses valores correspondem a preços atribuídos em 1994, atualizados em 2007 e corrigidos monetariamente pelo PPI (*producer's price index*). Desta forma, o quadro 30 ilustra a valoração econômica resultante do cálculo linear simples entre a quantidade removida do poluente e o valor atribuído por tonelada.

Valores de remoção (em R\$/ano)					
CO	O ₃	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	PM _{2,5}
Preço/t	Preço/t	Preço/t	Preço/t	Preço/t	Preço/t
1.599,00	11.257,00	11.257,00	7.516,00	2.756,00	7.516,00
X	X	X	X	X	X
83,449 kg	984,310 kg	355,225 kg	253,436 kg	110,547 kg	129,998 kg
133,44	11.080,37	3.998,71	1.904,78	304,65	977,00

Quadro 30: atribuição de valor (valoração) para o total de cada poluente removido pelo conjunto das árvores do Parque Ibirapuera, São Paulo, SP, referenciado para 2015 pelo U. S Forest Service, EUA.

Admitiu-se a manutenção dos respectivos preços por tonelada de poluente removido apresentados pelo US Forest Service por não terem sido encontrados, na literatura nacional, valores monetários, com a mesma natureza, para os objetivos deste estudo.

Na eventualidade da criação de um sistema nacional de “preços” ou estabelecimento de um “mercado” em relação aos contaminantes atmosféricos, o *software* oferece um recurso para a informação das respectivas cotações a serem transferidas para processamento, a fim de que os resultados obtidos reflitam as condições brasileiras, conforme exposto pela figura 24.

The screenshot shows the 'Benefit Prices' dialog box in the i-Tree Eco software. The window title is 'i-Tree Eco - SaoPaulo_IbirapueraPark_Updated_31Mar2015'. The 'Result View' tab is active, and the 'Export' button is visible. The 'Benefit Prices' dialog has two radio buttons: 'English Unit' and 'Metric Unit', with 'Metric Unit' selected. A help icon (?) is also present. The dialog contains a table of pollutant prices with input fields and 'Default' buttons. The values entered are in Brazilian Real (R\$).

Pollutant	Value (R\$)	Button
Price of electricity (\$/kWh):		Default
Price of heating (\$/Therm):		Default
Price of carbon (\$/Metric Ton):		Default
Price of avoided runoff (\$/m3):	2,3511	Default
Price of CO (\$/Metric Ton):	1598,86	Default
Price of O3 (\$/Metric Ton):	11257,07	Default
Price of NO2 (\$/Metric Ton):	11257,07	Default
Price of SO2 (\$/Metric Ton):	2755,91	Default
Price of PM2.5 (\$/Metric Ton):	7515,83	Default
Price of PM10 (\$/Metric Ton):	7515,83	Default

Below the table, there is a section for 'Currency Exchange Rate'. It states: 'Currency Exchange Rate (International Projects are calculated in US Dollar in processing. Please enter currency exchange rate below in order to report in local currency)'. The input shows 'One US Dollar (\$) = 0 Brazilian Real (R\$)'. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Figura 24: dispositivo para informação de preços por tonelada de cada poluente.
Fonte: Ibirapuera Project (i-Tree, 2015).

4) ainda foi possível quantificar a função de *avoided run-off*, que significa a água da chuva interceptada pela área foliar. A função, conforme ilustrada pela figura 25, cumprida pelo dossel da vegetação arbórea ao amortecer o impacto da chuva e retardar o acúmulo do líquido durante as precipitações, evita o escoamento de parte do volume

pluvial diretamente para rios ou córregos e ajuda a prevenir ou mitigar as inundações em regiões impermeabilizadas e também a erosão do solo, facilitando a infiltração da água para o subsolo ou lençol freático.

Desta forma, a área foliar de 818.405 m² das árvores do Parque Ibirapuera reteve 5.226,26 m³ de água durante um ano (2008). A um preço convencionado de R\$ 2,351/m³, o valor do serviço ecossistêmico prestado pela função de *avoided run-off* (escoamento evitado) alcançou R\$ 12.287,00 no ano.

Figura 25: ilustração do efeito de runoff em superfícies arborizadas, sem arborização e impermeabilizadas.

Fonte: galeria de imagens do Google. Acesso em 03/06/2015.

A figura 26 apresenta os relatórios acessíveis após o processamento pelo US Forest Service e disponíveis conforme o conteúdo do banco de dados e outras informações transferidas para o processamento.

Figura 26: os relatórios com os resultados dos serviços prestados obtidos a partir dos dados inseridos são fornecidos através do próprio aplicativo.

Estão inclusos, em Anexos 4, 5, 6, 7, 8 e 9, extratos dos relatórios gerados pela equipe do US Forest Service em conclusão ao levantamento que embasa esta dissertação. Pelo grande volume de páginas gerado, tratam-se de **amostras** a ilustrar os resultados finais alcançados para cada serviço prestado.

Em 2012 foi realizado um projeto com a utilização do i-Tree para estimativas preliminares dos serviços ecossistêmicos e valores correspondentes derivados das florestas da cidade do Rio de Janeiro (NOWAK *et al*, 2012). Constituiu-se uma parceria entre a prefeitura local e o US Forest Service durante a condução da pesquisa. Estimou-se existirem 46,77 milhões de árvores na cidade, que removem 6.400 toneladas de poluentes/ano (considerou-se somente CO, O₃, PM₁₀ e SO₂), com uma valoração

monetária pelo serviço em US\$ 46,2 milhões/ano. O estoque de carbono armazenado pelas árvores do Rio de Janeiro foi calculado em 3,4 milhões de toneladas, com valoração de US\$ 268 milhões. Os cálculos foram feitos por amostragem em *plots* aleatórios, e os autores consignaram a necessidade da coleta de novos dados sobre a floresta para uma avaliação mais abrangente.

As experiências de Chicago, no Rio de Janeiro e no Parque Ibirapuera demonstram que o programa i-Tree ECO possui versatilidade e eficiência para ser adaptado a diversas escalas de projetos. A produção de tais resultados técnicos contribui para que a utilização da ferramenta seja replicada em cidades com diferentes realidades e com diferentes objetivos de gestão arbórea. O aplicativo auxilia aos cidadãos e administradores municipais a compreender melhor o impacto e influência das suas florestas urbanas.

Também o estabelecimento de uma referência regional ou nacional, no Brasil, em relação a preços por unidade volumétrica de cada classe de poluente investigado concorreria para a consolidação e difusão do aplicativo como método de valoração dos serviços ecossistêmicos proporcionados pela vegetação urbana local. Como os preços de remoção utilizados para o *Ibirapuera Project* foram atribuídos com critérios vinculados e aplicados a projetos nacionais dos EUA, a criação de referências internas de preços que sirvam como parâmetros a projetos no Brasil, envolvendo a utilização do i-Tree ECO, assumiria um patamar diferenciado quanto às cotações a serem estipuladas dependendo das características ambientais locais de cada projeto e das externalidades nacionais.

3.1 VALORAÇÃO DO INDIVÍDUO ARBÓREO.

O reconhecimento de que as árvores podem expressar valor monetário é uma forma de demonstrar à comunidade onde elas estão inseridas e aos administradores destas áreas a sua importância, dentro de uma infraestrutura verde urbana que envolva os munícipes sob os critérios de qualidade de vida através dos serviços ambientais muitas vezes não percebidos no cotidiano dos moradores, segundo Silva Filho; Tosetti (2010).

Se comunidades ainda incidem em dúvidas sobre a importância das árvores, então se questionarão se as verbas destinadas a elas (para plantio, formação, manutenção, gerenciamento) se justificam, ou seja, se a relação custo-benefício compensa programas de proteção às árvores (SILVA FILHO; TOSETTI, 2010). Pela gama de benefícios derivados da cobertura arbórea, torna-se necessária a definição do

manejo ideal para cada indivíduo arbóreo dentro de uma infraestrutura verde urbana cujo custeio dentro do orçamento público seja justificado perante o contribuinte.

A valoração de árvores é um instrumento adicional nas estratégias de conservação e manejo dos indivíduos arbóreos localizados em áreas públicas. A partir de dados quali-quantitativos (estado geral, localização, valor biométrico, valor da espécie, valor de condição e frequência da espécie) juntamente com banco de dados composto por uma série de variáveis levantadas com apoio de georreferenciamento e visita a campo, Silva Filho; Tosetti (2010) propuseram a valoração de cada indivíduo arbóreo do Parque Ibirapuera, com o objetivo de indicar prioridades de manejo e conservação para a infraestrutura verde urbana.

Silva Filho; Tosetti (2010) utilizaram formulações:

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

$$V_{ind} = I_i \times \text{constante}$$

$$I_{ir} = I_i / \text{freq.}$$

$$V_{rel} = I_{ir} \times \text{constante}$$

onde:

I_i – índice de importância

V_e – valor da espécie

V_c – valor de condição

V_l – valor de localização

V_{bm} – valor biométrico

V_{ind} – valor individual

V_{rel} – valor relativo

através das quais calcularam os valores individuais (que representam a importância econômica da árvore por sua dimensão, biologia, localização e entorno) e valor relativo (que representa o valor monetário da árvore no conjunto em que está inserida) que resultaram em um rol definindo as 20 árvores mais valiosas contidas no Parque Ibirapuera, constantes das tabelas 3 e 4 :

Nome Popular	Nome científico	Vind (R\$)	Freq (%)	Vrel (R\$)	Localização
Cedro rosa	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	21478,24	1,526616	14069,18	pista de cooper
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> ssp.	20521,8	8,748175	2345,838	pista de cooper
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> ssp.	17675,98	8,748175	2020,533	pista de cooper
Jequitibá rosa	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	17471,74	0,657109	26588,82	jardim dos cegos
Ipê-amarelo2	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	17050,72	0,418160	40775,57	pista de cooper
Ipê-amarelo2	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	16748,32	0,418160	40052,4	pista de cooper
Guatambu amarelo	<i>Aspidosperma ramiflorum</i> Müll.Arg.	16673,1	0,212399	78499,02	Pça da Paz
Cedro rosa	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	16232,76	1,526616	10633,16	casa da leitura
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	14753,84	0,418160	35282,75	pista de cooper
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	14724,96	0,418160	35213,7	pista de cooper
Arariba rosa	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill. ex Benth.	14435,55	1,758927	8207,018	Administração
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> ssp.	14127,79	8,748175	1614,941	pista de cooper
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	14091,69	0,418160	33699,27	pista de cooper
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	14005,06	0,418160	33492,1	pista de cooper
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	13968,96	0,418160	33405,78	pista de cooper
Cedro rosa	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	13885,74	1,526616	9095,765	Administração
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> ssp.	13791,3	8,748175	1576,477	pista de cooper
Guatambu amarelo	<i>Aspidosperma ramiflorum</i>	13657,99	0,212399	64303,52	Pça da Paz
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> ssp.	13582,44	8,748175	1552,603	pista de cooper
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	13556,41	0,418160	32419,18	pista de cooper

Tabela 3: as 20 árvores mais valiosas do Parque Ibirapuera desconsiderando a frequência da espécie.

Fonte: Silva Filho; Tosetti (2010).

Nome Popular	Nome científico	Vind (R\$)	Freq (%)	Vrel (R\$)	Localização
Casuarina	<i>Casuarina</i> ssp.	8047,299	0,006637	1212406	jardim dos cegos
Caroba branca	<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	6986,737	0,006637	1052622	portão 8
Agatis	<i>Agathis robusta</i> (C. Moore) F. M. Bailey	6531,618	0,006637	984053,5	viveiro
Eucalipto	<i>Eucalyptus torelliana</i> F. Muell	11365,88	0,013275	856191,8	pista de cooper
Eucalipto	<i>Eucalyptus campanulata</i> R.T.Baker & H.G.Sm.	4460,053	0,006637	671951,7	pista de cooper
Ipê amarelo do brejo	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) Nich.	3990,084	0,006637	601146	córrego do sapateiro
Jacarandá da bahia	<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	3474,445	0,006637	523459,9	pista de cooper
Ataúba	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl.	3334,038	0,006637	502306,2	córrego do sapateiro
Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehn.	11341,52	0,026550	427178,2	pista de cooper
Eritrina	<i>Erythrina</i> ssp.	2819,287	0,006637	424753,8	frente da praça da Paz
Maria preta	<i>Vitex polygama</i> Cham.	2777,564	0,006637	418467,7	portão 8
Pinos	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schltdl.	2739,208	0,006637	412689	Praça da Paz
Ipê amarelo do brejo	<i>Tabebuia umbellata</i> (Sond.) Sandw.	2689,417	0,006637	405187,5	portão 6
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i> King Vell.	2638,506	0,006637	397517,4	viveiro
Amburana	<i>Amburana cearensis</i> (Fr. All.) A.C. Smith	2535,733	0,006637	382033,6	viveiro
Eucalipto	<i>Eucalyptus robusta</i> Sm.	2419,604	0,006637	364537,6	pista de cooper
Maria pobre	<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	2410,508	0,006637	363167,1	portão 8
Ficus	<i>Ficus insipida</i> Willd.	2181,889	0,006637	328723,4	jardim dos cegos
Guanandi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	2176,135	0,006637	327856,5	frente da praça da Paz

Tabela 4: as 20 árvores mais valiosas do Parque Ibirapuera considerando a frequência da espécie.

Fonte: Silva Filho; Tosetti (2010).

Através deste levantamento, é demonstrado que uma árvore pode revelar baixo valor individual sendo possível, no entanto, revelar valor relativo maior por ser de espécie com baixa frequência (contextualizando-se as condições individuais e onde está localizada). Note-se o elevado valor absoluto atingido por algumas delas.

O valor somado de todas as árvores inventariadas do Parque Ibirapuera registrado pelo estudo alcançaria R\$ 31 milhões (informação verbal)⁸⁷, desconsiderando a avaliação da frequência com que ocorrem em relação ao total de indivíduos, o que justificaria que alguns indivíduos ultrapassassem a casa do milhão de reais.

⁸⁷ *Informação fornecida pelo Professor Demóstenes Ferreira da Silva Filho em 14/10/2015, um dos autores do estudo, corrigindo informação veiculada pelo jornal O Estado de S. Paulo em 19/04/2010.*

CAPÍTULO 4 – CONCLUSÃO E COMENTÁRIOS.

A contemporaneidade impõe aos cidadãos novas formas de relacionamento com o habitat produzido para que ele não se transforme em armadilha (enchentes, escorregamentos, periferização) e fonte de desestruturação social ao não propiciar possibilidades de vida digna, principalmente quando se constata que 85% da população brasileira concentra-se, hoje, em meio urbano.

Fundamentou-se, ao longo dos módulos, através da revisão bibliográfica empreendida e a utilização de ferramenta tecnológica, a possibilidade da aplicação do instrumento de PSE (ou PSA) como estratégia no trato das condições ambientais urbanas adversas ao se projetar as florestas urbanas como recursos coadjuvantes em ações de adaptação às alterações do clima, haja vista “cumprirem” as mesmas funções e atributos de suas congêneres no ambiente rural. Áreas verdes e os benefícios que delas derivam em zonas centrais das grandes cidades revestem-se de especial importância contra as implicações negativas que o modo de vida contemporâneo impõe a seus moradores, seja em termos de comprometimento da saúde física e mental do indivíduo, seja por conflitos pela ocupação do solo. Em ambos os aspectos, harmonizar a convivência do ser humano entre as infraestruturas verde e cinza deve se constituir em uma das principais agendas dos administradores públicos.

O arcabouço legal brasileiro, mesmo que de forma não explícita e muitas vezes de forma indireta, oferece algumas respostas às demandas geradas por uma sociedade nas quais seus membros, em maior ou menor grau, pouco consideram as perspectivas de agravamento das questões relacionadas às mudanças do clima e as consequências que tais fenômenos podem acarretar aos cidadãos. A persistência em um contexto de exposição a riscos e incertezas que ameaçam o bem-estar e a própria vida das pessoas demonstra as enormes dificuldades que espreitam estas populações em termos de capacidade de resiliência e adaptação decorrentes do desequilíbrio e degradação originados de variados fatores ambientais.

Além disso, a insuficiência de investimentos públicos verificada em muitas partes do mundo para prover bem-estar aos cidadãos e que exacerba os prejuízos potencialmente advindos de alterações que as atividades humanas exercem sobre os ecossistemas, na forma da virtual irrupção das mudanças do clima ao extinguir ou alterar de forma indelével suas funções e serviços derivados, reveste-se de um caráter indiretamente bastante maléfico em relação às catástrofes naturais em si, na medida em que deliberadamente ou não, submete amplas parcelas da população e as transformam em reféns, a médio e longo prazos, de tragédias previamente anunciadas. Esta constatação é acompanhada por diversificada gama de fatores, desde a formação sem planejamento das cidades e à ocupação caótica do solo urbano até a prevalência do

interesse do capital sobre os direitos e necessidades de amplas parcelas da população; estas procuram adaptar a sua sobrevivência a padrões precários de assentamentos urbanos (que atingem não somente aos que moram em favelas) e à dependência de serviços públicos de baixíssima qualidade, quando existentes.

Os ecossistemas cumprem função importante na provisão de recursos e na proteção às populações contra efeitos das mudanças climáticas, reais ou esperadas, provocadas pelas atividades antrópicas. Face à informalidade e precariedade dos assentamentos humanos nas cidades em vários países, a promoção de políticas públicas vinculadas à adaptação e à redução de riscos pela exposição a eventos climáticos extremos por imensos contingentes humanos pode ter na proteção aos sistemas ecológicos uma expressão bastante importante na mitigação de efeitos dramáticos decorrentes dos eventos climáticos extremos.

A lei federal nr. 6.938/81 que tem por objetivo “*a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições . . . , à proteção da dignidade da vida humana, . . .*” tem como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, pelo inciso VI do seu art. 9º a “*criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico. . .*”.

Ora, questões semânticas não devem evitar que a conotação que se queira dar aqui à expressão “áreas de proteção ambiental” remeta ao entendimento do conceito consolidado de unidades de conservação. Sob este enfoque e tomando-se como exemplo um município que tenha seu território totalmente urbanizado (como particularmente ocorre com Osasco, Carapicuíba, Taboão da Serra e São Caetano do Sul, considerando apenas cidades da região metropolitana da Grande São Paulo, cujos territórios são diminutos), sem área rural, esta municipalidade concorrerá para o cumprimento dos objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente ao promover a criação dos parques intraurbanos (e outras modalidades de áreas verdes livres) como área de proteção ambiental por excelência para a malha urbana, alicerçando a concepção, mesmo que de forma subliminar, de que tais equipamentos públicos devem gozar do amparo da legislação vigente com as prerrogativas de proteção, desenvolvimento e do reconhecimento de que são provedores de serviços ecossistêmicos e, portanto, geradores de valores socioeconômicos e passíveis de serem valorados não somente no sentido monetário.

Os resultados finais obtidos através deste projeto demonstraram que há uma ação efetiva da cobertura arbórea em meio urbano no sentido de influir positivamente em aspectos relacionados à saúde do ambiente nas cidades e, conseqüentemente, com efeitos sobre a saúde pública.

As mesmas funções ecossistêmicas exercidas pelos elementos arbóreos componentes das florestas no campo são cumpridas, com variados graus de eficiência, pelas árvores e arbustos localizados na malha urbana, principalmente quando adensados em parques e outros tipos de áreas verdes; sequestro de carbono, ostentação da beleza cênica natural (que se reveste de especial interesse no ambiente cinzento das metrópoles), conservação da biodiversidade (quando parques também se tornam refúgio da fauna exilada de seu habitat natural) e regulação do (micro) clima são algumas funções ecossistêmicas que produzem benefícios de extrema relevância para a saúde do meio urbano e à qualidade de vida do morador das cidades. Não faz sentido considerar-se que apenas árvores rurais e outros elementos extra-urbanos cumpram determinada função e as urbanas não se “comportam” da mesma forma..

Apesar de uma parcela pequena do território e da floresta urbana paulistanos terem servido como “modelos” para as mensurações do presente estudo, visando a corroborar a hipótese de que as regiões urbanizadas das cidades se beneficiam dos serviços ecossistêmicos derivados das árvores urbanas, abrem-se perspectivas para estudos quali-quantitativos mais diversificados. Propõe-se um inventário completo da cobertura arbórea intraurbana e daí a investigação de sua influência para o bem-estar físico-psicológico das pessoas no que diz respeito ao evitamento de internações hospitalares e morbi-mortalidade decorrentes de doenças provocadas pela poluição atmosférica, pelo calor concentrado e outras fontes, assim como para os recursos financeiros economizados.

Referências sobre os índices de áreas verdes públicas e de cobertura vegetal por habitante, produzidos pela prefeitura da cidade de São paulo, demonstraram as profundas desigualdades entre os bairros paulistanos quanto à distribuição da cobertura arbórea entre seus moradores.

Subprefeituras que concentram distritos com menores índices de desenvolvimento humano e apresentam maiores riscos de desastres naturais são as que detêm piores apontamentos de cobertura vegetal, embora a situação inversa também seja observada, como bairros com alto IDH e relativamente baixa presença de áreas verdes (por exemplo, Pinheiros e Vila Mariana). O “verde” não está essencialmente onde há a necessidade de maior presença de árvores. Tais discrepâncias fazem com que as comunidades não se beneficiem plenamente dos serviços ecológicos derivados das florestas urbanas em um contexto no qual o clima urbano e as mudanças climáticas acarretam e exercerão efeitos adversos sobre a saúde humana, física e psicológica.

Embora os indicadores demonstrem uma lenta evolução na relação entre m² de cobertura vegetal (ou áreas verdes) por habitante em São Paulo, tal situação vem ocorrendo em ritmo menor ao que seria desejável.

Os resultados contidos nos relatórios do *Ibirapuera Project* obtidos através do aplicativo i-Tree forneceram um meio para uma melhor compreensão da relevância dos recursos florestais urbanos e os valores e serviços ecossistêmicos proporcionados pelas árvores. As conclusões alcançadas com o emprego do i-Tree respaldaram amplamente a revisão bibliográfica empreendida. Tal categoria de informações detalhadas e específicas pode subsidiar aos gestores públicos na composição de planos e políticas para cidades saudáveis e que aspirem à sustentabilidade para as atuais e futuras gerações.

A proposição de privilegiar instrumentos econômicos com o intuito de tornar “visíveis” os benefícios vitais à existência humana proporcionados pelos recursos naturais, em paralelo à normatização por leis e decretos que objetivam estabelecer um meio ambiente ecologicamente equilibrado, decorre da constatação reiterada do fracasso quase completo do cumprimento ao disposto pelas normas de proteção ao meio ambiente (ou dispositivos de comando e controle), particularmente no meio urbano, em que pese, no caso brasileiro, ter sido gerado um arcabouço jurídico formidável ao longo de décadas. Tal situação é bem delineada pela outorga do “novo” Código Florestal brasileiro, que se constitui no paradoxo melhor acabado de como as leis podem ser voltadas para que produzam os efeitos contrários aos inicialmente intencionados.

Esta crítica antecede à percepção de que iniciativas inovadoras devem ser experimentadas na gestão pública à medida que novas demandas sociais, sejam de caráter reivindicatório ou apropriadas por conveniência ao longo do tempo, vão sendo geradas no contexto das relações capitalistas contemporâneas de produção e consumo ilimitados de bens.

Em uma breve referência, a Lei 9.985/2000 que regulamenta o SNUC prevê em seus artigos 47 e 48 que o órgão ou empresa, público (a) ou privado (a), responsável pelo abastecimento de água que faça uso de recursos hídricos, ou pela geração e distribuição de energia elétrica, portanto na situação de usuário de benefício proporcionado por uma unidade de conservação, deve contribuir financeiramente para proteção e implementação da unidade, de acordo com regulamentação específica (MMA - SNUC).

Desta forma, por similaridade de objetivos através de princípios equânimes há de se considerar a pertinência de proposição ou imposição de instrumento econômico que envolva a atribuição de valor e a devida remuneração (não necessariamente por meio financeiro) pela população que se beneficia dos serviços que as florestas ou parques urbanos mantidos pelo Poder Público eventualmente proporcionam, como filtragem de poluentes, redução das ilhas de calor e regulação de enchentes, dentre outros.

Tais contribuições, que podem ser amparadas pelo disposto nas definições e ideário dos instrumentos de Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos (ou Ambientais), podem também ser suportadas por pessoas jurídicas caso estejam envolvidas, espontaneamente ou por obrigação judicial, em ações de mitigação das externalidades negativas geradas por sua atividade econômica, bem como através de transações em mercado de carbono; nesta última hipótese, poderiam beneficiar-se as várias instâncias do poder público em relação a seus parques, áreas verdes ou florestas em questão sob as apropriadas regulamentações e estruturas.

Vários projetos de PSE (ou PSA) cumprem objetivos cujos escopos podem ser replicados às zonas urbanas de muitas cidades, notadamente nas regiões metropolitanas. Com metodologias originais ou adaptadas à situação local, surgem ferramentas e recursos que buscam auxiliar no equacionamento dos problemas que afetam os moradores das metrópoles a reboque de políticas públicas com novas dinâmicas, entre elas as que se caracterizam pela vertente econômica.

A decisão de utilização de uma ferramenta com viés tecnológico que subsidie a aplicação de instrumentos econômicos para o atingimento de objetivos, como se configura o Pagamento por Serviços Ecossistêmicos (ou PSA), se insere na evolução para novas propostas e modelos de gestão urbana que não mais prescindem do uso da tecnologia como recurso para tomada de decisões. É essencial que, a partir da emergência contemporânea da questão socioambiental, a formulação e execução de políticas públicas ambientais para as cidades deva considerar o ordenamento territorial, geração de valor e a manutenção do equilíbrio e da saúde do ambiente urbano, contemplando a mudança de padrões no trato do capital natural encontrado na malha urbana em seus vários arranjos e classificações

Com esta motivação, a utilização do aplicativo i-Tree ECO, como ferramenta inovadora para o tipo de estudo conduzido, de caráter exploratório, demonstrou sua viabilidade e adequação para o atingimento dos objetivos propostos quanto à identificação da estrutura e dos serviços ecológicos obtidos da vegetação arbórea do Parque Ibirapuera, a qual serviu como modelo, desvelando imensas potencialidades em projetos para o manejo e valoração econômica da floresta urbana no contexto complexo das metrópoles. A depender da dimensão dos resultados pretendidos, possui operacionalização relativamente “amigável”.

O embasamento científico e metodológico "embarcado" no i-Tree Eco permite validá-lo como instrumento persuasivo por contribuir para que seja dado reconhecer às florestas urbanas a real dimensão da sua importância como provedoras de proteção e bem-estar às pessoas e cidades, notadamente pelos gestores públicos e formuladores de políticas.

O lastro teórico reproduzido da literatura visitada e as estimativas obtidas quanto ao volume de poluentes removidos da atmosfera pela vegetação arbórea encerrada no Parque Ibirapuera, preliminarmente consideradas bastante conservadoras em decorrência dos motivos expostos, respaldaram amplamente os objetivos e hipóteses iniciais e alcançados através desta pesquisa. Em acréscimo, as limitações e necessidades de adaptações para a utilização mais eficiente do *software* não deixaram, todavia, através da metodologia incorporada ao programa, de expor que os indicadores que passaram a ser conhecidos representam um percentual mínimo do potencial que se vislumbra ser atingido com pesquisas adicionais.

Costanza *et al* (1997) não se eximiram em apontar “. . . *problemas conceituais e empíricos inerentes na produção de tal estimativa*. . .” quando se referiu às limitações e insuficiência de dados na utilização da metodologia que empregou na proposta da avaliação monetária dos serviços ecossistêmicos prestados pelos diversos biomas planetários; Motta (2006) também alude quanto à falibilidade na adoção de métodos de valoração. Os autores pretenderam, antes de tudo, demonstrar que a não atribuição de valor aos serviços prestados pela natureza ao bem-estar humano é um dos principais fatores que aceleram a degradação ambiental em todos os pontos do planeta; e que este declínio está a exacerbar a ocorrência de eventos extremos, além de vários outros problemas para a saúde das populações.

Fica proposta por esta dissertação uma primeira estimativa da relevância e magnitude dos serviços ecossistêmicos derivados da cobertura arbórea intraurbana através de uma pequena parcela do território municipal encerrada em um parque. A médio prazo, replicar e ampliar a experiência produzida neste estudo a toda a floresta urbana (contida nos parques, avenidas, ruas e jardins) de uma cidade como São Paulo, com o respaldo do aplicativo i-Tree, tem o potencial de revelar o imenso patrimônio natural pelo qual a cidade deve zelar. Tal atitude realçaria a importância da arborização por seus aspectos econômicos diretos e indiretos vinculados, da educação ambiental e de saúde pública afeitos especificamente à população urbana, bem como privilegiar a intensificação do “esverdeamento” para uma cidade de melhor qualidade ambiental.

O conjunto das propostas inseridas neste trabalho, assim como os resultados obtidos, visaram objetivamente a produzir um estímulo à análise, pesquisa e debate no âmbito de uma concepção ecológico-conservacionista permeada pelo enfoque interdisciplinar quanto à gestão dos recursos naturais que existirem na malha intraurbana, especificamente quanto aos seus benefícios e serviços derivados, temática negligenciada reiteradamente por formuladores de políticas públicas. É imperioso notar que tal situação decorre principalmente, mas não exclusivamente, pelo predomínio dos interesses do capital privado sobre o interesse coletivo, implicando no surgimento ou recrudescimento de complexas questões socioambientais que pioram as condições de vida especialmente nas regiões metropolitanas, levando a situações e modos de vida insustentáveis.

Sugere-se também a hipótese de, em eventual reformulação e prorrogação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), dispositivo estabelecido pelo Protocolo de Kyoto para a diminuição da emissão dos gases de efeito estufa, de propiciar incentivos econômicos às municipalidades e regiões que privilegiem o (re)ordenamento de seus territórios a partir de políticas que preservem os remanescentes florestais originais ou para que prevejam em seus planos diretores ações que facilitem a criação, gestão e manutenção de parques ou outros equipamentos que possam induzir a uma melhoria da qualidade do meio ambiente urbano.

O exercício do direito a cidades ambientalmente equilibradas e que proporcionem qualidade de vida a seus cidadãos passa pela revisão urgente das dinâmicas políticas que se instauraram nos processos decisórios que direcionam os projetos urbanos e que ditam o modelo de convivência que as pessoas mantêm com a cidade, onde prevalecem a lógica do lucro fácil e a predominância do poder econômico e especulativo, o que transformam nossas cidades em um *“produto, um grande negócio”*, na expressão da Professora Ermínia Maricato.

A criação, expansão, preservação e conservação do ambiente natural nas cidades é uma questão de saúde pública porque se relaciona diretamente com o direito à vida e as frágeis condições para sua reprodução têm sido resguardadas neste planeta há milhões de anos a despeito, por enquanto, da presença humana . . .

Trata-se, enfim, de colocar sobre a mesa de todas as instâncias decisórias locais e mundiais o debate sobre como evitar o que pode até mesmo vir a afetar a continuidade da presença humana sobre o planeta. Significa criar um consenso sobre qual caminho a percorrer devem os tomadores de decisão indicar e que não se perca de vista, por crítica, a importância da distinção de prioridades entre o valor das coisas e as coisas de valor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Abramovay, R. **Desigualdades e limites deveriam estar no centro da Rio + 20**. In: Revista de Estudos Avançados (dossiê Sustentabilidade). Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, nr. 74, p. 21-33, 2012.

Alves, H. P. da F.; Torres, H. da G. **Vulnerabilidade socioambiental na cidade de São Paulo: uma análise de famílias e domicílios em situação de pobreza e risco ambiental**. In: Revista São Paulo em Perspectiva. Fundação SEADE, São Paulo, v. 20, n. 1, 2006, p. 44-60.

Associação Médica Brasileira (AMB). **Declaração de Dheli sobre saúde e mudança climática**. Adotada pela Assembléia Geral da WMA, Nova Dheli, Índia, out/2009.

Associação Médica Mundial (AMM). **Anais do Seminário da Associação Médica Mundial**. In: Mudança Climática e a Saúde. Copenhagen, setembro, 2009.

Badiru, A. I.; Pires, M. A. F.; Rodríguez, A. C. M. **Método para a Classificação Tipológica da Floresta Urbana visando o Planejamento e a Gestão das Cidades**. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE, Goiânia, Abril/2005, p. 1427-1433

Banco Central do Brasil. **Além do PIB: o Relatório Stiglitz-Sen-Fitoussi**. In: Boletim Responsabilidade Social e Ambiental do Sistema Financeiro, ano 5, nr. 51, Junho/2010. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pre/boletimrsa/BOLRSA201006.pdf>. Acesso em 16/02/2014.

Barcellos, C.; Monteiro, A. M. V.; Corvalán, C.; Gurgel, H. C.; Carvalho, M. S.; Artaxo, P.; Hacon, S.; Ragoni, V. **Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil**. Epidemiologia e Serviços de Saúde (republicação). Brasília, 18 (3): p. 285-304, jul-set/2009.

Bartalini, V. **A municipalização do Verde Público na Cidade de São Paulo: da Administração dos Jardins Públicos e Arborização (1900) à Subdivisão de Parques, Jardins e Cemitérios (1935)**. In: Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAU/USP, n. 10. São Paulo, 2001, p. 62-75.

Bava, S. C. **A reinvenção democrática da política**. In: Le Monde Diplomatique Brasil, nr. 87, out/2014, p.3.

Beurteaux, M. **Abelhas encontram refúgio em aeroportos**. The New York Times International Weekly. In: Folha de S. Paulo, p. 5, 07/03/2015.

Bolund, P.; Hunhammar, S. **Ecosystem services in urban areas**. Ecological Economics, nr. 29 (1999), p. 293–301. Elsevier Science B. V.

Born, R. H.; Talocchi, S. **Proteção do capital social e ecológico por meio de Compensações por Serviços Ambientais (CSA)**. Editora Peirópolis, São Lourenço da Serra, 2002.

Born, R. H. **Marco legal e institucional para CSA no Brasil**. In: Proteção do capital social e ecológico por meio de Compensações por Serviços Ambientais (CSA). Born R. H.; Talocchi, S. (coord.). Editora Peirópolis, São Lourenço da Serra, 2002.

Branco, S. M. **Conflitos conceituais nos estudos sobre meio ambiente**. In: Revista Estudos Avançados. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, nr. 23, p. 217-233, 1995.

CAEM – Conselho de Avaliação Ecosistêmica do Milênio. **Ecosistemas e bem-estar humano. Estrutura para uma avaliação**. Relatório do Grupo de Trabalho da Estrutura Conceitual da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (Ecosystems and Human Well-being). Editora SENAC. São Paulo, 2005.

Câmara Federal. **Projeto de Lei 792/2007**. Disponível em http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1241681&filenome=Parecer-CFT-03-04-2014. Acesso em 14/03/2014.

Carvalho, C. T. dos R. L. (coord.). **Economia Verde: desenvolvimento, meio ambiente e qualidade de vida no Estado de São Paulo**. SMA/CPLA, 2010, 144 p.

Cavalheiro, F.; del Picchia, P. C. D. **Áreas Verdes: Conceitos, Objetivos e Diretrizes para o Planejamento**. In: Anais do 1º. Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana e 4º. Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. Vitória, 1992, p. 29-38.

Chen, Y.; Ebenstein, A.; Greenstone, M.; Li, H. **Evidence on the impact of sustained exposure to air pollution on life expectancy from China's Huai River policy**. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS). Vol. 110, nr. 32, p. 12936-12941, August 2013.

Confalonieri, U. E. C.; Marinho, D. P. **Mudança Climática Global e Saúde: Perspectivas para o Brasil**. In: Revista Multiciência. Campinas, edição nr. 8, p. 48-64, Maio/2007.

Costanza, R.; d'Arge, R.; de Groot, R.; Farberk, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R. V.; Paruelo, J.; Raskin, R. G.; Sutton, P.; van den Belt, M. **The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital**. Nature, vol. 387, 1997, p. 253-260.

Crestana, M. de S. M. (org.); Silva Filho, D. F. da; Bertoni, J. E. de A.; Guardia, J. F. C.; Araújo, R. T. de. **Árvores & Cia**. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral

(CATI) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo. Campinas, 2007, 132 p.

C40 Cities Climate Leadership Group. **Carta de Recomendações em Saúde para a São Paulo C40 Large Cities Climate Summit**. Faculdade de Medicina da USP; Instituto Saúde e Sustentabilidade; C40 Large Cities Climate Summit (orgs.). São Paulo, 2011.

de Groot, R. S.; van der Perk, J.; Chiesura, A.; Marguliew, S. **Ecological functions and socio-economic values of critical natural capital as a measure for ecological integrity and environmental health**. In: Implementing Ecological Integrity: Restoring Regional and Global Environmental and Human Health. NATO-Science Series, IV. Crabbe, P., Holland, A., Ryszkowski, L., Westra, L. (Eds.). Earth and Environmental Sciences, vol. 1. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 2000, pp. 191–214.

de Groot, R. S.; Wilson, M. A.; Boumans, R. M. J. **A typology for the classification, description and valuation of ecosystems functions, goods and services**. Ecological Economics, nr. 41, 2002, pp. 393–408.

Dias, G. F. **Educação Ambiental. Princípios e Práticas**. Editoria Gaia. São Paulo, 5ª edição, 1998.

Diamond, J. M. **Colapso. Como as sociedades escolheram o fracasso ou o sucesso**. Editora Record, Rio de Janeiro, RJ, 9ª edição, 2009.

Dominguez, B. **Complexidade crescente**. In: Revista Radis. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca da Fundação Oswaldo Cruz, RJ, n. 143, p. 10–14, ago/2014.

Falcón, A. **Espacios verdes para una ciudad sostenible. Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión**. Editorial Gustavo Gili, SL. Barcelona, 2007.

Farah, I. M. C. **Árvores e População: as relações que se estabelecem no contexto da cidade**. In: Revista Paisagem e Ambiente: ensaios. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. Nr. 18, 2004, p. 99–120.

Fisher, B.; Costanza, R.; Turner, R. K.; Morling, P. **Defining and classifying ecosystem services for decision making**. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment (CSERGE) Working Paper EDM, No. 07-04. School of Environmental Sciences, University of East Anglia, United Kingdom, 2007.

Folha de S. Paulo. **2014 é o ano mais quente já registrado, aponta NASA**. Pág. C8, 17/01/2015.

Flagan, R. C.; Seinfeld, J. H. **Fundamentals of Air Pollution Engineering**. Prentice-Hall, USA, 1988.

Freiria, R. F. **Direito, Gestão e Políticas Públicas Ambientais**. Editora SENAC. São Paulo, 2011.

Freitas, C. M. de. **Problemas ambientais, saúde coletiva e ciências sociais**. Ciência & Saúde Coletiva, nr. 8, p. 137-150, 2003.

Garcia, C. C. M.; Freitas, F. P.; Sanchez, A. B.; di Mascio, P.; Medeiros, M. H. G. **Elevated α -Methyl- γ -hydroxy-1,N2-propano-2'-deoxyguanosine Levels in Urinary Samples from Individuals Exposed to Urban Air Pollution**. Chemical Research in Toxicology, American Chemical Society, 2013, 26, p. 1602–1604.

Gartland, L. **Heat Islands: understanding and mitigating heat in urban areas**. Cromwell Press. Trowbridge, U.K., 2008.

Giatti, L. L.; Nascimento, P. R. do; Cutolo, S. A.; Toledo, R. F. de; Talamini, G. C.; Gaviolli, J.; Carbone, A. S.; Landin, R.; Freitas, C. M. de. **Metropolitan Environmental Health: Asymmetrical knowledge and management in São Paulo, Brazil**. In: Urban Environment – Proceedings of the 11th Urban Environment Symposium (UES). Rauch, S.; Morrison, G.; Norra, S.; Schleicher, N. (eds.). Springer Science+Business Media Dordrecht. Germany, 2013.

Gil, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Editora Atlas, 4^a edição. São Paulo, 2002.

Grey, G. W.; Deneke, F. J. **Urban Forestry**. John Wiley & Sons, Inc. Nova York, EUA, 1978.

Guadagno, L.; Depietri, Y.; Fra Paleo, U. **Urban disaster risk reduction and ecosystem services**. In: The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction. United Nations University Press. Japan, 2013, p. 389-415.

Haddad, P. R. **Como preservar os mananciais da RMSP ?** In: O Estado de São Paulo, 04/02/2015, p. B2.

Hsiang, S. M.; Burke, M.; Miguel, E. **Quantifying the influence of climate on human conflict**. Science, vol. 341 (6151), 2013. DOI:10.1126/Science.1235367. Acesso em 29/06/2015.

Hupffer, H. M.; Weyermüller, A. R.; Waclawovsky, W. G. **Uma análise sistêmica do princípio do protetor-recebedor na institucionalização de programas de compensação por serviços ambientais**. In: Revista Ambiente e Sociedade, vol. 14, nr. 1. SCIELO, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Taxa de urbanização. Indicadores demográficos. 2010. Disponível em <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP122>. Acesso em 15/02/2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos Municípios Brasileiros**. 2013. Disponível em ftp://ftp.ibge.gov.br/Perfil_Municipios/2013/munic2013.pdf

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report – AR4 (2007). Disponível em https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm. Acesso em 12/01/2015.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Fifth Assessment Report** – AR5 (2014). Disponível em www.ipcc.ch. Acesso em 19/02/2015.

Jacobi, P. R. **São Paulo, metrópole insustentável – como superar esta realidade ?** Cadernos Metrópole, v. 15, nr. 29. Scielo, 2013.

Juliani, A. J.; Feitosa, P. H. A. **Alternativas para Mensuração do Desempenho Econômico e Progresso Social: Uma Aplicação da Proposta da Comissão Stiglitz-Sem-Fitoussi para as Regiões Brasileiras**. In: IX Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2011. Disponível em: http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/ix_en/GT5-301-160-20110620145256.pdf. Acesso em 18/07/2014.

Kill, J. **Comércio de Serviços Ecológicos: Quando o “pagamento por serviços ambientais” fornece uma licença para destruir**. Disponível em <http://www.wrm.org.uy/html/wp-content/uploads/2014/04/comercio-de-servicos-ecossistemas.pdf>. Acesso em 26/08/2014.

Larcher, W. **Ecofisiologia Vegetal**. RiMa Artes e Textos. São Carlos, 2000.

Lavell, A., M. Oppenheimer, C. Diop, J. Hess, R. Lempert, J. Li, R. Muir-Wood, and S. Myeong, 2012: **Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience**. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 25-64. Disponível em http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX-Chap1_FINAL.pdf. Acesso em 09/10/2014.

Leff, E. **Ecologia, Capital e Cultura**. Editora Vozes. Petrópolis, RJ, 2009.

Leite, C; Awad, J. di C. M. **Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes. Desenvolvimento sustentável num planeta urbano.** Editora Bookman, Porto Alegre, 2012.

Lima, A. M. L. P.; Cavalleiro, F.; Nucci, J. C.; Sousa, M. A. de L. B.; Fialho, N. de O.; del Picchia, P. C. D. **Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos.** Anais do II Congresso Brasileiro de Arborização Urbana. São Luís, setembro de 1994, pp. 539-553.

Lombardo, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles.** Editora Hucitec, São Paulo, 1985.

Macedo, S. S.; Sakata, F. G. **Parques Urbanos no Brasil.** EDUSP, SP, 2002.

Magalhães, L. M. S. **Arborização e Florestas Urbanas – Terminologia adotada para a Cobertura Arbórea das Cidades Brasileiras.** Revista Floresta e Ambiente, Editora da UFRJ, Seropédica, RJ. Jan/2006, p. 23-26.

Marandola Jr., E; Hogan, D. J. **As dimensões da vulnerabilidade.** In: Revista São Paulo em Perspectiva. Fundação SEADE, São Paulo, v. 20, n. 1, 2006, p. 33-43.

Maricato, E. **É a questão urbana, estúpido !** In: Le Monde Diplomatique Brasil, ed. ago/2013, p. 6-7.

Maricato, E.; Ogura, A. T.; Comarú, F. **Crise urbana, produção do habitat e doença.** In: Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles. Saldiva, P. *et al* (orgs.). Instituto Saúde e Sustentabilidade. Ex-Libris Comunicação Integrada, p. 47-65. São Paulo, 2010.

Martins, J. de S. **Água deu, água leva.** In: O Estado de São Paulo, p. E3, 20/10/2014.

Martins, M. L. R. **São Paulo, centro e periferia: a retórica ambiental e os limites da política urbana.** In: Revista do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, nr. 71, p. 59-72, 2011.

Maytraud, T. **O Controle das Águas Pluviais: uma estratégia de projeto urbano. O exemplo de Sena-Saint-Denis – França.** In: Parques Urbanos e Meio Ambiente, Desafios de Uso. Atas do Seminário Internacional. Glezer, R.; Mantovani, M. S. M. (orgs.). Parque CIENTEC/USP, PEFL. São Paulo, 2006.

McMichael, A. J. **The urban Environment and health in a world of increasing globalization: issues for developing countries.** In: Bulletin of the World Health Organization, p. 1117-1126, ed. 78, 2000.

McPherson, E. G.; Nowak, D. J.; Rowntree, R. A. **Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project.** U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experimental Station. 201 p., 1994.

McPherson, E. G.; Nowak, D.; Heisler, G.; Grimmond, S.; Souch, C.; Rowntree, R. **Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project**. Urban Ecosystems, 1997, 1, p. 49-61.

Mello-Théry, N. A. **Conservação de áreas naturais em São Paulo**. In: Revista do Instituto de Estudos Avançados (IEA) da Universidade de São Paulo, nr. 71, pág. 175-188, 2011.

Mendes, A. M. C. P.; Souza-Lima, J. E. de; Hammerschmidt, K. S. de A.; Lourenço, M. S.; Guaragni, M. V. **Políticas públicas, desenvolvimento e as transformações do Estado brasileiro**. In: Políticas Públicas e Indicadores para o Desenvolvimento Sustentável. Silva, C. L. da; Souza-Lima, J. E. de (orgs.). Editora Saraiva, São Paulo, 2010.

Mendonça, F. **Clima e criminalidade: ensaio analítico da correlação entre a temperatura do ar e a incidência da criminalidade urbana**. Editora da UFPR. Curitiba, 2001.

Miller, R. W. **Urban Forestry. Planning and Managing Urban Greenspaces**. Prentice Hall, NJ. 2nd ed., 1997.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Instrumentos Econômicos**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-urbano/instrumentos-economicos>. Acesso em 21/07/2014.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_dap_cnuc2/arquivos/snuc.pdf. Acesso em 11/09/2014.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Cidades Sustentáveis**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis>. Acesso em 18/07/2014.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Resoluções CONAMA**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em 26/07/2014.

Miraglia, S. G. el K.; Conceição, G. M. de S.; Saldiva, P. H. N.; Strambi, O. **Analysis of the impact of fuel consumption on mortality rates in São Paulo**. Laboratório Experimental de Poluição do Ar da Faculdade de Medicina da USP. São Paulo, 2001.

Moreira, T. C. L. **Interação da vegetação arbórea e poluição atmosférica na cidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2010.

Motta, R. S. da. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1998a.

Motta, R. S. da. **Economia Ambiental**. Editora FGV, RJ, 2006.

Motta, R. S. da. **Valoração e precificação dos recursos ambientais para uma economia verde**. In: Economia Verde. Desafios e Oportunidades, nr. 8, junho/2011. Disponível em www.conservation.org.br/publicacoes/files/P%20Elginas%20de%20PoliticaAmbienta08s%20roadamotta.pdf. Acesso em 12/03/2015.

Neves, W. A. **Um esqueleto incomoda muita gente**. Editora da Unicamp. Campinas, 2013.

Nogueira, M. J.; Medeiros, M. A. A.; Arruda, F. S. T. **Valoração Econômica do Meio Ambiente : Ciência ou Empiricismo ?** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 17, n. 2, p. 81-115, maio/ago 2000.

Nogueira-Neto, P. **A erradicação da miséria: um problema ambiental central**. In: Revista Estudos Avançados. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, nr 15, p. 111-114, 1992.

Nowak, D. J.; Crane, D. E.; Stevens, J. C. **Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States**. Urban Forestry & Urban Greening 4. Elsevier, 2006, U.S.A., p. 115–123.

Nowak, D. J.; Crane, D. E.; Stevens, J. C.; Hoehn, R. E.; Walton, J. T.; Bond, J. A. **Ground-Based Method of Assessing Urban Forest Structure and Ecosystem Services**. Arboriculture & Urban Forestry Journal, 2008. 34(6):347-358.

Nowak, D. J.; Hoehn, R.; Bodine, A.; Ash, R.; Greenfield, E.; Ellis, A.; Hirabayashi, S. **The Trees and Forests of Rio de Janeiro: Ecosystem Services and Values**. Preliminary Report. Syracuse, NY, 2012.

Nusdeo, A. M. de O. **Pagamento por Serviços Ambientais. Sustentabilidade e disciplina jurídica**. Editora Atlas. São Paulo, 2012.

Oliveira, J. C. O.; Barbosa, J. H. C. **Roteiro para Criação de Unidades de Conservação Municipais**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF, 2010, 68 p.

Paiva, H. N. de; Gonçalves, W. **Florestas Urbanas. Planejamento para Melhoria da Qualidade de Vida.** Aprenda Fácil Editora, Viçosa, 2002.

Pellegrino, C. **Parque de luxo.** In: Folha de S. Paulo, caderno Imóveis, 30/11/2014, p. 1.

Pereira, L. A. A.; Assunção, J. V. de; Santos, U. de P.; Braga, A. L. F.; Andrade, M. de F.; André, P. A. de; Gândara, M.; Lin, C. A.; Abrão, M. S. **O ar da cidade, ruído e as desigualdades na saúde.** In: Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles. Saldiva, P.; Vormittag, E. da M. P. A. de A (coords.). Instituto Saúde e Sustentabilidade. Ex-Libris Comunicação Integrada, São Paulo, 2010.

Philippi Jr., A.; Malheiros, T. F. **Saneamento e saúde pública; integrando homem e ambiente.** In: Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável. Editora Manole, Barueri, 2005.

Pinheiro, A. L.; Cândido, J. F. **As Árvores e a Apicultura.** Arka Editora. Viçosa, 2009, 71 p.

Pinto Jr., O; Pinto, I. R. C. de A.; Pinto Neto, O. **Lightning Enhancement in the Amazon Region Due to Urban Activity.** American Journal of Climate Change, 2013, 2, 270-274. Disponível em <http://dx.doi.org/10.4236/ajcc.2013.24026>. Acesso em 02/01/2014.

PDE - Política de Desenvolvimento Urbano e Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo. 2014. Disponível em http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/PDE-Suplemento-DOC/PDE_SUPLEMENTO-DOC.pdf. Acesso em 08/10/2014.

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Povos Resilientes, Planeta Resiliente: um Futuro Digno de Escolha.** Painel de Alto Nível do Secretário-Geral das Nações Unidas sobre Sustentabilidade Global. Nova York, Nações Unidas (2012). Disponível em: <http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/gsp-integra.pdf>. Acesso em 24/07/2014.

Ribeiro, H.; Alves Filho, A. P.; Sette, D. M.; Silva, E. N. da; Vormittag, E. da M. P. A. de A.; Coelho, M. de S. Z. S. **Alterações no Clima Urbano.** In: Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles. Saldiva, P. *et al* (orgs.). Instituto Saúde e Sustentabilidade. Ex- Libris Comunicação Integrada, São Paulo, p.67-87, 2010.

Ribeiro, H.; Assunção, J. V. de. **Efeitos das queimadas na saúde humana.** In: Revista do Instituto de Estudos Avançados (IEA) da Universidade de São Paulo, nr. 44, p. 125-148, 2002.

Rockström, J.; Steffen, W., Noone, K.; Persson, Å.; Chapin III, F. S.; Lambin, E.; Lenton, L. M.; Scheffer, M.; Folke, C.; Schellnhuber, H.; Nykvist, B.; de Wit, C. A.; Hughes, T.; van der Leeuw, S.; Rodhe, H.; Sörlin, S.; Snyder, P. K.; Costanza, R.; Svedin, U.; Falkenmark, M.; Karlberg, L.; Corell, R. W.; Fabry, V. J.; Hansen, J.; Walker, B.; Liverman, D.; Richardson, K.; Crutzen, P.; Foley, J. **Planetary Boundaries; Exploring the Safe Operating Space for Humanity**. Ecology and Society, vol. 14, nr. 2, art. 32, 2009. Disponível em <http://ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>. Acesso em 21/11/2014.

Rodrigues, J. E. R. **Parque urbano: aplicação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) ao meio ambiente urbano**. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

Rolim, G. de S; Camargo, M. B. P. de; Lania, D. G; Moraes, J. F. L. de. **Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo**. Bragantia, vol. 66, nr.4. Scielo, 2007. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052007000400022>. Acesso em 14/04/2015.

Sachs, I. **Desenvolvimento numa economia mundial liberalizada e globalizante: um desafio impossível ?** In: Revista do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, nr. 30, p. 213-242. São Paulo, 1997.

Saldiva, P. **O homem e o meio ambiente urbano**. In: Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles. Saldiva, P. *et al* (orgs.). Instituto Saúde e Sustentabilidade. Ex-Libris Comunicação Integrada, São Paulo, 2010, p. 17-20.

Saldiva, P. *et al*. **Avaliação do Impacto da Poluição Atmosférica no Estado de São Paulo sob a Visão de Saúde**. Disponível em http://saudeesustentabilidade.org.br/site/wp-content/uploads/2013/09/Documentofinaldapesquisapadrao_2409-Final-sitev1.pdf. Acesso em 25/09/2013.

Santos, M. **A redescoberta da natureza**. In: Revista do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, nr. 14, p. 95-106. São Paulo, 1992.

São Paulo (Cidade). **Atlas Ambiental do município de São Paulo**. Disponível em <http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/pagina.php?B=32&id=22>. 2002. Acesso em 22/12/2014.

São Paulo (Estado). **Sistema Ambiental Paulista. Parques e Unidades de Conservação**. Disponível em <http://www.ambiente.sp.gov.br/ambiente/parques-e-unidades-de-conservacao/parque-urbano/>. Acesso em 02/03/2015.

SBAU – Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. **A Carta de Londrina e Ibirorã. VI Encontro Nacional sobre Arborização Urbana.** Londrina, dezembro, 1995.

Scanavaca Júnior, L. **Áreas Verdes como Subsídio ao Planejamento Urbano.** In: Anais do XVI Congresso Brasileiro de Arborização Urbana. Uberlândia, 2012.

Silva Filho, D. F. da. **Silvicultura Urbana – O Desenho Florestal da Cidade.** IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – LCF/ESALQ/USP. Piracicaba, 2003. Disponível em <http://www.ipef.br/silvicultura/urbana.html>. Acesso em 11/11/2014.

Silva Filho, D. F.; Tosetti, L. L. **Valoração das árvores no Parque do Ibirapuera – SP: importância da infraestrutura verde urbana.** In: Revista LABVERDE, ed. 01, outubro/2010. Disponível em www.fau.usp.br/deprojeto/revistalabverde/edicoes/ed.01.pdf. Acesso em 31/05/2015.

Souza, C. **Políticas Públicas: uma revisão da literatura.** In: Revista Sociologias (republicação), nr. 16, ano 8, p. 20-45. Porto Alegre, 2006.

Stiglitz, J. E.; Sen, A.; Fitoussi, J.P. **Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress.** 2009, 291 p. Disponível em: www.stiglitz-sen-fitoussi.fr. Acesso em 19 de Julho de 2014.

Stockholm Resilience Centre. Disponível em <http://www.stockholmresilience.org>. Acesso em 21/11/2014.

Sunyer, J.; Esnaola, M.; Alvarez-Pedrerol, M.; Forn, J.; Rivas, I.; López-Vicente, M.; Suades-González, E.; Foraster, M.; Garcia-Esteban, R.; Basagaña, X.; Viana, M.; Cirach, M.; Moreno, T.; Alastuey, A.; Sebastian-Galles, N.; Nieuwenhuijsen, M.; Querol, X. **Association between Traffic-Related Air Pollution in Schools and Cognitive Development in Primary School Children: A Prospective Cohort Study.** PLoS Medicine, 2015. Disponível em DOI: 10.1371/journal.pmed.1001792. Acesso em 17/03/2015.

SVMA – Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente; CEM – Centro de Estudos da Metrópole. **Indicadores ambientais e gestão urbana: desafios para a construção da sustentabilidade na cidade de São Paulo.** São Paulo, 2008. Disponível em http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/meio_ambiente/publicacoes/0008/indicadoresambientais.pdf, p. 69. Acesso em 23/12/2014.

SVMA – Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente. **Parque Municipal Ecológico de Campo-Cerrado Dr. Alfred Usteri.** Disponível em

http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/parques/regiao_centro_oeste/index.php?p=48428. Acesso em 18/02/2015.

TEEB – A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade para Formuladores de Políticas Locais e Regionais. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Traduzido e impresso pela Confederação Nacional da Indústria – CNI. 2010.

TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity. **TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management**. United Nations Environment Programme. 2011. Disponível em www.teebweb.org. Acesso em 19/03/2013.

Ulrich, R. S. **View Through a Window May Influence Recovery from Surgery**. Science vol. 224, n. 4647, p. 420-421, abril/1984.

UNISDR – The United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Making Cities Resilient. Report 2012**. Disponível em http://www.unisdr.org/files/28240_rcreport.pdf. Acesso em 23/11/2014.

UNISDR – The United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Como Construir Cidades Mais Resilientes. Um Guia para Gestores Públicos Locais**. Disponível em: http://www.unisdr.org/files/26462_guiagestorespublicosweb.pdf. Acesso em 23/11/2014.

Takano, T.; Nakamura, K.; Watanabe, M. **Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces**. Journal of Epidemiological Community Health, v. 56, p. 913-918, 2002.

Walker, B.; Holling, C. S.; Carpenter, S. R.; Kinzig, A. **Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems**. Ecology and Society, vol. 9, n. 2, art. 5, 2004. Disponível em <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>. Acesso em 21/11/2014.

Weber, C.; Medhi, L. **Ecosystem Services Provided by Urban Vegetation: A Literature Review**. In: Urban Environment – Proceedings of the 11th Urban Environment Symposium (UES). Rauch, S.; Morrison, G.; Norra, S.; Schleicher, N. (editors). Springer Science+Business Media Dordrecht, Germany, 2013.

Youngsteadt, E.; Henderson, R. C.; Savage, A. M.; Ernst, A. F.; Dunn, R. R.; Frank, S. D. **Habitat and species identity, not diversity, predict the extent of refuse consumption by urban arthropods**. In: Global Change Biology v. 21, p. 1103-1115, 2015. doi: 10.1111/gcb.12791.

Yu, C. M. **Seqüestro florestal de carbono no Brasil: dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas**. Annablume; IEB. São Paulo, 2004.

APÊNDICE A

		ESTAÇÃO MEDIDORA											RESULTADOS
		IBIRAPUERA (preferencial) Lat: - 23,585922° Long: - 46,655423°					CONGONHAS (alternativa) Lat: - 23,612919° Long: -46,660386						
Poluente													
Ano	NO ₂	CO	MP ₁₀	MP _{2,5}	O ₃	SO ₂	NO ₂	CO	MP ₁₀	MP _{2,5}	O ₃	SO ₂	
2005	✓	✓	✓	X	✓	✓				X		✓	MP _{2,5} inexistente nas 2 estações
2006	✓	✓	✓	X	✓	✓				X		✓	MP _{2,5} inexistente nas 2 estações
2007	✓	✓	✓	X	✓	X				X		✓	MP _{2,5} inexistente nas 2 estações. SO ₂ disponível em Congonhas.
2008	✓	✓	✓	X	✓	X				X		✓	MP _{2,5} inexistente nas 2 estações. SO ₂ disponível em Congonhas.
2009	✓	✓	✓	X	✓	X				X		✓	MP _{2,5} inexistente nas 2 estações. SO ₂ disponível em Congonhas.
2010	✓	✓	✓	X	✓	X				X		✓	MP _{2,5} inexistente nas 2 estações. SO ₂ disponível em Congonhas.
2011	✓	✓	✓	X	✓	X				✓		✓	MP _{2,5} e SO ₂ disponíveis em Congonhas.
2012	✓	✓	✓	X	✓	X				✓		✓	MP _{2,5} e SO ₂ disponíveis em Congonhas.
2013	✓	✓	✓	X	✓	X				✓		✓	MP _{2,5} e SO ₂ disponíveis em Congonhas.

Medições de poluentes disponíveis nas estações Ibirapuera e Congonhas da CETESB.

Fonte: CETESB. Disponível em <http://qualar.cetesb.sp.gov.br/qualar/home.do>. Acesso em 23/01/2015.

Elaboração própria.

APÊNDICE B

***Fotografia 1: aspectos do Parque Municipal Ecológico de Campo-Cerrado Dr. Alfred Usteri, no bairro do Jaguaré, São Paulo, 2015.
Fonte: acervo pessoal.***

***Fotografia 2: aspectos do Parque Municipal Ecológico de Campo-Cerrado Dr. Alfred Usteri, no bairro do Jaguaré, São Paulo, 2015.
Fonte: acervo pessoal.***

Fotografia 3: aspectos do Parque Municipal Ecológico de Campo-Cerrado Dr. Alfred Usteri, no bairro do Jaguaré, São Paulo, 2015.
Fonte: acervo pessoal.

Fotografia 4: aspectos do Parque Municipal Ecológico de Campo-Cerrado Dr. Alfred Usteri, no bairro do Jaguaré, São Paulo, 2015.
Fonte: acervo pessoal.

Fotografia 5: aspectos do Parque Municipal Ecológico de Campo-Cerrado Dr. Alfred Usteri, no bairro do Jaguaré, São Paulo, 2015.
Fonte: acervo pessoal.

Fotografia 6: aspectos do Parque Municipal Ecológico de Campo-Cerrado Dr. Alfred Usteri, no bairro do Jaguaré, São Paulo, 2015.
Fonte: acervo pessoal.

Fotografia7: aspectos do Parque Municipal Ecológico de Campo-Cerrado Dr. Alfred Usteri, no bairro do Jaguaré, São Paulo, 2015. Fonte: acervo pessoal

APÊNDICE C

Esquema de PSA	Descrição	Modelo/aplicação
I - para implementação de políticas públicas que protejam a Natureza: são esquemas nos quais governos usam dinheiro público para pagar ou subsidiar a restauração ou a proteção de “serviços ambientais” que sejam protegidos por meio de uma política pública.	<p>a) os valores a serem pagos são negociados ou definidos pelo Estado ou diretamente entre as partes envolvidas;</p> <p>b) desnecessária qualquer medição direta ou detalhada da quantidade ou qualidade do “serviço” específico pelo qual o pagamento é recebido, e esse pagamento não está vinculado à permissão para destruir ou poluir acima dos limites legais em outros lugares;</p> <p>c) os pagamentos não necessitam de um mercado financeiro e não se compra nem se vende qualquer mercadoria ou ativo ambiental;</p> <p>d) desnecessário modificar a legislação em vigor para criar novos ativos ou definir mercadorias ambientais.</p>	<p>. as prefeituras que pagam proprietários em bacias hidrográficas para que garantam o abastecimento de água (Nova York, Vancouver);</p> <p>. os governos que pagam proprietários de terra com dinheiro público arrecadado com a cobrança de um imposto sobre o consumo de gasolina para que não cortem florestas ou para que as restaurem (Costa Rica);</p> <p>. os gestores dos pagamentos da Política Agrícola Comum da UE aos agricultores para que preservem a biodiversidade.</p>
II – doações do setor privado e programas governamentais não ligados a políticas públicas: empresas ou entidades públicas oferecem projetos de PSA para evitar danos à reputação, promover lavagem verde em atividades prejudiciais às comunidades ou para reduzir oposição local à expansão de atividades empresariais.	<p>a) não há lei que exija o pagamento;</p> <p>b) não se alega que o pagamento seja “equivalente” aos danos causados em termos econômicos e ecológicos;</p> <p>c) o valor do pagamento é decidido pela empresa ou entidade pública que o oferece;</p> <p>d) não são necessários quantificação/monitoramento dos “serviços ecossistêmicos” específicos.</p> <p>e) não envolvem mercados financeiros nem se criam ou se negociam <i>commodities</i> de “serviços ambientais”.</p> <p>f) pode haver contratos, mas as obrigações só duram enquanto o pagamento for recebido.</p>	uma indústria de bebidas pode pagar pela proteção da água para compensar danos causados à água da comunidade, que pode acontecer onde ela extrai a água; o projeto de PSA também pode ser localizado em outro lugar.
III - pagamentos voluntários por poluição ou destruição consideradas excessivas: o financiamento provém de indivíduos, instituições públicas, ONGs e empresas que voluntariamente escolhem “anular” suas atividades poluentes. O pagamento pode evitar o risco à reputação ou imagem.	pagamento voluntário.	pode haver, pela FIFA, a oferta de compensações por jogadores e visitantes que frequentam jogos da Copa do mundo e por emissões geradas pela construção de novos estádios ou por um grupo de rock que compra compensações por uma turnê.
IV - PSA como permissão para destruir ou poluir acima do limite legal. Leis ambientais são alteradas para permitir que empresas poluam ou destruam a Natureza acima de um limite estabelecido na lei. É considerado legal desde que se pague pela poluição ou destruição extra a ser “compensada” em outro lugar.	Leis prevêm que se “compense” em outro lugar a destruição ou poluição da Natureza local acima do permitido pela normatização.	As comunidades afetadas pela poluição excedente não poderão processar judicialmente uma empresa por poluir mais do que permitido pela lei devido à própria lei ter autorizado-a a ultrapassar o limite estabelecido.

Tipos de PSA passíveis de serem implantados, segundo Kill (2014).

ANEXOS

MARÇO de 2011

COORDENADOR: SÉRGIO
EFETUADOR: P. SILVA

INSTITUTO ASTRONÔMICO E GEODÉSICO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
RESULTADOS EXTRAÍDOS DE PLUVIOGRAMA DIÁRIO (mm DE CHUVA)

VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS									
VALORES DIÁRIOS										VALORES DIÁRIOS																			

FUNÇÃO	DIMENSÃO	BENS E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS
Regulação Capacidade dos ecossistemas para regular processos ecológicos essenciais e para suporte à vida (processos como a transformação da energia solar em biomassa, armazenamento e transferência de minerais e energia nas cadeias alimentares, ciclos biogeoquímicos, regulação do sistema climático físico e mineralização da matéria orgânica em solos e sedimentos).	<u>Gasosa</u> : a composição química da atmosfera e oceanos é mantida por meio de processos biogeoquímicos que são influenciados por componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas.	Manutenção do ar limpo e respirável, equilíbrio entre CO ₂ /SO ₂ , manutenção da camada de ozônio.
	<u>Climática</u> : as condições meteorológicas e o clima são determinados pela interação complexa de padrões regionais e globais de circulação do ar com a topografia, vegetação, albedo e as características de estufa de alguns gases da atmosfera.	Relaciona-se com a manutenção de clima favorável local ou globalmente, com repercussão para a saúde humana e produtividade agrícola.
	<u>Prevenção de distúrbios</u> : oferta de segurança à vida humana e às edificações.	Arrefecimento dos efeitos das tempestades, enchentes e secas.
	<u>Água (fluxo)</u> : manutenção da irrigação natural e drenagem.	Amortecimento de fluxos intensos e oferta de um meio de transporte.
	<u>Abastecimento de água (retenção)</u> : filtragem (especialmente pela cobertura vegetal), retenção e armazenamento de água em córregos, lagos e aquíferos.	Fornecimento de água para o uso por parte das famílias, agricultura e indústria.
	<u>Retenção do solo</u> : depende de aspectos estruturais dos ecossistemas como a cobertura vegetal e do sistema radicular.	Mantém a produtividade agrícola e evita danos devido à erosão do solo como os deslizamentos de terra.
	<u>Formação do solo</u> : deriva da desintegração de rochas e se torna fértil com o acúmulo de matéria orgânica animal e vegetal e da liberação de minerais.	Manutenção da produtividade das culturas e integração e funcionamento dos ecossistemas naturais.
	<u>Ciclagem de nutrientes</u> : processo conduzido por organismos do solo que decompõem a matéria orgânica liberando nutrientes para plantas e na atmosfera.	Manutenção de solos "saudáveis", relacionando-se também com as funções de regulação do clima, da água e dos gases.
	<u>Tratamento de resíduos</u> : até certo ponto os sistemas naturais são capazes de armazenar e reciclar determinadas quantidades de dejetos humanos orgânicos e inorgânicos por diluição, assimilação e recomposição química.	Purificação de água como se fossem "estações" de tratamento; melhora da qualidade do ar quando as florestas filtram as partículas de poeira.
	<u>Polinização</u> : essencial para a maioria das plantas para reprodução, incluindo as culturas comerciais, sendo facilitada por insetos, aves e morcegos.	Dependência dos cultivares pela polinização natural.
Habitat Os ecossistemas fornecem espaço de vida para todas as espécies de plantas e animais. A manutenção de habitats saudáveis é garantia para o fornecimento de todos os bens e serviços dos sistemas ecológicos por estas espécies.	<u>Abriço</u> : relaciona-se à manutenção da diversidade biológica e genética da Terra.	Funciona como um "banco" de informações genéticas contendo informações das adaptações ambientais adquiridas ao longo de bilhões de anos de evolução e armazenadas no material genético de milhões de espécies.
	<u>Berçário (viveiro)</u> .	Propicia áreas de reprodução e berçário para espécies que são aproveitadas em outras partes para fins comerciais ou de subsistência (lagoas de mangue).

Anexo 3: bens e funções ecossistêmicos.
Fonte: adaptado de de Groot et al (2000).

FUNÇÃO	DIMENSÃO	BENS E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS
Produção Refere-se aos produtos primários brutos que podem ser colhidos de forma sustentável diretamente da natureza.	<u>Alimentos.</u>	Embora atualmente a maioria dos alimentos provenha de plantas cultivadas e animais domesticados, uma parte importante da dieta humana global ainda é gerada por plantas e animais silvestres.
	<u>Matérias-primas.</u>	São recursos bióticos (produtos de plantas e animais vivos) renováveis como madeira, fibras, compostos bioquímicos, recursos energéticos como lenha, matéria orgânica e bioquímicos (etanol) e para alimentação animal.
	<u>Recursos genéticos.</u>	O cruzamento das cargas genéticas entre plantas domesticadas e seus parentes selvagens melhoram certas qualidades (resistência a pragas e doenças, adaptação a certas condições ambientais), a fim de manter a produtividade e <i>status</i> comercial das culturas.
	<u>Recursos médicos.</u>	Fornecimento de produtos químicos para fármacos e medicamentos ou como modelos para sintetizá-los.
	<u>Recursos ornamentais.</u>	Plantas e animais silvestres são usados em vestuário, artesanato, como objetos de culto (tribais, religiosos), coleções de jardins zoológicos e botânicos e como itens de colecionador.
Informação Os ecossistemas naturais fornecem oportunidades para o desenvolvimento mental, espiritual e de lazer, à medida que a natureza é fonte de inspiração para a ciência, cultura, arte, educação e pesquisa.	<u>Estética.</u>	Demonstrada pela preferência pessoal para viver em ambientes esteticamente agradáveis ligados a áreas naturais e paisagens, que influenciam também os preços dos imóveis.
	<u>Diversão e (eco)turismo.</u>	Os ecossistemas oferecem descanso, relaxamento, recreação por oportunidades de lazer, passeios, caminhadas e estudo da natureza.
	<u>Inspiração cultural e artística.</u>	A natureza é motivo e fonte de inspiração para livros, revistas, cinema, fotografia, pintura, escultura, folclore, música e dança.
	<u>Inspiração espiritual e histórica.</u>	Valores religiosos, éticos e patrimoniais são proporcionados pelos ecossistemas naturais e elementos da natureza, além dos sentidos de continuidade e pertencimento ao espaço.
	<u>Educacional e científica.</u>	Oportunidades para educação ambiental, investigação científica e campo para o monitoramento de mudanças ambientais.

Anexo 3 (continuação): bens e funções ecossistêmicos.
Fonte: adaptado de de Groot *et al* (2000).

ANEXO 4: POLLUTION EFFECTS IN IBIRAPUERA PROJECT BY SPECIES

Pollution Effects in Ibirapuera Project by Species

Series: ParkTrees, Time Period: 2008

	Trees	Pollution Removed (g/yr)							Removal Value (R\$/yr) ¹						VOC Emission (g/yr)		
Species Name	Count	CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	Isoprene	Mono- terpene	VOCs	
Acotia-cavalo	8 0,06%	11,0 0,01%	129,3 0,01%	46,6 0,01%	45,7 0,02%	14,5 0,01%	23,4 0,02%	0,02 0,01%	1,46 0,01%	0,53 0,01%	0,34 0,02%	0,04 0,01%	0,18 0,02%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	
African oil palm	7 0,05%	244,2 0,29%	2.880,6 0,29%	1.039,6 0,29%	446,0 0,18%	323,5 0,29%	228,8 0,18%	0,39 0,29%	32,43 0,29%	11,70 0,29%	3,35 0,18%	0,89 0,29%	1,72 0,18%	3.242,19 0,15%	84,07 0,02%	3.326,26 0,12%	
African tulip tree	199 1,11%	907,4 1,09%	10.703,4 1,09%	3.862,7 1,09%	3.778,6 1,49%	1.202,1 1,09%	1.938,2 1,49%	1,45 1,09%	120,49 1,09%	43,48 1,09%	28,40 1,09%	3,31 1,09%	14,57 1,49%	182,23 0,01%	292,85 0,05%	475,08 0,02%	
alphanes spp	11 0,08%	14,2 0,02%	167,9 0,02%	60,6 0,02%	26,1 0,01%	18,9 0,02%	13,4 0,01%	0,02 0,02%	1,89 0,02%	0,68 0,02%	0,20 0,01%	0,05 0,02%	0,10 0,01%	189,06 0,01%	4,90 0,00%	193,97 0,01%	
Alchornea tripplinervia	58 0,40%	294,0 0,35%	3.467,5 0,35%	1.251,4 0,35%	1.237,1 0,49%	389,4 0,35%	634,6 0,49%	0,47 0,35%	39,03 0,35%	14,09 0,35%	9,30 0,49%	1,07 0,49%	4,77 0,49%	14,31 0,00%	168,67 0,03%	182,98 0,01%	
American muskwood	7 0,05%	32,5 0,04%	383,2 0,04%	138,3 0,04%	134,7 0,05%	43,0 0,04%	69,1 0,05%	0,05 0,04%	4,31 0,04%	1,56 0,04%	1,01 0,05%	0,12 0,04%	0,52 0,05%	2,37 0,00%	13,98 0,00%	16,35 0,00%	
anadenanthera spp	21 0,15%	95,1 0,11%	1.121,8 0,11%	404,8 0,11%	401,9 0,16%	126,0 0,11%	206,1 0,16%	0,15 0,11%	12,63 0,11%	4,56 0,11%	3,02 0,16%	0,35 0,11%	1,55 0,16%	646,82 0,03%	133,75 0,03%	780,57 0,03%	
Angico vermelho	10 0,07%	28,1 0,03%	332,0 0,03%	119,8 0,03%	119,0 0,03%	37,3 0,03%	61,0 0,05%	0,05 0,03%	3,74 0,03%	1,35 0,03%	0,89 0,05%	0,10 0,03%	0,46 0,05%	191,43 0,01%	39,58 0,01%	231,02 0,01%	
angico-branco	6 0,04%	28,3 0,03%	333,8 0,03%	120,4 0,03%	119,0 0,03%	37,5 0,03%	61,0 0,05%	0,05 0,03%	3,76 0,03%	1,36 0,03%	0,89 0,05%	0,10 0,03%	0,46 0,05%	192,44 0,01%	39,79 0,01%	232,24 0,01%	
Arabian coffee	10 0,07%	3,0 0,00%	35,8 0,00%	12,9 0,00%	13,0 0,01%	4,0 0,00%	6,7 0,01%	0,00 0,00%	0,40 0,00%	0,15 0,01%	0,10 0,01%	0,01 0,00%	0,05 0,01%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	
arara nut tree	10 0,07%	40,9 0,05%	483,0 0,05%	174,3 0,05%	173,0 0,07%	54,2 0,05%	88,8 0,07%	0,07 0,05%	5,44 0,05%	1,96 0,05%	1,30 0,07%	0,15 0,05%	0,67 0,07%	1,99 0,00%	23,49 0,00%	25,48 0,00%	
arariba-rosa	239 1,67%	731,8 0,88%	8.632,0 0,88%	3.115,2 0,88%	3.088,0 1,22%	969,5 0,88%	1.584,0 1,22%	1,17 0,88%	97,17 0,88%	35,07 0,88%	23,21 1,22%	2,67 0,88%	11,91 1,22%	4.977,05 0,22%	1.029,17 0,19%	6.006,23 0,22%	
Aspidosperma parvifolium	1 0,01%	2,6 0,00%	30,3 0,00%	10,9 0,00%	11,0 0,00%	3,4 0,00%	5,7 0,00%	0,00 0,00%	0,34 0,00%	0,12 0,00%	0,08 0,01%	0,01 0,04%	0,04 0,19%	0,19 0,00%	2,21 0,00%	2,40 0,00%	
aspidosperma spp	100 0,70%	167,9 0,20%	1.980,2 0,20%	714,6 0,20%	706,4 0,28%	222,4 0,20%	362,4 0,28%	0,27 0,20%	22,29 0,20%	8,04 0,20%	5,31 0,28%	0,61 0,20%	2,72 0,28%	12,26 0,00%	144,46 0,03%	156,72 0,01%	
assai palm	1 0,01%	0,2 0,00%	2,7 0,00%	1,0 0,00%	1,0 0,00%	0,3 0,00%	0,5 0,00%	0,00 0,00%	0,03 0,00%	0,01 0,00%	0,01 0,00%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	3,01 0,00%	3,08 0,00%	
Australian fan palm	3 0,02%	16,8 0,02%	198,1 0,02%	71,5 0,02%	30,8 0,01%	22,2 0,02%	15,8 0,01%	0,03 0,02%	2,23 0,02%	0,80 0,02%	0,23 0,01%	0,06 0,02%	0,12 0,01%	222,95 0,01%	5,78 0,00%	228,73 0,01%	
Australian pine	13 0,09%	113,7 0,14%	1.341,2 0,14%	484,0 0,14%	459,1 0,18%	150,6 0,14%	235,5 0,18%	0,18 0,14%	15,10 0,14%	5,45 0,18%	3,45 0,14%	0,42 0,18%	1,77 0,18%	5.813,21 0,26%	48,93 0,01%	5.862,14 0,21%	
Avocado	38 0,27%	169,4 0,20%	1.998,0 0,20%	721,0 0,20%	704,4 0,28%	224,4 0,20%	361,3 0,28%	0,27 0,20%	22,49 0,20%	8,12 0,20%	5,29 0,28%	0,62 0,20%	2,72 0,28%	12,37 0,00%	437,35 0,08%	449,72 0,02%	
Bahia rosewood	1 0,01%	0,8 0,00%	9,7 0,00%	3,5 0,00%	3,6 0,00%	1,1 0,00%	1,8 0,00%	0,00 0,00%	0,11 0,00%	0,04 0,00%	0,03 0,00%	0,00 0,00%	0,01 0,00%	5,59 0,00%	1,16 0,00%	6,75 0,00%	
balsamo	34 0,24%	73,0 0,09%	860,9 0,09%	310,7 0,09%	304,6 0,12%	96,7 0,09%	156,2 0,12%	0,12 0,09%	9,69 0,09%	3,50 0,09%	2,29 0,12%	0,27 0,09%	1,17 0,12%	496,31 0,02%	102,63 0,02%	598,93 0,02%	
Barbados nut	2 0,01%	11,0 0,01%	129,6 0,01%	46,8 0,01%	45,7 0,02%	14,6 0,01%	23,4 0,02%	0,02 0,01%	1,46 0,01%	0,53 0,01%	0,34 0,02%	0,04 0,01%	0,18 0,02%	0,53 0,00%	6,30 0,00%	6,83 0,00%	

04/29/2015

Page 1

Anexo 4: quantidades em Kg e taxas de remoção de poluentes por espécie, valoração monetária e taxas de emissão biogênica das espécies do Parque Ibirapuera.

ANEXO 4: POLLUTION EFFECTS IN IBIRAPUERA PROJECT BY SPECIES (cont.)

	Trees	Pollution Removed (g/yr)							Removal Value (R\$/yr) ¹						VOC Emission (g/yr)		
Species Name	Count	CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	Isoprene	Mono-terpene	VOCs	
Deodar cedar	1 0,01%	1,4 0,00%	16,7 0,00%	6,0 0,00%	2,8 0,00%	1,9 0,00%	1,5 0,00%	0,00 0,00%	0,19 0,00%	0,07 0,00%	0,02 0,00%	0,01 0,00%	0,01 0,00%	0,10 0,00%	9,73 0,00%	9,83 0,00%	
Dwarf palmetto	29 0,20%	234,0 0,28%	2.760,7 0,28%	996,3 0,28%	429,5 0,17%	310,0 0,28%	220,3 0,17%	0,37 0,28%	31,08 0,28%	11,22 0,28%	3,23 0,17%	0,85 0,28%	1,66 0,17%	2.392,99 0,11%	100,72 0,02%	2.493,71 0,09%	
embauba-do-brejo	18 0,13%	20,3 0,02%	238,9 0,02%	86,2 0,02%	86,0 0,03%	26,8 0,02%	44,1 0,03%	0,03 0,02%	2,69 0,02%	0,97 0,02%	0,65 0,03%	0,07 0,02%	0,33 0,03%	73,45 0,00%	13,06 0,00%	86,51 0,00%	
English oak	1 0,01%	2,8 0,00%	33,0 0,00%	11,9 0,00%	13,1 0,01%	3,7 0,00%	6,7 0,01%	0,00 0,00%	0,37 0,00%	0,13 0,00%	0,10 0,01%	0,01 0,00%	0,05 0,01%	143,21 0,01%	2,41 0,00%	145,63 0,01%	
erythrina spp	12 0,08%	15,7 0,02%	185,2 0,02%	66,9 0,02%	65,7 0,03%	20,8 0,02%	33,7 0,03%	0,03 0,02%	2,09 0,02%	0,75 0,02%	0,49 0,03%	0,06 0,02%	0,25 0,03%	106,82 0,00%	22,09 0,00%	128,90 0,00%	
Eucalyptus urophylla	289 2,02%	1.819,6 2,18%	21.462,8 2,18%	7.745,7 2,18%	4.410,2 1,74%	2.410,5 2,18%	2.262,2 1,74%	2,91 2,18%	241,61 2,18%	87,19 2,18%	33,15 1,74%	6,64 2,18%	17,00 1,74%	93.019,29 4,19%	23.490,76 4,41%	116.510,0 4,23%	
Eugenia candolleana	1 0,01%	0,5 0,00%	5,6 0,00%	2,0 0,00%	2,1 0,00%	0,6 0,00%	1,1 0,00%	0,00 0,00%	0,06 0,00%	0,02 0,00%	0,02 0,00%	0,00 0,00%	0,01 0,00%	3,54 0,00%	0,00 0,00%	3,54 0,00%	
false cypress spp	12 0,08%	44,5 0,05%	525,2 0,05%	189,5 0,05%	55,3 0,02%	59,0 0,05%	28,4 0,02%	0,07 0,05%	5,91 0,05%	2,13 0,05%	0,42 0,02%	0,16 0,05%	0,21 0,02%	3,25 0,00%	38,32 0,01%	41,57 0,00%	
False sicklepod	62 0,43%	325,1 0,39%	3.834,1 0,39%	1.383,7 0,39%	551,8 0,22%	430,6 0,39%	283,0 0,22%	0,52 0,39%	43,16 0,39%	15,58 0,39%	4,15 0,22%	1,19 0,39%	2,13 0,22%	2.210,52 0,10%	457,10 0,09%	2.667,63 0,10%	
Feijoa	2 0,01%	0,8 0,00%	9,2 0,00%	3,3 0,00%	3,3 0,00%	1,0 0,00%	1,7 0,00%	0,00 0,00%	0,10 0,00%	0,04 0,00%	0,02 0,00%	0,00 0,00%	0,01 0,00%	16,02 0,00%	1,68 0,00%	17,71 0,00%	
Fiddle leaf fig	4 0,03%	58,0 0,07%	684,1 0,07%	246,9 0,07%	244,9 0,10%	76,8 0,07%	125,6 0,10%	0,09 0,07%	7,70 0,07%	2,78 0,10%	1,84 0,10%	0,21 0,07%	0,94 0,10%	969,87 0,04%	49,91 0,01%	1.019,78 0,04%	
fig spp	50 0,35%	164,5 0,20%	1.940,0 0,20%	700,1 0,20%	693,0 0,27%	217,9 0,20%	355,5 0,27%	0,26 0,20%	21,84 0,20%	7,88 0,20%	5,21 0,27%	0,60 0,20%	2,67 0,27%	2.750,49 0,12%	141,55 0,03%	2.892,04 0,11%	
Flooded gum eucalyptus	52 0,36%	471,3 0,56%	5.559,1 0,56%	2.006,2 0,56%	1.277,0 0,50%	624,3 0,56%	655,1 0,50%	0,75 0,56%	62,58 0,56%	22,58 0,50%	9,60 0,50%	1,72 0,56%	4,92 0,50%	24.092,95 1,09%	6.084,35 1,14%	30.177,29 1,10%	
Florida trema	3 0,02%	2,7 0,00%	31,3 0,00%	11,3 0,00%	11,2 0,00%	3,5 0,00%	5,8 0,00%	0,00 0,00%	0,35 0,00%	0,13 0,00%	0,08 0,00%	0,01 0,00%	0,04 0,00%	0,19 0,00%	1,91 0,00%	2,10 0,00%	
Frangipani	22 0,15%	17,3 0,02%	204,1 0,02%	73,7 0,02%	73,3 0,03%	22,9 0,02%	37,6 0,03%	0,03 0,02%	2,30 0,02%	0,83 0,02%	0,55 0,03%	0,06 0,02%	0,28 0,03%	1,26 0,00%	14,88 0,00%	16,15 0,00%	
Fustic tree	11 0,08%	29,8 0,04%	351,2 0,04%	126,8 0,04%	93,8 0,04%	39,4 0,04%	48,1 0,04%	0,05 0,04%	3,95 0,04%	1,43 0,04%	0,70 0,04%	0,11 0,04%	0,36 0,04%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	
Ginkgo	5 0,03%	5,2 0,01%	60,9 0,01%	22,0 0,01%	36,9 0,01%	6,8 0,01%	19,0 0,01%	0,01 0,01%	0,69 0,01%	0,25 0,01%	0,28 0,01%	0,02 0,01%	0,14 0,01%	0,00 0,00%	66,66 0,01%	66,66 0,00%	
Glandular nakedwood	2 0,01%	4,1 0,00%	48,9 0,00%	17,6 0,00%	17,5 0,01%	5,5 0,00%	9,0 0,01%	0,01 0,00%	0,55 0,00%	0,20 0,00%	0,13 0,01%	0,02 0,00%	0,07 0,01%	38,82 0,00%	19,01 0,00%	57,83 0,00%	
glassywood	6 0,04%	17,5 0,02%	206,1 0,02%	74,4 0,02%	73,3 0,03%	23,2 0,02%	37,6 0,03%	0,03 0,02%	2,32 0,02%	0,84 0,03%	0,55 0,02%	0,06 0,03%	0,28 0,03%	0,00 0,00%	169,91 0,03%	169,91 0,01%	
glorytree spp	2 0,01%	2,4 0,00%	27,9 0,00%	10,1 0,00%	10,2 0,00%	3,1 0,00%	5,2 0,00%	0,00 0,00%	0,31 0,00%	0,11 0,00%	0,08 0,00%	0,01 0,00%	0,04 0,00%	9,58 0,00%	0,51 0,00%	10,09 0,00%	
Glossy privet	1.025 7,15%	5.024,9 6,02%	59.270,3 6,02%	21.389,9 6,02%	17.301,5 6,83%	6.656,6 6,02%	8.874,7 6,83%	8,03 6,02%	667,21 6,02%	240,79 6,02%	130,03 6,83%	18,35 6,02%	66,70 6,83%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	
gochnatia spp	5 0,03%	11,9 0,01%	140,0 0,01%	50,5 0,01%	49,4 0,02%	15,7 0,01%	25,3 0,02%	0,02 0,01%	1,58 0,01%	0,57 0,02%	0,37 0,01%	0,04 0,02%	0,19 0,02%	0,87 0,00%	124,06 0,02%	124,93 0,00%	

04/29/2015

Page 5

Anexo 4 (continuação): quantidades em Kg e taxas de remoção de poluentes por espécie, valoração monetária e e taxas de emissão biogênica das espécies do Parque Ibirapuera.

ANEXO 4: POLLUTION EFFECTS IN IBIRAPUERA PROJECT BY SPECIES (cont.)

	Trees		Pollution Removed (g/yr)					Removal Value (R\$/yr) ¹						VOC Emission (g/yr)		
Species Name	Count	CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	Isoprene	Mono-terpene	VOCs
Taiwan cherry	35 0,24%	25,6 0,03%	301,4 0,03%	108,8 0,03%	105,1 0,04%	33,9 0,03%	53,9 0,04%	0,04 0,03%	3,39 0,03%	1,22 0,03%	0,79 0,04%	0,09 0,03%	0,41 0,04%	1,87 0,00%	11,00 0,00%	12,86 0,00%
Triangle palm	10 0,07%	81,3 0,10%	959,4 0,10%	346,2 0,10%	149,6 0,06%	107,7 0,10%	76,7 0,06%	0,13 0,10%	10,80 0,10%	3,90 0,10%	1,12 0,06%	0,30 0,10%	0,58 0,06%	1.079,64 0,05%	27,99 0,01%	1.107,64 0,04%
tripilaris spp	57 0,40%	223,8 0,27%	2.639,2 0,27%	962,5 0,27%	932,9 0,37%	296,4 0,27%	478,5 0,37%	0,36 0,27%	29,71 0,27%	10,72 0,27%	7,01 0,37%	0,82 0,27%	3,60 0,37%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	0,00 0,00%
trumpet-tree spp	627 4,37%	2.494,1 2,99%	29.418,0 2,99%	10.616,6 2,99%	10.378,0 4,09%	3.303,9 2,99%	5.323,3 4,09%	3,99 2,99%	331,16 2,99%	119,51 2,99%	78,00 4,09%	9,11 2,99%	40,01 4,09%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	0,00 0,00%
Victorian box	39 0,27%	31,0 0,04%	365,6 0,04%	131,9 0,04%	132,1 0,05%	41,1 0,04%	67,7 0,05%	0,05 0,04%	4,12 0,04%	1,49 0,04%	0,99 0,05%	0,11 0,04%	0,51 0,05%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	0,00 0,00%
Weeping bottlebrush	26 0,18%	11,2 0,01%	131,6 0,01%	47,5 0,01%	46,6 0,02%	14,8 0,01%	23,9 0,02%	0,02 0,01%	1,48 0,01%	0,53 0,01%	0,35 0,02%	0,04 0,01%	0,18 0,02%	114,88 0,01%	0,00 0,00%	114,88 0,00%
Western soapberry	27 0,19%	28,1 0,03%	331,9 0,03%	119,8 0,03%	120,6 0,03%	37,3 0,03%	61,8 0,05%	0,04 0,03%	3,74 0,03%	1,35 0,03%	0,91 0,03%	0,10 0,03%	0,46 0,03%	922,92 0,00%	0,00 0,00%	922,92 0,03%
White ash	32 0,22%	181,4 0,22%	2.139,3 0,22%	772,1 0,22%	1.003,2 0,40%	240,3 0,22%	514,6 0,40%	0,29 0,22%	24,08 0,22%	8,69 0,22%	7,54 0,40%	0,66 0,22%	3,87 0,40%	13,24 0,00%	78,04 0,01%	91,29 0,00%
White lead tree	28 0,20%	50,4 0,06%	594,0 0,06%	214,4 0,06%	212,7 0,08%	66,7 0,06%	109,1 0,08%	0,08 0,06%	6,69 0,06%	2,41 0,06%	1,60 0,08%	0,18 0,06%	0,82 0,08%	342,61 0,02%	70,85 0,01%	413,46 0,02%
White paperbark	89 0,62%	192,8 0,23%	2.273,6 0,23%	820,5 0,23%	808,2 0,32%	255,3 0,23%	414,6 0,32%	0,31 0,23%	25,99 0,23%	9,24 0,23%	6,07 0,32%	0,70 0,23%	3,12 0,32%	3.111,16 0,14%	0,00 0,00%	3.111,16 0,11%
White poplar	3 0,02%	2,5 0,00%	29,9 0,00%	10,8 0,00%	9,2 0,00%	3,4 0,00%	4,7 0,00%	0,00 0,00%	0,34 0,00%	0,12 0,00%	0,07 0,00%	0,01 0,00%	0,04 0,00%	129,27 0,00%	1,09 0,01%	130,36 0,00%
Wild banyantree	1 0,01%	0,8 0,00%	9,2 0,00%	3,3 0,00%	3,4 0,00%	1,0 0,00%	1,7 0,00%	0,00 0,00%	0,10 0,00%	0,04 0,00%	0,03 0,00%	0,00 0,00%	0,01 0,00%	13,07 0,00%	0,67 0,00%	13,74 0,00%
Wild crapemyrtle	8 0,06%	2,7 0,00%	31,8 0,00%	11,5 0,00%	11,5 0,00%	3,6 0,00%	5,9 0,00%	0,00 0,00%	0,36 0,00%	0,13 0,00%	0,09 0,00%	0,01 0,00%	0,04 0,00%	0,02 0,00%	0,12 0,00%	0,14 0,00%
Wild sugar apple	1 0,01%	2,8 0,00%	32,5 0,00%	11,7 0,00%	11,7 0,00%	3,7 0,00%	6,0 0,00%	0,00 0,00%	0,37 0,00%	0,13 0,00%	0,09 0,00%	0,01 0,00%	0,04 0,00%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	0,00 0,00%
willow spp	27 0,19%	30,2 0,04%	356,0 0,04%	128,5 0,04%	154,7 0,06%	40,0 0,04%	79,4 0,06%	0,05 0,04%	4,01 0,04%	1,45 0,04%	1,16 0,06%	0,11 0,04%	0,60 0,06%	1.205,87 0,05%	103,92 0,02%	1.309,79 0,05%
Windmill palm	3 0,02%	2,8 0,00%	33,6 0,00%	12,1 0,00%	5,2 0,00%	3,8 0,00%	2,7 0,00%	0,00 0,00%	0,38 0,00%	0,14 0,00%	0,04 0,00%	0,01 0,00%	0,02 0,00%	29,13 0,00%	1,23 0,00%	30,36 0,00%
Wine palm	14 0,10%	125,9 0,15%	1.485,0 0,15%	535,9 0,15%	231,4 0,09%	166,8 0,15%	118,7 0,09%	0,20 0,15%	16,72 0,15%	6,03 0,15%	1,74 0,09%	0,46 0,15%	0,89 0,09%	1.671,54 0,08%	43,34 0,01%	1.714,88 0,06%
yellow poinciana	40 0,28%	181,8 0,22%	2.144,1 0,22%	773,8 0,22%	757,3 0,30%	240,8 0,22%	388,5 0,30%	0,29 0,22%	24,14 0,22%	8,71 0,22%	5,69 0,30%	0,66 0,22%	2,92 0,30%	1.236,09 0,06%	255,60 0,05%	1.491,70 0,05%
Yellow poui	1 0,01%	0,7 0,00%	7,7 0,00%	2,8 0,00%	2,7 0,00%	0,9 0,00%	1,4 0,00%	0,00 0,00%	0,09 0,00%	0,03 0,00%	0,02 0,00%	0,00 0,00%	0,01 0,00%	0,00 0,00%	0,00 0,00%	0,00 0,00%
TOTAL	14.334 100,00%	83449,3 100,00%	984309,2 100,00%	355.224,8 100,00%	253.436,1 100,00%	110.547,3 100,00%	129.998,4 100,00%	133,42 100,00%	11080,44 100,00%	3.998,79 100,00%	1.904,78 100,00%	304,66 100,00%	977,0 100,00%	2.218,811 100,00%	532.715,9 100,00%	2.751.527 100,00%

¹Pollution Removal value is calculated based on the prices of R\$1599 per metric ton (CO), R\$11257 per metric ton (O3), R\$11257 per metric ton (NO2), R\$2756 per metric ton (SO2), R\$7516 per metric ton (PM10), R\$7516 per metric ton (PM2.5)

²PM10 consists of particulate matter less than 10 microns and greater than 2.5 microns. As PM2.5 is also estimated, the sum of PM10 and PM2.5 provides the total pollution removal and value for

04/29/2015

Page 12

	Trees	Pollution Removed (g/yr)						Removal Value (R\$/yr) ¹						VOC Emission (g/yr)		
Species Name	Count	CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	Isoprene	Mono-terpene	VOCs

particulate matter less than 10 microns.

Anexo 4 (final): quantidades em Kg e taxas de remoção de poluentes por espécie, valoração monetária e taxas de emissão biogênica das espécies do Parque Ibirapuera.

ANEXO 5: INDIVIDUAL TREE POLLUTION EFFECTS IN IBIRAPUERA PROJECT.

Tree ID	Species Name	Pollution Removed (g/yr)						Removal Value (R\$/yr) ²						VOC Emission (g/yr)		
		CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	Isoprene	Mono-terpene	Vocs
1	gum spp	14,2	167,3	60,4	34,6	18,8	17,7	0,02	1,88	0,68	0,26	0,05	0,13	725,00	183,09	908,09
2	Southern magnolia	11,0	129,5	46,7	25,3	14,5	13,0	0,02	1,46	0,53	0,19	0,04	0,10	0,80	141,73	142,53
3	gum spp	2,2	26,1	9,4	5,4	2,9	2,8	0,00	0,29	0,11	0,04	0,01	0,02	113,25	28,60	141,85
4	Gray ironbark	10,5	123,3	44,5	25,4	13,8	13,0	0,02	1,39	0,50	0,19	0,04	0,10	534,40	134,96	669,35
5	Blackbutt	9,9	116,2	41,9	24,0	13,0	12,3	0,02	1,31	0,47	0,18	0,04	0,09	503,56	127,17	630,73
6	Sydney blue gum	5,9	69,9	25,2	14,5	7,8	7,4	0,01	0,79	0,28	0,11	0,02	0,06	302,84	76,48	379,32
7	Sydney blue gum	15,1	177,5	64,1	36,6	19,9	18,8	0,02	2,00	0,72	0,28	0,05	0,14	769,49	194,33	963,82
8	Gray ironbark	22,2	261,4	94,3	54,1	29,4	27,7	0,04	2,94	1,06	0,41	0,08	0,21	1.133,01	286,13	1.419,13
9	Blackbutt	14,0	165,3	59,7	33,8	18,6	17,3	0,02	1,86	0,67	0,25	0,05	0,13	716,41	180,92	897,33
10	Blackbutt	9,9	116,2	41,9	24,0	13,0	12,3	0,02	1,31	0,47	0,18	0,04	0,09	503,56	127,17	630,73
12	Hill's weeping fig	8,7	102,7	37,0	36,6	11,5	18,8	0,01	1,16	0,42	0,28	0,03	0,14	145,55	7,49	153,04
13	Courbail	9,9	116,7	42,1	41,0	13,1	21,0	0,02	1,31	0,47	0,31	0,04	0,16	67,26	13,91	81,16
14	African tulip tree	2,2	26,4	9,5	9,7	3,0	5,0	0,00	0,30	0,11	0,07	0,01	0,04	0,45	0,72	1,17
15	Alchornea triplinervia	3,1	36,4	13,1	13,5	4,1	6,9	0,00	0,41	0,15	0,10	0,01	0,05	0,15	1,77	1,92
16	pau-jacaré	2,2	26,4	9,5	9,3	3,0	4,8	0,00	0,30	0,11	0,07	0,01	0,04	15,20	3,14	18,35
17	Alchornea triplinervia	12,0	142,0	51,2	50,3	15,9	25,8	0,02	1,60	0,58	0,38	0,04	0,19	0,59	6,91	7,49
18	Sydney blue gum	2,7	31,3	11,3	6,5	3,5	3,3	0,00	0,35	0,13	0,05	0,01	0,03	135,50	34,22	169,71
19	Sydney blue gum	5,6	66,3	23,9	13,9	7,4	7,2	0,01	0,75	0,27	0,10	0,02	0,05	287,17	72,52	359,69
20	Sydney blue gum	3,1	36,4	13,1	7,5	4,1	3,9	0,00	0,41	0,15	0,06	0,01	0,03	157,74	39,84	197,58
21	Sydney blue gum	4,6	54,4	19,6	11,6	6,1	5,9	0,01	0,61	0,22	0,09	0,02	0,04	235,60	59,50	295,10
22	Sydney blue gum	3,9	46,5	16,8	9,7	5,2	5,0	0,01	0,52	0,19	0,07	0,01	0,04	201,73	50,94	252,67
23	Sydney blue gum	20,3	239,5	86,4	49,2	26,9	25,2	0,03	2,70	0,97	0,37	0,07	0,19	1.037,96	262,12	1.300,08
24	Sydney blue gum	9,0	105,6	38,1	21,7	11,9	11,2	0,01	1,19	0,43	0,16	0,03	0,08	457,55	115,55	573,10
25	platymiscium spp	6,8	80,0	28,9	29,1	9,0	14,9	0,01	0,90	0,33	0,22	0,02	0,11	46,14	9,54	55,68
26	Sydney blue gum	33,7	397,4	143,4	81,3	44,6	41,7	0,05	4,47	1,61	0,61	0,12	0,31	1.722,51	435,00	2.157,51
27	Sydney blue gum	40,3	474,9	171,4	96,7	53,3	49,6	0,06	5,35	1,93	0,73	0,15	0,37	2.058,22	519,78	2.577,99
28	gum spp	26,3	310,4	112,0	62,5	34,9	32,1	0,04	3,49	1,26	0,47	0,10	0,24	1.345,35	339,75	1.685,10
29	gum spp	6,2	73,5	26,5	14,9	8,3	7,7	0,01	0,83	0,30	0,11	0,02	0,06	318,52	80,44	398,95
30	gum spp	3,9	46,5	16,8	10,0	5,2	5,1	0,01	0,52	0,19	0,07	0,01	0,04	201,73	50,94	252,67
31	Sydney blue gum	22,6	267,1	96,4	54,4	30,0	27,9	0,04	3,01	1,09	0,41	0,08	0,21	1.157,78	292,38	1.450,16
32	Chinese fan palm	6,4	75,8	27,4	11,8	8,5	6,1	0,01	0,85	0,31	0,09	0,02	0,05	85,35	2,21	87,56
33	Chinese fan palm	7,8	92,4	33,3	14,4	10,4	7,4	0,01	1,04	0,38	0,11	0,03	0,06	103,99	2,70	106,69
34	Avocado	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
35	Chinese fan palm	17,7	209,2	75,5	32,5	23,5	16,7	0,03	2,35	0,85	0,24	0,06	0,13	235,43	6,10	241,53
36	Mexican shrubby spurge	4,5	53,0	19,1	18,9	5,9	9,7	0,01	0,60	0,22	0,14	0,02	0,07	0,22	2,58	2,80
37	Sydney blue gum	7,7	90,9	32,8	18,5	10,2	9,5	0,01	1,02	0,37	0,14	0,03	0,07	393,85	99,46	493,31
38	gum spp	2,5	29,6	10,7	6,0	3,3	3,1	0,00	0,33	0,12	0,05	0,01	0,02	128,42	32,43	160,85
39	Sydney blue gum	13,3	157,1	56,7	32,6	17,6	16,7	0,02	1,77	0,64	0,24	0,05	0,13	681,02	171,98	853,00
40	gum spp	39,4	464,9	167,8	96,1	52,2	49,3	0,06	5,23	1,89	0,72	0,14	0,37	2.014,74	508,80	2.523,53
41	gum spp	56,1	661,3	238,7	135,1	74,3	69,3	0,09	7,44	2,69	1,02	0,20	0,52	2.866,14	723,80	3.589,94
42	gum spp	4,3	51,0	18,4	10,5	5,7	5,4	0,01	0,57	0,21	0,08	0,02	0,04	220,94	55,80	276,73
43	Sydney blue gum	17,7	208,3	75,2	43,0	23,4	22,0	0,03	2,35	0,85	0,32	0,06	0,17	902,97	228,03	1.131,00

04/29/2015

Page 1

Anexo 5: quantidades em Kg de remoção de poluentes por indivíduo, valoração monetária e quantidades de emissão biogênica por árvore do Parque Ibirapuera.

ANEXO 5: INDIVIDUAL TREE POLLUTION EFFECTS IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Tree ID	Species Name	Pollution Removed (g/yr)						Removal Value (R\$/yr) ²						VOC Emission (g/yr)		
		CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	Isoprene	Mono-terpene	Vocs
5420	Surinam cherry	0,6	7,6	2,7	2,8	0,9	1,4	0,00	0,09	0,03	0,02	0,00	0,01	4,79	0,00	4,79
5421	Schefflera	0,2	1,9	0,7	0,7	0,2	0,4	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,14	0,15
5422	Chinaberry	0,6	6,9	2,5	2,5	0,8	1,3	0,00	0,08	0,03	0,02	0,00	0,01	0,04	0,25	0,29
5423	Benjamin fig	5,4	64,0	23,1	22,6	7,2	11,6	0,01	0,72	0,26	0,17	0,02	0,09	90,80	4,67	95,47
5425	Brazilian glorytree	1,1	12,8	4,6	4,7	1,4	2,4	0,00	0,14	0,05	0,03	0,00	0,02	4,41	0,23	4,64
5431	Schefflera	1,5	18,0	6,5	6,4	2,0	3,3	0,00	0,20	0,07	0,05	0,01	0,02	0,11	1,31	1,42
5432	baubinia spp	1,8	21,2	7,7	7,6	2,4	3,9	0,00	0,24	0,09	0,06	0,01	0,03	12,24	2,53	14,78
5433	Common guava	3,3	39,1	14,1	14,2	4,4	7,3	0,01	0,44	0,16	0,11	0,01	0,05	67,95	7,13	75,08
5434	trumpet-tree spp	4,7	55,4	20,0	19,4	6,2	10,0	0,01	0,62	0,23	0,15	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00
5435	trumpet-tree spp	4,6	53,8	19,4	18,9	6,0	9,7	0,01	0,61	0,22	0,14	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00
5436	gum spp	4,5	53,7	19,4	11,1	6,0	5,7	0,01	0,60	0,22	0,08	0,02	0,04	232,57	58,73	291,30
5437	trumpet-tree spp	5,7	66,7	24,1	23,8	7,5	12,2	0,01	0,75	0,27	0,18	0,02	0,09	0,00	0,00	0,00
5438	gum spp	15,1	177,5	64,1	36,6	19,9	18,8	0,02	2,00	0,72	0,28	0,05	0,14	769,49	194,33	963,82
5439	gum spp	8,1	95,5	34,5	19,5	10,7	10,0	0,01	1,08	0,39	0,15	0,03	0,08	414,07	104,57	518,64
5440	lpe-amarelo	0,5	5,4	1,9	1,9	0,6	1,0	0,00	0,06	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
5441	Common crapemyrtle	0,9	10,7	3,9	3,8	1,2	1,9	0,00	0,12	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
5442	Hill's weeping fig	7,8	92,0	33,2	33,0	10,3	16,9	0,01	1,04	0,37	0,25	0,03	0,13	130,50	6,72	137,21
5443	oleander spp	0,7	7,8	2,8	1,4	0,9	0,7	0,00	0,09	0,03	0,01	0,00	0,01	0,05	0,57	0,62
5444	Brazilian cedarwood	0,6	6,9	2,5	2,4	0,8	1,3	0,00	0,08	0,03	0,02	0,00	0,01	0,04	0,25	0,29
5446	Brazilian cedarwood	0,5	5,6	2,0	2,0	0,6	1,0	0,00	0,06	0,02	0,02	0,00	0,01	0,03	0,20	0,24
5447	Pride of bolivia	8,8	104,2	37,6	37,1	11,7	19,0	0,01	1,17	0,42	0,28	0,03	0,14	60,06	12,42	72,48
5448	Pride of bolivia	0,7	8,6	3,1	3,2	1,0	1,6	0,00	0,10	0,04	0,02	0,00	0,01	4,98	1,03	6,01
5449	Parana pine	23,3	275,2	99,3	45,7	30,9	23,5	0,04	3,10	1,12	0,34	0,09	0,18	1,70	150,61	152,31
5450	silver cecropia	0,5	6,1	2,2	2,2	0,7	1,1	0,00	0,07	0,02	0,02	0,00	0,01	1,86	0,33	2,20
5451	Surinam cherry	1,0	12,1	4,4	4,5	1,4	2,3	0,00	0,14	0,05	0,03	0,00	0,02	7,66	0,00	7,66
5452	Surinam cherry	0,9	10,0	3,6	3,7	1,1	1,9	0,00	0,11	0,04	0,03	0,00	0,01	6,34	0,00	6,34
5453	Black mulberry	0,3	3,7	1,3	1,2	0,4	0,6	0,00	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	0,27	0,30
5454	Surinam cherry	0,5	5,6	2,0	2,1	0,6	1,1	0,00	0,06	0,02	0,02	0,00	0,01	3,54	0,00	3,54
5456	jacaranda	0,2	2,8	1,0	1,0	0,3	0,5	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5457	Glossy privet	2,0	23,3	8,4	6,8	2,6	3,5	0,00	0,26	0,09	0,05	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00
5458	Black mulberry	0,5	5,7	2,1	1,9	0,6	0,9	0,00	0,06	0,02	0,01	0,00	0,01	0,04	0,42	0,45
5459	gum spp	2,5	29,0	10,5	6,0	3,3	3,1	0,00	0,33	0,12	0,05	0,01	0,02	125,89	31,79	157,68
5460	Japanese raisin tree	3,8	44,4	16,0	15,7	5,0	8,1	0,01	0,50	0,18	0,12	0,01	0,06	50,91	17,84	68,75
5462	baubinia spp	3,1	37,0	13,3	13,0	4,2	6,7	0,01	0,42	0,15	0,10	0,01	0,05	21,33	4,41	25,74
5463	pau-jacare	2,8	32,9	11,9	11,8	3,7	6,0	0,00	0,37	0,13	0,09	0,01	0,05	18,97	3,92	22,89
5464	Japanese raisin tree	0,9	10,8	3,9	3,9	1,2	2,0	0,00	0,12	0,04	0,03	0,00	0,01	12,43	4,35	16,78
5465	gum spp	6,3	74,4	26,9	15,4	8,4	7,9	0,01	0,84	0,30	0,12	0,02	0,06	322,56	81,46	404,02
5466	Glossy privet	0,0	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5467	Glossy privet	6,3	74,2	26,8	21,7	8,3	11,2	0,01	0,84	0,30	0,16	0,02	0,08	0,00	0,00	0,00
5468	Japanese raisin tree	5,9	69,5	25,1	24,7	7,8	12,7	0,01	0,78	0,28	0,19	0,02	0,10	79,64	27,90	107,54
5469	Mango	6,1	72,0	26,0	25,5	8,1	13,1	0,01	0,81	0,29	0,19	0,02	0,10	0,00	59,35	59,35
5470	pumpwood spp	0,1	0,7	0,3	0,2	0,1	0,1	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,04	0,25
5471	Common guava	3,0	35,9	13,0	12,8	4,0	6,6	0,00	0,40	0,15	0,10	0,01	0,05	62,47	6,55	69,03
5472	Pride of bolivia	29,7	350,1	126,3	123,2	39,3	63,2	0,05	3,94	1,42	0,93	0,11	0,47	201,84	41,74	243,57
5474	Mango	3,8	44,7	16,1	15,8	5,0	8,1	0,01	0,50	0,18	0,12	0,01	0,06	0,00	36,84	36,84

04/29/2015

Page 115

Anexo 5 (continuação): quantidades em Kg de remoção de poluentes por indivíduo, valoração monetária e quantidades de emissão biogênica por árvore do Parque Ibirapuera.

ANEXO 5: INDIVIDUAL TREE POLLUTION EFFECTS IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Tree ID	Species Name	Pollution Removed (g/yr)						Removal Value (R\$/yr) ¹						VOC Emission (g/yr)		
		CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	Isoprene	Mono-terpene	Vocs
9524	Glossy privet	0.4	4.5	1.6	1.4	0.5	0.7	0.00	0.05	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
9525	Glossy privet	0.4	5.1	1.9	1.6	0.6	0.8	0.00	0.06	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
9526	Brazilian pepper	0.5	6.2	2.2	2.3	0.7	1.2	0.00	0.07	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	7.67	7.67
9527	trumpet-tree spp	2.5	29.7	10.7	10.6	3.3	5.4	0.00	0.33	0.12	0.08	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00
9528	lafaensia spp	0.3	3.5	1.3	1.2	0.4	0.6	0.00	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9529	California peppertree	0.8	9.1	3.3	3.2	1.0	1.7	0.00	0.10	0.04	0.02	0.00	0.01	0.00	11.29	11.29
9530	lafaensia spp	0.4	4.7	1.7	1.6	0.5	0.8	0.00	0.05	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
9531	lafaensia spp	0.3	3.0	1.1	1.0	0.3	0.5	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9532	Golden trumpet tree	1.5	17.7	6.4	6.3	2.0	3.2	0.00	0.20	0.07	0.05	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
9533	Glossy privet	4.6	53.9	19.4	15.7	6.1	8.1	0.01	0.61	0.22	0.12	0.02	0.06	0.00	0.00	0.00
9534	Surinam cherry	2.1	25.1	9.1	8.9	2.8	4.6	0.00	0.28	0.10	0.07	0.01	0.03	15.84	0.00	15.84
9535	lafaensia spp	1.1	12.7	4.6	4.5	1.4	2.3	0.00	0.14	0.05	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
9536	Alchornea triplinervia	7.2	85.0	30.7	30.6	9.6	15.7	0.01	0.96	0.35	0.23	0.03	0.12	0.35	4.14	4.49
9537	Glossy privet	3.1	36.2	13.1	10.6	4.1	5.4	0.00	0.41	0.15	0.08	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00
9538	Alchornea triplinervia	15.5	182.6	65.9	64.0	20.5	32.8	0.02	2.06	0.74	0.48	0.06	0.25	0.75	8.88	9.63
9539	jequitiba-branco	1.2	13.8	5.0	5.0	1.5	2.6	0.00	0.15	0.06	0.04	0.00	0.02	5.66	0.57	6.24
9540	Alchornea triplinervia	8.5	99.7	36.0	35.9	11.2	18.4	0.01	1.12	0.41	0.27	0.03	0.14	0.41	4.85	5.26
9541	gum spp	6.0	70.7	25.5	14.6	7.9	7.5	0.01	0.80	0.29	0.11	0.02	0.06	306.38	77.37	383.75
9542	gum spp	0.9	10.5	3.8	2.2	1.2	1.1	0.00	0.12	0.04	0.02	0.00	0.01	45.30	11.49	56.99
9543	gum spp	1.5	17.3	6.2	3.6	1.9	1.9	0.00	0.19	0.07	0.03	0.01	0.01	74.83	18.90	93.72
9544	Sydney blue gum	2.2	25.5	9.2	5.3	2.9	2.7	0.00	0.29	0.10	0.04	0.01	0.02	110.72	27.96	138.68
9545	gum spp	26.2	309.5	111.7	63.5	34.8	32.6	0.04	3.48	1.26	0.48	0.10	0.24	1,341.31	338.73	1,680.03
9546	Pride of bolivia	4.1	48.2	17.4	17.3	5.4	8.9	0.01	0.54	0.20	0.13	0.01	0.07	27.78	5.74	33.52
9547	Pride of bolivia	4.3	50.3	18.1	17.9	5.6	9.2	0.01	0.57	0.20	0.13	0.02	0.07	28.99	5.99	34.98
9548	Surinam cherry	1.0	11.3	4.1	4.0	1.3	2.1	0.00	0.13	0.05	0.03	0.00	0.02	7.15	0.00	7.15
9549	Ipe-roxo	4.7	55.6	20.1	19.7	6.2	10.1	0.01	0.63	0.23	0.15	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00
9550	Glossy privet	10.1	118.6	42.8	34.1	13.3	17.5	0.02	1.34	0.48	0.26	0.04	0.13	0.00	0.00	0.00
9551	magnolia spp	5.5	64.5	23.3	25.4	7.2	13.0	0.01	0.73	0.26	0.19	0.02	0.10	0.40	70.61	71.01
9552	Ipe-roxo	22.2	262.4	94.7	92.2	29.5	47.3	0.04	2.95	1.07	0.69	0.08	0.36	0.00	0.00	0.00
9553	nicker spp	15.2	179.2	64.7	52.9	20.1	27.1	0.02	2.02	0.73	0.40	0.06	0.20	103.31	21.36	124.67
9554	Norfolk island pine	1.1	12.6	4.5	2.1	1.4	1.1	0.00	0.14	0.05	0.02	0.00	0.01	0.08	6.90	6.97
9555	Norfolk island pine	2.6	30.4	11.0	5.1	3.4	2.6	0.00	0.34	0.12	0.04	0.01	0.02	0.19	16.66	16.85
9556	trumpet-tree spp	1.5	18.2	6.6	6.4	2.0	3.3	0.00	0.20	0.07	0.05	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
9557	trumpet-tree spp	2.0	24.1	8.7	8.5	2.7	4.4	0.00	0.27	0.10	0.06	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00
9558	trumpet-tree spp	1.6	18.5	6.7	6.6	2.1	3.4	0.00	0.21	0.08	0.05	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00
9559	trumpet-tree spp	0.9	10.1	3.7	3.6	1.1	1.9	0.00	0.11	0.04	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
9560	trumpet-tree spp	1.0	12.0	4.3	4.3	1.3	2.2	0.00	0.14	0.05	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
9561	Royal poinciana	2.8	33.6	12.1	12.0	3.8	6.2	0.00	0.38	0.14	0.09	0.01	0.05	0.21	2.45	2.66
9562	trumpet-tree spp	1.2	14.5	5.2	5.1	1.6	2.6	0.00	0.16	0.06	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
9563	trumpet-tree spp	2.3	26.6	9.6	9.4	3.0	4.8	0.00	0.30	0.11	0.07	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00
9564	Common guava	3.9	45.6	16.5	16.3	5.1	8.3	0.01	0.51	0.19	0.12	0.01	0.06	79.31	8.32	87.63
9565	embauba-do-brejo	0.7	8.4	3.0	3.0	0.9	1.5	0.00	0.09	0.03	0.02	0.00	0.01	2.58	0.46	3.04
9566	Brazilian cedarwood	2.3	26.6	9.6	9.4	3.0	4.8	0.00	0.30	0.11	0.07	0.01	0.04	0.16	0.97	1.13
9567	Common guava	1.5	18.0	6.5	6.5	2.0	3.3	0.00	0.20	0.07	0.05	0.01	0.02	31.24	3.28	34.51
9568	Glossy privet	13.9	164.0	59.2	47.3	16.4	24.2	0.02	1.85	0.67	0.36	0.05	0.18	0.00	0.00	0.00

04/29/2015

Page 201

Anexo 5 (continuação): quantidades em Kg de remoção de poluentes por indivíduo, valoração monetária e quantidades de emissão biogênica por árvore do Parque Ibirapuera.

ANEXO 5: INDIVIDUAL TREE POLLUTION EFFECTS IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Tree ID	Species Name	Pollution Removed (g/yr)						Removal Value (R\$/yr)*						VOC Emission (g/yr)		
		CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	CO	O3	NO2	PM10	SO2	PM2.5	Isoprene	Mono-terpene	Vocs
12955	Benjamin fig	12,8	151,4	54,6	53,8	17,0	27,6	0,02	1,70	0,62	0,40	0,05	0,21	214,68	11,05	225,73
12956	Benjamin fig	23,4	276,1	99,6	96,3	31,0	49,4	0,04	3,11	1,12	0,72	0,09	0,37	391,49	20,15	411,63
12957	pau-jacaré	2,2	25,5	9,2	9,1	2,9	4,6	0,00	0,29	0,10	0,07	0,01	0,03	14,73	3,05	17,78
12958	trumpet-tree spp	6,6	77,8	28,1	27,4	8,7	14,1	0,01	0,88	0,32	0,21	0,02	0,11	0,00	0,00	0,00
12959	gum spp	2,6	30,6	11,0	6,3	3,4	3,2	0,00	0,54	0,12	0,05	0,01	0,02	132,46	33,45	165,91
12960	gum spp	2,7	32,0	11,5	6,7	3,6	3,4	0,00	0,56	0,13	0,05	0,01	0,03	138,53	34,98	173,51
12961	gum spp	13,4	157,7	56,9	32,5	17,7	16,7	0,02	1,78	0,64	0,24	0,05	0,13	683,55	172,62	856,17
12962	Glossy privet	4,8	57,0	20,6	17,3	6,4	8,9	0,01	0,64	0,23	0,13	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00
12963	gum spp	2,0	23,1	8,3	4,8	2,6	2,5	0,00	0,26	0,09	0,04	0,01	0,02	100,11	25,28	125,39
12964	gum spp	40,3	474,9	171,4	96,7	53,3	49,6	0,06	5,35	1,93	0,73	0,15	0,37	2.058,22	519,78	2.577,99
12965	gum spp	1,1	13,1	4,7	2,8	1,5	1,4	0,00	0,15	0,05	0,02	0,00	0,01	56,63	14,30	70,92
12966	gum spp	14,5	171,5	61,9	35,2	19,3	18,1	0,02	1,93	0,70	0,26	0,05	0,14	743,20	187,69	930,89
12967	gum spp	6,7	78,9	28,5	16,3	8,9	8,4	0,01	0,89	0,32	0,12	0,02	0,06	341,77	86,31	428,08
12968	Glossy privet	1,8	20,6	7,5	6,2	2,3	3,2	0,00	0,23	0,08	0,05	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
12969	Glossy privet	2,7	32,0	11,5	9,7	3,6	5,0	0,00	0,36	0,13	0,07	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00
12970	Brazilian pepper	0,4	4,9	1,8	1,7	0,6	0,9	0,00	0,06	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	6,08	6,08
12971	Glossy privet	0,6	7,5	2,7	2,2	0,8	1,1	0,00	0,08	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
12972	Coral tree	0,5	6,2	2,2	2,3	0,7	1,2	0,00	0,07	0,03	0,02	0,00	0,01	3,57	0,74	4,30
12973	Coral tree	0,7	8,7	3,2	3,1	1,0	1,6	0,00	0,10	0,04	0,02	0,00	0,01	5,04	1,04	6,09
12974	murraya spp	1,0	11,9	4,3	4,3	1,3	2,2	0,00	0,13	0,05	0,03	0,00	0,02	0,07	6,29	6,37
12975	Rubber plant	54,9	647,7	233,7	231,5	72,7	118,8	0,09	7,29	2,63	1,74	0,20	0,89	918,26	47,26	965,52
12976	Glossy privet	5,6	66,4	24,0	19,3	7,5	9,9	0,01	0,75	0,27	0,15	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00
12977	nicker spp	3,6	42,6	15,4	12,6	4,8	6,5	0,01	0,48	0,17	0,09	0,01	0,05	24,55	5,08	29,63
12978	Coral tree	2,7	32,3	11,7	11,7	3,6	6,0	0,00	0,36	0,13	0,09	0,01	0,05	18,63	3,85	22,49
12979	Glossy privet	1,0	11,8	4,3	3,6	1,3	1,8	0,00	0,13	0,05	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
12980	Brazilwood	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,03	0,16
12981	Glossy privet	17,5	206,1	74,4	59,2	23,2	30,4	0,03	2,32	0,84	0,44	0,06	0,23	0,00	0,00	0,00
12982	nicker spp	0,8	9,8	3,5	2,9	1,1	1,5	0,00	0,11	0,04	0,02	0,00	0,01	5,65	1,17	6,82
12983	trumpet-tree spp	10,8	126,8	45,8	44,9	14,2	23,0	0,02	1,43	0,52	0,34	0,04	0,17	0,00	0,00	0,00
12984	trumpet-tree spp	10,9	128,3	46,3	45,4	14,4	23,3	0,02	1,44	0,52	0,34	0,04	0,18	0,00	0,00	0,00
12985	Glossy privet	3,6	42,7	15,4	12,5	4,8	6,4	0,01	0,48	0,17	0,09	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00
12986	Glossy privet	9,0	105,6	38,1	30,8	11,9	15,8	0,01	1,19	0,43	0,23	0,03	0,12	0,00	0,00	0,00
12987	Pride of bolivia	20,6	242,4	87,5	85,6	27,2	43,9	0,03	2,73	0,98	0,64	0,08	0,33	139,76	28,90	168,66
12988	Black mulberry	1,7	20,2	7,3	6,4	2,3	3,3	0,00	0,23	0,08	0,05	0,01	0,02	0,12	1,47	1,60
12989	Black mulberry	2,0	23,1	8,3	7,4	2,6	3,8	0,00	0,26	0,09	0,06	0,01	0,03	0,14	1,69	1,83
12990	Mountain ebony	1,9	21,9	7,9	7,7	2,5	4,0	0,00	0,25	0,09	0,06	0,01	0,03	12,65	2,62	15,26
12991	Mountain ebony	2,0	24,1	8,7	8,5	2,7	4,4	0,00	0,27	0,10	0,06	0,01	0,03	13,93	2,88	16,81
12992	Mountain ebony	0,9	10,6	3,8	3,8	1,2	1,9	0,00	0,12	0,04	0,03	0,00	0,01	6,12	1,27	7,39
12993	Mountain ebony	1,6	19,2	6,9	6,8	2,2	3,5	0,00	0,22	0,08	0,05	0,01	0,03	11,10	2,30	13,40
12994	Mountain ebony	3,8	45,4	16,4	16,0	5,1	8,2	0,01	0,51	0,18	0,12	0,01	0,06	26,17	5,41	31,58
12995	Pride of bolivia	10,8	127,5	46,0	45,4	14,3	23,3	0,02	1,44	0,52	0,34	0,04	0,17	73,51	15,20	88,71
12996	Canary island date palm	12,5	147,6	53,3	22,9	16,6	11,8	0,02	1,66	0,60	0,17	0,05	0,09	126,99	0,00	126,99
12997	Coral tree	1,1	12,5	4,6	4,6	1,4	2,4	0,00	0,14	0,05	0,03	0,00	0,02	7,40	1,53	8,93
12998	Common guava	1,9	22,0	8,0	8,0	2,5	4,1	0,00	0,25	0,09	0,06	0,01	0,03	38,34	4,02	42,36
12999	magnolia spp	8,7	102,1	36,8	40,2	11,5	20,6	0,01	1,15	0,41	0,30	0,03	0,15	0,63	111,72	112,36

Anexo 5 (continuação): quantidades em Kg de remoção de poluentes por indivíduo, valoração monetária e quantidades de emissão biogênica por árvore do Parque Ibirapuera.

ANEXO 5: INDIVIDUAL TREE POLLUTION EFFECTS IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Tree ID	Species Name	Pollution Removed (g/yr)						Removal Value (R\$/yr) ¹						VOC Emission (g/yr)		
		CO	O ₃	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	PM _{2.5}	CO	O ₃	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	PM _{2.5}	Isoprene	Mono-terpene	Vocs
15051	gum spp	6,7	78,9	28,5	16,3	8,9	8,4	0,01	0,89	0,32	0,12	0,02	0,06	341,77	86,31	428,08
15052	gum spp	9,7	114,8	41,4	23,6	12,9	12,1	0,02	1,29	0,47	0,18	0,04	0,09	497,49	125,63	623,13
15053	gum spp	1,9	22,6	8,2	4,7	2,5	2,4	0,00	0,25	0,09	0,03	0,01	0,02	98,08	24,77	122,85
15054	gum spp	3,8	44,4	16,0	9,2	5,0	4,7	0,01	0,50	0,18	0,07	0,01	0,04	192,63	48,65	241,27
15055	gum spp	9,7	114,8	41,4	23,6	12,9	12,1	0,02	1,29	0,47	0,18	0,04	0,09	497,49	125,63	623,13
15056	gum spp	2,0	23,2	8,4	4,8	2,6	2,4	0,00	0,26	0,09	0,04	0,01	0,02	100,61	25,41	126,02
15057	gum spp	0,5	5,5	2,0	1,2	0,6	0,6	0,00	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	23,76	6,00	29,76
15058	gum spp	7,7	90,8	32,8	18,6	10,2	9,5	0,01	1,02	0,37	0,14	0,03	0,07	393,34	99,33	492,68
15059	gum spp	2,2	25,5	9,2	5,3	2,9	2,7	0,00	0,29	0,10	0,04	0,01	0,02	110,72	27,96	138,68
15060	gum spp	4,3	51,0	18,4	10,5	5,7	5,4	0,01	0,57	0,21	0,08	0,02	0,04	220,94	55,80	276,73
15061	gum spp	6,2	72,6	26,2	14,7	8,1	7,6	0,01	0,82	0,29	0,11	0,02	0,06	314,47	79,42	393,89
15062	gum spp	1,8	21,6	7,8	4,5	2,4	2,3	0,00	0,24	0,09	0,03	0,01	0,02	93,53	23,62	117,15
15063	gum spp	10,9	129,0	46,6	26,2	14,5	13,4	0,02	1,45	0,52	0,20	0,04	0,10	559,17	141,21	700,38
15064	gum spp	2,3	27,3	9,9	5,7	3,1	2,9	0,00	0,31	0,11	0,04	0,01	0,02	118,31	29,88	148,18
15065	gum spp	2,1	24,6	8,9	5,1	2,8	2,6	0,00	0,28	0,10	0,04	0,01	0,02	106,68	26,94	133,62
15066	gum spp	1,1	13,1	4,7	2,8	1,5	1,4	0,00	0,15	0,05	0,02	0,00	0,01	56,63	14,30	70,92
15067	gum spp	1,7	20,4	7,4	4,3	2,3	2,2	0,00	0,23	0,08	0,03	0,01	0,02	88,48	22,34	110,82
15068	gum spp	4,1	48,2	17,4	10,2	5,4	5,2	0,01	0,54	0,20	0,08	0,01	0,04	208,80	52,73	261,54
15069	gum spp	1,3	15,2	5,5	3,2	1,7	1,6	0,00	0,17	0,06	0,02	0,00	0,01	65,73	16,60	82,32
15070	gum spp	1,7	19,7	7,1	4,3	2,2	2,2	0,00	0,22	0,08	0,03	0,01	0,02	85,44	21,58	107,02
15071	gum spp	1,5	17,5	6,3	3,6	2,0	1,9	0,00	0,20	0,07	0,03	0,01	0,01	75,84	19,15	94,99
15072	gum spp	8,4	98,8	35,7	20,1	11,1	10,3	0,01	1,11	0,40	0,15	0,03	0,08	428,23	108,14	536,37
15073	gum spp	7,3	86,0	31,0	17,5	9,7	9,0	0,01	0,97	0,35	0,13	0,03	0,07	372,61	94,10	466,71
15074	gum spp	13,8	163,3	58,9	33,2	18,3	17,0	0,02	1,84	0,66	0,25	0,05	0,13	707,51	178,75	886,26
15075	gum spp	30,8	363,6	131,2	74,0	40,8	38,0	0,05	4,09	1,48	0,56	0,11	0,29	1.575,90	397,97	1.973,87
15076	gum spp	12,0	141,7	51,2	29,1	15,9	14,9	0,02	1,60	0,58	0,22	0,04	0,11	614,28	155,13	769,41
15077	gum spp	17,1	201,6	72,7	41,0	22,6	21,0	0,03	2,27	0,82	0,31	0,06	0,16	873,64	220,63	1.094,27
15078	gum spp	6,9	81,0	29,2	16,5	9,1	8,5	0,01	0,91	0,33	0,12	0,03	0,06	350,87	88,61	439,48
15079	gum spp	4,8	56,9	20,5	11,8	6,4	6,0	0,01	0,64	0,23	0,09	0,02	0,05	246,72	62,31	309,03
15080	gum spp	9,0	105,8	38,2	21,6	11,9	11,1	0,01	1,19	0,43	0,16	0,03	0,08	458,56	115,80	574,37
15081	gum spp	6,8	80,7	29,1	16,7	9,1	8,6	0,01	0,91	0,33	0,13	0,02	0,06	349,56	88,35	438,21
15082	gum spp	6,2	72,6	26,2	14,7	8,1	7,6	0,01	0,82	0,29	0,11	0,02	0,06	314,47	79,42	393,89
15083	gum spp	6,9	81,0	29,2	16,5	9,1	8,5	0,01	0,91	0,33	0,12	0,03	0,06	350,87	88,61	439,48
15084	gum spp	8,4	98,8	35,7	20,1	11,1	10,3	0,01	1,11	0,40	0,15	0,03	0,08	428,23	108,14	536,37
15085	gum spp	6,4	76,1	27,4	15,6	8,5	8,0	0,01	0,86	0,31	0,12	0,02	0,06	329,64	83,25	412,88
15086	gum spp	3,0	35,6	12,8	7,4	4,0	3,8	0,00	0,40	0,14	0,06	0,01	0,03	154,20	38,94	193,14
15087	gum spp	3,2	37,8	13,6	7,7	4,2	4,0	0,01	0,43	0,15	0,06	0,01	0,03	163,81	41,37	205,18
15088	gum spp	0,6	6,8	2,4	1,5	0,8	0,8	0,00	0,08	0,03	0,01	0,00	0,01	29,32	7,41	36,73
15089	gum spp	11,7	138,5	50,0	28,1	15,6	14,4	0,02	1,56	0,56	0,21	0,04	0,11	600,12	151,55	751,68
15090	gum spp	1,6	18,5	6,7	3,8	2,1	2,0	0,00	0,21	0,08	0,03	0,01	0,01	80,39	20,30	100,69
15091	gum spp	17,1	201,6	72,7	41,0	22,6	21,0	0,03	2,27	0,82	0,31	0,06	0,16	873,64	220,63	1.094,27
15092	gum spp	8,4	98,8	35,7	20,1	11,1	10,3	0,01	1,11	0,40	0,15	0,03	0,08	428,23	108,14	536,37
15093	gum spp	6,3	74,4	26,9	15,4	8,4	7,9	0,01	0,84	0,30	0,12	0,02	0,06	322,56	81,46	404,02
15094	gum spp	14,0	165,3	59,7	33,8	18,6	17,3	0,02	1,86	0,67	0,25	0,05	0,13	716,41	180,92	897,33
15095	gum spp	1,9	22,6	8,2	4,7	2,5	2,4	0,00	0,25	0,09	0,04	0,01	0,02	98,08	24,77	122,85

04/29/2015

Page 319

Anexo 5 (continuação): quantidades em Kg de remoção de poluentes por indivíduo, valoração monetária e quantidades de emissão biogênica por árvore do Parque Ibirapuera.

Tree ID	Species Name	Pollution Removed (g/yr)						Removal Value (R\$/yr) ¹						VOC Emission (g/yr)		
		CO	O ₃	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	PM _{2.5}	CO	O ₃	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	PM _{2.5}	Isoprene	Mono-terpene	Vocs
	TOTAL	83.449,3	984.309,2	355.224,8	253.436,1	110.547,3	129.998,4	133,42	11.080,4	3.998,79	1.904,78	304,66	977,0	2.218,81	532,715	2.751,52
														1,91	90	7,81

¹Pollution Removal value is calculated based on the prices of R\$1599 per metric ton (CO), R\$11257 per metric ton (O₃), R\$11257 per metric ton (NO₂), R\$2756 per metric ton (SO₂), R\$7516 per metric ton (PM₁₀), R\$7516 per metric ton (PM_{2.5})

²PM₁₀ consists of particulate matter less than 10 microns and greater than 2.5 microns. As PM_{2.5} is also estimated, the sum of PM₁₀ and PM_{2.5} provides the total pollution removal and value for particulate matter less than 10 microns.

Anexo 5 (final): totalização das quantidades em Kg de remoção de poluentes por indivíduo, valoração monetária e quantidades de emissão biogênica por árvore do Parque Ibirapuera.

ANEXO 6: TREE CHARACTERISTICS IN IBIRAPUERA PROJECT BY SPECIES.

Species Name	Tree Count		Canopy Cover (m2)		Leaf Area (m2)		Leaf Biomass (kg)		Carbon Storage (kg)		Gross Carbon Seq (kg/yr)		Structural Tree Value (R\$)	
	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%
Acacia-cavalo	8	0.06	27.6	0.02	147.8	0.02	11.1	0.01	0.2	0.00	2.5	0.00	0.0	0.00
African oil palm	7	0.05	105.5	0.06	147.23	0.18	246.9	0.29	213.8	0.00	4.6	0.01	0.0	0.00
African tulip tree	159	1.11	2188.1	1.31	12155.3	1.50	917.5	1.09	396.2	0.00	95.5	0.13	0.0	0.00
Alphanea spp	11	0.08	8.7	0.01	85.9	0.01	14.4	0.02	16.5	0.00	1.2	0.00	0.0	0.00
Alchornea triplinervia	38	0.40	963.3	0.58	3969.7	0.49	297.2	0.35	130.1	0.00	36.2	0.05	0.0	0.00
American muskwood	7	0.05	68.8	0.04	438.5	0.05	32.9	0.04	13.8	0.00	3.4	0.00	0.0	0.00
anadenanthera spp	21	0.15	343.1	0.21	1384.4	0.16	96.2	0.11	2.5	0.00	10.8	0.01	0.0	0.00
Angico vermelho	10	0.07	102.0	0.06	380.1	0.05	28.5	0.03	1.1	0.00	5.3	0.01	0.0	0.00
angico-branco	6	0.04	90.9	0.05	382.1	0.05	28.6	0.03	12.0	0.00	3.0	0.00	0.0	0.00
Arabian coffee	10	0.07	14.0	0.01	41.0	0.01	3.1	0.00	1.4	0.00	2.9	0.00	0.0	0.00
arara nut tree	10	0.07	149.3	0.09	552.8	0.07	41.4	0.05	18.5	0.00	6.3	0.01	0.0	0.00
arariba-rosa	239	1.67	2560.6	1.53	9882.6	1.21	740.0	0.88	324.0	0.00	118.2	0.16	0.0	0.00
Aspidosperma parvifolium	1	0.01	12.6	0.01	34.7	0.00	2.6	0.00	1.1	0.00	0.5	0.00	0.0	0.00
aspidosperma spp	100	0.70	551.2	0.33	2266.7	0.28	169.8	0.20	73.1	0.00	39.7	0.05	0.0	0.00
assaí palm	1	0.01	1.5	0.00	3.1	0.00	0.2	0.00	0.1	0.00	0.3	0.00	0.0	0.00
Australian fan palm	3	0.02	10.4	0.01	101.3	0.01	17.0	0.02	86.6	0.00	2.8	0.00	0.0	0.00
Australian pine	13	0.09	167.3	0.10	1503.6	0.18	115.0	0.14	48.8	0.00	7.2	0.01	0.0	0.00
Avocado	38	0.27	388.8	0.23	2287.4	0.28	171.3	0.20	71.4	0.00	18.0	0.02	0.0	0.00
Bahia rosewood	1	0.01	4.9	0.00	11.1	0.00	0.8	0.00	0.4	0.00	0.3	0.00	0.0	0.00
balão	34	0.24	189.6	0.11	985.5	0.12	73.8	0.09	31.3	0.00	12.2	0.02	0.0	0.00
Barbados nut	2	0.01	25.5	0.02	148.3	0.02	11.1	0.01	0.1	0.00	0.8	0.00	0.0	0.00
Bauhinia	2	0.01	23.0	0.01	79.3	0.01	5.9	0.01	0.2	0.00	0.9	0.00	0.0	0.00
baubina spp	21	0.15	201.4	0.12	763.9	0.09	57.2	0.07	0.9	0.00	7.5	0.01	0.0	0.00
Beakpod eucalyptus	1	0.01	1.8	0.00	4.9	0.00	0.6	0.00	0.3	0.00	0.4	0.00	0.0	0.00
beebush spp	1	0.01	4.9	0.00	18.9	0.00	1.4	0.00	0.1	0.00	0.4	0.00	0.0	0.00
Benjamin fig	35	0.24	592.2	0.35	3186.9	0.39	238.6	0.28	101.4	0.00	20.4	0.03	0.0	0.00
Black mulberry	139	0.97	993.1	0.59	4423.2	0.54	372.7	0.44	7.0	0.00	51.9	0.07	0.0	0.00
Black poplar	3	0.02	6.9	0.00	26.5	0.00	1.9	0.00	0.2	0.00	1.0	0.00	0.0	0.00
Blackbutt	62	0.43	1146.7	0.69	5720.9	0.70	740.6	0.88	339.5	0.00	72.4	0.09	0.0	0.00
Blake's bauhinia	1	0.01	3.5	0.00	10.3	0.00	0.8	0.00	0.1	0.00	0.5	0.00	0.0	0.00
blepharocalyx spp	3	0.02	11.7	0.01	43.3	0.01	3.2	0.00	1.4	0.00	1.0	0.00	0.0	0.00
Blue chinese fir	1	0.01	15.9	0.01	122.7	0.01	19.2	0.02	7.9	0.00	0.6	0.00	0.0	0.00
Brazilian cedarwood	189	1.32	1001.8	0.60	4598.2	0.56	344.3	0.41	12.8	0.00	74.4	0.10	0.0	0.00
Brazilian cherry	11	0.08	72.9	0.04	353.9	0.04	26.5	0.03	11.4	0.00	4.8	0.01	0.0	0.00
Brazilian firetree spp	68	0.47	373.1	0.22	1685.1	0.21	126.2	0.15	54.8	0.00	28.1	0.04	0.0	0.00
Brazilian glorytree	117	0.82	635.5	0.38	3104.1	0.38	232.4	0.28	4.7	0.00	41.5	0.05	0.0	0.00
Brazilian pepper	107	0.75	1088.9	0.65	4562.5	0.56	341.7	0.40	146.3	0.00	46.6	0.06	0.0	0.00
Brazilwood	93	0.67	299.5	0.18	1531.5	0.19	136.7	0.16	1.5	0.00	17.0	0.02	0.0	0.00
Bundhosa armeniaca	3	0.02	9.6	0.01	45.7	0.01	3.4	0.00	1.5	0.00	1.2	0.00	0.0	0.00
Bunya bunya	11	0.08	103.3	0.06	983.1	0.12	154.0	0.18	66.8	0.00	8.5	0.01	0.0	0.00
Burmese fishtail palm	1	0.01	1.8	0.00	13.7	0.00	2.3	0.00	92.1	0.00	2.1	0.00	0.0	0.00

06/04/2015

Page 1

Anexo 6: área da cobertura da copa, área foliar, biomassa foliar, armazenamento e sequestro anual de carbono por espécie.

ANEXO 6: TREE CHARACTERISTICS IN IBIRAPUERA PROJECT BY SPECIES.

Species Name	Tree Count		Canopy Cover (m2)		Leaf Area (m2)		Leaf Biomass (kg)		Carbon Storage (kg)		Gross Carbon Seq (kg/yr)		Structural Tree Value (R\$)	
	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%
Japanese black pine	1	0.01	4.9	0.00	17.5	0.00	1.7	0.00	0.7	0.00	0.2	0.00	0.0	0.00
Japanese maple	2	0.01	17.2	0.01	50.9	0.01	2.9	0.00	0.2	0.00	1.3	0.00	0.0	0.00
Japanese persimmon	2	0.01	6.7	0.00	16.9	0.00	1.3	0.00	0.1	0.00	0.7	0.00	0.0	0.00
Japanese rain tree	106	0.74	909.6	0.54	3,851.2	0.47	288.4	0.34	7.1	0.00	45.0	0.06	0.0	0.00
Japanese red cedar	12	0.08	20.4	0.01	134.3	0.02	21.1	0.02	8.7	0.00	3.0	0.00	0.0	0.00
Jequitiba-branco	70	0.49	842.1	0.50	3,956.5	0.48	296.3	0.35	124.7	0.00	29.6	0.04	0.0	0.00
Jequitiba-rosa	45	0.31	460.3	0.28	2,494.5	0.30	196.8	0.22	79.7	0.00	21.9	0.03	0.0	0.00
Jopoy spp	2	0.01	16.8	0.01	51.5	0.01	3.9	0.00	0.1	0.00	0.7	0.00	0.0	0.00
Kahlullover	13	0.09	40.7	0.02	113.5	0.01	13.8	0.02	5.8	0.00	3.8	0.00	0.0	0.00
King palm	273	1.90	1,303.9	0.78	10,882.8	1.33	1,823.3	2.16	6,251.0	0.07	184.1	0.24	0.0	0.00
Kurajong	3	0.03	13.0	0.01	77.0	0.01	6.7	0.01	2.8	0.00	1.5	0.00	0.0	0.00
Kwanzan cherry	67	0.47	413.2	0.25	1,559.8	0.19	120.7	0.14	2.4	0.00	24.4	0.03	0.0	0.00
Lafoensia spp	105	1.08	654.0	0.39	3,150.2	0.38	235.9	0.28	101.3	0.00	52.3	0.07	0.0	0.00
Leopard tree(pau-ferro)	149	1.04	2,145.8	1.29	11,572.2	1.41	1,033.2	1.22	24.9	0.00	56.1	0.11	0.0	0.00
Liberian coffee	10	0.07	60.8	0.04	391.9	0.04	24.8	0.03	10.6	0.00	4.0	0.01	0.0	0.00
Licania tomentosa	2	0.01	33.2	0.02	218.7	0.03	16.4	0.02	0.2	0.00	1.0	0.00	0.0	0.00
Lipsticktree	9	0.06	18.9	0.01	56.1	0.01	4.2	0.00	2.0	0.00	2.9	0.00	0.0	0.00
London planetree	12	0.08	92.8	0.06	735.2	0.09	33.8	0.04	2.0	0.00	6.5	0.01	0.0	0.00
Loquat tree	82	0.57	487.7	0.29	2,015.4	0.25	150.9	0.18	65.5	0.00	29.4	0.04	0.0	0.00
Lucky nut	2	0.01	4.3	0.00	19.3	0.00	1.5	0.00	0.6	0.00	0.6	0.00	0.0	0.00
Macaranga spp	1	0.01	9.6	0.01	38.0	0.00	2.8	0.00	1.3	0.00	0.6	0.00	0.0	0.00
Macraea cypress	1	0.01	7.1	0.00	30.1	0.00	4.7	0.01	2.0	0.00	0.4	0.00	0.0	0.00
Magnolia spp	117	0.82	998.9	0.60	6,238.9	0.76	416.8	0.49	171.6	0.00	42.9	0.06	0.0	0.00
Malabar plum	12	0.08	145.2	0.09	637.6	0.08	47.7	0.06	19.8	0.00	4.9	0.01	0.0	0.00
Mandurana	28	0.20	123.0	0.07	494.4	0.06	92.0	0.11	0.5	0.00	8.3	0.01	0.0	0.00
Mango	39	0.27	720.7	0.43	3,796.4	0.46	284.3	0.34	121.7	0.00	23.3	0.03	0.0	0.00
Manca	12	0.08	186.3	0.11	592.2	0.07	44.3	0.05	2.1	0.00	5.9	0.01	0.0	0.00
Mariposa	2	0.01	31.8	0.02	139.8	0.02	10.5	0.01	0.1	0.00	0.8	0.00	0.0	0.00
Marliera spp	1	0.01	12.6	0.01	82.7	0.01	6.2	0.01	2.7	0.00	0.7	0.00	0.0	0.00
Matchwood	1	0.01	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.3	0.00	0.0	0.00
Mayten spp	2	0.01	31.1	0.02	65.1	0.01	4.9	0.01	2.1	0.00	0.9	0.00	0.0	0.00
Mexican shrubby spurge	6	0.04	40.6	0.02	165.9	0.02	12.4	0.01	0.3	0.00	2.3	0.00	0.0	0.00
Mulberry spp	3	0.02	19.0	0.01	122.5	0.01	9.2	0.01	0.2	0.00	1.3	0.00	0.0	0.00
Monkey-pot	12	0.08	287.7	0.17	1,491.3	0.18	111.7	0.13	46.9	0.00	7.2	0.01	0.0	0.00
Monterey cypress	4	0.03	3.2	0.00	13.4	0.00	2.1	0.00	0.9	0.00	1.1	0.00	0.0	0.00
Mountain ebony	101	0.70	657.7	0.39	2,911.1	0.36	217.9	0.26	4.0	0.00	36.1	0.05	0.0	0.00
Murraya spp	334	2.33	1,175.7	0.70	4,102.7	0.50	307.2	0.36	138.7	0.00	124.6	0.16	0.0	0.00
Myrcogenia spp	1	0.01	12.6	0.01	36.4	0.00	2.7	0.00	1.1	0.00	0.4	0.00	0.0	0.00
Nectandra spp	41	0.29	232.1	0.14	963.3	0.12	72.1	0.09	30.8	0.00	14.0	0.02	0.0	0.00
Nicker spp	199	0.97	1,507.1	0.90	7,763.7	0.95	693.2	0.82	10.3	0.00	59.9	0.08	0.0	0.00
Norfolk island pine	20	0.14	57.5	0.03	537.0	0.07	84.1	0.10	36.3	0.00	9.6	0.01	0.0	0.00
Oleander spp	2	0.01	3.8	0.00	9.6	0.00	1.4	0.00	0.7	0.00	0.8	0.00	0.0	0.00
Olive	2	0.01	13.9	0.01	51.3	0.01	3.9	0.00	1.7	0.00	0.9	0.00	0.0	0.00
Ombú	10	0.07	260.5	0.16	1,112.9	0.14	83.3	0.10	42.5	0.00	10.4	0.01	0.0	0.00

06/04/2013

Page 4

Anexo 6 (continuação): área da cobertura da copa, área foliar, biomassa foliar, armazenamento e sequestro anual de carbono por espécie.

ANEXO 6: TREE CHARACTERISTICS IN IBIRAPUERA PROJECT BY SPECIES.

Species Name	Tree Count		Canopy Cover (m2)		Leaf Area (m2)		Leaf Biomass (kg)		Carbon Storage (kg)		Gross Carbon Seq (kg/yr)		Structural Tree Value (R\$)	
	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%
senna spp	6	0.04	37.0	0.02	155.2	0.02	28.9	0.03	11.8	0.00	2.1	0.00	0.0	0.00
shoak spp	18	0.13	88.2	0.05	307.7	0.04	23.0	0.03	11.0	0.00	5.7	0.01	0.0	0.00
Shinglewood	3	0.02	51.7	0.03	243.1	0.03	18.2	0.02	7.5	0.00	1.3	0.00	0.0	0.00
Siamese cassia	1	0.01	33.2	0.02	101.9	0.01	19.0	0.02	7.6	0.00	0.4	0.00	0.0	0.00
silk floss tree	293	2.04	3722.8	2.23	16332.3	2.06	1260.3	1.49	98.4	0.00	216.3	0.28	0.0	0.00
Silk oak	6	0.04	91.1	0.05	419.5	0.05	51.0	0.06	21.8	0.00	4.1	0.01	0.0	0.00
silver cecropia	6	0.04	36.4	0.02	104.5	0.01	7.9	0.01	3.5	0.00	2.6	0.00	0.0	0.00
Sour sop	2	0.01	31.4	0.02	113.4	0.01	8.5	0.01	3.6	0.00	0.9	0.00	0.0	0.00
Southern magnolia	7	0.05	78.9	0.05	432.7	0.05	58.4	0.07	24.4	0.00	3.7	0.00	0.0	0.00
Southern mahogany	65	0.45	532.1	0.32	2313.7	0.28	299.5	0.35	149.6	0.00	62.0	0.08	0.0	0.00
Spermatosperma leucanthum	1	0.01	3.1	0.00	13.1	0.00	1.0	0.00	0.4	0.00	0.4	0.00	0.0	0.00
Star fruit	6	0.04	39.4	0.02	162.7	0.02	12.2	0.01	5.0	0.00	1.9	0.00	0.0	0.00
sterculia spp	61	0.43	1147.6	0.69	5053.3	0.62	378.4	0.45	29.6	0.00	56.6	0.07	0.0	0.00
stickpea spp	3	0.02	6.9	0.00	27.9	0.00	2.1	0.00	0.9	0.00	0.9	0.00	0.0	0.00
stopper spp	18	0.13	77.2	0.05	296.8	0.04	22.2	0.03	9.9	0.00	7.1	0.01	0.0	0.00
Strawberry guava	36	0.25	261.0	0.16	823.1	0.10	62.1	0.07	26.1	0.00	12.8	0.02	0.0	0.00
Surinam cherry	372	2.60	1993.1	1.19	7228.1	0.88	541.2	0.64	231.7	0.00	132.5	0.17	0.0	0.00
Sweetpea	44	0.31	295.7	0.18	1193.3	0.15	89.4	0.11	38.3	0.00	17.1	0.02	0.0	0.00
sweetwood spp	24	0.17	131.0	0.08	476.2	0.06	25.7	0.04	15.3	0.00	8.8	0.01	0.0	0.00
swagnum spp	243	1.70	1340.9	0.80	12767.5	1.56	2141.3	2.54	3343.4	0.04	107.6	0.14	0.0	0.00
Sydney blue gum	391	2.73	5271.1	3.16	24376.4	2.98	3155.4	3.74	1411.9	0.02	326.8	0.43	0.0	0.00
syzygium spp	31	0.22	143.0	0.09	546.8	0.07	41.0	0.05	22.5	0.00	19.4	0.02	0.0	0.00
Tanvan cherry	35	0.24	99.7	0.06	334.2	0.04	25.8	0.03	0.8	0.00	11.3	0.01	0.0	0.00
Triangle palm	10	0.07	55.5	0.03	490.3	0.06	82.2	0.10	75.3	0.00	2.7	0.00	0.0	0.00
troplaris spp	57	0.40	563.6	0.34	3021.2	0.37	226.2	0.27	95.7	0.00	28.3	0.04	0.0	0.00
trumpet-tree spp	637	4.37	5865.2	3.51	33678.2	4.12	2521.8	2.99	1051.3	0.01	248.3	0.33	0.0	0.00
Victorian box	39	0.27	130.4	0.08	419.1	0.05	31.3	0.04	13.8	0.00	12.8	0.02	0.0	0.00
Weeping bottlebrush	26	0.18	30.5	0.02	150.7	0.02	11.3	0.01	4.9	0.00	7.0	0.01	0.0	0.00
Western soapberry	27	0.19	133.5	0.08	380.1	0.05	28.5	0.03	1.0	0.00	9.2	0.01	0.0	0.00
White ash	32	0.22	731.0	0.44	3227.5	0.39	183.4	0.22	7.8	0.00	23.7	0.03	0.0	0.00
White lead tree	28	0.20	178.0	0.11	680.3	0.08	50.9	0.06	21.4	0.00	9.8	0.01	0.0	0.00
White paperbark	89	0.62	572.9	0.34	2403.1	0.32	194.9	0.23	90.4	0.00	46.2	0.06	0.0	0.00
White poplar	3	0.02	6.6	0.00	29.5	0.00	2.6	0.00	0.1	0.00	0.6	0.00	0.0	0.00
Wild banyantree	1	0.01	4.2	0.00	10.6	0.00	0.8	0.00	0.1	0.00	0.4	0.00	0.0	0.00
Wild crape myrtle	5	0.04	11.6	0.01	36.6	0.00	2.7	0.00	1.4	0.00	2.6	0.00	0.0	0.00
Wild sugar apple	1	0.01	9.6	0.01	37.3	0.00	2.8	0.00	1.1	0.00	0.3	0.00	0.0	0.00
willow spp	27	0.19	131.8	0.08	494.5	0.06	30.5	0.04	0.7	0.00	8.5	0.01	0.0	0.00
Windmill palm	3	0.02	1.7	0.00	17.2	0.00	2.9	0.00	13.1	0.00	0.8	0.00	0.0	0.00
Wine palm	14	0.10	83.4	0.05	759.0	0.09	127.3	0.15	512.4	0.01	13.6	0.02	0.0	0.00
yellow poinciana	40	0.28	447.3	0.27	2454.4	0.30	183.8	0.22	77.2	0.00	17.0	0.02	0.0	0.00
Yellow poui	1	0.01	2.0	0.00	8.8	0.00	0.7	0.00	0.0	0.00	0.3	0.00	0.0	0.00
TOTAL	14334	100	166.982	100	818.405	100	84.377	100	5.738.493	100	76.265	100	0	100

Anexo 6 (final): área da cobertura da copa, área foliar, biomassa foliar, armazenamento e sequestro anual de carbono por espécie.

ANEXO 7: INDIVIDUAL TREE CHARACTERISTICS IN IBIRAPUERA PROJECT.

Tree ID	Species Name	DBH (cm)	Height (m)	Ground Area (m ²)	Tree Condition	Leaf Area (m ²)	Leaf Biomass (kg)	Leaf Area Index	Carbon Storage (kg)	Gross Carbon Seq (kg/yr)	Structural Tree Value (R\$)	Street Tree	Native To State
1	gum spp	2.6	21.0	28.30	Excellent	110.81	14.34	3.92	6.56	1.31	0.0	NO	NO
2	Southern magnolia	1.0	9.0	14.50	Excellent	82.19	11.10	5.66	4.52	0.47	0.0	NO	NO
3	gum spp	0.8	15.0	4.20	Excellent	17.28	2.24	4.16	0.96	0.47	0.0	NO	NO
4	Gray ironbark	1.9	32.0	19.60	Excellent	81.65	10.57	4.16	4.75	1.16	0.0	NO	NO
5	Blackbutt	2.1	33.0	19.60	Excellent	76.95	9.96	3.92	4.64	1.28	0.0	NO	NO
6	Sydney blue gum	1.3	27.0	12.60	Excellent	46.25	5.99	3.68	2.62	0.81	0.0	NO	NO
7	Sydney blue gum	2.6	23.0	28.30	Excellent	117.57	15.22	4.16	6.95	1.35	0.0	NO	NO
8	Gray ironbark	2.4	21.0	44.20	Excellent	173.15	22.41	3.92	9.66	1.22	0.0	NO	NO
9	Blackbutt	2.2	27.0	19.60	Excellent	109.48	14.17	5.58	6.32	1.23	0.0	NO	NO
10	Blackbutt	2.3	26.0	19.60	Excellent	76.95	9.96	3.92	4.69	1.26	0.0	NO	NO
12	Hill's weeping fig	3.2	29.0	28.30	Excellent	117.57	8.80	4.16	5.02	1.79	0.0	NO	NO
13	Courbaul	1.1	20.0	19.60	Excellent	133.52	10.00	6.8	4.14	0.64	0.0	NO	NO
14	African tulip tree	2.0	16.0	12.60	Excellent	30.17	2.26	2.4	1.33	0.95	0.0	NO	NO
15	Alchornea triplinervia	1.0	16.0	19.60	Excellent	41.72	3.12	2.12	1.35	0.56	0.0	NO	NO
16	pau-jacaré	0.6	19.0	6.20	Excellent	30.15	2.26	4.9	0.94	0.44	0.0	NO	NO
17	Alchornea triplinervia	1.3	16.0	33.20	Good	162.46	12.17	4.9	5.04	0.67	0.0	NO	NO
18	Sydney blue gum	0.6	10.0	6.20	Excellent	20.72	2.68	3.36	1.10	0.35	0.0	NO	NO
19	Sydney blue gum	1.1	14.0	15.90	Excellent	43.88	5.68	2.76	2.39	0.57	0.0	NO	NO
20	Sydney blue gum	0.6	14.0	6.20	Excellent	24.13	3.12	3.92	1.28	0.39	0.0	NO	NO
21	Sydney blue gum	1.4	33.0	15.90	Excellent	35.98	4.66	2.26	2.15	0.93	0.0	NO	NO
22	Sydney blue gum	1.1	15.0	9.60	Excellent	30.81	3.99	3.2	1.71	0.58	0.0	NO	NO
23	Sydney blue gum	2.5	24.0	33.20	Excellent	158.60	20.53	4.78	9.02	1.32	0.0	NO	NO
24	Sydney blue gum	2.8	26.0	15.90	Excellent	69.93	9.05	4.4	4.68	1.50	0.0	NO	NO
25	platymiscium spp	1.1	12.5	33.20	Excellent	91.56	6.86	2.76	2.85	0.55	0.0	NO	NO
26	Sydney blue gum	2.0	36.0	50.30	Excellent	263.19	34.07	5.24	14.25	1.27	0.0	NO	NO
27	Sydney blue gum	2.0	30.0	50.30	Excellent	314.46	40.71	6.26	16.85	1.18	0.0	NO	NO
28	gum spp	1.0	11.0	19.60	Excellent	205.55	26.61	10.47	10.73	0.50	0.0	NO	NO
29	gum spp	0.5	9.0	7.10	Excellent	48.70	6.30	6.89	2.54	0.31	0.0	NO	NO
30	gum spp	0.5	6.3	14.50	Excellent	30.85	3.99	2.12	1.61	0.29	0.0	NO	NO
31	Sydney blue gum	2.1	33.0	28.30	Excellent	176.88	22.90	6.26	9.81	1.28	0.0	NO	NO
32	Chinese fan palm	1.0	6.0	4.20	Excellent	38.78	6.50	9.33	5.78	0.23	0.0	NO	NO
33	Chinese fan palm	0.9	9.0	4.90	Excellent	47.22	7.92	9.62	13.52	0.50	0.0	NO	NO
34	Avocado	1.2	4.1	0.00	Excellent	0.15	0.01	4.9	0.10	0.48	0.0	NO	NO
35	Chinese fan palm	0.8	8.0	9.10	Excellent	106.92	17.93	11.78	14.52	0.40	0.0	NO	NO
36	Mexican shrubby spurge	0.6	7.0	14.50	Excellent	60.70	4.54	4.18	0.02	0.32	0.0	NO	NO
37	Sydney blue gum	2.2	25.0	9.60	Excellent	60.19	7.79	6.26	3.74	1.19	0.0	NO	NO
38	gum spp	3.2	27.0	3.10	Excellent	19.65	2.54	6.26	2.44	1.73	0.0	NO	NO
39	Sydney blue gum	1.1	17.0	28.30	Excellent	104.06	13.47	3.68	5.51	0.60	0.0	NO	NO
40	gum spp	2.8	25.0	78.50	Excellent	307.82	39.85	3.92	16.98	1.48	0.0	NO	NO
41	gum spp	2.9	33.0	78.50	Excellent	437.94	56.69	5.58	23.94	1.69	0.0	NO	NO
42	gum spp	0.8	13.0	7.10	Excellent	33.78	4.37	4.78	1.81	0.45	0.0	NO	NO
43	Sydney blue gum	1.9	35.0	33.20	Excellent	137.98	17.86	4.16	7.70	1.21	0.0	NO	NO

04/29/2015

Page 1

Anexo 7: características gerais por indivíduo arbóreo do Parque Ibirapuera – DAP, altura, condições de saúde, área foliar, armazenamento e sequestro de carbono e outras.

ANEXO 7: INDIVIDUAL TREE CHARACTERISTICS IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Tree ID	Species Name	DBH (cm)	Height (m)	Ground Area (m ²)	Tree Condition	Leaf Area (m ²)	Leaf Biomass (kg)	Leaf Area Index	Carbon Storage (kg)	Gross Carbon Seq (kg/yr)	Structural Tree Value (R\$)	Street Tree	Native To State
5420	Surinam cherry	0.8	5.0	3.10	Excellent	8.67	0.65	2.76	0.30	0.36	0.0	NO	NO
5421	Schefflera	0.5	6.5	0.80	Excellent	2.17	0.16	2.76	0.08	0.29	0.0	NO	NO
5422	Chinaberry	0.5	9.0	2.50	Excellent	7.91	0.59	3.11	0.02	0.31	0.0	NO	NO
5423	Benjamin fig	1.1	9.0	12.60	Excellent	73.26	5.49	5.83	2.29	0.50	0.0	NO	NO
5425	Brazilian glorytree	0.6	5.5	5.30	Excellent	14.65	1.10	2.76	0.02	0.31	0.0	NO	NO
5431	Schefflera	1.0	6.6	4.20	Excellent	20.54	1.54	4.94	0.69	0.44	0.0	NO	NO
5432	baubinia spp	0.6	5.7	7.10	Excellent	24.31	1.82	3.44	0.02	0.31	0.0	NO	NO
5433	Common guava	1.1	4.7	15.90	Excellent	44.71	3.35	2.81	1.42	0.45	0.0	NO	NO
5434	trumpet-tree spp	1.2	8.8	8.60	Excellent	63.42	4.75	7.42	2.01	0.53	0.0	NO	NO
5435	trumpet-tree spp	1.2	8.7	9.60	Excellent	61.59	4.61	6.4	1.96	0.53	0.0	NO	NO
5436	gum spp	1.2	18.0	8.60	Excellent	35.57	4.60	4.16	2.00	0.66	0.0	NO	NO
5437	trumpet-tree spp	0.9	8.6	18.10	Excellent	76.45	5.72	4.22	2.35	0.43	0.0	NO	NO
5438	gum spp	2.3	20.0	28.30	Excellent	117.57	15.22	4.16	6.71	1.15	0.0	NO	NO
5439	gum spp	1.1	18.5	11.30	Excellent	63.24	8.19	5.58	3.41	0.62	0.0	NO	NO
5440	Ipe-amarelo	0.5	3.8	1.30	Excellent	6.13	0.46	4.62	0.01	0.26	0.0	NO	NO
5441	Common crapemyrtle	0.5	4.8	2.50	Excellent	12.25	0.92	4.81	0.01	0.27	0.0	NO	NO
5442	Hill's weeping fig	1.9	8.0	28.30	Excellent	105.42	7.89	3.73	3.46	0.77	0.0	NO	NO
5443	oleander spp	1.1	3.2	1.80	Excellent	4.49	0.67	2.54	0.34	0.43	0.0	NO	NO
5444	Brazilian cedarwood	0.5	5.5	1.50	Excellent	7.90	0.59	5.13	0.01	0.28	0.0	NO	NO
5446	Brazilian cedarwood	0.5	8.0	1.80	Excellent	6.42	0.48	3.63	0.02	0.30	0.0	NO	NO
5447	Pride of bolivia	1.6	13.0	28.30	Excellent	119.20	8.93	4.22	3.81	0.74	0.0	NO	NO
5448	Pride of bolivia	0.5	5.5	4.50	Excellent	9.94	0.74	2.2	0.31	0.28	0.0	NO	NO
5449	Parana pine	1.1	11.0	12.60	Excellent	150.65	23.59	11.99	9.54	0.45	0.0	NO	NO
5450	silver cecropia	0.7	9.7	3.50	Good	6.88	0.52	1.99	0.24	0.38	0.0	NO	NO
5451	Surinam cherry	0.7	5.5	6.20	Excellent	13.93	1.04	2.26	0.45	0.34	0.0	NO	NO
5452	Surinam cherry	0.9	6.0	4.90	Excellent	11.45	0.86	2.33	0.39	0.39	0.0	NO	NO
5453	Black mulberry	0.5	4.1	0.80	Excellent	3.75	0.32	4.78	0.01	0.26	0.0	NO	NO
5454	Surinam cherry	0.5	5.0	2.50	Excellent	6.46	0.48	2.54	0.21	0.27	0.0	NO	NO
5456	Jacaranda	0.5	4.5	1.30	Excellent	3.19	0.24	2.4	0.01	0.27	0.0	NO	NO
5457	Glossy privet	0.7	6.0	4.90	Excellent	22.02	2.00	4.49	0.83	0.34	0.0	NO	NO
5458	Black mulberry	0.8	6.3	2.50	Excellent	5.76	0.49	2.26	0.04	0.37	0.0	NO	NO
5459	gum spp	1.5	16.0	4.90	Good	19.24	2.49	3.92	1.23	0.75	0.0	NO	NO
5460	Japanese raisin tree	1.3	11.0	9.60	Excellent	50.83	3.81	5.28	0.15	0.60	0.0	NO	NO
5462	baubinia spp	0.9	7.5	7.10	Excellent	42.37	3.17	5.99	0.06	0.42	0.0	NO	NO
5463	pau-jacare	1.0	15.5	9.60	Excellent	37.71	2.82	3.92	1.23	0.55	0.0	NO	NO
5464	Japanese raisin tree	0.5	8.8	3.10	Excellent	12.47	0.93	3.97	0.02	0.31	0.0	NO	NO
5465	gum spp	2.8	13.5	12.60	Good	49.25	6.38	3.92	3.38	1.25	0.0	NO	NO
5466	Glossy privet	1.0	7.2	0.20	Excellent	0.44	0.04	2.26	0.09	0.46	0.0	NO	NO
5467	Glossy privet	2.3	15.0	15.90	Excellent	69.93	6.36	4.4	3.09	1.05	0.0	NO	NO
5468	Japanese raisin tree	1.3	15.0	18.10	Excellent	79.57	5.96	4.4	0.17	0.66	0.0	NO	NO
5469	Mango	1.1	8.5	15.90	Excellent	82.46	6.17	5.19	2.56	0.50	0.0	NO	NO
5470	pumpwood spp	0.5	8.2	0.30	Excellent	0.78	0.06	2.76	0.04	0.30	0.0	NO	NO
5471	Common guava	0.6	6.4	9.60	Excellent	41.14	3.08	4.28	1.26	0.32	0.0	NO	NO
5472	Pride of bolivia	2.2	16.0	63.60	Excellent	400.79	30.01	6.3	12.52	1.04	0.0	NO	NO
5474	Mango	0.8	7.0	8.60	Excellent	51.21	3.83	5.99	1.58	0.38	0.0	NO	NO

04/29/2015

Page 115

Anexo 7 (continuação): características gerais por indivíduo arbóreo do Parque Ibirapuera – DAP, altura, condições de saúde, área foliar, armazenamento e sequestro de carbono e outras.

ANEXO 7: INDIVIDUAL TREE CHARACTERISTICS IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Tree ID	Species Name	DBH (cm)	Height (m)	Ground Area (m ²)	Tree Condition	Leaf Area (m ²)	Leaf Biomass (kg)	Leaf Area Index	Carbon Storage (kg)	Gross Carbon Seq (kg/yr)	Structural Tree Value (R\$)	Street Tree	Native To State
9524	Glossy privet	0.5	3.9	1.80	Excellent	4.24	0.39	2.4	0.17	0.26	0.0	NO	NO
9525	Glossy privet	0.7	4.7	1.80	Excellent	4.88	0.44	2.76	0.21	0.33	0.0	NO	NO
9526	Brazilian pepper	0.5	4.7	3.10	Excellent	7.11	0.53	2.26	0.23	0.27	0.0	NO	NO
9527	trumpet-tree spp	1.0	10.0	7.10	Excellent	34.10	2.55	4.82	1.10	0.48	0.0	NO	NO
9528	lafaensia spp	0.5	4.3	0.60	Excellent	3.96	0.30	6.26	0.13	0.27	0.0	NO	NO
9529	California peppertree	0.7	3.4	2.30	Excellent	10.40	0.78	4.58	0.34	0.31	0.0	NO	NO
9530	lafaensia spp	0.5	4.7	0.80	Excellent	5.34	0.40	6.8	0.17	0.27	0.0	NO	NO
9531	lafaensia spp	0.7	2.7	0.50	Excellent	3.42	0.26	6.8	0.13	0.30	0.0	NO	NO
9532	Golden trumpet tree	0.5	10.5	4.90	Excellent	20.26	1.52	4.13	0.02	0.33	0.0	NO	NO
9533	Glossy privet	0.9	9.5	9.60	Excellent	50.83	4.62	5.28	1.91	0.44	0.0	NO	NO
9534	Surinam cherry	0.5	12.3	6.20	Excellent	28.77	2.15	4.67	0.88	0.34	0.0	NO	NO
9535	lafaensia spp	0.7	4.5	2.50	Excellent	14.57	1.09	5.72	0.47	0.33	0.0	NO	NO
9536	Alchornea triplinervia	2.3	16.5	28.30	Excellent	97.30	7.29	3.44	3.49	1.09	0.0	NO	NO
9537	Glossy privet	1.1	8.0	7.10	Excellent	34.10	3.10	4.82	1.33	0.49	0.0	NO	NO
9538	Alchornea triplinervia	1.8	12.8	28.30	Good	209.01	15.65	7.39	6.57	0.82	0.0	NO	NO
9539	jequitiba-branco	0.7	10.0	5.70	Excellent	15.80	1.18	2.76	0.51	0.39	0.0	NO	NO
9540	Alchornea triplinervia	2.2	16.0	33.20	Good	114.19	8.55	3.44	3.94	1.04	0.0	NO	NO
9541	gum spp	1.7	23.0	11.90	Excellent	46.82	6.06	3.92	2.78	0.93	0.0	NO	NO
9542	gum spp	0.5	14.0	1.80	Excellent	6.93	0.90	3.92	0.38	0.36	0.0	NO	NO
9543	gum spp	0.8	14.0	4.20	Excellent	11.46	1.48	2.76	0.65	0.46	0.0	NO	NO
9544	Sydney blue gum	0.6	19.5	4.90	Excellent	16.89	2.19	3.44	0.91	0.45	0.0	NO	NO
9545	gum spp	1.0	20.0	41.90	Excellent	204.92	26.53	4.9	10.72	0.60	0.0	NO	NO
9546	Pride of bolivia	1.1	6.5	15.90	Excellent	55.13	4.13	3.47	1.74	0.47	0.0	NO	NO
9547	Pride of bolivia	1.2	7.0	12.60	Excellent	57.59	4.31	4.58	1.83	0.51	0.0	NO	NO
9548	Surinam cherry	0.7	4.7	2.50	Excellent	13.00	0.97	5.11	0.42	0.33	0.0	NO	NO
9549	Ipe-roxo	1.5	12.0	12.60	Excellent	63.74	4.77	5.07	0.21	0.69	0.0	NO	NO
9550	Glossy privet	1.2	9.0	12.60	Excellent	111.85	10.17	8.9	4.18	0.54	0.0	NO	NO
9551	magnolia spp	0.5	7.5	12.60	Excellent	82.71	5.53	6.58	2.23	0.30	0.0	NO	NO
9552	Ipe-roxo	2.6	18.0	44.20	Excellent	300.42	22.49	6.8	0.78	1.25	0.0	NO	NO
9553	nicker spp	1.1	11.7	28.30	Excellent	172.03	15.36	6.08	0.11	0.54	0.0	NO	NO
9554	Norfolk island pine	0.5	6.5	0.60	Excellent	6.87	1.08	10.8	0.45	0.24	0.0	NO	NO
9555	Norfolk island pine	0.9	10.3	1.80	Excellent	16.68	2.61	9.44	1.11	0.39	0.0	NO	NO
9556	trumpet-tree spp	0.5	5.4	4.20	Excellent	20.77	1.56	5	0.64	0.28	0.0	NO	NO
9557	trumpet-tree spp	0.5	6.3	4.50	Excellent	27.66	2.07	6.11	0.84	0.29	0.0	NO	NO
9558	trumpet-tree spp	0.5	5.5	4.20	Excellent	21.27	1.59	5.12	0.65	0.28	0.0	NO	NO
9559	trumpet-tree spp	0.5	5.0	2.30	Excellent	11.67	0.87	5.14	0.36	0.27	0.0	NO	NO
9560	trumpet-tree spp	0.5	4.6	3.10	Excellent	13.70	1.03	4.36	0.42	0.27	0.0	NO	NO
9561	Royal poinciana	1.2	5.0	9.60	Excellent	38.47	2.88	4	0.10	0.48	0.0	NO	NO
9562	trumpet-tree spp	0.5	5.2	2.80	Excellent	16.61	1.24	5.86	0.51	0.27	0.0	NO	NO
9563	trumpet-tree spp	0.5	6.1	4.90	Excellent	30.50	2.28	6.21	0.93	0.28	0.0	NO	NO
9564	Common guava	1.0	6.2	12.60	Excellent	52.21	3.91	4.15	1.63	0.43	0.0	NO	NO
9565	embauba-do-brejo	0.5	8.2	1.50	Excellent	9.63	0.72	6.26	0.31	0.30	0.0	NO	NO
9566	Brazilian cedarwood	0.7	9.0	4.90	Excellent	30.50	2.28	6.21	0.04	0.38	0.0	NO	NO
9567	Common guava	0.7	4.5	6.20	Excellent	20.56	1.54	3.34	0.64	0.33	0.0	NO	NO
9568	Glossy privet	1.1	9.4	19.60	Excellent	154.62	14.06	7.87	5.72	0.51	0.0	NO	NO

04/29/2015

Page 201

Anexo 7 (continuação): características gerais por indivíduo arbóreo do Parque Ibirapuera – DAP, altura, condições de saúde, área foliar, armazenamento e sequestro de carbono e outras.

ANEXO 7: INDIVIDUAL TREE CHARACTERISTICS IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Tree ID	Species Name	DBH (cm)	Height (m)	Ground Area (m2)	Tree Condition	Leaf Area (m2)	Leaf Biomass (kg)	Leaf Area Index	Carbon Storage (kg)	Gross Carbon Seq (kg/yr)	Structural Tree Value (R\$)	Street Tree	Native To State
12955	Benjamin fig	2,7	9,7	38,50	Excellent	173,33	12,96	4,5	5,88	1,13	0,0	NO	NO
12956	Benjamin fig	2,2	11,0	33,20	Excellent	316,12	23,67	9,53	9,93	0,95	0,0	NO	NO
12957	pau-jacaré	0,9	9,5	6,20	Good	29,20	2,19	4,74	0,94	0,44	0,0	NO	NO
12958	trumpet-tree spp	1,4	8,0	14,50	Excellent	89,06	6,67	6,13	2,82	0,59	0,0	NO	NO
12959	gum spp	0,8	12,0	4,90	Excellent	20,26	2,62	4,13	1,10	0,44	0,0	NO	NO
12960	gum spp	1,0	13,0	6,20	Excellent	21,19	2,74	3,44	1,19	0,52	0,0	NO	NO
12961	gum spp	2,0	16,8	23,80	Excellent	104,47	13,52	4,4	5,84	0,96	0,0	NO	NO
12962	Glossy privet	0,8	10,7	23,80	Excellent	53,75	4,89	2,26	2,01	0,42	0,0	NO	NO
12963	gum spp	0,8	13,9	4,20	Excellent	15,29	1,96	3,68	0,85	0,46	0,0	NO	NO
12964	gum spp	2,6	20,7	50,30	Excellent	314,46	40,71	6,26	17,10	1,30	0,0	NO	NO
12965	gum spp	0,6	9,0	3,10	Excellent	8,67	1,12	2,76	0,48	0,34	0,0	NO	NO
12966	gum spp	2,0	19,5	23,80	Excellent	113,56	14,70	4,78	6,34	1,01	0,0	NO	NO
12967	gum spp	1,6	15,8	12,60	Good	52,25	6,76	4,16	2,97	0,78	0,0	NO	NO
12968	Glossy privet	0,9	7,0	7,10	Excellent	19,50	1,77	2,76	0,76	0,40	0,0	NO	NO
12969	Glossy privet	0,5	7,0	12,60	Excellent	30,17	2,74	2,4	1,11	0,29	0,0	NO	NO
12970	Brazilian pepper	0,5	6,0	1,00	Excellent	5,60	0,42	5,9	0,18	0,28	0,0	NO	NO
12971	Glossy privet	0,5	4,7	2,50	Excellent	7,02	0,64	2,76	0,27	0,27	0,0	NO	NO
12972	Coral tree	0,5	6,3	3,10	Excellent	7,11	0,53	2,26	0,02	0,29	0,0	NO	NO
12973	Coral tree	0,6	6,3	2,50	Excellent	10,01	0,75	3,93	0,02	0,31	0,0	NO	NO
12974	murraya spp	0,5	4,7	3,80	Excellent	13,61	1,02	3,58	0,42	0,27	0,0	NO	NO
12975	Rubber plant	10,1	15,5	188,70	Excellent	741,48	55,52	3,93	37,31	5,47	0,0	NO	NO
12976	Glossy privet	1,0	8,5	11,30	Excellent	62,56	5,69	5,52	2,35	0,46	0,0	NO	NO
12977	nicker spp	1,2	7,6	6,60	Excellent	40,92	3,65	6,19	0,11	0,52	0,0	NO	NO
12978	Coral tree	1,1	3,5	12,60	Excellent	36,99	2,77	2,94	0,08	0,43	0,0	NO	NO
12979	Glossy privet	1,1	9,0	4,90	Excellent	11,11	1,01	2,26	0,50	0,50	0,0	NO	NO
12980	Brazilwood	0,7	2,5	0,00	Excellent	0,21	0,02	6,8	0,03	0,30	0,0	NO	NO
12981	Glossy privet	1,4	11,0	19,60	Excellent	194,38	17,67	9,9	7,24	0,64	0,0	NO	NO
12982	nicker spp	0,5	3,5	1,80	Excellent	9,46	0,84	5,36	0,01	0,26	0,0	NO	NO
12983	trumpet-tree spp	1,2	10,8	28,30	Excellent	145,23	10,87	5,14	4,47	0,56	0,0	NO	NO
12984	trumpet-tree spp	1,4	8,0	28,30	Excellent	146,86	11,00	5,19	4,55	0,59	0,0	NO	NO
12985	Glossy privet	1,2	6,0	9,60	Excellent	40,24	3,66	4,18	1,56	0,50	0,0	NO	NO
12986	Glossy privet	1,5	9,2	19,60	Excellent	99,53	9,05	5,07	3,81	0,65	0,0	NO	NO
12987	Pride of bolivia	2,2	13,2	50,30	Excellent	277,47	20,78	5,52	8,80	0,99	0,0	NO	NO
12988	Black mulberry	0,7	7,5	4,20	Excellent	20,54	1,73	4,94	0,03	0,36	0,0	NO	NO
12989	Black mulberry	0,9	5,3	6,20	Excellent	23,55	1,96	3,82	0,05	0,40	0,0	NO	NO
12990	Mountain ebony	0,7	7,4	4,20	Excellent	25,05	1,88	6,03	0,03	0,36	0,0	NO	NO
12991	Mountain ebony	0,9	8,3	4,50	Excellent	27,66	2,07	6,11	0,06	0,43	0,0	NO	NO
12992	Mountain ebony	0,6	8,0	2,80	Excellent	12,22	0,91	4,31	0,03	0,33	0,0	NO	NO
12993	Mountain ebony	0,9	9,0	4,90	Excellent	22,02	1,65	4,49	0,06	0,44	0,0	NO	NO
12994	Mountain ebony	0,9	10,8	8,60	Excellent	52,01	3,89	6,08	0,07	0,46	0,0	NO	NO
12995	Pride of bolivia	2,2	14,1	33,20	Excellent	145,91	10,93	4,4	4,87	1,00	0,0	NO	NO
12996	Canary island date palm	1,7	7,5	7,10	Excellent	75,40	12,65	10,67	11,14	0,35	0,0	NO	NO
12997	Coral tree	0,8	5,5	4,90	Excellent	14,63	1,10	2,98	0,05	0,38	0,0	NO	NO
12998	Common guava	0,7	5,7	8,60	Excellent	25,24	1,89	2,95	0,79	0,34	0,0	NO	NO
12999	magnolia spp	1,0	8,0	19,60	Excellent	131,00	8,75	6,67	3,58	0,46	0,0	NO	NO

Anexo 7 (continuação): características gerais por indivíduo arbóreo do Parque Ibirapuera – DAP, altura, condições de saúde, área foliar, armazenamento e sequestro de carbono e outras.

ANEXO 7: INDIVIDUAL TREE CHARACTERISTICS IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Tree ID	Species Name	DBH (cm)	Height (m)	Ground Area (m ²)	Tree Condition	Leaf Area (m ²)	Leaf Biomass (kg)	Leaf Area Index	Carbon Storage (kg)	Gross Carbon Seq (kg/yr)	Structural Tree Value (R\$)	Street Tree	Native To State
15051	gum spp	192,0	23,0	12,60	Excellent	52,25	6,76	4,16	5.936,72	14,09	0,0	NO	NO
15052	gum spp	262,0	18,0	15,90	Excellent	76,02	9,84	4,78	6.003,94	10,00	0,0	NO	NO
15053	gum spp	159,0	19,0	3,10	Excellent	15,02	1,94	4,78	5.755,99	21,55	0,0	NO	NO
15054	gum spp	220,0	26,0	8,60	Excellent	29,43	3,81	3,44	6.001,52	10,00	0,0	NO	NO
15055	gum spp	240,0	19,0	15,90	Excellent	76,02	9,84	4,78	5.995,80	12,23	0,0	NO	NO
15056	gum spp	164,0	19,0	3,10	Excellent	15,38	1,99	4,9	5.787,44	22,00	0,0	NO	NO
15057	gum spp	109,0	6,0	1,30	Excellent	3,66	0,47	2,76	3.962,97	100,66	0,0	NO	NO
15058	gum spp	333,0	26,0	12,60	Excellent	60,06	7,78	4,78	6.003,11	10,00	0,0	NO	NO
15059	gum spp	114,3	14,0	4,90	Excellent	16,89	2,19	3,44	4.436,90	95,83	0,0	NO	NO
15060	gum spp	267,0	20,0	7,10	Excellent	33,78	4,37	4,78	6.001,75	10,00	0,0	NO	NO
15061	gum spp	79,0	14,0	7,10	Excellent	48,07	6,22	6,8	1.908,62	86,32	0,0	NO	NO
15062	gum spp	209,0	17,0	4,20	Excellent	14,30	1,85	3,44	5.907,91	13,79	0,0	NO	NO
15063	gum spp	276,0	16,0	12,60	Excellent	85,45	11,06	6,8	6.004,42	10,00	0,0	NO	NO
15064	gum spp	85,0	17,0	4,90	Excellent	18,07	2,34	3,68	2.300,08	96,51	0,0	NO	NO
15065	gum spp	55,0	15,0	4,20	Excellent	16,28	2,11	3,92	803,74	52,08	0,0	NO	NO
15066	gum spp	109,0	6,0	3,10	Excellent	8,67	1,12	2,76	3.963,23	100,66	0,0	NO	NO
15067	gum spp	181,0	24,0	4,90	Excellent	13,54	1,75	2,76	5.919,07	13,93	0,0	NO	NO
15068	gum spp	153,0	19,0	12,60	Excellent	31,90	4,13	2,54	5.711,96	24,12	0,0	NO	NO
15069	gum spp	196,0	23,0	3,10	Excellent	10,06	1,30	3,2	5.943,53	14,19	0,0	NO	NO
15070	gum spp	230,0	15,0	7,10	Excellent	13,07	1,69	1,85	5.920,89	14,02	0,0	NO	NO
15071	gum spp	80,0	13,0	3,10	Excellent	11,56	1,50	3,68	1.957,62	87,63	0,0	NO	NO
15072	gum spp	323,0	20,0	9,60	Excellent	65,42	8,47	6,8	6.003,39	10,00	0,0	NO	NO
15073	gum spp	120,0	16,0	9,60	Excellent	56,92	7,37	5,92	4.813,09	84,72	0,0	NO	NO
15074	gum spp	182,0	19,0	15,90	Excellent	108,15	14,00	6,8	5.877,57	16,21	0,0	NO	NO
15075	gum spp	178,0	16,0	38,50	Excellent	240,76	31,17	6,26	5.794,94	21,94	0,0	NO	NO
15076	gum spp	164,0	19,0	19,60	Excellent	93,85	12,15	4,78	5.791,50	22,00	0,0	NO	NO
15077	gum spp	325,0	27,0	19,60	Excellent	133,52	17,28	6,8	6.006,91	10,00	0,0	NO	NO
15078	gum spp	270,0	19,0	9,60	Excellent	53,65	6,94	5,58	6.002,78	10,00	0,0	NO	NO
15079	gum spp	262,0	26,0	9,60	Excellent	37,71	4,88	3,92	6.001,95	10,00	0,0	NO	NO
15080	gum spp	197,0	24,0	12,60	Excellent	70,07	9,07	5,58	5.958,61	14,33	0,0	NO	NO
15081	gum spp	226,0	16,0	14,50	Excellent	53,45	6,92	3,68	5.929,02	14,05	0,0	NO	NO
15082	gum spp	174,0	17,0	7,10	Excellent	48,07	6,22	6,8	5.792,87	22,03	0,0	NO	NO
15083	gum spp	187,0	18,0	9,60	Excellent	53,65	6,94	5,58	5.874,79	16,21	0,0	NO	NO
15084	gum spp	227,0	23,0	9,60	Excellent	65,42	8,47	6,8	6.003,39	10,00	0,0	NO	NO
15085	gum spp	207,0	18,0	9,60	Excellent	50,38	6,52	5,24	5.917,15	13,86	0,0	NO	NO
15086	gum spp	112,0	8,0	6,20	Excellent	23,59	3,05	3,83	4.194,61	100,21	0,0	NO	NO
15087	gum spp	148,0	9,0	4,90	Excellent	25,01	3,24	5,1	5.435,72	19,58	0,0	NO	NO
15088	gum spp	108,0	10,0	3,10	Excellent	4,51	0,58	1,43	3.951,35	102,07	0,0	NO	NO
15089	gum spp	207,0	12,0	12,60	Excellent	91,72	11,87	7,3	5.794,62	22,51	0,0	NO	NO
15090	gum spp	87,0	17,0	3,10	Excellent	12,31	1,59	3,92	2.431,95	99,73	0,0	NO	NO
15091	gum spp	344,0	31,0	19,60	Excellent	133,52	17,28	6,8	6.006,91	10,00	0,0	NO	NO
15092	gum spp	296,0	28,0	9,60	Excellent	65,42	8,47	6,8	6.003,39	10,00	0,0	NO	NO
15093	gum spp	288,0	19,0	12,60	Excellent	49,25	6,38	3,92	6.002,55	10,00	0,0	NO	NO
15094	gum spp	495,0	32,0	19,60	Excellent	109,48	14,17	5,58	6.005,67	10,00	0,0	NO	NO
15095	gum spp	179,0	10,0	4,20	Excellent	14,97	1,94	3,6	5.588,86	19,28	0,0	NO	NO

04/29/2015

Page 319

Anexo 7 (continuação): características gerais por indivíduo arbóreo do Parque Ibirapuera – DAP, altura, condições de saúde, área foliar, armazenamento e sequestro de carbono e outras.

Tree ID	Species Name	DBH (cm)	Height (m)	Ground Area (m ²)	Tree Condition	Leaf Area (m ²)	Leaf Biomass (kg)	Leaf Area Index	Carbon Storage (kg)	Gross Carbon Seq (kg/yr)	Structural Tree Value (R\$)	Street Tree	Native To State
	TOTAL			166.982		818.405	84.377		8.738.493	76.265			

Anexo 7 (final): características gerais por indivíduo arbóreo do Parque Ibirapuera – DAP, altura, condições de saúde, área foliar, armazenamento e sequestro de carbono e outras.

ANEXO 8: SPECIES CONDITION CLASS IN IBIRAPUERA PROJECT.

Species Name	Tree Count	% Pop	% Excellent	% Good	% Fair	% Poor	% Critical	% Dying	% Dead
Acoba-cavalo	8	0.06	100.00						
African oil palm	7	0.05	100.00						
African tulip tree	159	1.11	96.79	12.58	0.63				
alphanes spp	11	0.08	90.91	9.09					
Alchornea triplinervia	58	0.40	75.86	20.69	3.45				
American muskwood	7	0.05	100.00						
aradenanthera spp	21	0.15	85.71	14.29					
Angico vermelho	10	0.07	80.00	20.00					
angico-branco	6	0.04	66.67	33.33					
Arabian coffee	10	0.07	100.00						
arara nut tree	10	0.07	100.00						
aranha-rosa	239	1.67	96.23	3.77					
Aspidosperma parvifolium	1	0.01	100.00						
aspidosperma spp	100	0.70	93.00	7.00					
assai palm	1	0.01	100.00						
Australian fan palm	3	0.02	100.00						
Australian pine	13	0.09	100.00						
Avocado	36	0.27	97.37	2.63					
Bahia rosewood	1	0.01	100.00						
balsamo	34	0.24	97.06	2.94					
Barbados nut	2	0.01	100.00						
Bauhinia	2	0.01	100.00						
bauhinia spp	21	0.15	100.00						
Beakpod eucalyptus	1	0.01	100.00						
beebrush spp	1	0.01		100.00					
Benjamin fig	35	0.24	94.29	5.71					
Black mulberry	139	0.97	94.96	5.04					
Black poplar	3	0.02	100.00						
Blackbutt	62	0.43	93.55	6.45					
Blake's bauhinia	1	0.01	100.00						
blepharocalyx spp	3	0.02	100.00						
Blue chinese fir	1	0.01	100.00						
Brazilian cedarwood	199	1.32	98.94	1.06					
Brazilian cherry	11	0.08	100.00						
Brazilian firetree spp	68	0.47	97.06	2.94					
Brazilian glorytree	117	0.82	100.00						
Brazilian pepper	107	0.75	94.39	4.67	0.93				
Brazilwood	53	0.37	98.11	1.89					
Bunchosia armeriaca	3	0.02	100.00						
Bumva bumva	11	0.08	100.00						
Burmese figtail palm	1	0.01	100.00						
Cacao	1	0.01	100.00						
California palm	64	0.45	89.06	10.94					
California peppertree	33	0.23	93.94	6.06					

04/29/2015

Page 1

Anexo 8: classificação das condições das árvores por espécie.

ANEXO 8: SPECIES CONDITION CLASS IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Species Name	Tree Count	% Pop	% Excellent	% Good	% Fair	% Poor	% Critical	% Dying	% Dead
jopoy spp	2	0.01	100,00						
Kahuliflower	13	0.09	92,31	7,69					
King palm	273	1.90	95,60	4,40					
Kurajong	5	0.03	100,00						
Kwanzan cherry	67	0.47	100,00						
Lafoencia spp	155	1.08	99,35	0,65					
Leopard tree(pau-ferro)	149	1.04	95,97	4,03					
Liberian coffee	10	0.07	100,00						
Licania tomentosa	2	0.01	100,00						
Lipsticktree	9	0.06	100,00						
Lndon planetree Bloodgood	12	0.08	100,00						
Loquat tree	82	0.57	100,00						
Luckynut	2	0.01	100,00						
macaranga spp	1	0.01	100,00						
Macrab cypress	1	0.01	100,00						
magnolia spp	117	0.82	100,00						
Malabar plum	12	0.08	100,00						
Manduirana	28	0.20	100,00						
Mango	39	0.27	100,00						
Marica	12	0.08	100,00						
Mariposa	2	0.01	100,00						
marlierea spp	1	0.01	100,00						
Matchwood	1	0.01	100,00						
mayten spp	2	0.01	100,00						
Mexican shrubby spurge	6	0.04	100,00						
mulktree spp	3	0.02	100,00						
monkey-pot	12	0.08	100,00						
Monterey cypress	4	0.03	100,00						
Mountain ebony	101	0.70	99,01	0,99					
murraya spp	334	2.33	87,13	12,57	0,30				
myrcogenia spp	1	0.01	100,00						
nectandra spp	41	0.29	100,00						
nicker spp	139	0.97	97,12	2,88					
Norfolk island pine	20	0.14	90,00	10,00					
oleander spp	2	0.01	100,00						
Olive	2	0.01			100,00				
OmbU	10	0.07	100,00						
Oriental arborvitae	38	0.27	100,00						
Pacara earpod tree	20	0.14	100,00						
pachira spp	28	0.20	100,00						
pacova-de-macaco	1	0.01	100,00						
Parana pine	63	0.44	88,89	11,11					
pau-d'alho	1	0.01	100,00						
pau-jacare	48	0.33	89,58	8,33	2,08				
pau-jangada	2	0.01	100,00						
Peepul tree	23	0.16	100,00						
peza spp	2	0.01	100,00						

Anexo 8 (continuação): classificação das condições das árvores por espécie.

ANEXO 8: SPECIES CONDITION CLASS IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Species Name	Tree Count	% Pop	% Excellent	% Good	% Fair	% Poor	% Critical	% Dying	% Dead
stickpea spp	3	0.02	100,00						
stopper spp	18	0.13	94,44	5,56					
Strawberry guava	36	0.25	100,00						
Surinam cherry	372	2.60	95,43	3,49	0,81	0,27			
Sweetpea	44	0.31	100,00						
sweetwood spp	24	0.17	100,00						
svagnus spp	243	1.70	88,89	9,88	1,23				
Sydney blue gum	391	2.73	95,40	4,09	0,51				
svygiun spp	31	0.22	90,32	9,68					
Taiwan cherry	35	0.24	100,00						
Triangle palm	10	0.07	100,00						
triplaris spp	57	0.40	96,49	3,51					
trumpet-tree spp	627	4.37	99,04	0,96					
Victorian box	39	0.27	94,87	5,13					
Weeping bottlebrush	26	0.18	100,00						
Western soapberry	27	0.19	100,00						
White ash	32	0.22	96,88	3,13					
White lead tree	28	0.20	100,00						
White paperbark	89	0.62	96,88	1,12					
White poplar	3	0.02	100,00						
Wild banyantree	1	0.01	100,00						
Wild crapemyrtle	8	0.06	100,00						
Wild sugar apple	1	0.01	100,00						
willow spp	27	0.19	85,19	7,41	7,41				
Windmill palm	3	0.02	66,67		33,33				
Wine palm	14	0.10	100,00						
yellow poinciana	40	0.28	100,00						
Yellow poui	1	0.01	100,00						
TOTAL	14.334	100.00	95,36	4,14	0,39	0,10	0,01		

Anexo 8 (final): classificação das condições das árvores por espécie.

ANEXO 9: INDIVIDUAL TREE RUNOFF IN IBIRAPUERA PROJECT.

Individual Tree Avoided Runoff in IbirapueraProject

Series: ParkTrees, Time Period: 2008

Tree ID	Species Name	DBH (cm)	Height (m)	Tree Condition	Leaf Area (m2)	Avoided Runoff (m3/yr)	Avoided Runoff Value (R\$)
1	gum spp	2,6	21,00	Excellent	110,81	0,71	1,66
2	Southern magnolia	1,0	9,00	Excellent	82,19	0,52	1,23
3	gum spp	0,8	15,00	Excellent	17,28	0,11	0,26
4	Gray ironbark	1,9	32,00	Excellent	81,65	0,52	1,23
5	Blackbutt	2,1	33,00	Excellent	76,95	0,49	1,16
6	Sydney blue gum	1,3	27,00	Excellent	46,25	0,30	0,69
7	Sydney blue gum	2,6	23,00	Excellent	117,57	0,75	1,77
8	Gray ironbark	2,4	21,00	Excellent	173,15	1,11	2,60
9	Blackbutt	2,2	27,00	Excellent	109,48	0,70	1,64
10	Blackbutt	2,3	26,00	Excellent	76,95	0,49	1,16
12	Hill's weeping fig	3,2	29,00	Excellent	117,57	0,75	1,77
13	Courbail	1,1	20,00	Excellent	133,52	0,85	2,00
14	African tulip tree	2,0	16,00	Excellent	30,17	0,19	0,45
15	Alchornea triplinervia	1,0	16,00	Excellent	41,72	0,27	0,63
16	pau-jacare	0,6	19,00	Excellent	30,15	0,19	0,45
17	Alchornea triplinervia	1,3	16,00	Good	162,46	1,04	2,44
18	Sydney blue gum	0,6	10,00	Excellent	20,72	0,13	0,31
19	Sydney blue gum	1,1	14,00	Excellent	43,88	0,28	0,66
20	Sydney blue gum	0,6	14,00	Excellent	24,13	0,15	0,36
21	Sydney blue gum	1,4	33,00	Excellent	35,98	0,23	0,54
22	Sydney blue gum	1,1	15,00	Excellent	30,81	0,20	0,46
23	Sydney blue gum	2,5	24,00	Excellent	158,60	1,01	2,38
24	Sydney blue gum	2,8	26,00	Excellent	69,93	0,45	1,05
25	platymiscium spp	1,1	12,50	Excellent	91,56	0,58	1,37
26	Sydney blue gum	2,0	36,00	Excellent	263,19	1,68	3,95
27	Sydney blue gum	2,0	30,00	Excellent	314,46	2,01	4,72
28	gum spp	1,0	11,00	Excellent	205,55	1,31	3,09
29	gum spp	0,5	9,00	Excellent	48,70	0,31	0,73
30	gum spp	0,5	6,30	Excellent	30,85	0,20	0,46
31	Sydney blue gum	2,1	33,00	Excellent	176,88	1,13	2,66
32	Chinese fan palm	1,0	6,00	Excellent	38,78	0,25	0,58
33	Chinese fan palm	0,9	9,00	Excellent	47,22	0,30	0,71
34	Avocado	1,2	4,10	Excellent	0,15	0,00	0,00
35	Chinese fan palm	0,8	8,00	Excellent	106,92	0,68	1,61
36	Mexican shrubby spurge	0,6	7,00	Excellent	60,70	0,39	0,91
37	Sydney blue gum	2,2	25,00	Excellent	60,19	0,38	0,90
38	gum spp	3,2	27,00	Excellent	19,65	0,13	0,30
39	Sydney blue gum	1,1	17,00	Excellent	104,06	0,66	1,56
40	gum spp	2,8	25,00	Excellent	307,82	1,97	4,62
41	gum spp	2,9	33,00	Excellent	437,94	2,80	6,58
42	gum spp	0,8	13,00	Excellent	33,78	0,22	0,51
43	Sydney blue gum	1,9	35,00	Excellent	137,98	0,88	2,07
44	Chinese fan palm	0,8	7,00	Excellent	36,36	0,23	0,55
45	Chinese fan palm	0,6	7,50	Excellent	47,22	0,30	0,71
46	Chinese fan palm	0,7	6,00	Excellent	44,87	0,29	0,67
47	Surinam cherry	0,5	4,30	Excellent	8,25	0,05	0,12
48	Golden trumpet tree	0,7	12,00	Excellent	15,88	0,10	0,24
50	Glossy privet	0,8	7,50	Excellent	12,46	0,08	0,19
51	pau-jacare	0,7	14,00	Excellent	20,83	0,13	0,31
52	jequitiba-branco	0,5	15,00	Excellent	16,99	0,11	0,26
53	Avocado	0,5	12,00	Excellent	17,94	0,11	0,27
54	Jacaranda	1,2	8,50	Excellent	51,30	0,33	0,77
55	Jacaranda	0,7	8,00	Excellent	7,20	0,05	0,11
56	Japanese red cedar	0,5	5,50	Excellent	2,62	0,02	0,04
57	gum spp	1,8	23,00	Excellent	72,26	0,46	1,08
58	aspidosperma spp	1,8	18,00	Excellent	54,73	0,35	0,82
59	Pride of bolivia	1,0	15,00	Excellent	93,85	0,60	1,41
60	silk floss tree	2,4	20,00	Excellent	67,57	0,43	1,01

Anexo 9: volume do escoamento evitado da água da chuva (run-off) em m³/ano, por árvore e a valoração em R\$.

ANEXO 9: INDIVIDUAL TREE RUNOFF IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Tree ID	Species Name	DBH (cm)	Height (m)	Tree Condition	Leaf Area (m ²)	Avoided Runoff (m ³ /yr)	Avoided Runoff Value (R\$)
7381	Jacaranda	1,0	15,00	Excellent	81,65	0,52	1,23
7382	jequitiba-branco	0,5	10,00	Excellent	50,83	0,32	0,76
7383	pachira spp	1,0	4,50	Excellent	8,83	0,06	0,13
7384	African tulip tree	1,2	9,00	Excellent	96,92	0,62	1,46
7385	African tulip tree	1,4	16,00	Excellent	83,28	0,53	1,25
7386	African tulip tree	1,0	9,00	Excellent	27,97	0,18	0,42
7387	silk floss tree	1,3	5,50	Excellent	32,00	0,20	0,48
7388	stopper spp	1,0	5,00	Excellent	22,01	0,14	0,33
7389	silk floss tree	1,6	13,00	Excellent	55,26	0,35	0,83
7390	Corticeira-da-serra	0,6	7,50	Excellent	16,96	0,11	0,25
7391	Corticeira-da-serra	0,7	5,50	Excellent	14,63	0,09	0,22
7392	Golden trumpet tree	0,5	6,50	Excellent	47,06	0,30	0,71
7393	Leopard tree(pau-ferro)	2,1	16,00	Excellent	551,19	3,52	8,28
7394	Glossy privet	0,7	3,80	Excellent	7,97	0,05	0,12
7395	Glossy privet	0,7	4,00	Excellent	15,99	0,10	0,24
7396	Brazilian pepper	1,4	11,00	Excellent	187,53	1,20	2,82
7397	Ipe-amarelo	0,5	6,50	Excellent	4,24	0,03	0,06
7398	Ipe-amarelo	0,5	11,00	Excellent	20,26	0,13	0,30
7399	Ipe-amarelo	0,5	12,00	Excellent	18,06	0,12	0,27
7400	Ipe-amarelo	0,5	7,50	Excellent	6,81	0,04	0,10
7401	Glossy privet	0,9	6,00	Excellent	34,78	0,22	0,52
7402	Courbail	1,0	4,20	Excellent	4,83	0,03	0,07
7403	White ash	0,5	6,00	Excellent	30,79	0,20	0,46
7404	Brazilian firetree spp	0,6	14,00	Excellent	13,06	0,08	0,20
7405	Glossy privet	1,6	13,00	Excellent	135,14	0,86	2,03
7406	Chinaberry	1,3	7,50	Excellent	54,00	0,34	0,81
7407	Brazilian firetree spp	0,5	8,00	Good	7,54	0,05	0,11
7408	Brazilian firetree spp	0,5	7,50	Excellent	16,80	0,11	0,25
7409	Brazilian firetree spp	0,6	12,00	Excellent	22,02	0,14	0,33
7411	jequitiba-branco	0,5	8,00	Excellent	25,03	0,16	0,38
7412	Hill's weeping fig	1,6	6,00	Excellent	75,25	0,48	1,13
7413	Pride of bolivia	2,4	15,00	Excellent	148,04	0,95	2,22
7414	River koko	0,6	6,50	Excellent	14,34	0,09	0,22
7415	River koko	1,0	8,50	Excellent	52,01	0,33	0,78
7416	River koko	1,4	9,00	Excellent	48,84	0,31	0,73
7417	River koko	0,5	6,00	Excellent	26,17	0,17	0,39
7418	River koko	1,1	9,50	Excellent	72,53	0,46	1,09
7419	Brazilian pepper	1,0	8,50	Excellent	21,62	0,14	0,32
7427	River koko	1,0	8,00	Excellent	31,38	0,20	0,47
7428	camponmanesia spp	0,9	6,50	Excellent	31,52	0,20	0,47
7429	African tulip tree	1,3	15,00	Excellent	51,39	0,33	0,77
7430	balsamo	0,8	7,50	Excellent	25,03	0,16	0,38
7431	Sydney blue gum	2,3	36,00	Excellent	316,41	2,02	4,75
7432	Blackbutt	2,6	38,00	Excellent	464,64	2,97	6,98
7433	Blackbutt	1,6	15,00	Excellent	206,74	1,32	3,10
7434	Gray ironbark	1,0	5,90	Excellent	6,42	0,04	0,10
7435	aspidosperma spp	0,6	7,50	Excellent	11,79	0,08	0,18
7437	Glossy privet	0,7	7,00	Excellent	11,79	0,08	0,18
7438	Blackbutt	2,2	38,00	Excellent	207,59	1,33	3,12
7439	Sydney blue gum	1,9	23,00	Excellent	114,19	0,73	1,71
7440	River koko	0,5	5,50	Excellent	22,23	0,14	0,33
7441	River koko	0,7	8,00	Excellent	48,70	0,31	0,73
7442	Sydney blue gum	1,2	17,00	Excellent	3,27	0,02	0,05
7445	Surinam cherry	0,5	6,00	Excellent	28,99	0,19	0,44
7446	Glossy privet	1,3	9,00	Excellent	44,22	0,28	0,66
7447	Surinam cherry	0,5	8,50	Excellent	25,01	0,16	0,38
7448	Glossy privet	0,9	8,00	Excellent	63,07	0,40	0,95
7449	Mango	2,4	12,00	Excellent	209,90	1,34	3,15
7450	gum spp	2,4	27,00	Excellent	2,89	0,02	0,04
7451	gum spp	0,5	22,00	Excellent	24,03	0,15	0,36
7452	gum spp	1,5	23,00	Excellent	33,52	0,21	0,50

04/29/2015

Page 115

Anexo 9 (continuação): volume do escoamento evitado da água da chuva (run-off) em m³/ano, por árvore e a valoração em R\$.

ANEXO 9: INDIVIDUAL TREE RUNOFF IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Tree ID	Species Name	DBH (cm)	Height (m)	Tree Condition	Leaf Area (m ²)	Avoided Runoff (m ³ /yr)	Avoided Runoff Value (R\$)
10008	Pride of bolivia	2,0	17,80	Excellent	96,13	0,61	1,44
10009	King palm	1,0	14,10	Excellent	40,06	0,26	0,60
10010	Pride of bolivia	4,1	20,30	Excellent	305,34	1,95	4,58
10011	sweetwood spp	0,5	8,50	Excellent	12,47	0,08	0,19
10012	Surinam cherry	0,6	11,00	Excellent	73,26	0,47	1,10
10013	plinia spp	1,0	8,00	Excellent	50,83	0,32	0,76
10014	Surinam cherry	0,8	9,00	Excellent	31,29	0,20	0,47
10015	Loquat tree	0,6	8,90	Excellent	58,45	0,37	0,88
10016	Loquat tree	0,5	6,70	Excellent	13,54	0,09	0,20
10017	Jacaranda	1,6	9,60	Excellent	105,03	0,67	1,58
10019	Pride of bolivia	1,8	15,90	Excellent	331,75	2,12	4,98
10020	Common crapemyrtle	1,0	4,90	Excellent	14,19	0,09	0,21
10021	African tulip tree	1,6	12,80	Excellent	237,29	1,52	3,56
10022	royal palm spp	1,9	16,50	Excellent	171,77	1,10	2,58
10024	Canary island date palm	2,4	16,00	Excellent	122,48	0,78	1,84
10025	King palm	0,7	12,50	Excellent	38,72	0,25	0,58
10026	Common guava	0,7	4,20	Excellent	17,88	0,11	0,27
10027	trumpet-tree spp	1,1	10,50	Excellent	73,70	0,47	1,11
10029	trumpet-tree spp	1,1	10,20	Excellent	178,27	1,14	2,68
10030	trumpet-tree spp	1,5	11,40	Excellent	307,96	1,97	4,62
10031	trumpet-tree spp	1,7	16,50	Excellent	331,75	2,12	4,98
10032	Canary island date palm	2,3	15,20	Excellent	53,01	0,34	0,80
10034	Canary island date palm	1,9	14,00	Excellent	103,91	0,66	1,56
10035	Avocado	0,5	7,50	Excellent	30,50	0,19	0,46
10036	Chinese fan palm	0,8	8,00	Excellent	47,22	0,30	0,71
10037	Pride of bolivia	1,1	10,70	Excellent	271,96	1,74	4,08
10038	Pride of bolivia	2,0	16,70	Excellent	265,11	1,69	3,98
10039	King palm	0,9	11,80	Excellent	31,80	0,20	0,48
10040	King palm	0,7	12,30	Excellent	29,86	0,19	0,45
10041	Windmill palm	0,5	6,00	Fair	3,05	0,02	0,05
10042	false cypress spp	0,5	9,50	Excellent	21,55	0,14	0,32
10043	false cypress spp	0,5	9,00	Excellent	21,55	0,14	0,32
10044	false cypress spp	0,5	9,00	Excellent	16,90	0,11	0,25
10045	King palm	0,8	15,30	Excellent	62,60	0,40	0,94
10046	King palm	0,9	14,00	Excellent	62,60	0,40	0,94
10047	King palm	0,8	13,40	Excellent	47,02	0,30	0,71
10048	King palm	0,7	14,10	Excellent	38,17	0,24	0,57
10049	nicker spp	0,5	7,60	Excellent	25,05	0,16	0,38
10050	White lead tree	0,9	9,00	Excellent	26,37	0,17	0,40
10051	White lead tree	0,9	9,00	Excellent	25,03	0,16	0,38
10052	Brazilian cherry	1,1	4,00	Excellent	7,67	0,05	0,12
10053	Manduirana	0,5	7,00	Excellent	50,10	0,32	0,75
10054	Glossy privet	1,0	8,00	Excellent	70,83	0,45	1,06
10055	royal palm spp	1,5	14,20	Excellent	80,41	0,51	1,21
10056	Pride of bolivia	2,2	17,70	Excellent	528,20	3,37	7,93
10057	Pride of bolivia	2,1	16,30	Excellent	265,11	1,69	3,98
10058	Pride of bolivia	1,8	14,40	Excellent	291,34	1,86	4,37
10060	Pride of bolivia	2,0	17,70	Excellent	240,25	1,53	3,61
10061	Canary island date palm	2,3	9,00	Excellent	106,97	0,68	1,61
10062	trumpet-tree spp	0,5	5,30	Excellent	15,13	0,10	0,23
10063	Pride of bolivia	0,5	4,60	Excellent	24,41	0,16	0,37
10064	trumpet-tree spp	0,5	4,80	Excellent	22,98	0,15	0,35
10065	trumpet-tree spp	0,5	5,00	Excellent	12,34	0,08	0,19
10066	trumpet-tree spp	0,5	5,20	Excellent	12,25	0,08	0,18
10067	trumpet-tree spp	1,1	4,70	Excellent	22,44	0,14	0,34
10068	Common guava	0,5	6,20	Excellent	9,40	0,06	0,14
10069	Common guava	0,7	6,70	Excellent	10,86	0,07	0,16
10070	silk floss tree	2,1	12,90	Excellent	170,91	1,09	2,57
10071	Common guava	0,5	4,30	Excellent	30,94	0,20	0,46
10072	Common guava	0,7	6,50	Excellent	82,25	0,53	1,23
10073	citrus spp	0,5	7,00	Excellent	9,55	0,06	0,14

04/29/2015

Page 156

Anexo 9 (continuação): volume do escoamento evitado da água da chuva (run-off) em m³/ano, por árvore e a valoração em R\$.

ANEXO 9: INDIVIDUAL TREE RUNOFF IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Tree ID	Species Name	DBH (cm)	Height (m)	Tree Condition	Leaf Area (m ²)	Avoided Runoff (m ³ /yr)	Avoided Runoff Value (R\$)
12932	Surinam cherry	1,2	6,30	Excellent	69,40	0,44	1,04
12933	Parana pine	1,2	16,30	Good	97,72	0,62	1,47
12934	Glossy privet	1,8	11,50	Excellent	219,18	1,40	3,29
12936	syagrus spp	0,7	7,00	Excellent	42,82	0,27	0,64
12937	magnolia spp	0,5	6,20	Excellent	40,70	0,26	0,61
12938	Pacara earpod tree	0,5	3,50	Excellent	4,37	0,03	0,07
12939	Pacara earpod tree	0,5	5,20	Excellent	10,61	0,07	0,16
12940	Brazilwood	0,7	7,50	Excellent	28,77	0,18	0,43
12941	California peppertree	0,6	5,00	Excellent	25,30	0,16	0,38
12942	magnolia spp	0,7	8,20	Excellent	44,22	0,28	0,66
12943	Brazilian glorytree	0,5	4,60	Excellent	9,84	0,06	0,15
12944	Brazilwood	0,5	8,00	Excellent	30,50	0,19	0,46
12945	magnolia spp	0,9	7,00	Excellent	81,91	0,52	1,23
12946	triplaris spp	0,5	5,40	Excellent	7,02	0,04	0,11
12947	Dwarf palmetto	2,3	10,50	Excellent	141,99	0,91	2,13
12948	Jacaranda	0,9	6,00	Excellent	39,29	0,25	0,59
12949	Dwarf palmetto	1,4	5,50	Good	20,77	0,13	0,31
12950	nicker spp	1,4	5,50	Excellent	13,42	0,09	0,20
12951	Ipe-amarelo	0,5	4,70	Excellent	12,90	0,08	0,19
12952	nicker spp	0,9	7,70	Excellent	86,11	0,55	1,29
12953	Mountain ebony	0,5	4,50	Excellent	17,23	0,11	0,26
12954	pterocarpus spp	0,9	7,70	Excellent	16,99	0,11	0,26
12955	Benjamin fig	2,7	9,70	Excellent	173,33	1,11	2,60
12956	Benjamin fig	2,2	11,00	Excellent	316,12	2,02	4,75
12957	pau-jacare	0,9	9,50	Good	29,20	0,19	0,44
12958	trumpet-tree spp	1,4	8,00	Excellent	89,06	0,57	1,34
12959	gum spp	0,8	12,00	Excellent	20,26	0,13	0,30
12960	gum spp	1,0	13,00	Excellent	21,19	0,14	0,32
12961	gum spp	2,0	16,80	Excellent	104,47	0,67	1,57
12962	Glossy privet	0,8	10,70	Excellent	53,75	0,34	0,81
12963	gum spp	0,8	13,90	Excellent	15,29	0,10	0,23
12964	gum spp	2,6	20,70	Excellent	314,46	2,01	4,72
12965	gum spp	0,6	9,00	Excellent	8,67	0,06	0,13
12966	gum spp	2,0	19,50	Excellent	113,56	0,73	1,71
12967	gum spp	1,6	15,80	Good	52,25	0,33	0,78
12968	Glossy privet	0,9	7,00	Excellent	19,50	0,12	0,29
12969	Glossy privet	0,5	7,00	Excellent	30,17	0,19	0,45
12970	Brazilian pepper	0,5	6,00	Excellent	5,60	0,04	0,08
12971	Glossy privet	0,5	4,70	Excellent	7,02	0,04	0,11
12972	Coral tree	0,5	6,30	Excellent	7,11	0,05	0,11
12973	Coral tree	0,6	6,30	Excellent	10,01	0,06	0,15
12974	murraya spp	0,5	4,70	Excellent	13,61	0,09	0,20
12975	Rubber plant	10,1	15,50	Excellent	741,48	4,74	11,13
12976	Glossy privet	1,0	8,50	Excellent	62,56	0,40	0,94
12977	nicker spp	1,2	7,60	Excellent	40,92	0,26	0,61
12978	Coral tree	1,1	3,50	Excellent	36,99	0,24	0,56
12979	Glossy privet	1,1	9,00	Excellent	11,11	0,07	0,17
12980	Brazilwood	0,7	2,50	Excellent	0,21	0,00	0,00
12981	Glossy privet	1,4	11,00	Excellent	194,38	1,24	2,92
12982	nicker spp	0,5	3,50	Excellent	9,46	0,06	0,14
12983	trumpet-tree spp	1,2	10,80	Excellent	145,23	0,93	2,18
12984	trumpet-tree spp	1,4	8,00	Excellent	146,86	0,94	2,20
12985	Glossy privet	1,2	6,00	Excellent	40,24	0,26	0,60
12986	Glossy privet	1,5	9,20	Excellent	99,53	0,64	1,49
12987	Pride of bolivia	2,2	13,20	Excellent	277,47	1,77	4,17
12988	Black mulberry	0,7	7,50	Excellent	20,54	0,13	0,31
12989	Black mulberry	0,9	5,30	Excellent	23,55	0,15	0,35
12990	Mountain ebony	0,7	7,40	Excellent	25,05	0,16	0,38
12991	Mountain ebony	0,9	8,30	Excellent	27,66	0,18	0,42
12992	Mountain ebony	0,6	8,00	Excellent	12,22	0,08	0,18
12993	Mountain ebony	0,9	9,00	Excellent	22,02	0,14	0,33

04/29/2015

Page 201

Anexo 9 (continuação): volume do escoamento evitado da água da chuva (run-off) em m³/ano, por árvore e a valoração em R\$.

ANEXO 9: INDIVIDUAL TREE RUNOFF IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Tree ID	Species Name	DBH (cm)	Height (m)	Tree Condition	Leaf Area (m2)	Avoided Runoff (m3/yr)	Avoided Runoff Value (R\$)
15033	gum spp	75,0	8,00	Excellent	13,56	0,09	0,20
15034	gum spp	249,0	15,00	Excellent	27,37	0,17	0,41
15035	gum spp	178,0	15,00	Excellent	72,26	0,46	1,08
15036	gum spp	247,0	27,00	Excellent	45,99	0,29	0,69
15037	gum spp	169,0	17,00	Excellent	19,86	0,13	0,30
15038	gum spp	183,0	16,00	Excellent	23,17	0,15	0,35
15039	gum spp	224,0	18,00	Excellent	83,28	0,53	1,25
15040	gum spp	136,0	9,00	Excellent	11,79	0,08	0,18
15041	gum spp	242,0	21,00	Excellent	62,33	0,40	0,94
15042	gum spp	416,0	29,00	Excellent	133,52	0,85	2,00
15043	gum spp	148,0	22,00	Excellent	65,42	0,42	0,98
15044	gum spp	146,0	24,00	Excellent	27,37	0,17	0,41
15045	gum spp	289,0	22,00	Good	70,07	0,45	1,05
15046	gum spp	242,0	28,00	Excellent	39,41	0,25	0,59
15047	gum spp	297,0	28,00	Excellent	122,84	0,78	1,84
15048	gum spp	122,0	16,00	Excellent	13,32	0,09	0,20
15049	gum spp	129,0	8,00	Good	7,91	0,05	0,12
15050	gum spp	185,0	23,00	Excellent	23,46	0,15	0,35
15051	gum spp	192,0	23,00	Excellent	52,25	0,33	0,78
15052	gum spp	262,0	18,00	Excellent	76,02	0,49	1,14
15053	gum spp	159,0	19,00	Excellent	15,02	0,10	0,23
15054	gum spp	220,0	26,00	Excellent	29,43	0,19	0,44
15055	gum spp	240,0	19,00	Excellent	76,02	0,49	1,14
15056	gum spp	164,0	19,00	Excellent	15,38	0,10	0,23
15057	gum spp	109,0	6,00	Excellent	3,66	0,02	0,05
15058	gum spp	333,0	26,00	Excellent	60,06	0,38	0,90
15059	gum spp	114,3	14,00	Excellent	16,89	0,11	0,25
15060	gum spp	267,0	20,00	Excellent	33,78	0,22	0,51
15061	gum spp	79,0	14,00	Excellent	48,07	0,31	0,72
15062	gum spp	209,0	17,00	Excellent	14,30	0,09	0,21
15063	gum spp	276,0	16,00	Excellent	85,45	0,55	1,28
15064	gum spp	85,0	17,00	Excellent	18,07	0,12	0,27
15065	gum spp	55,0	15,00	Excellent	16,28	0,10	0,24
15066	gum spp	109,0	6,00	Excellent	8,67	0,06	0,13
15067	gum spp	181,0	24,00	Excellent	13,54	0,09	0,20
15068	gum spp	153,0	19,00	Excellent	31,90	0,20	0,48
15069	gum spp	196,0	23,00	Excellent	10,06	0,06	0,15
15070	gum spp	230,0	15,00	Excellent	13,07	0,08	0,20
15071	gum spp	80,0	13,00	Excellent	11,56	0,07	0,17
15072	gum spp	323,0	20,00	Excellent	65,42	0,42	0,98
15073	gum spp	120,0	16,00	Excellent	56,92	0,36	0,85
15074	gum spp	182,0	19,00	Excellent	108,15	0,69	1,62
15075	gum spp	178,0	16,00	Excellent	240,76	1,54	3,61
15076	gum spp	164,0	19,00	Excellent	93,85	0,60	1,41
15077	gum spp	325,0	27,00	Excellent	133,52	0,85	2,00
15078	gum spp	270,0	19,00	Excellent	53,65	0,34	0,81
15079	gum spp	262,0	26,00	Excellent	37,71	0,24	0,57
15080	gum spp	197,0	24,00	Excellent	70,07	0,45	1,05
15081	gum spp	226,0	16,00	Excellent	53,45	0,34	0,80
15082	gum spp	174,0	17,00	Excellent	48,07	0,31	0,72
15083	gum spp	187,0	18,00	Excellent	53,65	0,34	0,81
15084	gum spp	227,0	23,00	Excellent	65,42	0,42	0,98
15085	gum spp	207,0	18,00	Excellent	50,38	0,32	0,76
15086	gum spp	112,0	8,00	Excellent	23,59	0,15	0,35
15087	gum spp	148,0	9,00	Excellent	25,01	0,16	0,38
15088	gum spp	108,0	10,00	Excellent	4,51	0,03	0,07
15089	gum spp	207,0	12,00	Excellent	91,72	0,59	1,38
15090	gum spp	87,0	17,00	Excellent	12,31	0,08	0,18
15091	gum spp	344,0	31,00	Excellent	133,52	0,85	2,00
15092	gum spp	296,0	28,00	Excellent	65,42	0,42	0,98
15093	gum spp	285,0	19,00	Excellent	49,25	0,31	0,74

04/29/2015

Page 235

Anexo 9 (continuação): volume do escoamento evitado da água da chuva (run-off) em m³/ano, por árvore e a valoração em R\$.

ANEXO 9: INDIVIDUAL TREE RUNOFF IN IBIRAPUERA PROJECT (cont.).

Tree ID	Species Name	DBH (cm)	Height (m)	Tree Condition	Leaf Area (m ²)	Avoided Runoff (m ³ /yr)	Avoided Runoff Value (R\$)
15094	gum spp	495,0	32,00	Excellent	109,48	0,70	1,64
15095	gum spp	179,0	10,00	Excellent	14,97	0,10	0,22
	TOTAL				818.405	5.226,26	12.288

Avoided runoff is calculated by the price R\$2,351/m³

Anexo 9 (final): volume do escoamento evitado da água da chuva (run-off) em m³/ano, por árvore e a valoração em R\$.