UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

PATRICIA DO PRADO OLIVEIRA

**Métricas da paisagem e perspectivas de conservação para Parques em
situação de isolamento na cidade de São Paulo: O Parque Estadual Fontes do
Ipiranga (PEFI), O Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e o Parque Natural
Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC),
Município de São Paulo (SP)**

[versão corrigida]

São Paulo

2018

PATRICIA DO PRADO OLIVEIRA

Métricas da paisagem e perspectivas de conservação para Parques em situação de isolamento na cidade de São Paulo: O Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), O Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e o Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC), Município de São Paulo (SP)

[versão corrigida]

De acordo: _____

Prof. Dr. Yuri Tavares Rocha

Data: ____/____/____

Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para a obtenção do Título de Doutora em Ciências.

Área de concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Yuri Tavares Rocha

São Paulo

2018

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 à fonte.

Catalogação na Publicação
Serviço de Biblioteca e documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

O46m	<p>OLIVEIRA, Patricia do Prado Oliveira</p> <p>Métricas da paisagem e perspectivas de conservação para Parques em situação de isolamento na cidade de São Paulo: O Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), O Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e o Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC), Município de São Paulo (SP). São Paulo 2018 / Patricia do Prado Oliveira OLIVEIRA ; orientador Yuri Tavares Rocha Rocha . - São Paulo, 2018. 422 f.</p> <p>Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Física.</p> <p>1. Biogeografia. 2. Ecologia da Paisagem. 3. Remanescentes florestais. 4. Unidades de Conservação da Natureza. 5. Bacia hidrográfica. I. Rocha , Yuri Tavares Rocha, orient. II. Título.</p>
------	---

Título: Métricas da paisagem e perspectivas de conservação para Parques em situação de isolamento na cidade de São Paulo: O Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), O Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e o Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC), Município de São Paulo (SP)

Área de concentração: Geografia Física

Prof. Dr.: José Eduardo dos Santos Instituição: Universidade Federal de São Carlos
(UFSCAR)

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Ao fim de mais uma conquista, meus agradecimentos, vão primeiramente, aos meus pais, pois tudo que sou, foi devido ao carinho e a dedicação dos mesmos. Este é um momento de realização de sonhos.

Gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Yuri Tavares Rocha, que ao longo desses anos de orientação desde a graduação, dedicou sua atenção e contribui imensamente para o meu aprendizado.

As professoras Dra. Angela Terumi Fushita e Dra. Ana Maria Marques Marangoni pelas sugestões no exame de qualificação, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Fernando Shinji Kawakubo pelo auxílio no processamento das imagens e pela prontidão em esclarecer minhas dúvidas.

Ao meu companheiro, Bruno Schlogel por todo apoio que me deu na realização deste trabalho e aos meus familiares pelo apoio, paciência e auxílio. A minha sogra Cássia Mencarini pela força nos momentos difíceis durante esses quatro anos.

As colegas de pós-graduação Eltiza e Gisélia que contribuíram com ideias e palavras de apoio em momentos difíceis. Ao Laboratório de Aerofotogeografia e Sensoriamento Remoto (LASERE) do Departamento de Geografia da FFLCH-USP e especialmente ao Pablo pela paciência e prontidão em localizar todo o material que foi necessário na elaboração deste trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa que tornou a realização deste estudo possível.

A todos que participaram diretamente e indiretamente da realização deste trabalho. Aos meus colegas de turma, amigos e pessoas que torceram e contribuíram para a realização desta dissertação. Os meus mais sinceros agradecimentos.

(...) é indispensável ressaltar que as nações herdaram fatias – maiores ou menores – daqueles mesmos conjuntos paisagísticos de longa e complicada elaboração fisiográfica e ecológica. Mais do que simples *espaços territoriais*, os povos herdaram paisagens e ecologias, pelas quais certamente são responsáveis, ou deveriam ser responsáveis. Desde os mais altos escalões do governo e da administração até o mais simples cidadão, todos têm uma parcela de responsabilidade permanente, no sentido da utilização não predatória dessa herança única que é paisagem terrestre. Para tanto, há que conhecer melhor as limitações específicas de cada tipo de espaço e paisagem.

Aziz Nacib Ab'Saber

Dedico este trabalho à minha mãe,
neste momento de conquista,
é infinito o meu desejo de que ela estivesse aqui

RESUMO

OLIVEIRA, P.P. **Métricas da paisagem e perspectivas de conservação para Parques em situação de isolamento na cidade de São Paulo: O Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), O Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e o Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC), Município de São Paulo (SP).** Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

O município de São Paulo, a partir da década de 1970, apresentou uma rápida expansão de sua área periférica que resultou na perda de sua cobertura vegetal original. A cobertura vegetal foi reduzida a fragmentos isolados pelo rápido processo de expansão da urbanização. Esses remanescentes contam com a presença de vegetação natural secundária da Mata Atlântica, que antes ocupava boa parte do território paulista e que deu lugar à metrópole de hoje. Na tentativa de proteger esses remanescentes foram criadas unidades de conservação da natureza na paisagem urbana, como os Parques. Os parques estaduais Fontes do Ipiranga (PEFI) do Jaraguá (PEJ) e o Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC) se encontram em uma situação semelhante no município de São Paulo: são unidades de proteção integral que guardam remanescentes florestais em áreas relativamente reduzidas e estão isolados em regiões densamente urbanizadas. Neste sentido trabalhou-se com a hipótese de que a condição de isolamento submeteu esses ambientes a situações que ameaçam sua conservação em longo prazo. Dentro dessa perspectiva, este estudo discute como a estrutura da paisagem pode influenciar na conservação dos remanescentes florestais protegidos por Parques que se encontram em situação de isolamento. Os Parques que devem garantir o mínimo de interferência de atividades humanas enfrentam grandes dificuldades em cumprir de forma efetiva sua função de unidade de proteção integral em ambientes urbanizados, existindo, uma relação conflituosa entre urbanização e conservação. A bacia hidrográfica foi definida como unidade de análise para este estudo, por se tratar de uma região natural e abranger também o entorno dos Parques: a bacia do córrego Ipiranga, que é um afluente do rio Tamanduateí, foi selecionada por apresentar em seu perímetro o Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI). As bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé abrangem a área do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ); e, a bacia hidrográfica do rio Aricanduva, conta com a presença do Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC). Foram elaborados mapas de uso e cobertura da terra para a reconstituição da paisagem das bacias hidrográficas e para identificação das mudanças provocadas principalmente pelo processo de urbanização. Foram utilizadas fotografias aéreas dos anos de 1962 e 1994, e, Imagens do satélite *RapidEye* para realização do mapeamento; e, posteriormente foram geradas métricas da paisagem para análise da situação atual e pretérita dos remanescentes florestais presentes nas bacias hidrográficas. Partiu-se dos pressupostos teóricos da Ecologia da Paisagem, observado como as mudanças do uso e cobertura da terra e o processo de urbanização interferiram na dinâmica e nas condições ecológicas desses remanescentes florestais protegidos por Parques no município de São Paulo. Com a análise dos dados obtidos a partir das métricas da paisagem foi possível estabelecer as principais tendências e prognósticos para a conservação desses fragmentos e discutir sobre ações possíveis para amenizar o isolamento e melhorar as condições ecológicas desses remanescentes.

Palavras-chave: Biogeografia, Ecologia da Paisagem, remanescentes florestais, Unidades de Conservação da Natureza.

ABSTRACT

OLIVEIRA, P.P. Landscape metrics and conservation perspectives for insulated Parks in the city of São Paulo: the Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), the Parque Estadual Jaraguá (PEJ) and the Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC), São Paulo City (SP). Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

The municipality of São Paulo, from the 1970s, presented a rapid expansion of its peripheral area that resulted in the loss of its original vegetation cover. The vegetation cover was reduced to fragments isolated by the process of urbanization expansion. These remnants have a presence of secondary natural vegetation of the Atlantic Rain Forest, which used to occupy a good part of the territory of São Paulo and that gave rise to today's metropolis. In an attempt to protect these remnants, nature conservation units were created in the urban landscape, such as the Parks. The Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) and the Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC) are located in a non-municipal situation of São Paulo: they are integral protection units that keep remnants of forest in relatively small areas and are isolated in densely urbanized regions. In this sense we worked with a hypothesis of an isolation condition subjected these environments to situations that threaten their conservation in long term. From this perspective, this study discusses how a landscape structure can influence the conservation of forest remnants protected by Parks that are in isolation. The parks that must guarantee the minimum interference of human activities face great difficulties in effectively fulfilling their function as integral protection unit in urbanized environments, existing a conflicting relationship between urbanization and conservation. The hydrographic basin was defined as a unit of analysis for this study, because it is a natural region and also encompasses the surroundings of the Parks: a basin of the Ipiranga stream, which is a tributary of the Tamanduateí river, was selected for presenting in its perimeter Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI). As watersheds of the Vermelho and São Miguel streams and the Santa Fe stream cover an area of the Parque Estadual do Jaraguá (PEJ); And, a watershed of the Aricanduva river, counts on presence in the Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC). Land use and land cover maps were prepared for a reconstruction of the river basin landscape and for the identification of the changes brought about by the urbanization process. Photographs were made of areas from the years 1962 and 1994, and, Images of the RapidEye satellite to perform the mapping; And, later, metrics of the landscape were generated to analyze the present and preterite situation of the forest remnants present in the hydrographic basins. It was based on the theoretical assumptions of Landscape Ecology, observed how changes in land use and coverage and the urbanization process interfered in the dynamics and ecological conditions of forest remnants protected by Parks in the city of São Paulo. With an analysis of the data obtained from the landscape metrics, it is possible to establish as main tendencies and prognoses for the conservation of the losses and to discuss possible actions to soften the isolation and to improve the ecological conditions of the remnants.

Key words: Biogeography, Landscape Ecology, Forest remnants, Nature Conservation Units.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A expansão da mancha urbana em São Paulo	52
Figura 2 - Reconstituição da Cobertura do estado de São Paulo.....	59
Figura 3 - Localização dos Parques existentes no Brasil.	79
Figura 4 - O modelo mancha-corredor-matriz.....	95
Figura 5 - Localização das áreas de estudo.....	101
Figura 6 - Mosaico de Fotografias aéreas de 1962 e 1994 da bacia hidrográfica do rio Aricanduva.	103
Figura 7 - Mosaico de Fotografias aéreas de 1962 e 1994 das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé	104
Figura 8 - Mosaico de Fotografias aéreas de 1962 e 1994 da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga	105
Figura 9 - Mosaico das Imagens <i>RapidEye</i> da bacia hidrográfica do rio Aricanduva de 2014.	106
Figura 10 - Mosaico das Imagens <i>RapidEye</i> das bacia hidrográfica do córrego Ipiranga	107
Figura 11 - Mosaico das Imagens <i>RapidEye</i> das bacia hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé de 2014 e 2015.....	108
Figura 12 - Características do Satélite <i>RapidEye</i>	109
Figura 13 - Metodologia para o estudo da paisagem.	110
Figura 14 - Encosta com a presença de Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP))......	115
Figura 15 - Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) no PEFI (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP))......	115
Figura 16 - Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) no PEJ (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, zona norte do município de São Paulo (SP)).	116
Figura 17 - Parque Guabirobeira e encostas com presença Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP)).	117

Figura 18 - Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) na borda do Parque Estadual Fontes do Ipiranga (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP)).	117
Figura 19 - Área que apresenta Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) na estrada de Ligação (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé zona norte do município de São Paulo (SP)).	118
Figura 20 - Silvicultura/bosque heterogêneo em área de recuperação no PNMFC (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP)).	119
Figura 21 - Silvicultura/bosque heterogêneo Parque na Av. Miguel Estéfano (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP)).	119
Figura 22 - Silvicultura/bosque heterogêneo no Parque Anhanguera (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, zona norte do município de São Paulo (SP)).	120
Figura 23 - Campo úmido do córrego Copiaçu (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP)).	121
Figura 24 - Campo úmido na trilha do lago do PEJ (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, zona norte do município de São Paulo (SP)).	121
Figura 25 - Campo úmido no PEFI (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP)).	122
Figura 26 - Campo rupestre no PEJ (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé zona norte do município de São Paulo (SP)).	123
Figura 27 - Campo no topo do Morro do Cruzeiro (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP)).	123
Figura 28 - Campo antrópico às margens da Rodovia dos Imigrantes (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP)).	124
Figura 29 - Área de solo exposto nas proximidades do córrego Limoeiro (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo).	124

Figura 30 - Área de solo exposto na Estrada de Ligação (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho, São Miguel e córrego Santa Fé, zona norte do município de São Paulo (SP))	125
Figura 31 - Solo exposto na Avenida Ricardo Jafet (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP)).....	125
Figura 32 - Praça Pinheiro Cunha (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP)).....	126
Figura 33 - Praça Ademar Agenor Cardim (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP)).....	127
Figura 34 - Praça da cultura (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho, São Miguel e do córrego Santa Fé zona norte do município de São Paulo (SP)).....	127
Figura 35 - Vista do Mirante localizado na Gleba do Pêssego da área urbanizada (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP)).....	128
Figura 36 - Área urbanizada na R. Francisco Almeida Leite, Vila Jaraguá (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho, São Miguel e do córrego Santa Fé, zona norte do município de São Paulo (SP)).....	129
Figura 37 - Área urbanizada localizada na Avenida Ricardo Jafet (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP)).....	129
Figura 38 - Área ocupada por cultivos e atividade agrícola (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP)).....	130
Figura 39 - Área ocupada por cultivos e atividade agrícola na estrada de Ligação (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé zona norte do município de São Paulo (SP)).....	130
Figura 40 - Avenida Aricanduva (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP)).....	131
Figura 41 - Rodovia Anhanguera Figura: Praça da cultura (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho, São Miguel e do córrego Santa Fé zona norte do município de São Paulo (SP)).....	131
Figura 42 - Avenida Prof. Abraão de Moraes (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP)).....	132

Figura 43 - Lago das Ninfas no PEFI (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP)).....	132
Figura 44 - Lago no PEJ (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho, São Miguel e do córrego Santa Fé zona norte do município de São Paulo (SP)).....	133
Figura 45 - Rio Aricanduva (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP)).....	133
Figura 46 - NDVI da bacia hidrográfica do rio Aricanduva	134
Figura 47 - NDVI das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e córrego Santa Fé	135
Figura 48 - NDVI da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga.....	136
Figura 49 - Localização da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, município de São Paulo (SP)	148
Figura 50 - Imagem de negativo de vidro mostra o riacho do Ipiranga na região onde hoje é o Monumento à Independência na década de 1920 (zona sul do município de São Paulo (SP)).....	147
Figura 51 - Imagem atual do córrego Ipiranga onde hoje está o monumento da Independência (zona sul do município de São Paulo (SP)).....	147
Figura 52 - Distritos que abrangem a bacia hidrográfica do córrego Ipiranga	150
Figura 53 - O portão histórico da área de abastecimento de água no Jardim Botânico (zona sul do município de São Paulo (SP))	152
Figura 54 - Parque Estadual Fontes do Ipiranga e suas instituições	155
Figura 55 - Zoneamento do PEFI.....	158
Figura 56 - Unidades de Relevo da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga	161
Figura 57 - Geologia da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga.	162
Figura 58 - Hipsometria da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga.	163
Figura 59 - Declividade da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga.....	164
Figura 60 - Perdas, ganhos e persistência de área para a classe área urbanizada na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014). Município de São Paulo (SP).....	175
Figura 61 - Perdas, ganhos e persistência de área para a classe área urbanizada com vegetação na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).	175

Figura 62 – Perdas, ganhos persistência de área para a classe Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014). Município de São Paulo (SP).....	178
Figura 63 – Perdas, ganhos e persistência de área para a classe Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014). Município de São Paulo (SP).....	179
Figura 64 – Perdas, ganhos e persistência de área para a classe campo na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	180
Figura 65 - Oportunidades de criação de corredores ou elos entre o PEFI e seu entorno imediato.....	215
Figura 66 - Distritos que abrangem a área da bacia do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP).....	220
Figura 67 - Localização da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP).....	222
Figura 68 - Vista área parcial da vegetação do PNMFC, Município de São Paulo (SP).....	223
Figura 69 - Zoneamento da APA Parque e Fazenda do Carmo, Município de São Paulo (SP).....	225
Figura 70 - Zoneamento do Parque Natural Municipal Parque e Fazenda do Carmo, Município de São Paulo (SP).....	227
Figura 71 – Geologia da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP).....	233
Figura 72 - Unidades de relevo da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP).....	234
Figura 73 - Hipsometria da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP).....	235
Figura 74 - Declividade da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP).....	236
Figura 75 - Perdas, ganhos e persistência de área para a classe agricultura na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	249
Figura 76 - Perdas, ganhos e persistência de área para a classe área urbanizada e loteamentos na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	250

Figura 77 - Perdas, ganhos e persistência de área para a classe área urbanizada com vegetação na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	251
Figura 78 - Perdas e ganhos e persistência de área para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	255
Figura 79 – Perdas, ganhos e persistência de área para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	256
Figura 80 - Perdas, ganhos e persistência de área para a classe campo na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	257
Figura 81 - A visão do ponto mais alto da zona leste da cidade de São Paulo no Morro do Cruzeiro, bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP).....	304
Figura 82 - Projetos de Parques e Parques Lineares na bacia hidrográfica do rio Aricanduva.....	305
Figura 83 - Localização das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, Município de São Paulo (SP).....	307
Figura 84 - Distritos que abrangem a área das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, Município de São Paulo (SP).....	308
Figuras 85 e 86 - Gravura de John Mawe, de 1812 que retrata as Minas do Jaraguá, e o tanque de lavagem de ouro presente no PEJ.....	310
Figura 87 - O casarão de Afonso Sardinha presente no PEJ.....	310
Figuras 88 e 89 - Fotografias mostram o Pico do Jaraguá como um ponto de recreativo na cidade de São Paulo em 1960 e em 1914.....	312
Figura 90 - A visão privilegiada do ponto mais alto da cidade de São Paulo do Pico do Jaraguá, Município de São Paulo (SP).....	313
Figura 91 - O pico do Jaraguá em 1950.....	315
Figura 92 - Zoneamento do Parque Estadual do Jaraguá.....	318
Figura 93 - localização das aldeias indígenas do Jaraguá, município de São Paulo (SP).....	321

Figura 94 - Geologia das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do Córrego Santa Fé, Município de São Paulo (SP).....	325
Figura 95 - Unidades de relevo das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do Córrego Santa Fé, Município de São Paulo (SP)....	326
Figura 96 - Hipsometria das bacias hidrográficas das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do Córrego Santa Fé, Município de São Paulo.....	327
Figura 97 - Declividade das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do Córrego Santa Fé, Município de São Paulo (SP).....	328
Figura 98 - Perdas, ganhos e persistência para área urbanizada na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho, São Miguel e córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	341
Figura 99 - Perdas, ganhos e persistência para área urbanizada com vegetação na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho, São Miguel e córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	341
Figura 100 - Perdas, ganhos e persistência para agricultura na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	343
Figura 101 - Perdas, Ganhos e Persistência da classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) na paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho, São Miguel e córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo.....	347
Figura 102 - Perdas, Ganhos e Persistência da classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) na paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho, São Miguel e córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo.....	347
Figura 103 - Perdas, Ganhos e Persistência da classe campo na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	348
Figura 104 - Projetos de Parques nas bacias das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé.....	399

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Unidades de conservação de Uso Sustentável.....	81
Quadro 2 - Unidades de conservação de Proteção Integral.....	82
Quadro 3 - Síntese das principais tendências e prognósticos para conservação na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga.....	213
Quadro 4 - Síntese das principais tendências e prognósticos para conservação na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP).....	301
Quadro 5 - Síntese das principais tendências e prognósticos para conservação na paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho, córrego Santa Fé e ribeirão São Miguel (1962-2015).....	396

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em 1962, Município de São Paulo (SP).....	171
Gráfico 2 - Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em 1994, Município de São Paulo (SP).....	171
Gráfico 3 - Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em 2014, Município de São Paulo (SP).....	172
Gráfico 4 – Evolução do uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	176
Gráfico 5 - Frequência relativa das manchas de Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para área na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	182
Gráfico 6 - frequência relativa das manchas de Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para área na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014, Município de São Paulo (SP)).....	183
Gráfico 7 - frequência relativa das manchas de campo para área na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) , Município de São Paulo (SP).....	183
Gráfico 8 - Frequência relativa das manchas de Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) o índice de forma (SHAPE) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014, Município de São Paulo (SP)).....	185
Gráfico 9 - frequência relativa das manchas de Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	186
Gráfico 10 - frequência relativa das manchas de campo para o índice de forma (SHAPE) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	187

Gráfico 11 - frequência relativa das manchas de Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para Índice de dimensão fractal (FRAC) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	188
Gráfico 12 - frequência relativa das manchas de Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (FRAC) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	189
Gráfico 13 - frequência relativa das manchas de campo para índice de dimensão fractal (FRAC) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014, Município de São Paulo (SP)).....	190
Gráfico 14 - frequência relativa das manchas de Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para Círculo circunscrito relacionado (CIRCLE) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	191
Gráfico 15 - frequência relativa das manchas de Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para Círculo circunscrito relacionado (CIRCLE) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) , Município de São Paulo (SP).....	192
Gráfico 16 - frequência relativa das manchas de campo para Círculo circunscrito relacionado (CIRCLE) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	193
Gráfico 17 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para o Índice de Contiguidade (CONTIG) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	194
Gráfico 18 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para o Índice de Contiguidade (CONTIG) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) , Município de São Paulo (SP).....	194
Gráfico 19 – Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa para o Índice de Contiguidade (CONTIG) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	195

Gráfico 20 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para o Número de áreas interior na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	197
Gráfico 21 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para o número de áreas interior na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	197
Gráfico 22 - Frequência relativa das manchas de campo para o número de áreas interior na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, Município de São Paulo (SP).....	198
Gráfico 23 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para área interior (CORE) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	199
Gráfico 24 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para área interior (CORE) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	199
Gráfico 25 - Frequência relativa das manchas de campo para área interior na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	200
Gráfico 26 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para o Índice de área interior (CAI) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	201
Gráfico 27 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para o Índice de área interior (CAI) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	201
Gráfico 28 - Frequência relativa das manchas de campo para o Índice de área interior (CAI) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	202

Gráfico 29 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para o Índice de Contraste de Bordas (ECON) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	204
Gráfico 30 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para o Índice de Contraste de Bordas (ECON) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) , Município de São Paulo (SP).....	204
Gráfico 31 - Frequência relativa das manchas campo para o Índice de Contraste de Bordas (ECON) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	205
Gráfico 32 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para o Índice de Proximidade (PROX) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) , Município de São Paulo (SP).....	206
Gráfico 33 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para o Índice de Proximidade (PROX).....	207
Gráfico 34 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para o Índice de Proximidade (PROX) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	207
Gráfico 35 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para o Índice de Similaridade (SIMI) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	208
Gráfico 36 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para o Índice de Similaridade (SIMI) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	209
Gráfico 37 - Frequência relativa das manchas de campo para o Índice de Similaridade (SIMI) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	209

Gráfico 38 - Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva em 1962, Município de São Paulo (SP).....	246
Gráfico 39 - Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva em 1994, Município de São Paulo (SP).....	246
Gráfico 40 - Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva 2014, Município de São Paulo (SP).....	247
Gráfico 41 - Evolução do uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP).	253
Gráfico 42 - Frequência relativa das manchas de Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (AREA) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	259
Gráfico 43 - Frequência relativa das manchas de Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (AREA) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	260
Gráfico 44 - Frequência relativa das manchas de campo para (AREA) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	261
Gráfico 45 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (AREA) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	262
Gráfico 46 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (SHAPE), Município de São Paulo (SP)....	264
Gráfico 47 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (SHAPE), Município de São Paulo (SP).....	265
Gráfico 48 - Frequência relativa das manchas de campo para (SHAPE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	266

Gráfico 49 - Frequência relativa das manchas de campo para (SHAPE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	266
Gráfico 50 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (FRAC) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	267
Gráfico 51 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (FRAC) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	268
Gráfico 52 - Frequência relativa das manchas de campo para (FRAC) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	269
Gráfico 53 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (FRAC) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	269
Gráfico 54 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CIRCLE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	270
Gráfico 55 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CIRCLE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	271
Gráfico 56 - Frequência relativa das manchas de campo para (CIRCLE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	272
Gráfico 57 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (CIRCLE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	272
Gráfico 58 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CONTIG) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	273
Gráfico 59 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CONTIG) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	274

Gráfico 60 - Frequência relativa das manchas de campo para (CONTIG) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	275
Gráfico 61 - Frequência relativa das manchas de campo para (CONTIG) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	275
Gráfico 62 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (NCORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	277
Gráfico 63 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (NCORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	278
Gráfico 64 - Frequência relativa das manchas de campo para (NCORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	279
Gráfico 65 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (NCORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	279
Gráfico 66 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	280
Gráfico 67 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	281
Gráfico 68 - Frequência relativa das manchas de campo para (CORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	281
Gráfico 69 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (CORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	282
Gráfico 70 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CAI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	283

Gráfico 71 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CAI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	283
Gráfico 72 - Frequência relativa das manchas de campo para (CAI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	284
Gráfico 73 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (CAI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	285
Gráfico 74 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (ECON) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	287
Gráfico 75 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (ECON) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	288
Gráfico 76 - Frequência relativa das manchas de campo para (ECON) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	288
Gráfico 77 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (ECON) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	289
Gráfico 78 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (PROX) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	291
Gráfico 79 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (PROX) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	292
Gráfico 80 - Frequência relativa das manchas de campo para (PROX) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	293
Gráfico 81 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (PROX) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	293

Gráfico 82 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (SIMI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	294
Gráfico 83 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (SIMI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	295
Gráfico 84 - Frequência relativa das manchas campo para (SIMI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	296
Gráfico 85 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (SIMI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	296
Gráfico 86 - Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho, São Miguel e do córrego Santa Fé (1962), Município de São Paulo (SP).....	337
Gráfico 87 - Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho, São Miguel e do córrego Santa Fé (1994), Município de São Paulo (SP).....	337
Gráfico 88 - Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho, São Miguel e do córrego Santa Fé (2015), Município de São Paulo (SP).....	338
Gráfico 89 - Evolução do uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	344
Gráfico 90 - Frequência relativa de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para área, na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	351
Gráfico 91 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para área na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	352

Gráfico 92 - Frequência relativa das manchas de campo para área na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	353
Gráfico 93 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para área na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	353
Gráfico 94 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (SHAPE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	355
Gráfico 95 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (SHAPE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	356
Gráfico 96 - Frequência relativa das manchas de campo para (SHAPE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	357
Gráfico 97 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (SHAPE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	358
Gráfico 98 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (FRAC) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	359
Gráfico 99 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (FRAC) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	360
Gráfico 100 - Frequência relativa das manchas de campo para (FRAC) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	361
Gráfico 101 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (FRAC) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	362

Gráfico 102 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CIRCLE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	363
Gráfico 103 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CIRCLE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	364
Gráfico 104 - Frequência relativa das manchas de campo para (CIRCLE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	365
Gráfico 105 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (CIRCLE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	365
Gráfico 106 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CONTIG) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	366
Gráfico 107 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CONTIG) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	367
Gráfico 108 - Frequência relativa das manchas de campo para (CONTIG) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	368
Gráfico 109 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (CONTIG) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP)....	368
Gráfico 110 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (NCORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	371

Gráfico 111 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (NCORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	371
Gráfico 112 - Frequência relativa das manchas de campo para (NCORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	372
Gráfico 113 - Frequência relativa das manchas de campo para (NCORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	373
Gráfico 114 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	374
Gráfico 115 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	375
Gráfico 116 - Frequência relativa das manchas de campo para (CORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	376
Gráfico 117 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (CORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	376
Gráfico 118 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CAI) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	377
Gráfico 119 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CIRCLE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	378

Gráfico 120 - Frequência relativa das manchas de campo para (CAI) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	379
Gráfico 121 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (CAI) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	379
Gráfico 122 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (ECON) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	382
Gráfico 123 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (ECON) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	382
Gráfico 124 - Frequência relativa das manchas de campo para (ECON) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	383
Gráfico 125 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (ECON) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	384
Gráfico 126 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (PROX) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	386
Gráfico 127 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (PROX) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	387
Gráfico 128 - Frequência relativa das manchas de campo para (PROX) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	388
Gráfico 129 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (SIMI) na paisagem das bacias hidrográficas dos	

ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....389

Gráfico 130 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (SIMI) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....390

Gráfico 131 - Frequência relativa das manchas de campo para (SIMI) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....391

Gráfico 132 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (SIMI) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....391

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em 1962, Município de São Paulo (SP).....	168
Mapa 2 – Uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em 1994, Município de São Paulo (SP).....	169
Mapa 3 – Uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em 2014, Município de São Paulo (SP).....	170
Mapa 4 – Uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva em 1962, Município de São Paulo (SP).....	243
Mapa 5 – Uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva em 1994, Município de São Paulo (SP).....	244
Mapa 6 – Uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva em 2014, Município de São Paulo (SP).....	245
Mapa 7 - Uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé em 1962, Município de São Paulo (SP).....	334
Mapa 8 - Uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé em 1994, Município de São Paulo (SP).....	335
Mapa 9 - Uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé em 2015, Município de São Paulo (SP).....	336

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Chave de interpretação para identificação das classes referentes ao uso antrópico.....	113
Tabela 2 - Chave de interpretação para identificação das classes referentes as classes de cobertura vegetal natural e/ou seminatural.....	114
Tabela 3 - Métricas de área, bordas e subdivisão.....	139
Tabela 4 - Métricas de forma.....	141
Tabela 5 - Métricas de área interior.....	142
Tabela 6 - Métricas de contraste e agregação.....	143
Tabela 7 - Métricas de isolamento.....	145
Tabela 8 - População Recenseada dos distritos que abrangem a bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1980-2010).....	150
Tabela 9 - Taxas de crescimento da população dos distritos que abrangem a bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1980 – 2010).....	150
Tabela 10 - Quantificação do uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) Município de São Paulo (SP)..	167
Tabela 11 - Perdas e ganhos para as classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	173
Tabela 12 - Métricas de área, bordas e subdivisão da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).	177
Tabela 13 - Métricas de forma da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	184
Tabela 14 - Métricas de área interior da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	196
Tabela 15 - Métricas de contraste e agregação da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).	202
Tabela 16 - Métricas de isolamento da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	206
Tabela 17 - População Recenseada dos distritos que abrangem a área da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP).....	220

Tabela 18 - Taxas de Crescimento nos distritos que abrangem a área da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP).....	221
Tabela 19 - Quantificação do uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	242
Tabela 20 - Perdas e ganhos para as classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	248
Tabela 21 - Métricas de área, bordas e subdivisão da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	254
Tabela 22 - Métricas de forma da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	263
Tabela 23 - Métricas de área interior da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP).....	276
Tabela 24 - Métricas de contraste e agregação da bacia hidrográfica do rio Aricanduva na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	286
Tabela 25 - Métricas de isolamento da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).....	290
Tabela 26 - População Recenseada e nos distritos que abrangem a área das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, Município de São Paulo (SP).....	308
Tabela 27 - Taxas de Crescimento nos distritos que abrangem a área das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, Município de São Paulo (SP).....	309
Tabela 28 - Quantificação do uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	333
Tabela 29 - Perdas e ganhos para as classes de uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho, São Miguel e do córrego Santa Fé (1962) Município de São Paulo (SP).....	339
Tabela 30 - Métricas de área, bordas e subdivisão na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	346

Tabela 31 - Métricas de forma na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	354
Tabela 32 - Métricas de área interior da paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho, córrego Santa Fé e ribeirão São Miguel (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	369
Tabela 33 - Métricas de contraste e agregação da paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho, córrego Santa Fé e ribeirão São Miguel (1962_2015) Município de São Paulo (SP).....	380
Tabela 34 - Métricas de isolamento da paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho, córrego Santa Fé e ribeirão São Miguel (1962-2015) Município de São Paulo (SP).....	385

LISTA DE SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Áreas de Preservação Permanente
AREA	Área das Manchas
BHAT	Bacia Hidrográfica do Alto Tietê
CA	Área de Classe
CAI	Índice de Área Interior
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIRCLE	Círculo Circunscrito Relacionado
COHAB	Companhia de Habitação
CONDEPEFI	Conselho de Defesa do Parque Estadual Fontes do Ipiranga
CONDPHAAT	Conselho do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo
CONNECT	Índice de Conectividade
CONTIG	Índice de Contiguidade
CORE	Área Interior
CPRM	Cia Pesquisa Recursos Minerais
CTEEP	Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista
CWED	Densidade de Borda Ponderada em Contraste
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DN	Números Digitais
ECON	Índice de Contraste de Bordas
ECOPEFI	Programa Eco Desenvolvimento do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga
EMPLASA	Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A
FRAC	Índice de Dimensão Fractal
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
IAG – USP	Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INFURB	Núcleo de Pesquisas em Informações Urbanas
LPI	Índice da Maior Mancha
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NDCA	Número de Áreas Interior Disjuntas
NDVI	Índice de Vegetação da Diferença Normalizada
NP	Número de Manchas
OBIA	Classificação Supervisionada Orientada a Objeto
ONG	Organização não governamental
PDE	Plano Diretor Estratégico
PEFI	Parque Estadual Fontes do Ipiranga
PEJ	Parque Estadual do Jaraguá
PLADJ	Porcentagem de Adjacências Semelhantes
PLAJD	Porcentagem de Adjacências Semelhantes
PLAND	Porcentagem na Paisagem Ocupada pela Classe
PNMFC	Parque Natural Municipal Fazendo do Carmo
PROX	Índice de Proximidade
SEMA	Secretária do Meio Ambiente
SHAPE	Índice de Forma
SIMI	Índice de Similaridade
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SMA	Secretaria do Meio Ambiente
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da
Natureza	
SVMA	Secretária Municipal do Verde e do Meio Ambiente
TE	Total de Bordas
THE	Total Human Ecosystem
UICN	União Internacional para a Conservação da Natureza
ZHC	Zona Histórico-cultural
ZOT	Zona de Ocupação Temporária
ZR	Zona de Recuperação
ZUC	Zona de Uso Conflitante
ZUEs	Zona de Uso Especial
ZUI	Zona de Uso Intensivo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	42
2. A URBANIZAÇÃO E A DEVASTAÇÃO DAS FLORESTAS	48
2.1. O processo de urbanização da cidade de São Paulo.....	48
2.2. O Domínio da Mata Atlântica e seu quadro de devastação.....	54
2.3. A importância dos remanescentes florestais e da cobertura vegetal em ambientes urbanizados.....	62
3. ÁREAS PROTEGIDAS.....	69
3.1. Histórico de criação de áreas protegidas no Brasil e no mundo.....	69
3.2. Unidades de Conservação de Proteção Integral: experiências e conflitos.....	75
4. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS.....	83
4.1. A ecologia da paisagem.....	83
4.2. As abordagens da Ecologia da Paisagem e influências de outras teorias.	87
4.3. O conceito de estrutura da paisagem.....	91
5. O ESTUDO DA PAISAGEM.....	98
5.1. Definição da área de estudo.....	98
5.2. Fontes de dados e informações.....	102
5.3. Metodologia para o mapeamento.....	111
5.4. Métricas d paisagem.....	137

5.4.1. Métricas de área, bordas e subdivisão da paisagem.....	138
5.4.2. Métricas de forma da paisagem.....	140
5.4.3. Métricas de área interior.....	141
5.4.4. Métricas de contraste e agregação.....	142
5.4.5. Métricas de isolamento.....	143
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	146
6.1. A paisagem da Bacia Hidrográfica do córrego Ipiranga.....	146
6.1.1 Histórico de ocupação e uso.....	146
6.1.2. O Parque Estadual Fontes do Ipiranga.....	151
6.1.3. Relevo, Geologia e Solos.....	159
6.1.4. Clima.....	165
6.1.5. Flora e Fauna.....	165
6.1.6. Evolução do uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014).....	167
6.1.7. Métricas da Paisagem para as classes de cobertura vegetal natural e/ou seminatural da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga.....	177
6.1.8. Tendências e prognósticos para a conservação.....	210
6.2. A paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva.....	216
6.2.1. Histórico de ocupação e uso.....	216
6.2.2. O Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC).....	223
6.2.3. Relevo, Geologia e Solos.....	229

6.2.4. Clima.....	237
6.2.5. Flora e Fauna.....	238
6.2.6. Evolução do uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014).....	242
6.2.7. Métricas da Paisagem para as classes de cobertura vegetal natural e/ou seminatural da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva.....	253
6.2.8. Tendências e prognósticos para a conservação.....	297
 6.3 A paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé.	306
6.3.1. Histórico de ocupação e uso.....	306
6.3.2. O Parque Estadual do Jaraguá.....	312
6.3.3. Relevo, Geologia e Solos.....	321
6.3.4. Clima.....	329
6.3.5. Fauna e Flora.....	330
6.3.6. Evolução do uso e cobertura da terra da paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015).....	332
6.3.7. Métricas da Paisagem para as classes de cobertura vegetal natural e seminatural da paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé.....	345
6.3.8. Tendências e prognósticos para a conservação.....	392
 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	400
 8. REFERÊNCIAS.....	405

1. INTRODUÇÃO

A rápida expansão da atividade industrial e da urbanização provocaram a partir da segunda metade do século XX, modificações importantes na paisagem da região metropolitana de São Paulo, que resultaram na perda de atributos ambientais, ecológicos e estéticos importantes.

Em países em desenvolvimento como o Brasil, o processo de urbanização aconteceu rapidamente e não contou com medidas adequadas de planejamento. Áreas antes ocupadas por florestas tropicais cederam espaço à urbanização e ao desenvolvimento de atividades econômicas, ocasionando a perda da biodiversidade e de recursos naturais. Nas grandes cidades brasileiras encontram-se áreas florestadas que se reduziram a fragmentos de vegetação na maioria das vezes isolados pela mancha urbana.

A Floresta Tropical Atlântica é um exemplo bastante ilustrativo desse processo: ocupava a porção do território brasileiro que hoje concentra boa parte da população urbana. Principalmente no estado de São Paulo essa formação vegetal está reduzida a remanescentes florestais isolados normalmente em localizados em lugares de difícil acesso e inapropriados para a ocupação.

No início dos anos de 1970, vários setores governamentais são tomados de uma euforia desenvolvimentista sem limites. Neste contexto, próprio de uma fase industrial, não haveria terreno para prosperar teses ambientalistas. A história tem provado que numa sociedade de consumo, a consciência ambiental só surge numa fase pós-industrial, nunca na pré-industrial, dificilmente na industrial (VICTOR et. al., 2005). Ou seja, nas últimas décadas, áreas que nessa fase desenvolvimentista representavam atraso como as florestas, são revalorizadas devido à percepção de sua importância ecológica, estética e cultural.

O município de São Paulo, a partir da década de 1970, apresentou uma rápida expansão de sua área periférica que resultou na perda de sua cobertura vegetal original. As matas paulistanas que existiam ao redor do núcleo urbano central, e que muitas vezes estavam presentes em grandes propriedades rurais, foram reduzidas a fragmentos isolados pelo rápido processo de urbanização e expansão dos loteamentos urbanos. Esses remanescentes contam com a presença

de vegetação natural secundária da Mata Atlântica, que antes ocupava boa parte do território paulista e que deu lugar à metrópole de hoje. Na tentativa de proteger esses remanescentes foram criadas unidades de conservação da natureza na paisagem urbana.

Unidades conservação de proteção integral, os Parques foram estabelecidos em áreas com remanescentes florestais no município de São Paulo. Num primeiro momento, essas iniciativas eram uma tentativa de proteger áreas importantes de mananciais e de garantir o abastecimento da cidade. A criação de Parques estaduais resultou na manutenção dessas áreas com cobertura vegetal, visto que, estas não foram suprimidas durante o rápido processo de urbanização. No entanto, mesmo sendo unidades conservação de proteção integral e com restrições ao uso, os Parques que estão situados na região metropolitana de São Paulo sofrem com fatores de pressão que ameaçam sua integridade.

Esses remanescentes florestais estão submetidos a forças naturais e interferências antrópicas e, na maioria das vezes, apresentam-se como “ilhas” em meio a uma matriz densamente urbanizada. A fragmentação e o isolamento diminuem as possibilidades de fluxos gênicos das espécies de um com outros fragmentos e aumentam as áreas sujeitas ao efeito de borda, que estão submetidas a vários tipos distúrbios e pressões. Devido a este quadro, mesmo com Unidades de Conservação de proteção integral instituídas, é difícil prever como será a manutenção desses ambientes em longo prazo.

De fato, a paisagem natural da região metropolitana de São Paulo sofreu muitas interferências, principalmente no decorrer do último século, quando se intensificou o processo de urbanização. No entanto, é importante lembrar que as transformações ambientais mais intensas começaram a partir do Brasil colônia. Áreas que apresentam vegetação secundária hoje foram bastante modificadas no passado pelas diversas atividades econômicas desenvolvidas desde o Brasil-colônia. Muito antes disso, os próprios agrupamentos indígenas provocavam mudanças e interferiam na dinâmica do meio, mesmo que de uma maneira menos contínua e intensa. A paisagem natural presente hoje apresenta uma herança de todas essas modificações mesmo com restrição de uso, protegidas por unidades de conservação da natureza (RAIMUNDO, 2006).

No entanto, boa parte dos estudos ecológicos não leva em conta o papel das ações antrópicas e das modificações que as mesmas provocam nestes ambientes ainda considerados “naturais”. Muitos autores desconsideram as cidades e os remanescentes da paisagem natural em seus estudos, já que, por serem ambientes extremamente modificados pela ação humana, já perderam suas características originais.

Nucci (2006) afirma que, para esses autores cidade e natureza são conceitos opostos. A cidade seria o meio que está adaptado a satisfazer as necessidades humanas e urbanização representaria a substituição dos ecossistemas naturais. Já para outros, as cidades devem sim mostrar condições para a conservação da natureza e da paisagem. Cavalheiro (1996), por exemplo, sugeriu que as cidades devem ser estudadas tanto do ponto de vista social e de engenharia como sob um aspecto ecológico de uma forma integrada.

Ainda de acordo com Cavalheiro (1996), os estudos a respeito da paisagem urbana raramente levam em consideração a complexidade dos sistemas naturais envolvidos, principalmente nas grandes cidades em que já houve grande interferência antrópica. A paisagem urbana é uma paisagem alterada, porém derivada da paisagem natural, e é nela que se deve buscar estudar, analisar e prognosticar as degradações e os impactos ambientais.

Os Parques estaduais Fontes do Ipiranga (PEFI) e do Jaraguá (PEJ) e o Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC) se encontram em uma situação semelhante no município de São Paulo: são unidades conservação de proteção integral que resguardam remanescentes florestais em áreas relativamente reduzidas e estão isolados em regiões densamente urbanizadas. Essas unidades de conservação da natureza talvez não sejam tão importantes do ponto de vista do abastecimento de água como outras unidades de conservação do município, no entanto, são fragmentos representativos da Floresta Tropical Atlântica, hábitat de muitas espécies ameaçadas que e fazem parte do patrimônio cultural e ambiental da cidade em meio à escassez de paisagens naturais conservadas.

Para paisagens que guardam potencial ecológico, propostas e alternativas para a gestão ambiental são importantes e podem ajudar na proteção de remanescentes florestais, hoje escassos, e que são importantes para garantir qualidade ambiental e de vida das populações. O estudo e a análise da paisagem

podem representar uma alternativa interessante para o planejamento ambiental e para a gestão de unidades de conservação, principalmente para aquelas que estão inseridas em realidades complexas, como as que estão em áreas densamente urbanizadas.

Partindo da situação parecida em que se encontram essas Unidades de conservação de proteção integral no município de São Paulo surgiram alguns questionamentos: quais seriam as perspectivas para a conservação desses ambientes florestais isolados por uma matriz urbana? Como as mudanças de uso e cobertura da terra ocasionadas pelo rápido processo de urbanização interferiram nesses ambientes? A proteção integral garantirá a conservação desses remanescentes? A partir dessas questões, trabalhou-se com a hipótese de que a condição de isolamento submeteu esses ambientes a situações que ameaçam sua conservação em longo prazo.

Dentro dessa perspectiva, este estudo discute como a estrutura da paisagem pode influenciar na conservação dos remanescentes florestais protegidos por Parques que se encontram em situação de isolamento. Os Parques que devem garantir o mínimo de interferência de atividades humanas enfrentam grandes dificuldades em cumprir de forma efetiva sua função de unidade de conservação de proteção integral em ambientes urbanos, havendo desta forma, uma relação conflituosa entre urbanização e conservação.

Com base nas questões e na hipótese levantada o objetivo geral deste trabalho, portanto, foi discutir a importância e as perspectivas de conservação de remanescentes florestais protegidos por unidades de conservação de proteção integral, que estão em uma situação de isolamento em meio a uma matriz densamente urbanizada no município de São Paulo e que sofrem com fatores de pressão relacionados à urbanização.

Dentre os objetivos específicos estavam à realização de uma revisão bibliográfica e documental a respeito do tema de pesquisa e das bacias hidrográficas selecionadas como áreas de estudo, reunindo e sistematizando informações disponíveis em órgãos públicos, bancos de dados e bibliotecas, necessárias ao desenvolvimento deste trabalho; a caracterização da paisagem das bacias hidrográficas selecionadas como área de estudo; o mapeamento do uso e cobertura da terra em uma série histórica das bacias hidrográficas onde esses remanescentes

florestais protegidos por Parques estão localizados; analisar e compreender quais foram os impactos que o processo de urbanização e a dinâmica do uso e cobertura da terra sob esses remanescentes florestais nas últimas décadas; a geração de métricas da paisagem e a identificação das principais tendências e perspectivas de conservação para esses remanescentes na paisagem em que estão inseridos, e no município de São Paulo.

Esta tese foi organizada em capítulos. O capítulo “A urbanização e a devastação das florestas” trata do processo de expansão da urbanização na cidade de São Paulo e isso resultou na perda da cobertura vegetal e desmatamento do Domínio da Floresta Tropical Atlântica, que hoje está restrito às áreas íngremes, topos de morros e serras, principalmente no município de São Paulo, trazendo algumas características importantes desse domínio e ressaltando a importância da preservação de remanescentes dessa formação vegetal em ambientes urbanizados.

O capítulo “Áreas protegidas” traz um breve histórico da criação de áreas protegidas no Brasil e no mundo e aborda as experiências e conflitos a que envolvem o estabelecimento de unidades de conservação de proteção integral no Brasil, e o caso específico dos Parques.

O capítulo “Pressupostos teóricos” apresenta a base teórica do estudo da paisagem e da ecologia da paisagem que fundamentam e dão aporte para a discussão dos resultados do estudo empírico, abordando sobre: o surgimento da ecologia da paisagem; as diferenças entre as duas abordagens existentes a ecológica e a geográfica; a influência de outras teorias como a teoria biogeográfica de ilhas no estudo da paisagem; e, por último, sobre a teoria dos mosaicos da paisagem e sua importância nos estudos que visam à conservação.

O capítulo “Estudo da paisagem” detalha quais foram as etapas e os procedimentos adotados para o estudo da paisagem: a bacia hidrográfica como unidade de estudo, fontes de dados e informações, a utilização das métricas da paisagem e a metodologia adotada para o mapeamento em uma série histórica de bacias hidrográficas que apresentam unidades de proteção integral, mais especificamente Parques em situação de isolamento: a bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (código 869922), onde está localizado o Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI); a bacia hidrográfica do rio Aricanduva (código 869932), onde está localizado o Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC); e as bacias

hidrográficas dos ribeirões Vermelho (código 86978) e São Miguel (código 8696358) e do córrego Santa Fé (código 869634) onde se localiza o Parque Estaduais do Jaraguá (PEJ). ¹

O capítulo “Resultados e discussão” apresenta os resultados do mapeamento e análise dos dados obtidos a partir dos mapas de uso e cobertura da terra dos anos de 1962, 1994 e 2014/2015 para as áreas de estudo selecionadas. Apresenta também os resultados da geração das métricas da paisagem e desenvolve uma discussão sobre as tendências e prognósticos para a conservação dos remanescentes florestais presentes na paisagem das bacias hidrográficas estudadas a partir dos dados obtidos.

As Considerações Finais trazem os principais aspectos observados no estudo da paisagem e como o mesmo pode contribuir para a conservação dos remanescentes florestais estudados, levando em conta o contexto local e municipal onde eles estão inseridos.

¹ Os códigos são referentes ao método hierárquico de Codificação de Bacias Hidrográficas de Otto Pfafstetter. A base hidrográfica ottocodificada é um recurso do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e possibilita integrar diversos planos de informações a respeito dos usos e da disponibilidade hídrica de cursos d'água, associando dados tabulares aos elementos espaciais, preservando a consistência hidrológica das informações.

2. A URBANIZAÇÃO E A DEVASTAÇÃO DAS FLORESTAS

2.1. O processo de urbanização da cidade de São Paulo

Segundo Langenbuch (1971) São Paulo surgiu como missão jesuítica, em 25 de janeiro de 1554, a partir de um núcleo histórico central; no lugar atualmente conhecido como Pateo do Colégio ainda há restos de uma parede do barracão de taipa de pilão erguido na colina alta e plana, localizada entre os rios Tietê, Anhangabaú e Tamanduateí. Desde a sua fundação, conforme o autor, esse lugar era circundado por aldeamentos e pequenos povoados dispersos; mas com o passar do tempo, São Paulo acabou caracterizando-se como entreposto comercial e de serviços de relativa importância regional. No entanto, até meados do século XIX, desenvolvida nos moldes coloniais não apresentava condições que favorecessem seu desenvolvimento econômico: era um núcleo de urbanização contínua circundado por um cinturão de núcleos isolados.

Ainda de acordo com o autor, o núcleo urbano modesto com um centro histórico de pequena extensão que podia ser percorrido a pé. Era formado pelo triângulo localizado entre as ruas: XV de Novembro, Rua Direita e Largo São Bento. Na pequena mancha urbana existiam áreas residenciais de alto e médio padrão. As colinas onde estavam o núcleo urbano, eram rodeadas por um cinturão de chácaras que, além de terem finalidade agrícola, exerciam também uma importante função residencial, e, estavam situadas a leste do rio Tamanduateí, no local que corresponde atualmente aos bairros do Brás, Belém e Mooca. Ao redor do cinturão de chácaras estava presente um cinturão caipira e ambos exerciam funções residenciais, agrícolas e pecuárias. O cinturão de chácaras apresentava propriedades menores em relação ao cinturão caipira.

No cinturão composto por chácaras, estabeleceram-se atividades que, de acordo com o pensamento da época, não eram adequadas às áreas mais centrais da cidade, como cemitérios, hospitais e produção de materiais para a construção civil. No cinturão caipira, existiam pousos de tropas nas principais vias de circulação. As estradas e vias de circulação foram muito importantes tanto para o povoamento

quanto para a expansão da área urbanizada (LANGENBUCH, 1971; ROLNIK, 1999;).

As principais estradas da província convergiam para São Paulo, que tinha um papel polarizador como uma cidade circundada por duas faixas concêntricas: o cinturão de chácaras, organizado pela cidade, e, para a cidade exercendo também função residencial; e, o cinturão caipira que assumia a função de abastecimento, onde eram desenvolvidas atividades econômicas ligadas ao extrativismo, produção de lenha, cerâmica, agropecuária, dentre outras. O abastecimento era uma das razões dessas atividades econômicas, fato que proporcionou o desenvolvimento dos arredores da cidade. As tropas de burro eram a principal forma de circulação devido à precariedade das estradas (LANGENBUCH, 1971).

De 1860 a 1870 houve o declínio da atividade cafeeira no Vale do Paraíba, fato que provocou o deslocamento das lavouras de café para noroeste do estado de São Paulo; a mão-de-obra escrava começou a ser substituída pela assalariada dos imigrantes europeus. Surgiram, então, novos bairros na capital que concentravam imigrantes. A presença das ferrovias para o escoamento do café permitiu o contato das fazendas com os centros urbanos e muitos fazendeiros abandonaram o meio rural e estabeleceram-se na cidade (FRANCESCONI, 2004).

De acordo com Mello (2006), o primeiro surto industrial na cidade de São Paulo aconteceu no período da Primeira Guerra Mundial (1914-1918). A partir de então, foram realizadas obras públicas para a ocupação dos “grandes vazios” que as várzeas dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí representavam para expansão da malha urbana. Essas áreas dificultavam a ocupação e representavam obstáculos à expansão urbana. Obras de retificação e aterro transformam os rios que eram antes meandantes em retilíneos. A construção das barragens do rio Grande e da Guarapiranga modificaram toda a dinâmica fluvial e abriram caminho para o problema das enchentes, que eram constantes, e, até hoje, são constantes em alguns pontos da cidade. Faziam parte do cotidiano, já que, rodeada por inúmeros cursos d’água, a cidade ficava isolada sazonalmente pelas enchentes naturais.

Segundo Andrade (2004), a formação de um conjunto de bairros industriais se relaciona aos primórdios da industrialização na cidade de São Paulo, que eram núcleos de vida urbana aglutinando a maior parcela da força de trabalho.

Segundo Francesconi (2004), as ferrovias foram instaladas sob os terraços fluviais desempenharam um papel importante no desenvolvimento dos bairros e na valorização das terras por elas servidas; os operários estabeleceram suas moradias nas proximidades das ferrovias, constituindo os chamados “povoados das estações”. Muitos bairros passaram a concentrar indústrias pelo fato de serem servidos pelas ferrovias. Esses bairros estavam localizados muitas vezes, em baixadas e terrenos de várzeas que foram desprezados para loteamentos destinados as residências de luxo e pela classe média.

A partir da década de 1930, houve um grande avanço da urbanização, com uma reestruturação viária da área urbana, construção das grandes avenidas em torno dessas antigas áreas de várzea, o que garantiu a expansão urbana em direção às regiões mais afastadas do núcleo urbano central. A cidade se espalhou pelo território ao redor das colinas e vales (SVMA, 2004).

A expansão urbana seguiu em direção às várzeas e aos terraços fluviais considerados insalubres para moradia, já que as inundações eram constantes; as classes mais abastadas ocupavam as áreas mais altas da cidade, no espigão central e nas colinas do Vale Anhangabaú. Com a instalação da Hospedaria do Imigrante, São Paulo se tornou um centro distribuidor de mão-de-obra assalariada e a expansão urbana se intensificou com a chegada dos imigrantes (SVMA, 2004).

No final do século XIX, começaram a surgir loteamentos isolados e, distantes da malha urbana central. Estes, muitas vezes, abrangiam municípios vizinhos e excediam a demanda por moradia na época. Foram importantes no arranjo espacial da cidade de São Paulo e se proliferaram por toda cidade, pelos grandes vazios e pelos bairros mais isolados. Acabaram por abrir caminho para uma futura expansão da urbanização e para formação das vilas suburbanas, que atingiram Guarulhos, São Bernardo e Santo Amaro nesta época, regiões situadas além dos limites municipais (LANGENBUCH, 1971).

Langenbunch (1971) também destacou o papel da especulação imobiliária diante de um “provável” crescimento urbano, que por um lado expulsava parte dos moradores potenciais da cidade para a periferia externa enquanto por outro, encontrava um novo campo de ação provocando tal proliferação exagerada e desordenada de loteamentos, principalmente durante o período de 1915 a 1940.

Durante as primeiras décadas do século XX, como não atendiam a demanda da população urbana permaneceram vazios à espera de uma futura valorização.

Ainda de acordo com o autor, o antigo cinturão de chácaras foi anexado à cidade por intermédio de uma expansão urbana difusa. Entre 1915 e 1940, o espaço entre os bairros antigos e isolados se estreita, no entanto, vários loteamentos que surgiram permanecem na fase da especulação; a industrialização se dá principalmente nas várzeas e terrenos mais baixos. Surgiram os bairros jardins e o aproveitamento para fins residenciais em áreas que antes eram propriedades rurais (LANGENBUCH, 1971).

Petrone (1958) destacou a importância do auto-ônibus para a expansão da ocupação urbana: ele permitiu que áreas situadas fora das proximidades das ferrovias fossem ocupadas viabilizando o acesso a áreas mais distantes e periféricas, os vazios da cidade foram sendo preenchidos.

São Paulo consolidou-se como cidade industrial, a partir da década de 1940 após a Segunda Guerra Mundial, já que a política de substituição de importações instituída pelo Plano de Metas (1956) favoreceu a indústria nascente que voltava sua produção para o abastecimento do mercado interno; o desenvolvimento industrial ainda era privilegiado por um período histórico em que o capitalismo mundial estava em fase de expansão.

A atividade industrial ofereceu novas oportunidades de trabalho para uma mão-de-obra pouco qualificada que era constituída principalmente por migrantes nordestinos, imigrantes europeus e orientais. A instalação da indústria automobilística intensificou esse fluxo migratório principalmente da região nordeste atraído pela oferta de emprego. Adotou-se no Brasil o modelo do automóvel privilegiando o traçado das rodovias e não mais o das ferrovias. A construção de um eixo rodoviário que tinha como epicentro São Paulo desempenhou um papel importante na condução da urbanização (FRANCESCONI, 2004).

A (figura 1) mostra a expansão da mancha urbana em São Paulo entre o final do século XIX e final do século XX; nota-se; a partir de 1972 um aumento considerável da área ocupada pela urbanização:

Figura 1 - A expansão da mancha urbana em São Paulo

Fonte: INFURB e Pereira et. al. (2008).

A partir de 1940 houve uma compactação da área urbana, os subúrbios cresceram, a circulação rodoviária passou a ter cada vez mais destaque no transporte das regiões mais afastadas, o desenvolvimento suburbano apoiou-se principalmente na circulação rodoviária. Neste período, também houve uma expansão do reflorestamento eucalipto ou silvicultura. Simultaneamente, as matas se reduziram à porção mais periférica dos arredores paulistanos e em algumas áreas ambientalmente protegidas (LANGENBUCH, 1971).

Segundo o Atlas Ambiental do Município de São Paulo (2004) na mesma época, foram realizadas grandes obras de engenharia, construção das vias de

circulação e continuação das grandes avenidas na cidade de São Paulo. Entre o período de 1968 e 1970, período inicial da Ditadura Militar, o país apresentou crescimento econômico que levou a acumulação de capital, proporcionada pela atividade industrial, responsável também pelo aumento populacional, que determinou o ritmo da expansão urbana na cidade de São Paulo; com a verticalização na região central e a expansão rumo aos terraços da periferia. Até o início do século XX, a urbanização se concentrou nos terrenos sedimentares da bacia de São Paulo, com características favoráveis à ocupação, localizado entre as várzeas dos rios Pinheiros e Tietê. Esta situação persistiu até o início dos anos 1950, quando a cidade contava com dois milhões de habitantes.

A população aumentou consideravelmente na região metropolitana de São Paulo devido a fatores como: a migração campo-cidade, a industrialização no campo, a melhoria do sistema de saúde, dentre outros. Em 1950 a população era de 2,7 milhões de habitantes na década de 1980 estava próxima dos 12,8 milhões de habitantes (SILVA, 2013).

A expansão horizontal da urbanização da cidade de São Paulo se dirigiu rumo a terrenos que apresentavam maior declividade e solos mais frágeis, instáveis e suscetíveis aos processos de erosão, e, que eram na verdade inapropriados para a ocupação. Nessas áreas surgiram os loteamentos de baixo padrão construtivo, quase sempre desprovidos de infraestrutura básica, aliando-se à ocupação das áreas livres públicas. Um mercado imobiliário informal ou clandestino surgiu, e, sendo beneficiado por uma legislação urbanística, que aparentemente expressava padrões ideais ou desejáveis de cidade, mas que, no entanto, continha um projeto adaptado à lógica capitalista de expansão da urbanização (SVMA, 2004).

De acordo com Langenbuch (1971), a especulação imobiliária nos bairros periféricos fez aumentar a procura de terrenos devido ao baixo custo. A partir de 1960 a urbanização extrapolou os limites da bacia sedimentar de São Paulo e alcançou áreas com alta fragilidade ambiental, de declividades altas e vulneráveis a erosão. Ao sul foi ao encontro dos Mananciais das Represas Billings e Guarapiranga. Ao norte sob avanço de solos frágeis na pré-serra da Cantareira representando uma crescente ameaça ao Parque Estadual da Cantareira que resguarda uma das maiores florestas em área urbana do mundo.

De 1962 a 1973 estima-se que a cobertura vegetal tenha diminuído 1.700 km² incluindo matas e capoeiras, sendo que foram perdidos 820 km² de matas. Houve também uma grande pressão sob as áreas rurais (MARCONDES, 1999).

A mancha urbana desarticulada e pouco densa foi extrapolando o limite municipal conduzida pelo padrão periférico de expansão, causando impacto sobre áreas agrícolas e florestais atingindo terrenos inadequados para assentamentos urbanos (LANGENBUCH, 1971).

De acordo com Silva (2013), a partir de 1970, houve a dispersão industrial para municípios mais distantes devido a um processo de reestruturação produtiva em âmbito mundial. Com a flexibilização produtiva e a tecnologia de comunicação e transporte, os centros de produção podiam estar separados dos centros de negócios; o setor secundário abriu espaço para atividades terciárias. Houve uma diminuição das taxas de crescimento populacional e um aumento da migração de retorno no Brasil. As áreas periféricas da cidade tiveram um alto crescimento demográfico, nas áreas centrais da cidade, ao contrário, evasão e um decréscimo populacional.

A partir dos anos de 1980, iniciou-se um período de recessão na economia, marcada pelo desemprego, pela precarização das condições de trabalho e pela desconcentração da atividade industrial, que foi substituída pelo setor terciário na capital. A mão-de-obra antes empregada na indústria não foi absorvida pelo setor terciário, e, a falta de emprego agravou ainda mais as condições de vida da população mais pobre, que se deslocou para os locais menos favoráveis à ocupação e cada vez mais distantes da área central.

2.2. O Domínio da Mata Atlântica e seu quadro de devastação

As matas atlânticas² originalmente recobriam o território brasileiro estendendo-se de norte a sul do país acompanhando a faixa litorânea e indo em direção ao interior através das faixas de contato ou de transição³ de grande complexidade. Abrangiam em seu estado original 17 estados brasileiros, aproximadamente um milhão de quilômetros quadrados de extensão, ou seja, uma

² Nome genérico atribuído a esta formação vegetal.

³ Entendida por Ab'Saber (2003) como uma faixa territorial onde a paisagem é bastante complexa e mais heterogênea, apresentando elementos característicos de duas ou mais formações paisagísticas.

boa parte do território nacional. Apresentavam-se em uma grande diversidade de formas de relevo, de tipos climáticos e de diferenças culturais das populações que ocupam essa imensa faixa territorial – características que compõem paisagens complexas (AB´SABER, 2003).

No estado de São Paulo, o Domínio Tropical Atlântico assumiu feições que se distinguem dos demais, que Ab´Saber (2003) nomeou de “Domínio de Mares e Morros Florestados”, que aparecem desde a costa nordestina até Santa Catarina. É uma área de intensa decomposição de rochas cristalinas e cristalino-fílicas que são encontradas nestes locais, fato que determina a presença de solos férteis, que é um dos elementos que permitem a ocorrência de uma das florestas mais biodiversas do planeta. Segundo Conti e Furlan (1995), as florestas atlânticas guardam, apesar de séculos de destruição, a maior biodiversidade por hectare entre as florestas tropicais.

De acordo com Ab´Saber (2003), as matas atlânticas ocupam a categoria de segundo grande complexo de florestas tropicais no Brasil. Possui um caráter azonal, ou seja, apresentam diferenças morfológicas e topográficas bastante diferenciadas e complexas. A extensão de matas tropicais costeiras, orográficas e de planalto é consequência de uma gama de fatores.

A Mata Atlântica possui uma variedade de fitofisionomias em ambientes diferenciados, fato que possibilita um grau elevado de endemismo e diversidade de espécies. Há estimativas da existência de 20 mil espécies de plantas sendo que oito mil são endêmicas. Os diferentes tipos fisionômicos dessa formação vegetal, segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Resolução nº10/1993, que garante a proteção dessas diferentes fisionomias podem ser agrupados em: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Decidual; Floresta Estacional Semidecidual; Mangues; Restingas; Campos de Altitude; Brejos Interioranos; Enclaves Florestais do Nordeste. Além de proteger áreas de mata mais preservadas, a proteção estende-se também às áreas de mata em estágios sucessionais de regeneração em áreas degradadas, garantindo a proteção da mata secundária em seus estágios inicial, intermediário e avançado de regeneração.

Para Conti e Furlan (1995), a presença de uma grande quantidade de matéria orgânica em decomposição contribui para a constante reciclagem de nutrientes que

mantêm a floresta e sua grande diversidade biológica. O fator orográfico também colabora para esses níveis elevados de biodiversidade. Cada ponto da floresta recebe uma determinada quantidade de energia solar possibilitando a sobrevivência de espécies diferentes adaptadas a níveis de insolação variados; a não incidência de luz no solo permite também o surgimento de um número maior de extratos de vegetação e a alta taxa de umidade que permite a estabilização das condições microclimáticas e ecológicas dentro do ambiente da floresta.

De acordo com Ab'Saber (2003), a massa de ar polar Atlântica que atua sobre costa brasileira, propicia uma forte taxa de umidade que influenciou a formação de solos férteis que garantem o padrão das matas tropicais, porém estas apresentam diferentes fisionomias ao longo de sua área de ocorrência. Áreas florestadas contribuem para a regulação dos fluxos e da qualidade da água de mananciais, fertilidade dos solos, controle do clima, estabilidade das encostas e representam um patrimônio estético, ambiental e cultural.

A Mata Atlântica é considerada como um dos 34 *hotspots*⁴ do planeta que são considerados ecossistemas prioritários à conservação devido a sua diversidade de espécies e pressão aos quais estão submetidos (SILVA, 2013).

A maior parte dos remanescentes da floresta tropical Atlântica está na região sudeste e sul do Brasil ao longo da costa Atlântica. O estado de São Paulo era recoberto por grandes extensões de mata primária e manchas de cerrado na depressão periférica. No município de São Paulo os remanescentes concentram-se no cinturão verde, e, na área urbanizada, nos topos de morros.

A presença de fanerófitos, lianas, lenhosas e epífitas, temperaturas médias estão em torno de 25°C, precipitações constantes e bem distribuídas durante o ano todo e a ocorrência nas altitudes superiores a 500 metros são as principais características da floresta ombrófila densa ou floresta pluvial Atlântica de planalto como é chamada genericamente. No entanto, características físicas como o tipo de solo e diferenças topográficas conferiram a região metropolitana de São Paulo uma cobertura vegetal bastante heterogênea que apresenta diferentes tipos de formações vegetais. Os remanescentes apresentam fisionomias variadas, que vão

⁴Termo criado pelo ecólogo e cientista inglês, Norman Myers, da Oxford University, em 1988. São considerados *Hotspots*, todas as áreas que apresentam uma grande biodiversidade, mas que se encontra em risco desaparecimento. Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

desde as florestas mesófilas e semidecíduas da serra do Japi ao norte e nordeste com manchas de cerrado associadas aos campos naturais ao sul no reverso da escarpa da Serra do Mar (RAIMUNDO, 2006).

O estado de São Paulo é um dos que mais concentra remanescentes na região costeira, serras no cinturão verde, no interior, os remanescentes são, em sua grande maioria, fragmentados em meio a uma matriz antropizada. A fragmentação compromete os fluxos gênicos, as funções ecológicas e a ocorrência de biodiversidade; os ciclos do café, e da carvoaria contribuíram para a fragmentação da vegetação primária no planalto paulista (AB`SABER, 2004).

Onde hoje está localizada a região metropolitana de São Paulo, existia uma continuidade de matas pluviais que se estende por toda a face atlântica, a toponímia e a tradição histórica dizem sobre a existência de mancha de campos ao sul da região metropolitana de São Paulo. Havia manchas de cerrado testemunho onde hoje está localizado o município de Franco da Rocha; no entanto, apesar das manchas de cerrado, a paisagem pretérita era predominantemente florestal (SILVA, 2013).

Já no final do século XVIII, de acordo com Victor et. al. (2005), aconteciam derrubadas de florestas, ainda que pouco expressivas, nos arredores de São Paulo, que com a cafeicultura adquiriram um ritmo acelerado.

Victor et al. (1975), em sua obra “A devastação florestal”, aponta dados sobre o processo de devastação da cobertura florestal ou vegetação nativa no estado de São Paulo: no início do século XIX, o estado apresentava uma cobertura florestal correspondente a 81,80% de seu território, o equivalente a 20.450.000 hectares. Até 1920, o percentual de cobertura florestal ou vegetação nativa era de cerca de 45%, ou 11.200.000 hectares, sofrendo uma redução de quase metade da área ocupada no início do século XIX. Por volta de 1935, a cobertura florestal no estado era de 26,2% ou seja, de 6.550.000 hectares. Em 1952, a mesma já representava apenas 18,2% de seu território, quase 4.600.000 hectares. Em 1962, as matas do estado de São Paulo correspondiam a 13,7% do território, 3.425.800 hectares. Até 1973, o estado de São Paulo apresentava a cobertura florestal de 8,33% ou 2.069.929 hectares. Esses dados apresentados pelo autor demonstram a rápida diminuição de área ocupada pela Floresta Tropical Atlântica no estado de São Paulo, que

aconteceu principalmente devido ao desenvolvimento de atividades econômicas (Figura 2).

Na época, acreditava-se que as terras cobertas por matas eram mais apropriadas para o cultivo de café. As lavouras foram estabelecidas em um primeiro momento em terras de mata, em busca do “húmus rico do solo ou do bafo do sertão” conforme a expressão utilizada na época. Quando o solo no qual se implantava a lavoura de café dava sinais de esgotamento, novas áreas com mata eram derrubadas. As antigas lavouras eram abandonadas e ficavam sujeitas à erosão, e serviam apenas para o cultivo de algodão, de cereais, e como último recurso, se tornavam terras de pastagem. Certas espécies da mata atlântica indicavam a fertilidade dos solos, isto comandou a expansão das fazendas por espigões divisores de manchas de terra roxa (VICTOR et al., 2005; AB´SABER, 2003).

Victor et al. (2005) relatou que, desta forma, completava-se o trágico ciclo mata/agricultura/pasto. Segundo o pensamento da época, as florestas não apresentavam qualquer vantagem ou benefício, e, muitas vezes, eram responsabilizadas pela insalubridade das terras e precisavam ser “dominadas”. Durante o ciclo do café, a madeira retirada era queimada ou abandonada e não tinha utilização econômica. Inclusive, era comum o hábito de se importar, da Europa, peças do mobiliário e materiais de construção e não havia preocupação em utilizar a madeira retirada das matas.

Figura 2 - Reconstituição da Cobertura do estado de São Paulo

Fonte: Victor et. al. (2005).

A floresta foi devastada já no século XIX devido à instalação das ferrovias que serviam como vias de escoamento para a produção cafeeira, as mesmas consumiam madeira, relativamente abundante, ao longo de seu traçado. Além de ser usada como combustível, a madeira era aproveitada também como dormente, postes e moirões. Neste período também houve um aumento no consumo de carvão

doméstico em função do aumento da população, que atingiu 1.800.000 habitantes no estado de São Paulo em 1907 (VICTOR et al., 2005).

Nas primeiras décadas do século XX a Floresta latifoliada tropical foi devastada. Neste período os níveis anuais de desmatamento atingiram proporções assustadoras e até então desconhecidas, estimando-se uma perda de 310.000 hectares por ano (VICTOR et al., 2005).

Portanto, no estado de São Paulo, a floresta que recobria os mares de morros praticamente desapareceu com a expansão da atividade cafeeira no século XIX; com a extração de lenha para carvoarias; e, com a retirada de madeira para a construção, restando apenas, parte da floresta que recobre a escarpa da Serra do Mar. Apesar de não existir uma legislação que obrigasse a manutenção de uma área de cobertura florestal em suas propriedades muito fazendeiros no século XIX, mantinham parcelas expressivas de chapões de mata principalmente em terrenos mais íngremes e junto às águas e mananciais (VICTOR et al., 2005).

Em menor escala, a expansão urbanística das grandes cidades e o aumento da população em taxas exponenciais é outro fator que apressa a destruição dos capões de matas e das áreas verdes existentes na área urbana e suburbana (VICTOR et al., 2005).

Até meados do século XX, a cidade de São Paulo tinha quase a mesma configuração de tempos coloniais e se expandiu consideravelmente sobre as chácaras e sítios na área periférica, resultando no surgimento de novos bairros. A população do estado de São Paulo também cresceu rapidamente de 1890 a 1930; em um período de quarenta anos, aumentou quatro vezes e meia, o que naturalmente fez crescer nas mesmas proporções a necessidade por madeira para o uso doméstico (VICTOR et al., 2005).

A vegetação presente hoje no estado de São Paulo é composta por fragmentos de vegetação secundária que são encontrados geralmente em locais de difícil acesso (terrenos com alta declividade, nascentes) e impróprios para atividades econômicas, como a pecuária ou agricultura. Esses terrenos foram abandonados, permitindo a regeneração e o surgimento de uma vegetação natural secundária. Foram criadas posteriormente unidades de conservação da natureza nas mais diversas categorias de uso a fim de garantir a proteção dessas áreas.

Hoje, esta extensa floresta pode ser entendida como um ambiente natural fragmentado, e, na maioria das vezes, seus remanescentes estão isolados e descontínuos devido à devastação que se iniciou durante o período colonial e se intensificou nos séculos seguintes com os processos de urbanização e industrialização. Ab'Saber (2003, p.46), em sua obra os Domínios de Natureza no Brasil, no capítulo em que trata do domínio tropical atlântico faz menção a dimensão da floresta antes de tais acontecimentos:

O contínuo florestal, tendo por referência o quadro e a conjuntura fisiográfica e ecológica do início da colonização portuguesa, estendia-se do sudeste do Rio Grande do Norte ao Sudeste de Santa Catarina. Além desse espaço total, incluía dois enclaves de florestas tropicais, associadas a fatores bem diferentes: as matas biodiversas da Serra Gaúcha, as Florestas da Região do Iguaçu e da Região do extremo oeste dos planaltos paranaenses, envolvendo igualmente a área fronteiriça vizinha do leste paraguaio.

Especificamente no município de São Paulo, as matas paulistanas que existiam ao redor do núcleo urbano central, muitas vezes presentes em grandes propriedades rurais, foram reduzidas a fragmentos isolados pelo rápido processo de urbanização. De acordo com o Atlas Ambiental do Município de São Paulo (2004, p.7), a cobertura vegetal hoje existente no município é constituída basicamente por:

- Fragmentos de vegetação natural secundária (floresta ombrófila densa, floresta ombrófila de alto de montanha, floresta ombrófila densa sobre turfeira e campos naturais), que ainda resistem ao processo de expansão urbana, em porções mais preservadas ao extremo sul; na Serra da Cantareira, ao Norte, e em manchas isoladas, como as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) do Carmo e Iguatemi, na zona Leste.
- Ambientes implantados em áreas urbanizadas, restringindo-se aos parques e praças municipais e a escassa arborização viária.
- Conjuntos ou espécimes isolados em terrenos particulares

Na década de 1950, os últimos remanescentes expressivos estavam presentes apenas na escarpa Atlântica, região mais inatingível devido ao relevo acidentado, em torno da Capital, no Vale do Ribeira e no Pontal de Paranapanema; estas duas últimas, regiões com baixa densidade demográfica e infraestrutura viária mais pobre. (VICTOR et al., 2005).

De acordo com Victor et al. (2005) a atividade industrial foi uma das maiores responsáveis pelos altos índices de devastação: as matas atlânticas foram derrubadas pela atividade do carvoejamento, transformadas em carvão, e destinadas as indústrias e grandes siderúrgicas do estado de São Paulo e do estado do Rio de Janeiro, onde acabaram substituindo o carvão mineral no processo de redução do ferro e da fusão do minério. No começo da década de 1970 a expansão da urbanização atingiu os últimos relictos de matas das regiões periféricas e

serranas. Ainda hoje o carvoejamento clandestino na serra de Paranapiacaba e na escarpa Atlântica continua acontecer (VICTOR et. al., 2005).

De certa forma, a adoção do modelo rodoviário e do automóvel como meio de transporte entre as décadas de 1950 e 1970 fez com que a supressão florestal diminuísse após este período (SILVA, 2013).

Victor et al. (1975), em sua obra “A devastação florestal”, fez uma previsão em relação à supressão das matas nativas para o ano de 2000: seria de 2 a 3% do território paulista concentrados em reservas e parques, previsão que felizmente não se concretizou. No entanto, os últimos estudos apontam uma reversão no quadro de desmatamento e um ganho de cobertura vegetal. O ganho, no entanto, talvez esteja relacionado à utilização de imagens de satélite de maior resolução espacial nos últimos mapeamentos devido ao avanço das geotecnologias (FARINACI; BATISTELLA, 2012).

Relatórios do Instituto Florestal apontam uma estabilização ou reversão no quadro de desmatamento. A devastação esteve relacionada em um primeiro momento, à agropecuária, industrialização e urbanização, processos que foram fatores expressivos de pressão sob os remanescentes de vegetação situados nas áreas periféricas e topos de morros da região metropolitana de São Paulo (SILVA, 2013).

2.3. A importância dos remanescentes florestais e da cobertura vegetal em ambientes urbanizados

Há um crescente interesse na conservação de fragmentos florestais visto que, grande parte destes pode guardar uma enorme biodiversidade e carecem de estudos mais aprofundados (VIANA; PINHEIRO, 1998).

Esses remanescentes são muitas vezes, de vegetação secundária que permaneceram em áreas de difícil acesso como os topos de morros e encostas. São importantes pela função ambiental que desempenham na regulação do clima, qualidade de vida, lazer, na manutenção dos recursos hídricos, permeabilidade do solo em áreas densamente urbanizadas. O modelo de urbanização empreendido no Brasil incentivou durante muito tempo a retirada da vegetação em nome da “modernização” das cidades para a construção de prédios e vias impermeabilizadas.

As florestas foram substituídas por espaços construídos provocando a fragmentação da paisagem e pressão nesses ambientes, fato que altera drasticamente as interações ecológicas existentes entre as espécies da flora e fauna.

Para Metzger (2003) a fragmentação pode ser tratada como uma ruptura da matriz de uma unidade de paisagem florestal que inicialmente apresentava-se contínua. Na paisagem urbana a floresta ocupa cada vez mais espaços menores e apresentam dinâmicas diferentes da existente no ambiente original ou de ambientes não fragmentados e se tornam áreas desconectadas do funcionamento biológico da paisagem.

Há uma discussão a respeito da denominação desses remanescentes florestais em áreas urbanas. Nucci (2001) considera os remanescentes de floresta nativa em ambientes urbanos como uma categoria de área verde urbana visto que, são espaços livres nos quais há a predominância de vegetação, e solo permeável ocupando pelo menos 70% da área.

Esses remanescentes que encontram-se isolados por espaços construídos, são denominados também como “fragmentos florestais urbanos” conceito que caracteriza áreas com cobertura vegetal remanescente e nativa isoladas por espaços densamente urbanizados, seja por barreiras naturais ou antrópicas. As barreiras naturais podem ser constituídas por rochas, mares, rios, lagos, várzeas e desertos. Já as de origem antrópica são constituídas por atividades agropecuárias, grandes cidades, hidroelétricas, rodovias, pontes e sobre aterros em áreas de preservação permanente (VALERI; SENÔ, 2003).

Um remanescente florestal pode se originar de uma ação planejada como a criação de uma unidade de conservação em meio urbano. No entanto, observa-se que, boa parte é resultado secundário da ocupação do espaço urbano, e que muitas vezes estão em áreas impróprias para a ocupação, como áreas de preservação permanente (APPs) e topos de morros.

As áreas com remanescentes florestais nas cidades podem desempenhar muitas funções ambientais importantes, que vão desde as relacionadas à qualidade da água, e do ar, e, a funções ligadas ao lazer e recreação.

De acordo com Troppmair e Galina (2003), as áreas verdes e com cobertura vegetal natural em áreas urbanizadas desempenham funções como: a regulação da temperatura com a criação de um microclima de temperatura mais amena;

funcionam como um centro de alta pressão que também ameniza os efeitos da poluição e do fenômeno das ilhas de calor; atuam na despoluição do ar, de acordo com as características fisiológicas de cada espécie arbórea: como o aparelho foliar, a rugosidade da casca porte e idade das mesmas; purificam o ar pela redução dos microrganismos; reduzem a poluição sonora; diminuem a intensidade do vento canalizado; são também um elemento importante na composição da paisagem. Além de desempenhar todas essas funções, essas áreas permitem a infiltração da água das chuvas no solo prevenindo, as inundações que são frequentes em áreas urbanas impermeabilizadas.

Cavalheiro (1996) aponta que o ciclo hidrológico nas cidades sofre alterações tanto em relação à qualidade da água quanto ao seu funcionamento. Sob uma visão ecológica, a fluidez lenta da água é a ideal para a produção de biomassa. A presença da vegetação diminui a velocidade do fluxo d'água. Nos ambientes urbanos o ideal é que as águas cheguem com rapidez e sejam esgotadas rapidamente, evidenciando dessa forma o poder de transporte que intensifica a erosão. Com essa rapidez, o fluxo leva grande quantidade de material para corpos d'água, causando entupimento e assoreamento e provocando inundações. Para solucionar o problema das inundações, muitos cursos d'água são então retificados ou canalizados, e seus leitos ou margens são utilizados para implantação de um sistema viário. Com isso, o fenômeno da "ilha de calor" é intensificado, ele também é responsável pelo aumento da pluviosidade em ambientes densamente urbanizados, podendo causar inundações. A vegetação pode influenciar e ser influenciada por fatores ambientais, e, nas cidades, pode funcionar também como indicador biológico da qualidade ambiental.

Segundo Lombardo (1985), o papel dos remanescentes florestais na atenuação dos efeitos das ilhas de calor na metrópole é fundamental, já que, as temperaturas se elevam com a redução da vegetação, pois as áreas edificadas tendem a absorver mais radiação. A preservação de áreas com vegetação refletem diretamente bons padrões de temperaturas que produzem melhores condições de conforto térmico, principalmente em grandes centros urbanos como São Paulo.

Estudos de Tarifa e Armani (2000) sobre o clima confirmam esse quadro e indicam que há uma variação de mais de 10° C entre as áreas centrais de São Paulo e o extremo norte onde se localizam as florestas da Serra da Cantareira.

De acordo com Raimundo, Victor e Pires (2006), as áreas protegidas melhoram a qualidade da água, já que reduzem a intensidade dos processos erosivos que levam os sedimentos para o interior das represas, melhorando assim as condições de turbidez da água diminuindo os custos para o tratamento da água. Além disso, funcionam como “filtros” de poluentes, e fornecem condições para a manutenção da diversidade e produtividade aquática. A vegetação pode atuar também como filtro natural do material particulado em suspensão do ar, pois parte dos poluentes pode ficar retido na copa das árvores. As árvores podem reter poluentes e fixar o carbono na produção de biomassa vegetal e liberar oxigênio no ar. Os remanescentes florestais também podem fornecer madeira, plantas ornamentais e medicinais.

A cobertura do solo por vegetação diminui, portanto, a ação dos processos erosivos, copas, galhos, troncos e folhas podem reter a água da chuva, reduzindo dessa forma o impacto das gotas no solo, além de permitirem uma maior infiltração de água reduzindo assim a erosão por enxurradas. As raízes das plantas se entrelaçam no solo oferecendo maior coesão, porosidade e permeabilidade (RAIMUNDO; VICTOR; PIRES, 2006).

A vegetação garante também a alimentação dos mananciais pela evapotranspiração e recarga dos lençóis subterrâneos. A presença da vegetação sob a forma de mosaicos e corredores contribui para a manutenção dos processos ecológicos, fauna e flora. A fragmentação afeta a manutenção dos habitats naturais e conservação da biodiversidade. (RAIMUNDO; VICTOR; PIRES, 2006).

As áreas protegidas representam importantes espaços para lazer e recreação dos munícipes. Com a revalorização dos espaços naturais e da procura por esportes radicais que valorizam o contato com a natureza, esses espaços são um contraponto em meio à artificialidade a metrópole. Os parques abordados neste estudo, por exemplo, recebem milhares de visitantes ao ano: o Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) tem uma média de 360.000 visitantes e no Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), somente o Jardim Botânico recebe uma média de 40.000 visitantes ao ano (SOUZA, 2009; RAIMUNDO, 2006; CERATI et al., 2002).

As áreas verdes e com vegetação natural e/ou seminatural em áreas urbanas tornaram-se menores e mais raras à medida que aumentaram as pressões antrópicas causadas pela urbanização, que, devido ao contínuo crescimento vem

provocando a supressão das áreas verdes e o comprometimento da drenagem de microbacias hidrográficas inseridas nessas áreas (AVELAR; NETO 2008).

Ribeiro et al. (2009), chamam a atenção para importância da preservação de fragmentos florestais, e também para a utilização de fragmentos menores, com criação de corredores ecológicos funcionais. Segundo os mesmos autores, a preservação dos fragmentos menores não deve ser negligenciada, já que estes representam uma grande fração das áreas remanescentes de Mata Atlântica e são essenciais para melhorar a conectividade entre os fragmentos maiores.

A Lei Municipal nº 13.430, de 13 de setembro de 2002 que estabeleceu os principais objetivos do Plano Diretor Estratégico instituiu uma política ambiental de ampliação das áreas integrantes do sistema de áreas verdes no município. Os artigos 131 e 132 desta mesma lei trazem a definição e especificam quais são os espaços no município de São Paulo integrantes desse sistema:

Art. 131 - O Sistema de Áreas Verdes do Município é constituído pelo conjunto de espaços significativos ajardinados e arborizados, de propriedade pública ou privada, necessários à manutenção da qualidade ambiental urbana tendo por objetivo a preservação, proteção, recuperação e ampliação desses espaços.

Art. 132 - São consideradas integrantes do Sistema de Áreas Verdes do Município todas as áreas verdes existentes e as que vierem a ser criadas, de acordo com o nível de interesse de preservação e proteção, compreendendo as seguintes categorias:

I - Áreas verdes públicas de Proteção Integral:

- a) parques;
- b) reservas.

II - Áreas verdes públicas ou privadas de Uso Sustentável:

- a) Área de Proteção Ambiental;
- b) Reserva Extrativista;
- c) Reserva de Fauna;
- d) Reserva de Desenvolvimento Sustentável;
- e) Reserva Particular do Patrimônio Natural;
- f) parque urbano e praça pública.

III - Áreas de Especial Interesse públicas ou privadas:

- a) área ajardinada e arborizada localizada em logradouros e equipamentos públicos;
- b) chácaras, sítios e glebas;
- c) cabeceiras, várzea e fundo de vale;
- d) espaço livre de arruamentos e áreas verdes de loteamentos;
- e) cemitérios;
- f) áreas com vegetação significativa em imóveis particulares.

A lei do Plano Diretor Estratégico (PDE) de 2002 instituiu parte da política ambiental do município e, considerou a partir de então, a rede hídrica ambiental como elemento estruturador das políticas ambientais com a criação de parques

lineares e caminhos verdes⁵. Foi instituído a partir de então, o Programa de Recuperação Ambiental de Cursos D'Água e Fundos de Vale e que previa a criação progressiva dos Parques Lineares e para integrar a vegetação na áreas urbanizadas melhorando suas condições de conservação. Programas, como 100 Parques para São Paulo e o Adote uma Praça, que visavam, respectivamente, visavam aumentar o número de Parques (urbanos, lineares e naturais) até o final de 2012, e, incentivar a manutenção de praças por cidadãos ou entidades privadas. Pode ser destacado também o empenho do poder público na aquisição de áreas nos extremos da cidade para criação de parques e áreas protegidas nesse período (CARBONE et al., 2015).

De acordo com Carbone et al. (2015), à aplicação do PDE em São Paulo, a análise do plano de 2002 mostrou que, apesar do PDE de 2002 ter avançado em algumas questões quando comparado a planos anteriores, algumas propostas e estratégias simplesmente não aconteceram ou foram implantadas parcialmente. A análise da política de áreas verdes e seu sistema, contidos no antigo PDE, de 2002, mostrou que havia necessidade de sua revisão, incluindo um maior detalhamento de cada categoria componente do sistema e suas funções específicas.

Ainda de acordo com estudos de Carbone et al. (2015), não houve um critério ou plano para o estabelecimento e distribuição desses Parques pela cidade de São Paulo; o planejamento tem se mostrado ainda ineficiente para a criação dessas áreas; e, questões políticas influenciaram no estabelecimento dessas áreas.

A lei nº 16.050/2014 que instituiu o novo Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e que revogou a Lei nº 13.430/2002 trouxe uma política de áreas verdes atualizada, que define objetivos, diretrizes e ações estratégicas para assegurar a ampliação do Sistema de Áreas Verdes do Município e sua adequada manutenção.

Bonduki e Ferreira (2006) afirmam que, não havia no PDE de 2002, uma conceituação e um mapeamento dos espaços que podiam ser considerados como Áreas Verdes e, integrantes do Sistema de Áreas Verdes. Apenas foram definidos os objetivos, diretrizes e ações estratégicas para estas áreas, não havia ações

⁵ O PDE define em seu artigo 106 § 1º 2º os parques lineares, como “intervenções urbanísticas que visam recuperar para os cidadãos a consciência do sítio natural em que vivem, ampliando progressivamente as áreas verdes”, e os caminhos verdes, como “intervenções urbanísticas que visam interligar os parques da Cidade e os parques lineares, a serem implantados mediante requalificação paisagística de logradouros por maior arborização e permeabilidade das calçadas”.

objetivas que as considerassem como sistema estruturado, como conjunto conectado e contínuo em relação à rede urbana.

Já o PDE atual (2014) não detalhou cada componente do sistema de áreas verdes e suas funções, mas ganhou complexidade em sua estruturação. O Sistema de áreas verdes passou a se chamar Sistema de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres. Foi proposta a criação de um Plano Municipal de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres que contém os tipos de áreas verdes e espaços livres e define a política de provisão destes espaços. Foi proposto também um Plano Municipal de Conservação e Recuperação de Áreas Prestadoras de Serviços Ambientais, um Plano Municipal de Arborização Urbana e um Plano Municipal da Mata Atlântica. Além disso, alguns elementos do sistema ganharam maior ênfase e detalhamento, como as áreas de preservação permanente (APP), os cemitérios e os Parques Lineares. O que pode significar um avanço para melhoria das condições de áreas com cobertura vegetal e para qualidade ambiental do município.

3. ÁREAS PROTEGIDAS

3.1. Histórico de criação de áreas protegidas no Brasil e no mundo

De acordo com Morsello (2001) a idéia da criação de áreas protegidas foi sendo desenvolvida ao longo da história da humanidade, e não se sabe bem ao certo quem criou o conceito de preservação ambiental: civilizações do Oriente como os assírios que estabeleceram reservas antes do nascimento de Cristo; durante a Idade Média a palavra “parque” era utilizada para designar um local dominado por um rei. Ainda de acordo com a autora, na Índia, foram estabelecidas áreas protegidas há mais de um século. Mas foi nos Estados Unidos que o conceito de Parques surgiu no século XIX, associado ao poder de intervenção do estado para a garantia de interesses coletivos.

Para Brito (2003), a criação de áreas protegidas nos Estados Unidos visava à socialização e usufruto da beleza cênica, com a proteção de seus atributos naturais. O primeiro parque criado – o Parque de Yellowstone no ano de 1872 tinha esses objetivos. Desde então, a criação de unidades de conservação da natureza tem sido uma estratégia adotada por muitos países, que tem como objetivo principal garantir o acesso das gerações atuais e futuras aos bens naturais. Ainda de acordo com a autora, foi nos Estados Unidos que surgiram, as principais correntes do ambientalismo moderno: a corrente conservacionista concebida por Gilfford Pinchot, que considerava a exploração racional dos recursos naturais; e, a idealizada por de John Muir, preservacionista, que defendia a manutenção de áreas intocadas pelo homem, sem qualquer intervenção, visão que defende a idéia da separação do homem da natureza.

Diegues (1994) relata que desde o século XIX, a partir da realização das expedições dos viajantes naturalistas, há uma revalorização do mundo “selvagem”, de lugares dotados de uma natureza ainda “intocada” pelo homem. Verdadeiros “refúgios de contemplação”, ilhas onde a mente humana poderia se proteger da devastação da sociedade urbano-industrial. No começo da revolução industrial, a vida nas cidades, antes valorizada como sinal de civilização, em oposição à

rusticidade da vida no campo, passou a ser criticada, pois o ambiente fabril tornava o ar irrespirável.

Com o desenvolvimento, os espaços dotados de atributos naturais tornaram-se cada vez mais raros. Com isso, começava haver uma revalorização dos mesmos e o aumento da preocupação em garantir a proteção de ambientes que ainda não foram explorados pelo homem. As correntes ambientalistas tanto preservacionistas, como conservacionistas, influenciaram a criação de áreas protegidas em todo o mundo.

Contemporaneamente à criação do Parque de Yellowstone, na Europa, surgiram áreas protegidas estabelecidas a partir da iniciativa da sociedade civil: as reservas naturais inglesas, cujo objetivo era a conservação de habitats. Passava a existir então a idéia de reserva particular, em alternativa as áreas protegidas de domínio público (MORSELLO, 2001).

Segundo as diretrizes para categorias de manejo de áreas protegidas da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN)⁶ (1994, p. 185 apud BRITO, 2003), criada em 1965 e que tem exercido a função de sistematizar e avaliar dados a fim de se propor diretrizes a países que auxiliem na conservação da biodiversidade, uma área natural protegida pode ser definida como:

Uma superfície de terra ou mar consagrada à proteção e manutenção da diversidade biológica, assim como dos recursos naturais e dos recursos naturais e dos recursos culturais associados e, manejada através de meios jurídicos e outros eficazes.

No Brasil, a preocupação com o ambiente começou a crescer com a criação do Parque de Yellowstone nos Estados Unidos. André Rebouças e José Bonifácio foram os primeiros a demonstrar esta preocupação propondo medidas para a conservação. O primeiro propôs, em 1876, a criação do Parque Nacional de Sete Quedas, no estado do Paraná, e o da Ilha do Bananal, no Tocantins. Porém, suas ideias não foram consideradas na época. Somente em 1937, foi criado o primeiro parque do Brasil: o Parque Nacional Itatiaia, no estado do Rio de Janeiro, tardiamente em comparação a outros países do mundo e até mesmo a América Latina (BRITO, 2003). Portanto, a discussão internacional sobre áreas protegidas só veio a influenciar a política brasileira a partir da década de 1930 (CASTRO JR; COUTINHO; FREITAS, 2012).

⁶ UICN, CPNAP, CMMC. Directrices para las Categorías de Manejo de Áreas Protegidas. Gland, 1994.

Já em 1907, no governo do então presidente Afonso Pena, devido ao quadro de devastação promovido pela cultura do café e expansão das ferrovias já havia um projeto de lei para a proteção de águas de florestas, contudo, o primeiro código florestal só foi aprovado no ano de 1934 (VICTOR et al., 2005). Mais especificamente no estado de São Paulo, onde se encontram os fragmentos da floresta tropical Atlântica, a proteção desses ambientes começou a acontecer no século XIX, como relata Brito (2003, p.115):

O início do processo de conservação dos remanescentes de áreas naturais pelo Estado de São Paulo data dos finais do século XIX e se deu por inspiração de naturalistas nacionais e estrangeiros como Orville Derby, Francisco de Paula Ramos de Azevedo e Albert Loëfgren que em 1896, conseguiram instalar o Horto Botânico, contíguo à Serra da Cantareira, na zona norte da capital paulista.

Para Brito (2003) a criação do Horto Botânico da Cantareira em 1896, e o estabelecimento de um serviço florestal em 1911 foram marcos importantes para a conservação no estado de São Paulo. A criação do horto foi indicada por uma comissão técnica formada por Orville Derby, Francisco Ramos de Azevedo e Alberto Löfgren (ROCHA; CAVALHEIRO, 2001).

Em 1911, foi instituída a primeira unidade de conservação da natureza do estado de São Paulo: a Reserva Florestal da Cantareira. Em 1912, foi criado o primeiro horto fora da capital: o Horto Tropical de Ubatuba. Nesta mesma época foi estabelecida também uma guarda florestal com o objetivo de fiscalizar as matas existentes na Serra da Cantareira. (BRITO, 2003).

Para Victor et al.(2005), a lei de terras de 1945 foi uma forte influência na preservação florestal do estado de São Paulo, e, acabou sendo responsável pela existência das reservas florestais atuais, especialmente na escarpa Atlântica ou nas zonas que sofreram menor pressão agrária. Concomitantemente, a mesma lei, foi a principal condutora para a destruição e devastação, nas zonas de maior pressão agrária, como no caso do oeste paulista: este estranho fenômeno parece condicionado pela maior ou menor pressão das fronteiras agrícolas que passaram a funcionar como fator estimulante ou inibidor das derrubadas, dependendo da situação, em decorrência da capacidade de uso do solo.

Traçando um breve histórico sobre a política ambiental brasileira, pode-se dizer que foi a partir da década de 1930, com a criação de leis, como o Código Florestal e o Código de Caça e Pesca que começa haver uma maior preocupação com as questões ambientais no país. O Código Florestal de 1934 trazia definições e

conceitos a respeito dos parques nacionais, das florestas protetoras e das áreas de preservação em áreas privadas, e tornou possível o estabelecimento de áreas protegidas como as do modelo atual. Também foi a partir de 1934, que a conservação passa a fazer parte da lei máxima do país como princípio básico, e, que deveria ser assegurada pelo Estado (CASTRO JR; COUTINHO; FREITAS, 2012).

De acordo com Victor et al., (2005) apesar de ter sido instituído em 1934, o Código Florestal só passou a ser executado no estado de São Paulo em 1943 quando há o empenho do governo da época em instituir um verdadeiro serviço de proteção florestal. Após a criação da Polícia Florestal, pelo Decreto-Lei nº 13.213, de 8 de fevereiro de 1943, foi instituído outro Decreto-Lei, de nº 13.487 de 28 de julho do mesmo ano, que dispõe sobre a organização da fiscalização e guarda das florestas, funções que ficaram delegadas ao serviço florestal do estado, além de prever os recursos financeiros necessários aos serviços florestais. O órgão passou a empreender uma campanha visando à preservação das florestas, fiscalizando as derrubadas, controlando as queimadas e incêndios.

De acordo Castro Jr, Coutinho e Freitas (2012), durante o governo de Getúlio Vargas foram estabelecidas as primeiras unidades de conservação na Mata Atlântica, como o Parque Nacional do Itatiaia, o da Serra dos Sete Órgãos, em 1939, no estado do Rio de Janeiro, e, o Parque Nacional do Iguaçu, no estado do Paraná. Já nesta época, o quadro de devastação da Mata Atlântica já chamava atenção, e, o estabelecimento de áreas protegidas marcou a política de criação unidades de conservação no país, já que, em sua maioria, foram estabelecidas unidades de conservação da natureza de proteção integral. Os autores destacam (p. 39) uma característica recorrente ao estabelecimento de unidades de conservação da natureza no país: em vez de estabelecer unidades restritivas em locais de vida selvagem como em países como os Estados Unidos, essas áreas de proteção integral foram criadas em lugares de tensão de recursos:

As áreas de proteção integral no Brasil, entretanto, apresentam distinções em relação ao modelo de paisagens intocadas dos norte-americanos. A primeira diferença refere-se ao local de estabelecimento. No padrão que prevaleceu nos Estados Unidos, os parques nacionais foram decretados preferencialmente em locais não ocupados pelos colonizadores, sendo, portanto paisagens relativamente naturais (apesar da presença de indígenas em muitas áreas). No Brasil, priorizou-se a ocupação de áreas onde havia concentração populacional e de atividades humanas para a conservação de ecossistemas remanescentes. Deste modo, enquanto os parques americanos buscavam proteger as paisagens de um impacto futuro, os parques brasileiros buscavam proteger áreas de interesse ambiental de impactos imediatos, de conflitos já existentes. Os parques brasileiros e outras unidades de conservação já nasceram, em sua maioria, em meio a

importantes conflitos territoriais e de acesso a recursos, sendo sua gestão bastante dificultada e particularizada.

Em 1943, de acordo com o decreto lei nº13.478, foi instituída a polícia florestal, medida que efetivava o cumprimento do Código Florestal do ano de 1934. As décadas de 1950 e 1960 foram marcadas pela criação de muitas unidades de conservação em território paulista, devido à influência direta dos movimentos em defesa do meio ambiente que emergiram nesta época, e que surtiram cada vez mais efeito nas décadas seguintes (BRITO, 2003).

Em 1948 com a aprovação das disposições da Convenção para a Proteção da Flora, Fauna e das Belezas Cênicas, foram sendo estabelecidas novas categorias de unidades de conservação no Brasil.

Em 1965, foi lançado o novo Código Florestal, que passou a responsabilidade da criação de áreas protegidas ao poder público e ressaltou a necessidade do estabelecimento de planos de manejo para as unidades de conservação. Esta reedição apresentou pela primeira vez uma divisão entre as unidades mais restritivas de uso indireto e as mais permissivas, de uso direto (BRITO, 2003).

Para Castro Jr., Coutinho e Freitas (2012), uma das grandes contribuições do código florestal de 1965 à política ambiental brasileira foi a definição das áreas de proteção permanente (APPs), que passaram a incorporar os topos de morros, margens de rios, nascentes, encostas íngremes e restingas às áreas protegidas.

Em 1967, foi criado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), para ajudar na orientação, coordenação e execução de medidas que viabilizassem a proteção e conservação dos recursos naturais brasileiros. Porém, ainda não havia, medidas efetivas que promovessem a proteção de ecossistemas ameaçados ou que estavam em vias de destruição ou desaparecimento, como afirma Brito (2003, p. 58):

Até meados da década de setenta, o Brasil não possuía uma estratégia nacional global para selecionar e planejar as unidades de conservação fosse por meio de legislação básica ou por declaração política. As Unidades de Conservação, até então, se justificavam pelas belezas cênicas que possuíam. A proteção dos ecossistemas e de espécies ameaçadas, do ponto de vista conceitual e metodológico, era ainda precária.

A partir de 1972, o Brasil firmou o compromisso assumido em Estocolmo⁷ de conciliar o desenvolvimento com a preservação ambiental criando a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) ligada ao Ministério do Interior.

No Brasil, a preocupação com o ambiente, quando comparada a outros países, principalmente aos Estados Unidos, surgiu tardiamente, passando a ser tratada de maneira oficial somente a partir de 1981, com a Política Nacional de Meio Ambiente, uma espécie de “carta de intenções” em relação à conservação do meio ambiente na esfera federal. Em 1981, foi instituído o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Há um capítulo dedicado exclusivamente as questões ambientais na Constituição Federal de 1988; o artigo nº 225 atribuiu ao poder público à responsabilidade de criar e gerir os espaços protegidos e considera as unidades de conservação da natureza como bens públicos de uso comum (MACIEL, 2007).

Pode-se afirmar, portanto, que no Brasil a preocupação com questões ambientais, e, com a proteção de áreas de relevância ecológica ganhou força apenas na década de 1980, com a criação de órgãos governamentais relacionados ao meio ambiente e de uma legislação específica que garantia a proteção dessas áreas, e, que estabeleceu unidades de conservação mais restritivas, como os parques, que seguem a linha preservacionista.

De acordo com Brito (2003) nos anos de 1980, surgiram importantes organizações ambientalistas; dentre elas está a Fundação S.O.S. Mata Atlântica criada no ano de 1987 em São Paulo. Esta organização não governamental (ONG) adquiriu um papel importante na conservação da Mata Atlântica. Ainda nos anos de 1980, a preocupação com a proteção dos apenas 8% restantes desse domínio, fez com que fossem utilizados os “tombamentos” para a proteção de áreas ainda preservadas. No ano de 1986, foi criada a Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo (SMA), que a partir de então, se tornou responsável pelos órgãos relacionados à pesquisa, proteção do meio ambiente e de áreas protegidas que continham remanescentes de Mata Atlântica.

A Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), veio regulamentar e

⁷ A conferência de Estocolmo, realizada em julho de 1972 foi o primeiro evento organizado em prol das preocupações com o meio ambiente global, na qual foram discutidas as primeiras medidas a serem tomadas pelos países a fim de solucionar os prováveis problemas ambientais que a comunidade científica já assinalava na época.

proporcionar uma reorganização das unidades de conservação e das áreas protegidas em todo o país. O SNUC e o decreto nº 5.758 de 13 de abril de 2006, que instituiu o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (BRASIL, 2006), seguem a tendência mundial de democratização e participação social no processo de gestão de unidades de conservação.

Em 2012, foi aprovada uma nova versão do Código Florestal que reeditou o texto de 1965 e gerou muita polêmica, já que trouxe uma proposta de reformulação e flexibilização da legislação ambiental brasileira e sendo alvo de controvérsia e discussão entre representantes do governo, membros da comunidade científica e ambientalistas.

3.2. Unidades de Conservação Proteção Integral: experiências e conflitos

A criação de Parques Nacionais, além de ser fenômeno global, foi influenciada por ideias preservacionistas, que sugeriam que áreas virgens e “intocadas pelo homem” deveriam receber proteção total, sendo permitidas em seu perímetro apenas atividades educativas e de recreação. Esta visão previa uma dissociação da relação homem-natureza que, subentendia como “natural” o ambiente anterior à interferência humana. Segundo esta visão, os grupos humanos deveriam se manter afastados destes lugares nos quais a vida silvestre prosperava e possibilitar dessa forma a preservação de suas características e da dinâmica natural (BRITO, 2003).

Num primeiro momento do despertar da consciência ambiental, o que motivava a criação de áreas naturais protegidas em todo o mundo eram principalmente as ideias de contemplação e socialização das belezas cênicas. No entanto, com o tempo, esses elementos deixaram de ter tanta importância e conceitos que priorizavam a conservação da biodiversidade relacionados à ecologia e as ciências biológicas ganharam cada vez mais importância no estabelecimento de áreas protegidas. A partir dessa nova concepção, era fundamental a manutenção e contemplação dos limites dos ecossistemas, seus processos biológicos e espécies. A conservação da biodiversidade e dos bancos genéticos como um dos objetivos da criação de parques nacionais e de outras áreas protegidas reforçou a ideia que a

presença humana nessas áreas deveria ser permitida, apenas, em situações particulares e restritas (BRITO, 2003).

Muitos parques no mundo foram estabelecidos onde já havia ocupação humana que, na maioria dos casos, foi retirada dessas áreas. Até 1933, já existiam muitos parques nacionais em todo o mundo; no entanto, não havia ainda regras específicas para a criação destas áreas protegidas (BRITO, 2003).

As primeiras regras específicas para a criação de Parques foram estabelecidas na Convenção para a Preservação de Fauna e Flora, que aconteceu em Londres em 1962. Neste mesmo ano, na I Conferência Mundial sobre Parques Nacionais, foram incorporadas também novas regras para a instituição dos mesmos, que até então deveriam estar sob uma ampla proteção legal e deviam resguardar a exploração de seus recursos naturais ou evitar qualquer dano causado pelo homem. A conferência apresentou o zoneamento como um avanço do estabelecimento de parques em todo o mundo, que abria a possibilidade de se preservar ecossistemas sob a forma de parque mesmo como algumas partes sendo utilizadas pelo homem. O conceito de zoneamento foi incorporado internacionalmente na formulação de diretrizes para áreas protegidas em 1972 na 12ª assembleia geral da UICN (BRITO, 2003).

A partir dos anos de 1950, as áreas protegidas se multiplicaram pelo mundo e havia uma grande preocupação com a perda de biodiversidade, principalmente nos trópicos. Houve, em países em desenvolvimento, uma multiplicação de áreas protegidas, e, essas áreas passaram a ser consideradas como espaços potenciais para o turismo, e também como uma ferramenta política de controle florestal (BRITO, 2003).

Segundo Morsello (2011), partir da década de 1970, a preocupação com a questão ambiental fez com que fossem procuradas formas mais racionais de conservar ecossistemas, e a teoria biogeográfica foi bastante utilizada para o estabelecimento das áreas prioritárias para conservação. Nem sempre o estabelecimento de uma unidade de conservação pode garantir a não extinção de espécies. Para que as extinções locais sejam evitadas devem ser levados em conta alguns aspectos como: tamanho mínimo de uma unidade, a distância entre unidades e a capacidade de dispersão das espécies. É um desafio estabelecer a área mínima,

e desta forma, torna-se imprescindível programas de reintrodução de espécies e manejo específicos sejam desenvolvidos para este fim.

Algumas categorias de manejo de unidades de conservação da natureza são reconhecidas internacionalmente como no caso dos Parques e das Reservas da Biosfera; já outras possuem significado local ou regional como as áreas de proteção ambiental (APAs). Dentre todas as categorias de áreas protegidas as que possuem uma política internacional para estabelecimento são os Parques e as Reservas da Biosfera. No entanto, no caso dos Parques, as regras não estão definitivamente claras, principalmente no que diz respeito à ocupação humana, os princípios de manejo mais utilizados continuam centrados no impedimento da ocupação e exploração dos recursos naturais⁸ (AMEND; AMEND, 1992 apud BRITO, 2003).

De acordo com Brito (2003), os primeiros Parques criados no Brasil estavam relacionados ao conceito de monumentos públicos naturais e tinham como objetivo resguardar porções do território nacional que apresentassem valor estético e científico.

Em relação à legislação que estabeleceu unidades de conservação da natureza de caráter mais restritivo no Brasil, a lei nº 4.771 de 15 setembro de 1965 definiu a criação de Parques e Florestas nacionais e a lei nº 5.197 de 3 de janeiro de 1967 instituiu os critérios para a criação das reservas biológicas.

Em 21 de setembro de 1979 foi promulgado o regulamento aos parques nacionais brasileiros, decreto nº 84.017, que ratificou a necessidade de elaboração dos planos de manejo para todos os parques nacionais. Nesse regulamento, o plano de manejo é descrito como “projeto dinâmico que, utilizando técnicas de planejamento ecológico, determine o zoneamento de um parque nacional, caracterizando cada uma das zonas e propondo seu desenvolvimento físico, de acordo com suas finalidades”. O decreto nº 25.341 de 4 de junho de 1986, que regulamenta os parques estaduais paulistas, segue os mesmos parâmetros da lei que estabeleceu as diretrizes nacionais para a criação de Parques. Ambos os decretos definem os parques como “áreas geográficas delimitadas, dotadas de atributos naturais excepcionais, objeto de preservação permanente, submetidas à condição de inalienabilidade e indisponibilidade no seu todo” (Art. 1º, §1º).

⁸ AMEND, Stephan & AMEND, Thora. Habitantes em los Parques Nacionales: una contradicción insoluble. In: AMEND, Stephan & AMEND, Thora (coord) Espacios sin Habitantes? Parques Nacionales del America del Sur. Caracas: Nueva Sociedad/UINC, 1992.

Segundo a legislação, o objetivo principal dos parques é a “preservação dos ecossistemas englobados contra quaisquer alterações que os desvirtuem.” (Art.1º, §3º.). Os parques destinados ao uso da população, devem cumprir papéis culturais, científicos, educativos e recreativos, “cabendo às autoridades [...] preservá-los e mantê-los intocáveis.” (Art.1º, §2º). Os decretos (Art.2º) ainda estabelecem que os mesmos devam ser destinados a fins científicos, culturais: educativos e recreativos e, criados e administrados pelo Estado, constituem bens destinados ao uso comum do povo, cabendo às autoridades, motivadas pelas razões de sua criação, preservá-los e mantê-los intocáveis. Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (2016), existem hoje no Brasil, 69 Parques Nacionais, 213 Parques Estaduais e 124 Parques Naturais Municipais. (Figura 3).

Segundo a lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que estabeleceu no Brasil o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e classificou as unidades de conservação da natureza no Brasil em duas categorias: as unidades de conservação de uso sustentável, cujo objetivo é a conservação da natureza com o uso sustentável dos seus recursos naturais; (Quadro1) e, as unidades de conservação de proteção integral que tem como objetivo a preservação da natureza, permitindo apenas o uso indireto dos recursos naturais. (Quadro 2).

Os Parques se enquadram na categoria de unidades de proteção integral e podem ser estabelecidos nas esferas nacional, estadual e municipal. Segundo SNUC (2000. Art. 11º) os Parques têm como objetivo:

“[...] a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico”.

Figura 3 - localização dos Parques existentes no Brasil

Fonte: MMA (2016). Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Nos anos de 1980, no estado de São Paulo, aconteceu o processo de tombamento que foi muito importante para a conservação nesse estado e também em outros onde o domínio da Mata Atlântica também está presente. O processo de tombamento proporcionou condições para a aprovação das reservas da biosfera no país (BRITO, 2000).

Pádua (1992)⁹ apud Brito (2003) aponta que muitos Parques e Reservas florestais no Brasil devido à falta de planejamento foram criados em resposta a pressões locais, situações oportunistas, ou como o resultado do entusiasmo de alguns conservacionistas. A grande maioria das áreas de proteção integral no Brasil tem menos que 100.000 hectares, área que seria suficiente para manter populações geneticamente viáveis para espécies de grande porte. Com exceção de algumas unidades de conservação da natureza presentes na região Amazônica, as demais têm áreas tão reduzidas que a efetividade da manutenção da biodiversidade ali presente é duvidosa. O estabelecimento de áreas protegidas no estado de São

⁹ PÁDUA, Maria Tereza Jorge. Diagnóstico de unidades de conservação no Brasil, 1992, 25 p. (xerox).

Paulo não foi diferente do restante do Brasil, e apresentou problemas, tais como: a falta de critérios técnico-científicos para a escolha de áreas e dos limites das unidades de conservação; a necessidade de resguardar remanescentes florestais antes que fossem devastados; a necessidade do estabelecimento de áreas de domínio público e livres de uso e o estabelecimento de categorias de manejo que não contemplam a realidade do local onde são implantadas as unidades de conservação.

Quadro 1- Unidades de conservação de Uso Sustentável

Categoria de Unidade de Conservação	Principais características e Objetivos	Tipos de Usos Permitidos
I- Área de Proteção Ambiental (APA)	<ul style="list-style-type: none"> - disciplinar o processo de ocupação humana - assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais Proteção da biodiversidade e de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais	<ul style="list-style-type: none"> -permite a ocupação humana - podem ser estabelecidas em áreas públicas ou privadas. Podem ser estabelecidas normas ou restrições para o uso.
II – Área de relevante interesse ecológico (ARIE)	Área de pequena extensão com pouca ou nenhuma ocupação humana, dotada de características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional ou local. <ul style="list-style-type: none"> -manter os ecossistemas de importância regional ou local -regular os usos permitidos compatibilizando-os com a conservação da natureza. 	<ul style="list-style-type: none"> -permite ocupação humana - pode ser estabelecida em terras públicas ou privadas. -podem ser estabelecidas normas e restrições para utilização de uma propriedade privada localizada em uma ARIE.
III- Floresta Nacional (FLONA)	<ul style="list-style-type: none"> - área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas 	Permite o uso múltiplo e sustentável dos recursos florestais <ul style="list-style-type: none"> -pesquisa científica -permanência de populações tradicionais
IV-Reserva Extrativista (RESEX)	<ul style="list-style-type: none"> - área de domínio público, com uso concedido à populações extrativistas tradicionais. - proteger os modos de vida e a cultura das populações extrativistas -assegurar o uso sustentável dos recursos naturais 	<ul style="list-style-type: none"> -visitação pública. -pesquisa científica - ocupação por populações tradicionais -extrativismo sustentável
V - Reserva de Fauna (REFAU)	<ul style="list-style-type: none"> -área natural de posse e domínio público, com animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> -visitação pública -pesquisas científicas
VI-Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS)	<ul style="list-style-type: none"> - preservar a natureza - assegurar meios e a reprodução das comunidades tradicionais - valorizar, conservar e aperfeiçoar as técnicas de manejo ambiental. Abriga populações tradicionais que baseiam sua existência em sistemas sustentáveis de exploração de recursos naturais.	<ul style="list-style-type: none"> - manejo sustentável e cultivo de espécies sujeito a um zoneamento. - pesquisa científica - sistemas sustentáveis praticados pelas comunidades tradicionais.
VII – Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)	Área privada que tem como objetivo conservar a diversidade biológica. Após a avaliação de um órgão público, é gravada com perpetuidade.	Pesquisa científica, visitação pública com objetivos turísticos, educacionais e recreativos.

Fonte: lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000.

Quadro 2- Unidades de conservação de Proteção Integral

Categoria de Unidade de Conservação	Principais características e Objetivos	Tipos de Usos Permitidos
I – Estação ecológica (ESEC)	Área de posse e domínio públicos que tem por objetivo a preservação da natureza e a realização da pesquisa científica.	-pesquisa científica com autorização do órgão responsável pela UC
II – Reserva Biológica (REBIO)	Área de posse e domínio públicos que tem como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites.	-pesquisa científica com autorização do órgão responsável pela UC -visitação pública com objetivo educacional e com autorização prévia.
III – Parque	Área geralmente extensa que tem como objetivo a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica	-pesquisa científica com autorização do órgão responsável pela UC -visitação pública sujeita a normas e restrições estabelecidas pelo plano de manejo - atividades de educação ambiental - turismo ecológico e recreação em contato com a natureza.
IV – Monumento Natural (MONA)	-preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica. - pode ser instituído em áreas particulares desde que os objetivos sejam compatibilizados com o uso da terra.	-visitação pública sujeita a normas e restrições estabelecidas pelo plano de manejo
V – Refúgio da Vida Silvestre (REVI)	-proteção de ambientes naturais que asseguram condições para a existência e reprodução de espécies ou comunidades da flora e da fauna	visitação pública sujeita a normas e restrições estabelecidas pelo plano de manejo. -pesquisa científica com autorização do órgão responsável pela UC

Fonte: lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000.

4. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

4.1. A ecologia da paisagem

A paisagem apresenta-se como uma categoria de análise dentro do horizonte de pesquisa da Geografia e que, no contexto geográfico, pode apresentar definições diversas. Segundo Maximiniano (2004) a paisagem pode ser entendida para a Geografia ocidental contemporânea como um produto visual de elementos naturais e sociais.

A origem da palavra paisagem em português deriva do termo francês *paysage*, relacionado à fusão de duas palavras derivadas do latim: a expressão *pagus* que, na época de expansão do império romano representava os marcos que delimitavam o território, e, *agem* expressão relacionada à ação humana (CAVALHEIRO, 1982).

Por muito tempo, a noção de paisagem esteve ligada à estética e às artes, considerada por muitos como o resultado da interpretação do observador a cerca do meio em que vive e do contexto histórico no qual se insere. No entanto, no século XIX, a noção de espacialidade da paisagem passou a ser desenvolvida pelos diversos ramos do conhecimento científico, principalmente pela Geografia, é relevante lembrar que, os trabalhos desenvolvidos pelo alemão Alexandre Von Humboldt deram contribuições importantes para a formulação do conceito moderno de paisagem.

Para Lang e Blaschke (2009), o conceito de paisagem através da poesia e da pintura se apresenta como um componente importante na linguagem cotidiana. A pintura da paisagem na Renascença era a expressão artística da perspectiva central e da descoberta da profundidade e de cenários em combinação com uma posição deslocada e escondida do observador. O idioma italiano também apresenta um termo que se refere à paisagem *paesaggio*, significa: o que se vê no espaço.

Na Alemanha, o termo *Landschaft*, foi utilizado, muitas vezes, para transcrever dados sobre áreas distintas do planeta (SCHIER, 2003). No século XVIII, Alexandre Von Humboldt apresentou pela primeira vez uma visão dos aspectos gerais da paisagem, levando em consideração seus diversos fatores, tais como: relevo, clima, vegetação. A concepção de Humboldt a respeito das paisagens, tendo

a vegetação como sua expressão máxima, mais tarde serviu de base para a formulação do conceito de Ecologia da paisagem proposto por Carl Troll (MAXIMINIANO, 2004).

Segundo Vitte (2011), à primeira vista os trabalhos de Humboldt são descritivos, destacando especificidades locais. O autor é considerado um enciclopedista e materialista. No entanto, o mesmo apresenta uma série de reflexões que pretendem uma ordenação causal não linear e, a não consideração de uma finalidade independente para o domínio da natureza. Assume em seu saber uma construção de uma forma científica procurando elementos regulares no conjunto de casos específicos.

Nucci (2007, p.89) destaca que a origem da palavra paisagem na língua alemã tem uma conotação geográfica e não somente ligada às artes:

Na língua alemã, o termo paisagem (*Landschaft*) contém uma conotação geográfico-espacial no prefixo “*land*”, diferentemente da paisagem com significado de cenário encontrado nas artes e na literatura. Os biogeógrafos europeus viram a paisagem não apenas como uma visão estética (como a maioria dos arquitetos da paisagem), ou como parte do ambiente físico (como a maioria dos geógrafos), mas como uma entidade espacial e visual da totalidade do espaço de vida humano, integrando geosfera, biosfera e noosfera (grego “*noos*” – mente).

Outros autores da Geografia clássica, como Ratzel e Ritter utilizaram o conceito de paisagem no século XIX. Ratzel utilizou o termo destacando o elemento antropogênico, dando ao mesmo uma conotação diferente da utilizada por Humboldt. Para Ratzel, o conceito de paisagem seria o resultado do distanciamento do homem da natureza (SCHIER, 2003).

Já no século XX, outros autores como Sauer, em sua obra “Morfologia da Paisagem”, consideram a paisagem como um resultado da associação das formas que se constituem de elementos materiais e recursos naturais disponíveis em um lugar, combinados às obras humanas, tratando a paisagem a partir de uma perspectiva morfológica em relação aos elementos naturais e humanos (MAXIMINIANO, 2004).

A partir da observação da vegetação em sua própria cidade natal, Carl Troll chegou a conclusão que dada à ocorrência de certas condições ambientais, algumas características relacionadas à vegetação poderiam ser encontradas em qualquer lugar do planeta. Troll viajou pela América do Sul, África e Ásia e pode confirmar suas teorias em campo. O que ele encontrou em campo passou a observar em fotografias aéreas. Em 1938, publicou o resultado de seu trabalho em

“Fotointerpretação e Pesquisa Ecológica” (TROPPMAIR, 1999).

Troll em seus estudos geoecológicos na Alemanha definiu a paisagem como a entidade total espacial e visual do espaço de vida humana, integrando a geosfera com a biosfera e seus artefatos noosféricos feitos pelo homem (NAVEH; LIEBERMAM 1994). Em 1938, um pouco depois do ecólogo inglês Arthur George Tansley ter formulado o conceito de ecossistema, Troll mencionou, pela primeira vez, o termo “Ecologia da paisagem” e enfatizou a importância da fotointerpretação para pesquisas em diversos ramos do conhecimento, além de tentar instigar a colaboração e a integração entre biólogos e geógrafos (TURNER; GARDNER; O’NEILL, 2001).

Para Troll, a noção básica da paisagem era a espacialidade e a heterogeneidade do espaço onde o homem habita. Para o autor, a paisagem era uma “entidade visual e espacial total do espaço vivido”. A ecologia da paisagem deveria se preocupar, portanto, com o estudo da heterogeneidade espacial, ou seja, das relações horizontais da paisagem; já o ecólogo do ecossistema se dedicaria a estudar as interações de uma comunidade com o sistema abiótico, relações verticais em um ambiente homogêneo. Uma paisagem heterogênea pode ser entendida como um conjunto que engloba aspectos naturais e culturais; esta é uma noção visual, espacial e global que faz parte das abordagens atuais da Ecologia da paisagem. Nesse sentido, a Ecologia da paisagem pode ser considerada como uma ciência integradora das ciências sociais geofísicas e biológicas, e que pretende compreender a paisagem de maneira global dando a devida importância ao ordenamento territorial (METZGER, 2001).

A Ecologia da paisagem tornou-se uma ciência independente e multidisciplinar e que, devido aos problemas ambientais atuais tem ganhado destaque. No entanto, possui duas correntes distintas: a que emprega o termo “ecologia da paisagem” em um sentido biológico proposta pelo próprio Troll, e outra corrente que emprega o termo em uma perspectiva econômica e que modifica totalmente o sentido do termo Ecologia (SANTOS, 2004).

Segundo Schmithuesen¹⁰ (1976) apud Troppmair (1999), o sentido da Ecologia da paisagem está no estudo das relações. O termo tem gerado dúvidas, interpretações e linhas de pesquisa diferentes e por este motivo, segundo o autor,

¹⁰ SCHMITHUESEN, Josef. Allgemeine Geosynergetik. Ed. Gruyter, Berlin, 1976.

deveria ser substituído por pesquisa da paisagem com enfoque ecológico.

De acordo com Vanwey, Ostrom e Meretsky (2009, p. 67), a Ecologia da paisagem pode ser definida como:

O estudo dos padrões de cobertura da terra, suas causas e implicações. A cobertura da terra pode referir-se a comunidades de vegetais e outras feições naturais, tais como dunas ou comunidades humanas ou, o que é mais útil a todos esses objetos. Ao considerar os processos subjacentes a esses padrões, a ecologia da paisagem mostra a importância do contexto no estudo das relações entre sociedade-ambiente.

Nucci (2007) afirma que, a Ecologia da paisagem surgiu como uma esperança de estudos que considerariam o ser humano e o meio físico. Suas origens estão na Europa Central e Ocidental, mais precisamente na Alemanha e Holanda. Na Europa, a ecologia da paisagem é utilizada como base científica para o planejamento, manejo, conservação, desenvolvimento e melhoria da paisagem.

A ecologia da paisagem também pode apresentar duas abordagens diferentes no que se refere à concepção do conceito de paisagem. Para Lang e Blaschke (2005), a mesma inclui as interações entre homem-ambiente explicitamente em sua construção mental e fornece métodos com interação espacial para a análise dos fenômenos.

Na prática, a ecologia da paisagem combina a abordagem horizontal da geografia, no que se refere ao exame espacial e a interação de fenômenos naturais, com a abordagem vertical do estudo ecológico, no estudo funcional das interações em determinado local ou ecótopo (NAVEH; LIEBERMAM 1994).

Metzger (2001) destaca que, a ecologia da paisagem teve um nascimento duplo e, por isso, possui dois enfoques distintos. A abordagem geográfica da ecologia de paisagens surgiu na Europa, idealizada por Carl Troll e outros geógrafos na Europa Oriental. A abordagem geográfica teve forte influência da Geografia Humana, da fitossociologia, da biogeografia e de disciplinas da arquitetura relacionadas ao planejamento regional.

A *International Association for Landscape Ecology* ou Associação Internacional de Ecologia da Paisagem (IALE), consolidou a Ecologia da paisagem como ciência interdisciplinar, com centenas de membros, pesquisadores acadêmicos, planejadores profissionais e gestores em cerca de 40 países. Um grande número de estudos ecológicos e livros sobre paisagem já foram publicados (NAVEH, 2004).

4.2. As abordagens da Ecologia da Paisagem e influências de outras teorias

A abordagem geográfica da Ecologia da paisagem, influenciada por geógrafos alemães e por outras áreas relacionadas ao planejamento regional apresenta três características a serem consideradas: preocupação com o planejamento da ocupação territorial por meio do estudo dos limites e potencialidades do uso econômico de uma paisagem; o estudo de paisagens modificadas pelo homem; e, a análise de amplas áreas enfocando questões de macro escala tanto espaciais quanto temporais (FORMAN; GODRON, 1986).

A abordagem ecológica tem seu foco no estudo e na compreensão dos padrões espaciais que as paisagens apresentam e nas consequências espaciais dos mesmos. A abordagem ecológica surgiu nos Estados Unidos e é mais recente, data da década de 1980. Foi formulada por biogeógrafos e ecólogos americanos que tentavam uma adaptação da teoria da biogeografia de ilhas para o planejamento e proteção de reservas em ambientes continentais (METZGER, 2001).

A partir da abordagem ecológica, Forman e Godron (1986), definem o foco da Ecologia da paisagem em três características que as paisagens apresentam: estrutura, ou o relacionamento entre as características dos ecossistemas ou elementos presentes; função, ou as interações entre os elementos espaciais, fluxos de energia materiais e espécies entre os componentes dos ecossistemas; e mudança, a alteração na estrutura e função do mosaico ecológico ao longo do tempo.

Turner (1989), sob o enfoque ecológico, considera que a ecologia da paisagem analisa amplas escalas espaciais e os efeitos ecológicos de produção de padrões espaciais nos ecossistemas, levando em conta o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial, as interações ao longo de paisagens heterogêneas, a influência da heterogeneidade espacial nos processos bióticos e abióticos e o manejo da heterogeneidade espacial.

A abordagem ecológica foi influenciada pela ecologia de ecossistemas, pela modelagem e análise espacial. Enfatiza a análise de paisagens naturais ou unidades naturais da paisagem e não trabalha com grandes escalas. A paisagem é definida na abordagem ecológica como: uma área heterogênea composta por conjuntos de ecossistemas que interagem, um mosaico de relevos, tipos de vegetação e formas

de ocupação, uma área espacialmente heterogênea; estuda principalmente os efeitos da estrutura espacial da paisagem sobre os processos ecológicos (METZGER, 2001).

De acordo com Turner, Gardner e O'Neill (2001), a teoria da biogeografia de ilhas (TEBI), proposta por MacArthur e Wilson (1963, 1967), foi particularmente influente no desenvolvimento da ecologia da paisagem, devido à analogia entre fragmentos de vegetação natural e ilhas oceânicas, sendo bastante útil no estudo de reservas naturais. Essa teoria tem sido interessante para observação dos efeitos do tamanho e isolamento de áreas naturais na sua eficácia para alcançar objetivos de conservação.

De acordo com Morsello (2011), tanto a teoria de biogeografia de ilhas (TEBI) quanto à teoria de metapopulações influenciaram na formulação de conceitos na Ecologia da paisagem. Forneceram todo um aporte teórico necessário para relacionar padrões espaciais e processos ecológicos. Segundo as teorias, a configuração espacial se expressa em particular pelo tamanho das manchas da paisagem e pelo grau de isolamento e conectividade de um mesmo tipo de unidade. Este fator é importante na determinação de uma série de processos ecológicos, como o risco de extinção e as possibilidades de migração ou colonização.

De acordo com Guariguata e Kattan (2002), a formulação da teoria da biogeografia de ilhas (TEBI) foi um marco na interpretação dos efeitos da fragmentação de ambientes terrestres. O desenvolvimento de estudos sobre ecologia da paisagem, principalmente no continente europeu, fez com que este tipo de abordagem fosse cada vez mais utilizada nos trabalhos a respeito da fragmentação de ambientes naturais. A Ecologia da paisagem veio unir os conhecimentos sobre ecologia de ecossistemas e geografia com aplicações ao planejamento e uso da terra, partindo do princípio de que a paisagem de uma região é formada por um mosaico.

Naveh e Lieberman (1994) afirmam que a ecologia da paisagem foi concebida em seus estágios de formação, principalmente como uma disciplina biogeográfica que relacionava a abordagem cronológica espacial do geógrafo e funcional estrutural do ecólogo. A ecologia da paisagem, em sua essência combinaria preceitos de outras três importantes teorias científicas: a teoria geral dos sistemas, a teoria da regulação cibernética e a teoria ecossistêmica.

Ainda sob uma abordagem ecológica dentro da ecologia da paisagem, Santos (2004) afirma que, a estrutura de uma paisagem pode ser observada pelos padrões e relações de distribuição entre os elementos espaciais, identificando-se três elementos básicos: matriz, manchas e corredores. Uma matriz pode ser considerada como o elemento da paisagem que exerce influência, controla a dinâmica e, normalmente, recobre a maior parte da área ocupada por algum tipo de vegetação, além de possuir um menor grau de fragmentação.

Autores como Naveh e Lieberman (1994), seguem uma abordagem geográfica da Ecologia da paisagem. Para estes, umas das características principais de sua teoria é o reconhecimento do papel dinâmico do ser humano nas modificações da paisagem, e o estudo das implicações ecológicas das mesmas. De acordo com os autores, enquanto o conceito da Ecologia da paisagem estava sendo formulado, também eram desenvolvidas ferramentas, técnicas e metodologias para aumentar a qualidade da análise da paisagem. Uma das mais importantes ferramentas para uma abordagem sistêmica e para a avaliação de paisagens é o sensoriamento remoto.

Para resolver o grande paradigma holístico da Ecologia da Paisagem, esses mesmos autores, criaram um novo conceito: o *Total Human Ecosystem (THE)* que seria uma espécie de super-sistema no qual o ser humano seria totalmente integrado com o ambiente (NUCCI, 2007).

A identificação de unidades homogêneas na paisagem é um processo complexo, pois deve considerar variáveis relacionadas ao ambiente natural e às modificações antrópicas, e permite, dessa maneira, a compreensão dos fatores responsáveis pela dinâmica da paisagem. Para cada unidade da paisagem, pode-se também determinar o nível de fragilidade ambiental e potencialidades de uso. Esse diagnóstico pode facilitar o processo de gestão do território.

Para Bastian, Kroner e Lipsky (2006), a delimitação de unidades de paisagem tem a vantagem de identificar as características da paisagem englobando todas as suas características, para, posteriormente, definirem-se modelos, metas e visões para o desenvolvimento das mesmas. O diagnóstico da paisagem, com a identificação das potencialidades e das fragilidades das unidades de paisagem homogêneas, representa o primeiro passo para o ordenamento territorial.

O enfoque geográfico da Ecologia da paisagem também leva em conta a

estrutura da paisagem e seus processos. Santos (2004, p.144) destaca alguns aspectos da perspectiva geográfica dentro da Ecologia da paisagem:

O enfoque geográfico também se preocupa com a estrutura da paisagem e seus processos. Contudo destaca a heterogeneidade como sistema integrado dos dois eixos (vertical e horizontal) do espaço, englobando o conhecimento científico de cada estrato ou elemento componente. Ele dá ênfase as relações do homem, tanto no espaço natural como naquele construído por ele, preocupa-se em apresentar aplicações práticas para a solução de problemas ambientais e trabalha em macroescalas temporais e espaciais dependentes da dimensão do território estudado e dos objetivos a serem atingidos. Os estudos costumam ser generalistas, sem focar componentes específicos do meio, como uma espécie de fauna. Dentro do enfoque geográfico, a paisagem pode ser vista como uma unidade de superfície em função de um atributo (paisagens geológicas, pedológicas e outros temas), mas dentro de um contexto integrado.

Portanto, sob o enfoque geográfico, atributos dos eixos horizontal e vertical combinados entre si é que definem as unidades de paisagem. Santos (2004, p.145) as trata como a síntese dos fatores que a constituem e representam um corpo complexo, função de todos os demais elementos que compõem o meio:

Assim, sob uma abordagem geográfica o primeiro passo é a identificação dos condicionantes ou indicadores, a fase inicial para um diagnóstico ambiental, pelo qual, é possível determinar as potencialidades, fragilidades, acertos, conflitos e condicionantes que geram restrições específicas a cada unidade de paisagem. Normalmente, há sempre um indicador que pode ser eleito como referência, como o relevo, a cobertura vegetal e o uso da terra, já que estão profundamente ligados à composição e transformação do espaço no tempo. Para delimitação de unidades de paisagem ainda se faz necessária à inclusão de aspectos da história local em sua compartimentação final, desde a evolução de processos erosivos às mudanças provocadas pelo tipo de uso da terra (SANTOS, 2004). Na abordagem geográfica o mosaico heterogêneo é visto sob a ótica humana, de suas necessidades, anseios e planos para a ocupação do território.

A abordagem geográfica tem seu foco no planejamento; na ocupação territorial; no reconhecimento dos limites e das potencialidades de uso econômico das unidades de paisagem; no estudo de paisagens fundamentalmente modificadas pelo homem e na investigação de áreas amplas, em macro escalas temporais e espaciais (METZGER, 2001).

Naveh (2004) destaca o papel da ecologia da paisagem entre as ciências ambientais, considerando-a como uma ciência interdisciplinar e holística de planejamento da paisagem, estudo e gestão, desenvolvendo-se nos últimos anos como uma ciência dinâmica global do ambiente.

Para Metzger (2001), as duas abordagens a respeito da ecologia de paisagem - a geográfica e ecológica não apresentam tantas distinções e a unificação dos dois ramos teóricos tem se configurado como um grande desafio para os teóricos da área. Ainda de acordo com o autor, um ponto central da análise da ecologia da paisagem seria o reconhecimento da existência de uma dependência

espacial entre as unidades da paisagem. A ecologia da paisagem, segundo este autor, insere um contexto espacial na ecologia e, o maior desafio dessa ciência seria estabelecer uma teoria de mosaicos.

Ainda segundo Metzger (2001), o grande desafio para o avanço da ecologia da paisagem é diminuir a distância conceitual, teórica e metodológica entre as abordagens geográfica e ecológica, visto que, uma proposta integradora entre as duas vertentes seria interessante do ponto de vista do planejamento e da gestão territorial, que necessitam de estudos padronizados visando melhores resultados para ações que visem à conservação.

4.3. O conceito de estrutura da paisagem

Diante da relação sociedade e natureza, o ambiente tem sido bastante alterado ao longo dos tempos, enfrentando o crescimento da fragmentação dos habitats e, conseqüentemente, a perda de biodiversidade. As paisagens muito modificadas pela ação humana, na maioria das vezes, atuam como verdadeiras barreiras para espécies de animais e vegetais.

Nas paisagens modificadas principalmente pelo padrão do uso da terra, os habitats naturais vão deixando de existir em grandes manchas e são reduzidos a fragmentos, existindo como ilhas entre paisagens urbanas, suburbanas e agrícolas (VANWEY; OSTROM; MERETSKY, 2009).

Pode haver, no entanto, uma conexão entre essas “ilhas” remanescentes em meio a uma matriz modificada pela ação humana. A conectividade entre fragmentos de vegetação pode ser entendida como a mobilidade que espécies podem apresentar em uma determinada paisagem, esta que diminui na medida em que a conectividade aumenta do ponto de vista humano (VANWEY; OSTROM; MERETSKY, 2009).

Lang e Blaschke (2009) afirmam que o conceito de estrutura da paisagem é relativamente recente na Ecologia da Paisagem, surgiu nos Estados Unidos, mas também é bastante utilizado em estudos em outros países. Corresponde ao estudo do mosaico da paisagem, que pode ser identificado como o padrão e o ordenamento espacial de unidades da paisagem em uma determinada área em estudo. Partem da idéia de que, feições espaciais e estruturais podem ser mensuráveis na paisagem e

caracteriza suas condições, seu desenvolvimento e as mudanças ao longo do tempo.

As estruturas presentes na paisagem são consideradas a expressão dos processos que ocorrem na paisagem. Ainda de acordo com esses autores, esses processos geram padrões e estruturas que são influenciados pelos efeitos da heterogeneidade espacial sobre os processos ecológicos. Para a quantificação e avaliação da estrutura da paisagem foi desenvolvido um conjunto de medidas de estrutura da paisagem conhecidas como métricas da paisagem.

A heterogeneidade interna do hábitat ocorre concomitantemente à perda de área. Quando ocorre a diminuição de área de um fragmento aumenta-se a área sob efeito de borda. A redução da área provoca a diminuição dos recursos e aumento da competição entre espécies (METZGER, 1999).

A estrutura de uma paisagem é designada por Lang e Blaschke (2009 p. 107), como: “complexos parciais que, de acordo com as esferas terrestres, participam da estrutura da paisagem”. Ainda segundo os autores, a estrutura de uma paisagem pode sofrer alterações constantes de origem antrópica, já que o homem neste caso é considerado como parte do sistema, a influência do ser humano na estrutura da paisagem pode ser identificada pelos tipos de uso da terra empreendidos.

A estrutura da paisagem pode influenciar na dinâmica de populações, interferindo nos riscos de extinção e nas possibilidades de deslocamento de algumas espécies pela paisagem (MORSELLO, 2011).

Para as mudanças na paisagem serem diagnosticadas são necessárias observações de aspectos relacionados à variabilidade qualitativa e quantitativa do uso e cobertura da terra. Para Santos (2004 p. 144) tais observações são imprescindíveis para o estudo de uma paisagem:

A observação das interações entre a estrutura da paisagem (tamanho, forma, arranjo e conexão entre seus elementos) e seus processos ecológicos permite que em vários fenômenos sejam averiguados, como: a capacidade do meio em recuperar-se e continuar em equilíbrio apesar de uma mudança; o tempo de sobrevivência de um sistema ou de algum de seus componentes; a resistência a mudanças, aos efeitos de barreira; as consequências das mudanças dos movimentos de transporte e agentes (organismos, água, ar) entre os elementos da paisagem; a medida da facilidade da ocorrência de fluxos biológicos (conectividade); a permeabilidade da matriz; a evolução da fragmentação relacionada aos tipos de perturbação; os efeitos de borda dos fragmentos; os pontos de ligação (áreas de hábitat dispersas) que facilitam os fluxos entre as manchas, e a variação da diversidade entre as paisagens. A observação ao longo do tempo também permite deduzir sobre os efeitos ou impactos cumulativos no meio.

Para Lang e Blaschke (2009), os processos que ocorrem nas paisagens são

responsáveis por padrões encontrados nas mesmas e são influenciados pelas estruturas espaciais dominantes. A idéia de estrutura da paisagem está relacionada ao surgimento da Ecologia da paisagem. Para o estudo da paisagem, faz-se necessário, portanto, a abordagem de pelo menos três aspectos: a estrutura, a função e a mudança. A ecologia da paisagem permite aplicar procedimentos analíticos que conduzem à observação, sistematização e análise combinada dos múltiplos elementos atuantes no ambiente.

Nas paisagens modificadas pelas atividades humanas, principalmente pelo tipo do uso da terra desenvolvido em uma determinada localidade, os habitats naturais vão deixando de existir em grandes manchas sendo reduzidos a fragmentos que formam “ilhas” entre paisagens urbanas, suburbanas e agrícolas. As paisagens antropizadas atuam como barreiras para espécies de animais e vegetais, que podem estar incompletas permitindo a passagem, em outros casos é praticamente impossível. As áreas das bordas de fragmentos florestais são as mais suscetíveis às perturbações e a pressões externas (VANWEY OSTROM; MERETSKY, 2009).

As bordas são definidas como áreas de transição entre unidades de paisagem, tendo características que dependem da escala espaço-temporal, e da interação entre as unidades de paisagem. Áreas mais expostas às perturbações externas possuem, na maioria das vezes, maior diversidade, densidade de espécies e maior produtividade biológica. Podem ser consideradas como área de controle de fluxos materiais, energéticos e biológicos das áreas no entorno (METZGER, 1999).

A extensão do efeito de borda depende das condições do meio, assim como das espécies e dos fatores ecológicos relacionados. As áreas de borda determinam a razão entre o número das espécies adaptadas às condições de borda e as espécies das zonas internas que são muitas vezes mais sensíveis à fragmentação. Existem duas categorias de bordas: as bordas simples, formadas pelo contato entre duas unidades; e, as complexas, formadas pela convergência de três ou mais unidades (METZGER, 1999).

Um ordenamento específico dos elementos da paisagem se origina padrões característicos que Forman (1994) chama de mosaico de manchas.

A configuração da paisagem corresponde à estrutura espacial do mosaico da paisagem, que se originou pela heterogeneidade da paisagem. O conceito de mancha, corredor e matriz são elementos estruturais e essenciais para o

entendimento da estrutura paisagem (LANG; BLASCHKE, 2009). (Figura 4)

Para Forman e Godron (1986, p.159), uma matriz pode ser considerada como: “um elemento estendido da paisagem relativamente homogêneo que inclui manchas e corredores de diferentes tipos, desempenha um papel relevante para o fluxo de energia, o ciclo de substâncias e para as espécies na paisagem”.

Lang e Blaschke (2009) afirmam que, para se determinar uma matriz, são levados em conta os seguintes critérios: área do elemento da paisagem que deve constituir 50% da área em relação aos menores elementos, seu grau de conectividade e seu controle sob a dinâmica da paisagem.

As manchas são identificadas como elementos não lineares que apresentam uma homogeneidade aparente e que interrompem a matriz (SANTOS, 2004).

Também denominadas como *patches* são consideradas como os menores elementos que se apresentam individualmente e que podem ser observados na paisagem.

Figura 4- o modelo mancha-corredor-matriz

Fonte: Lang e Blaschke (2009). Adaptação: Patricia do Prado Oliveira (2017)

De acordo com Lang e Blaschke (2009, p. 124), as manchas podem apresentar diferentes tamanhos e surgem da associação de espécies ou de elementos abióticos. Os autores também chamam atenção para importância da forma das manchas:

Grandes manchas incluem áreas com significativas distâncias dos seus limites externos. Além do tamanho, a forma tem um papel fundamental: formas alongadas entrecortadas contêm percentualmente menos áreas núcleo que formas compactas com superfícies iguais.

A fragmentação isola e reduz ambientes ameaçando de extinção algumas populações. A área de uma mancha pode ser o parâmetro mais importante para explicar as variações de riqueza de espécies. Essa riqueza pode diminuir quando a área de uma mancha fica menor do que a área mínima necessária para a sobrevivência das populações; e, tamanho necessário da área mínima pode variar em função das espécies presentes (METZGER, 1999).

O isolamento dos fragmentos interfere de maneira negativa ao reduzir a taxa ou as potencialidades de imigração. As espécies que conseguem permanecer em

fragmentos isolados tendem a se tornarem dominantes, e a diversidade diminui pela queda na riqueza de espécies. A conectividade é fundamental já que a sobrevivência das espécies em habitats fragmentados depende da capacidade dessas espécies de transpor a matriz. O tamanho da população varia em função da redução da área de habitat. Pode-se definir a conectividade como a capacidade da paisagem em manter os fluxos biológicos de organismos, sementes e grãos de pólen. (METZER, 1999).

Para Forman e Godron (1986), as manchas podem ser definidas como uma forma da superfície delimitada não linearmente com aparência distinta em relação ao entorno.

De acordo com Wiens (1997)¹¹ apud Lang e Blaschke (2009) os processos ecológicos que ocorrem dentro de uma mancha dependem de sua localização em relação à estrutura do mosaico e de seu entorno. Uma mancha do mesmo habitat pode ser de qualidade bem diferente, dependendo de sua vizinhança.

Os corredores são os elementos lineares de formas alongadas que possuem áreas interiores menores e podem apresentar também uma homogeneidade aparente, podem ser distinguidos da matriz e caracterizam um mosaico da paisagem (SANTOS, 2004).

Para Lang e Blaschke (2009), todos os elementos que não são manchas nem são identificados como matriz poderiam ser caracterizados como corredores.

Os corredores apresentam uma forma linear na paisagem que se diferenciam das áreas vizinhas e ligam pelo menos dois fragmentos que no passado tinham conexão. A largura dos corredores dependerá da escala de observação. São importantes no controle dos fluxos hídricos e biológicos na paisagem. Facilitam os fluxos entre os fragmentos e, deste modo, reduzem os riscos de extinção, favorecendo as recolonizações. Constituem uma espécie de suplemento de habitat e áreas de refúgio para a fauna quando ocorrem perturbações. A qualidade dos corredores também é importante no controle de fluxos, que podem variar dependendo dos tipos de espécies e vegetação presentes (METZGER, 1999).

Lang e Blaschke (2009) chamam atenção para o fato de que, o ordenamento da paisagem tem sido pouco considerado em análises e no planejamento. De acordo com os autores além da diversidade genética uma atenção especial precisa

¹¹ WIENS, J. A. The emerging role of patchiness in conservation biology. In: S. PICKETT et al. The ecological basis of conservation. Heterogeneity, ecosystems and biodiversity, 93-106. 1997.

ser dada à diversidade espacial, que pode ser quantificada pela distribuição dos elementos da paisagem. A diversidade da paisagem também pode expressar a estrutura total ou o mosaico de unidades espaciais na paisagem.

5. O ESTUDO DA PAISAGEM

5.1. Definição da área de estudo

A bacia hidrográfica foi definida como unidade de análise para este estudo. Para Santos (2004), este recorte espacial é muito usado, principalmente em avaliações ambientais, porque constitui um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras drenadas por um curso d'água e seus afluentes, onde acontecem integrações físicas, que podem ser interpretadas pelo *input e output*. Podem ser caracterizadas como unidades geográficas, onde os recursos naturais se integram, e podem ser facilmente reconhecidas como unidades espaciais (SANTOS, 2004).

A escolha da bacia hidrográfica como unidade de estudo é uma tendência mundial. A água, principalmente em ambientes urbanos, tem um papel fundamental e é um elemento dinâmico de interligação entre os compartimentos ambientais. Sua qualidade, e dos demais recursos ambientais é influenciada pela forma como são manejados em espaços urbanos e rurais (SOUZA, 2013).

A conservação e a integridade ecológica de remanescentes florestais em uma bacia hidrográfica urbana são fundamentais para a manutenção do ciclo hidrológico, pois além de permitirem a infiltração da água das chuvas, diminuem o volume do escoamento superficial, e contribuem para o conforto térmico, e para a redução da poluição difusa no ambiente urbano. Em planejamento urbano, adotar a bacia hidrográfica como unidade de referência possibilita reconhecer a presença de marcos da natureza que sobrevivem no ambiente urbano, permitindo, deste modo, a leitura dos diálogos e conflitos entre esses remanescentes e o ambiente construído¹² (GALDINO; ANDRADE, 2008 apud SOUZA, 2013).

Segundo Bartalini (2004), obras de saneamento “apagaram” os córregos que são observados hoje com dificuldade na paisagem urbana; existem apenas “vestígios” em locais com ocupação consolidada. O autor também destaca que, apesar do quadro atual, os rios sempre serviram às necessidades dos agrupamentos humanos e proporcionaram condições importantes para a vida

¹² GALDINO, Y. S. N. ANDRADE, L. M. S. Ecologia da Paisagem como Abordagem Metodológica para Avaliação da Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas e Fragmentos Verdes Urbanos: O caso da Sub-bacia do Córrego de Barbado – Cuiabá – MT. 2008

urbana como abastecimento, saneamento e transporte, lembrando que, os rios urbanos estiveram durante muito tempo a serviço da técnica, mas atualmente se trabalha com a possibilidade da recuperação das águas e margens com a implantação, por exemplo, de parques lineares ao longo dos rios em áreas urbanizadas.

Bartalini (2006) relata que, as calhas dos rios e as suas planícies foram comprometidas pela única função de servir ao transporte viário com a construção de avenidas, não havendo uma preocupação em reservar espaços para áreas verdes além dos canteiros centrais durante a canalização dos rios. A recuperação da vegetação seria uma alternativa, no entanto, sempre se utiliza o argumento de que as margens dos córregos podem ser alvos mais fáceis de ocupações irregulares se forem revitalizadas.

A escolha das bacias hidrográficas como unidade de estudo justifica-se pelo fato de representarem um limite ou uma região natural, mesmo estando localizadas em áreas urbanizadas. De acordo com Lang e Blaschke (2009) muitas vezes em pesquisas empíricas a paisagem, que deve ser tratada de forma sistêmica, é delimitada com uma unidade de referência administrativa, e isso pode influenciar nos resultados, pois os padrões de distribuição e de ocorrência dos processos ecológicos geralmente tem pouca relação com as fronteiras administrativas.

A bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (código 869922), um dos afluentes do rio Tamanduateí, está em uma área de urbanização consolidada e foi selecionada por apresentar em seu perímetro o Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI).

As bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho (código 86978) e São Miguel (código 8696358) e do córrego Santa Fé (código 869634) também foram selecionadas por abrangerem o Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) que atua como um divisor de águas na região orientando a drenagem desses afluentes do rio Tietê e Juqueri.

A bacia hidrográfica do rio Aricanduva (código 869932), um dos afluentes do rio Tietê, conta com a presença do Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC) que abriga algumas das cabeceiras de drenagem do rio Aricanduva. Nesta bacia há manchas de vegetação natural e/ou seminatural, que ainda não contam

com instrumentos de proteção ambiental e estão passando por estudos para o estabelecimento de Parques Urbanos e/ou Unidades de conservação da natureza.

As três unidades de conservação são fragmentos representativos de mata atlântica e que guardam espécies endêmicas e ameaçadas de extinção.

Não possuem a mesma função e importância que as Unidades de conservação da natureza presentes nas áreas de mananciais do município de São Paulo, mas, em meio à raridade de ambientes com vegetação natural, assumem funções ecológicas e paisagísticas muito importantes. Esses remanescentes florestais, apesar de contarem com mecanismos de proteção integral sofrem com a pressão e a expansão da urbanização e tem com isso seu estado de conservação ameaçado.

As bacias hidrográficas foram selecionadas por apresentarem problemáticas importantes para este trabalho: possuem remanescentes de cobertura vegetal natural e/ou seminatural em seus territórios que estão em condição de isolamento por uma matriz urbana e, que são protegidos em sua maioria por Parques, Unidades de conservação de proteção integral (figura 5).

A rede de drenagem tem sido tratada como um elemento estruturador das políticas ambientais no município de São Paulo desde a aprovação do Plano Diretor Estratégico em 2002, que tinha como meta, a ampliação das áreas que compõe o Sistema de Áreas Verdes do município. A criação de Parques Lineares em torno dos cursos d'água visava à estruturação de um sistema de áreas conectadas nas bacias hidrográficas, que continham a inter-relação entre os caminhos e o ambiente, tendo em vista a recuperação do sistema hídrico e também do estabelecimento de corredores ecológicos entre manchas de vegetação natural e/ou seminatural. Desta forma, estudos sobre a condição ecológica da vegetação remanescente nas bacias hidrográficas são importantes para ações de planejamento e para melhorar as condições de conservação em longo prazo desses espaços.

Figura 5 - Localização das áreas de estudo

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

5.2. Fontes de dados e informações

Para a reunião de informações sobre aspectos físicos e socioeconômicos foram utilizados dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e Atlas Ambiental do Município de São Paulo (SVMA).

Para a produção dos mapas de uso e cobertura da terra de 1962 e 1994, foram utilizadas fotografias aéreas do levantamento aerofotogramétrico do Estado de São Paulo, escala 1:25.000, executado pela Aerofoto Natividade Ltda, e do levantamento aerofotogramétrico de 1994, executado pela Base S/A, também em escala 1:25.000. As fotografias foram disponibilizadas pelo laboratório de Aerofotogeografia e Sensoriamento Remoto do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (LASERE/DG/USP) (Figuras 6, 7 e 8).

Para a produção do mapeamento de 2014-2015, foram utilizadas imagens do satélite *RapidEye*, georreferenciadas e disponibilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e que foram adquiridas para a realização do cadastro ambiental rural e que se destinam também ao desenvolvimento de estudos e projetos de pesquisa em instituições públicas mediante a autorização (Figuras 9, 10 e 11) ¹³.

O componente espacial do sistema *RapidEye* é formado por uma constelação de cinco satélites que realiza 15 voltas por dia em torno do planeta e a repetição confere eficiência e exatidão para as imagens geradas. Foi o primeiro sistema orbital a incluir a banda *Red-Edge* específica para estudos relacionados à vegetação, como por exemplo, o monitoramento da atividade fotossintética. A resolução inicial das imagens é de 6,5 metros; após a ortorretificação passam a ter 5 metros de resolução espacial e são compatíveis com a escala 1:25.000. Em relação a sua resolução espectral, apresenta o alcance de comprimento de onda entre 440 µm e 850 µm, e possui cinco bandas: azul, verde, vermelho, *red-edge* e infravermelho próximo (FELIX; KAZMIERCZAK; ESPINDOLA, 2009) (figura 12).

¹³ As imagens podem ser adquiridas gratuitamente via website <http://geocatalogo.mma.gov.br/>
Acesso em: 17/07/2015.

Figura 6 - Mosaico de Fotografias aéreas de 1962 e 1994 da bacia hidrográfica do rio Aricanduva

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 7 - Mosaico de Fotografias aéreas de 1962 e 1994 das bacias hidrográficas dos rios Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Figura 8 - Mosaico de Fotografias aéreas de 1962 e 1994 da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 9 - Mosaico das Imagens *RapidEye* da bacia hidrográfica do rio Aricanduva de 2014

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 10 - Mosaico das Imagens *RapidEye* das bacia hidrográfica do córrego Ipiranga

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 11 - Mosaico das Imagens *RapidEye* das bacia hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé de 2014 e 2015

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Figura 12 - Características do Satélite *RapidEye*

Fonte: *RapidEye* (2013).

Os momentos escolhidos auxiliaram na identificação das principais modificações produzidas pelo processo de ocupação humana na paisagem das bacias hidrográficas em estudo. Para elaboração do material cartográfico apresentado neste trabalho, foram utilizados os *softwares*: *Arcgis* versão 10.0 da empresa *ESRI* para a elaboração e edição dos mapas; *Fragstats 4.2* (McGARIGAL e MARKS, 1995) para a geração das métricas da paisagem; *ENVI 5.3* para a classificação supervisionada das imagens de satélite e geração de NDVI; e, *Idrisi Selva 17* para a geração dos mapas de mudanças no uso e cobertura da terra).

Como base cartográfica para produção dos mapas, foi utilizado o mapa digital da cidade de São Paulo¹⁴, que faz parte do sistema de dados abertos produzidos pela Prefeitura do Município de São Paulo em escala 1:5.000, que apresenta informações digitalizadas sobre quadras, hidrografia, topografia e limites administrativos. A partir das curvas de nível, foram gerados os mapas temáticos relacionados ao meio físico das áreas de estudo, que auxiliaram na caracterização geral das paisagens das bacias hidrográficas estudadas.

O fluxograma a seguir demonstra as etapas e a proposta metodológica para o estudo da paisagem das bacias hidrográficas em estudo (Figura 13).

Figura 13 - Metodologia para o estudo da paisagem

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

¹⁴ Disponível no website: < http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx > Acesso em: 20/06/2016.

5.3. Metodologia para o mapeamento

Para a reconstituição da paisagem das bacias hidrográficas em estudo, foram utilizadas fotografias aéreas dos anos de 1962 e 1994, digitalizadas com o auxílio de um *scanner*. As imagens foram digitalizadas com resolução de 600 dpi. O *software Adobe Photoshop* foi utilizado para a montagem dos mosaicos das fotografias aéreas que correspondem às áreas das bacias em estudo, que, posteriormente foram georreferenciadas no *software Arcgis* versão 10.0. Os mosaicos apresentaram até 1.5 metros de resolução espacial, e, posteriormente o tamanho do pixel foi reduzido para 5 metros de resolução espacial, com a ferramenta disponível no ENVI 5.3 *Resize Data*, para que não houvesse discrepâncias em relação às imagens do satélite *RapidEye* que possuem 5 metros de resolução espacial.

Posteriormente, os mosaicos foram segmentados no *software ENVI 5.3* para facilitar a classificação visual das feições, e, os arquivos foram exportados no formato *shapefile*. A interpretação visual foi feita manualmente no *software Arcgis*, gerando os mapas de uso e cobertura da terra para anos de 1962 e 1994 para as bacias hidrográficas estudadas. As classes dos mapas de uso e cobertura da terra foram identificadas com o auxílio da estereoscopia e com a observação das mesmas em papel. O limite entre as classes, no entanto, pode conter imprecisões devido à subjetividade e a dificuldade de interpretação de algumas classes nas fotografias mais antigas.

Para geração dos mapas mais atuais das bacias em estudo, foram utilizadas imagens do satélite *RapidEye* dos anos de 2014 e 2015 georreferenciadas e disponibilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). O mapeamento foi gerado a partir do método de classificação supervisionada orientada a objeto (OBIA). Foi feita a incorporação de dados auxiliares gerados com as visitas a campo e informações sobre as áreas de estudo antes, durante e depois do processo de classificação. A ferramenta *Google Street View* também auxiliou a identificação das feições. Para a realização da classificação orientada a objeto, foram utilizados os softwares *ENVI 5.3* (pré-processamento, classificação e pós-classificação) e *Arcgis 10.0* (edição dos mapas).

Na etapa de pré-processamento das imagens foram realizadas a calibração radiométrica das imagens e a conversão de números digitais (DN) para valores de

reflectância, transformando valores de radiância para valores de refletância bidirecional da superfície.

A partir dos valores de refletância, foi gerado o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), que auxiliou as etapas de segmentação e classificação das imagens (Figuras 46, 47 e 48). Foi realizada uma composição colorida das bandas 5 (infravermelho próximo), 4 (red-edge) e 3 (vermelho). Foi utilizada a ferramenta disponível no ENVI 5.3 *Example based feature extraction* para a classificação das imagens. Na classificação, foram utilizados dados de treinamento para atribuir a objetos de identidade desconhecida a uma ou mais características conhecidas. Depois da etapa de classificação das imagens, foi gerada a matriz de confusão para testar a exatidão das classificações a partir da ferramenta *Confusion Matrix Using Ground Truth ROI* disponível no ENVI 5.3. Para a bacia hidrográfica do rio Aricanduva, a acurácia obtida foi de 90.4% e o coeficiente kappa de 0,8901. Para a bacia hidrográfica do córrego Ipiranga acurácia obtida foi de 87.3% e o coeficiente kappa foi de 0.8440. Para as bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, a acurácia obtida foi de 88.1% e o coeficiente kappa foi de 0.8746.

Como base cartográfica auxiliar para o mapeamento, foi utilizado o Mapa do Uso e Ocupação do Solo do Município de São Paulo da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A (EMPLASA). Foram identificadas classes em relação ao uso estabelecido pelas atividades humanas e ao tipo de cobertura vegetal (Tabelas 1 e 2).

Em relação às classes de cobertura vegetal natural e/ou seminatural, foram identificados os diferentes estágios ou categorias de vegetação secundária que podem se desenvolver em áreas de interferência antrópica. O uso da terra desenvolvido pelas atividades como a agricultura, pecuária, mineração, na maioria das vezes descaracteriza a vegetação primária (BRASIL, 1992). Os estágios sucessionais foram agrupados nas classes apresentadas a seguir, e, sofreram generalização; por isso, os limites entre as classes, principalmente nas fotografias aéreas antigas, podem apresentar imprecisões.

Tabela 1 - Chave de interpretação para identificação das classes referentes ao uso antrópico

Classe	Definição	Chave de interpretação	Fotografia Aérea	Imagem de Satélite
Vias principais	Vias importantes e espaços de circulação	Textura: lisa Forma: linear
Área urbanizada	Predominância de espaços construídos.	Textura: rugosa Padrão: reticulado Forma: regular
Solo exposto	Solo com ausência de cobertura vegetal relacionado a atividades antrópicas	Textura: lisa Forma: regular
Silvicultura/ Bosque heterogêneo	Vegetação arbórea composta principalmente por eucaliptos.	Textura: rugosa Forma: regular
Área urbanizada com vegetação	Predominância de espaços construídos com a presença de vegetação antrópica e ou natural.	Textura: rugosa Padrão: reticulado Forma: regular
Agricultura	Predominância de áreas com cultivos.	Textura: lisa e intermediária Padrão linear, retangular.

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Tabela 2 - Chave de interpretação para identificação das classes referentes às classes de cobertura vegetal natural e/ou seminatural

Classe	Definição	Chave de interpretação	Fotografia Aérea	Imagem de Satélite
Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)	Vegetação arbórea em estágio médio e avançado de regeneração.	Textura: rugosa Forma: irregular
Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)	Vegetação arbóreo-arbustiva em estágio inicial e médio de regeneração	Textura: rugosa Forma: irregular
Campo	Vegetação composta por gramíneas	Textura: lisa
Campo úmido	Vegetação composta por gramíneas em áreas úmidas	Textura: lisa
Corpos d'água	Lagoas naturais, artificiais, córregos, rios e riachos.	Forma: linear e irregular

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a cobertura vegetal, diferentes fisionomias vegetais encontradas nas bacias hidrográficas em estudo foram generalizadas. Foram identificadas as seguintes classes:

- Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata): ocorre entre os estágios de médio a avançado grau de regeneração. Esta formação vegetal geralmente tem uma estrutura complexa, apresentando maior riqueza de espécies em três estratos: superior, estrato intermediário e inferior. Os padrões texturais variam entre fino,

médio e grosso, apresentando tonalidades de média a escura (SÃO PAULO, 1975) (Figuras 14, 16 e 16).

Figura 14 - Encosta com a presença de Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Figura 15 - Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) no PEFI (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Bruno Mencarini Schlogel (2017)

Figura 16 - Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) no PEJ (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, zona norte do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patrícia do Prado Oliveira (2016)

Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira): o estágio sucessional próximo ao da mata, ou, pode corresponder também ao estágio inicial ou médio de regeneração subsequente ao campo. Nas fotografias aéreas apresentam nuances médias na cor cinza e textura de fina a média (SÃO PAULO, 1975). Para efeito de generalização, foram agrupadas nesta classe as subcategorias enumeradas por Veloso (1991) como: capoeirão, capoeira propriamente dita, capoeirinha e capoeira rala (Figuras 17, 18 e 19).

Figura 17 - Parque Guabirobeira e encostas com presença Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Figura 18 - Floresta ombrófila densa secundaria inicial (capoeira) na borda do Parque Estadual Fontes do Ipiranga (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Bruno Mencarini Schlogel (2017).

Figura 19 - área que apresenta Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) na estrada de Ligação (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé zona norte do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patrícia do Prado Oliveira (2017)

- Silvicultura/bosque heterogêneo: composta por formações homogêneas, plantadas em maciços ou em talhões isolados, normalmente apresenta limites regulares de pinus e eucalipto. Esse tipo de formação vegetal apresenta uma textura que varia de fina a média e uma tonalidade de média a escura ou a intensa (SÃO PAULO, 1975). A plantação de pinus e eucalipto foi bastante desenvolvida na paisagem das bacias hidrográficas estudadas. Às vezes, esta formação vegetal apresenta vegetação composta predominante por eucaliptal, mas com sub-bosque com espécies nativas da Mata Atlântica, e, por isso, essa classe recebeu também a denominação de bosque heterogêneo (Figuras 20, 21 e 22).

Figura 20 - Silvicultura/bosque heterogêneo em área de recuperação no PNMFC (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 21 - Silvicultura/bosque heterogêneo Parque na Av. Miguel Estéfano (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 22 - Silvicultura/bosque heterogêneo no Parque Anhanguera (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, zona norte do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017)

- Brejo ou campo úmido: formação vegetal na qual predominam espécies higrófitas, adaptadas à condição de alagamento (SMA, 1993). Estão associados à presença de cursos d'água onde predominam espécies herbáceas (Figuras 23, 24 e 25).

Figura 23 - Campo úmido do córrego Copiaçu (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Figura 24 - Campo úmido na trilha do lago do PEJ (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, zona norte do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Figura 25 - Campo úmido no PEFI (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Bruno Mencarini Schlogel (2017)

- Campo: formado por uma cobertura de gramíneas e espécies herbáceas, havendo a ausência de árvores. Nas fotografias aéreas apresenta uma textura contínua de tonalidade clara (SÃO PAULO, 1975). Pode estar relacionado às atividades humanas e, neste caso, pode ser denominado também como campo antrópico. No Pico do Jaraguá, ocorre uma formação vegetal natural denominada de campo rupestre, que também foi incluída nesta classe; e, em alguns locais onde a classe foi identificada não é possível afirmar se este tipo de formação tem origem antrópica ou natural como no topo do Morro do Cruzeiro, localizado na bacia hidrográfica do rio Aricanduva (Figuras 26, 27 e 28)

Figura 26 - campo rupestre no PEJ (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé zona norte do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 27- campo no topo do Morro do Cruzeiro (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 28 - campo antrópico às margens da Rodovia dos Imigrantes (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

- Áreas de solo exposto ou de movimento de terra: estão relacionadas à presença de vias de circulação e de acesso, construções recentes e à atividade mineradora na região, e aos aterros sanitários presentes na paisagem das bacias hidrográficas (Figuras 29, 30 e 31).

Figura 29 - área de solo exposto nas proximidades do córrego Limoeiro (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Figura 30 - área de solo exposto na Estrada de Ligação (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho, São Miguel e córrego Santa Fé, zona norte do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 31 - solo exposto na Avenida Ricardo Jafet (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Área urbanizada com vegetação: nesta classe, foram agrupados canteiros centrais de avenidas, rotatórias, praças, parques urbanos, jardins públicos e áreas que apresentam cobertura vegetal em meio à área urbanizada. Esta classe pode ser

melhor identificada nas imagens do satélite *RapidEye* do que nas fotografias aéreas de 1962 e 1994; há maior precisão da interpretação da imagem de satélite em comparação com as fotografias aéreas pancromáticas, ou seja, no mapeamento de 2014/2015, as áreas urbanizadas com vegetação foram identificadas com maior acurácia. Está relacionada à infraestrutura estabelecida pelo processo de urbanização e são cada vez mais importantes para a qualidade de vida e também funcionam como espaços de lazer (Figuras 32, 33 e 34).

Figura 32 - Praça Pinheiro Cunha (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 33 - Praça Ademar Agenor Cardim (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 34 - Praça da cultura (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho, São Miguel e do córrego Santa Fé zona norte do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

- Área urbanizada e loteamentos: corresponde ao espaço construído e na maioria dos casos, nas bacias hidrográficas estudadas há regiões densamente urbanizadas e que às vezes seguem um padrão de ocupação horizontal de baixo padrão residencial. Nas fotografias aéreas de 1962 e 1994, os loteamentos também foram agrupados nessa classe, visto que, na época eram áreas com potencial para a urbanização. Os estabelecimentos comerciais e industriais também foram incluídos nesta classe (Figuras 35, 36 e 37).

Figura 35 - Vista do Mirante localizado na Gleba do Pêssego da área urbanizada (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Figura 36 - área urbanizada na R. Francisco Almeida Leite, Vila Jaraguá (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, zona norte do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Figura 37 - área urbanizada localizada na Avenida Ricardo Jafet (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

- Agricultura: inclui as áreas ocupadas por cultivos e atividade agrícola. Na bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, não foi identificado esse tipo de uso em 1994 e 2014 (Figuras 38 e 39).

Figura 38 - área ocupada por cultivos e atividade agrícola (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Figura 39 - área ocupada por cultivos e atividade agrícola na estrada de Ligação (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé zona norte do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

- Vias Principais: representa os principais e os mais importantes eixos de circulação na paisagem das bacias estudadas (Figuras 40, 41 e 42)

Figura 40 - Avenida Aricanduva (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 41 - Rodovia Anhanguera Figura: Praça da cultura (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé zona norte do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 42 - Avenida Prof. Abraão de Moraes (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

- Corpos d'água: a classe representa os lagos artificiais, rios, ribeirões e córregos identificados nas fotografias aéreas e nas imagens de satélite (Figuras 43, 44 e 45).

Figura 43- Lago das Ninfas no PEFI (bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, zona sul do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 44 - Lago no PEJ (bacias hidrográficas dos rib. Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé zona norte do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 45 - rio Aricanduva (bacia hidrográfica rio Aricanduva, zona leste do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 46 - NDVI da bacia hidrográfica do rio Aricanduva

Fonte: MMA, 2014. Organização: Patricia do Prado Oliveira (2016).

Figura 47- NDVI das bacias hidrográficas dos rios Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, município de São Paulo (SP) (2014-2015)

Fonte: MMA, 2015. Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2016).

Figura 48 - NDVI da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga

Fonte: MMA, 2014. Organização: Patricia do Prado Oliveira (2016).

Após a etapa de produção dos mapas de uso e cobertura da terra, as métricas da paisagem foram geradas para as áreas de estudo selecionadas no *software Fragstats 4.2.1*. A frequência relativa foi calculada para os dados no nível da mancha no *software Excel*.

Os mapas de uso da terra foram exportados para o *software Idrisi Selva 17.0*, no qual foram gerados os mapas de perdas, persistência e ganhos para as classes de cobertura vegetal e, também para as referentes à ocupação humana para ilustrar a dinâmica de uso e ocupação da terra e as principais mudanças na paisagem das bacias hidrográficas.

A partir da análise dos resultados, foram apontadas as principais tendências e prognósticos para as manchas de cobertura vegetal presentes na paisagem das bacias hidrográficas estudadas.

5.4. Métricas da paisagem

Foram geradas métricas da paisagem para as bacias hidrográficas em análise no nível de classe, com um arquivo *raster* obtido no *software Arcgis 10* a partir dos mapas de uso e cobertura da terra dos anos de 1962, 1994 e 2014/2015. As métricas da paisagem foram geradas no *software Fragstats 4.2.1* (McGARIGAL; MARKS, 1995). Foi realizada uma comparação dos dados obtidos na série histórica, identificando as mudanças a partir dos valores das métricas selecionadas obtidos para cada ano.

Foram analisados apenas os dados obtidos referentes à cobertura vegetal: floresta ombrófila densa em estágio tardio (mata), floresta ombrófila densa em estágio tardio (capoeira), campo e campo úmido. Foram calculadas métricas de diversidade espacial, de fragmentação, isolamento, conectividade e forma dos fragmentos (METZGER, 2003). A seguir, consta uma breve descrição das métricas selecionadas para a análise.

5.4.1. Métricas de área, bordas e subdivisão da paisagem.

As métricas de área são a base para o cálculo de outras métricas da paisagem e são importantes, pois a riqueza e abundância de algumas espécies dependem diretamente das dimensões dos fragmentos na paisagem para garantir sua existência (VOLOTÃO, 1998).

A área da classe é uma medida da composição da paisagem; especificamente, quanto da paisagem é composta por um tipo de mancha de uma classe específica. A porcentagem de paisagem quantifica a abundância proporcional de cada tipo de fragmento na paisagem.

O cálculo do número de manchas é uma medida simples da extensão da subdivisão ou fragmentação. Embora o número de fragmentos em uma classe possa ser fundamentalmente importante para uma série de processos ecológicos, muitas vezes, seu valor interpretativo é limitado por si só, já que, não transmite nenhuma informação sobre área, distribuição ou densidade. Se a área total da paisagem e a área da classe forem mantidas constantes, então o número de manchas transmite a mesma informação que a densidade dos fragmentos ou o tamanho médio dos fragmentos e pode ser um índice útil. (McGARIGAL, 2015).

As bordas podem explicitar a configuração da paisagem e muitos fenômenos ecológicos estão relacionados às bordas existentes na paisagem, que podem caracterizar pelo padrão espacial o efeito de borda, interferindo na intensidade dos ventos, na iluminação solar, no microclima e na produção de distúrbios (VOLOTÃO, 1998).

Para as classes de cobertura vegetal, foram avaliadas as área da classe (CA), porcentagem ocupada pela classe (PLAND), número de manchas disjuntas (NDCA), índice da maior mancha (LPI), total de bordas (TE) e tamanho médio dos fragmentos (AREA_MN). No nível da mancha, foi avaliada a frequência relativa para as manchas para a métrica área (AREA) (Tabela 3).

Tabela 3 - Métricas de área, bordas e subdivisão

Métrica	Fórmula	Intervalo/Unidade	Descrição
Área da classe (CA)	$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10,000} \right)$	CA>0 Hectares (ha)	Representa a soma de todas as manchas de uma determinada classe, e pode indicar o domínio de uma matriz.
Porcentagem da paisagem (PLAND)	$PLAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$	0 < PLAND ≤ 100 Porcentagem	Quantifica a abundância proporcional de cada tipo de fragmento na paisagem.
Índice da maior mancha (LPI)	$LPI = \frac{\max_{j=1}^n(a_{ij})}{A} (100)$	0 < LPI ≤ 100 Porcentagem	Indica a porcentagem de área total da paisagem ocupada pelo maior mancha. Uma mancha maior favorece dispersores, polinizadores e propágulos que abastecem fragmentos menores.
Total de Bordas (TE)	$TE = \sum_{k=1}^m e_{ik}$	TE ≥ 0, sem limite Metros	Comprimento total do perímetro (borda) para cada classe.
Área média das manchas (AREA_MN)	$MN = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{n_i}$	AREA_MN>0 Hectares	É igual à soma da área de todas as manchas da classe, divididos pelo número de fragmentos. Funciona como um indicativo de fragmentação.
Número de manchas (NP)	$NP = n_i$	NP ≥ 1 Sem limite	Maiores valores quantificam a fragmentação, e menores união ou desaparecimento de manchas de uma classe

Fonte: McGarigal (2015). Adaptação: Patricia do Prado Oliveira (2017).

5.4.2. Métricas de forma da paisagem

O tamanho e a forma dos fragmentos interferem em processos ecológicos importantes. A forma do fragmento relaciona-se diretamente com o efeito de borda. Manchas com formas muito recortadas e complexas podem apresentar valores maiores relacionados ao efeito de borda. O efeito de borda deve ser visto a partir de uma perspectiva centrada no organismo, porque influenciam cada espécie de forma diferente; Muitas têm uma afinidade para bordas, algumas não são afetadas, e, outras são afetadas adversamente. As bordas também se relacionam diretamente ao grau de heterogeneidade espacial em uma paisagem (VOLOTÃO, 1998).

A radiação solar incide de maneira mais direta nas bordas, e as mesmas são mais secas do que o interior das manchas. Estudos apontam que a diversidade de espécies é maior nas bordas, as espécies encontradas nas bordas são chamadas também de pioneiras. (FRANCO; HARPER, 1988; RODRIGUES, 1998; GINCIRENE, 2014).

No nível da classe foram analisados: o índice de forma médio (SHAPE_MN), índice de dimensão fractal (FRACT_MN), índice de contiguidade médio (CONTIG_MN) e círculo circunscrito relacionado médio (CIRCLE_MN).

No nível da mancha, foram avaliados: índice de forma (SHAPE), índice de dimensão fractal (FRACT), índice de contiguidade (CONTIG) e círculo circunscrito relacionado (CIRCLE).

Tabela 4 - métricas de forma

Tipo	Fórmula	Intervalo/Unidade de Medida	Descrição
Índice de forma médio SHAPE_MN	$SHAPE = \frac{.25 p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}}$	$SHAPE \leq 1$ Sem limite. Adimensional	Valores menores e mais próximos a 1 são mais favoráveis a conservação que indica um fragmento de forma simples
Círculo circunscrito relacionado CIRCLE_MN	$SQUARE = 1 - \left[\frac{a_{ij}}{a_{ij}^s} \right]$	$0 < CIRCLE < 1$ Adimensional	Indica o quanto a mancha se aproxima de um círculo sem ser influenciado pelo tamanho da mancha. Quanto mais próxima do zero a mancha apresenta um formato mais circular.
Índice de dimensão fractal FRAC_MN	$FRAC = \frac{2 \ln (.25 p_{ij})}{\ln a_{ij}}$	$1 \leq FRAC \leq 2$ Adimensional	Indica a complexidade da forma e leva em conta o tamanho da mancha. Se aproxima de 1 para formas com perímetros mais simples e de 2 para formas mais complexas
Índice de contiguidade CONTIG	$CONTIG = \frac{\left[\frac{\sum_{r=1}^z c_{ijr}}{a_{ij}^*} \right] - 1}{v-1}$	$0 \leq CONTIG \leq 1$ Adimensional	Avalia a conectividade espacial. Varia até 1 a medida que a conexão espacial aumenta.

Fonte: McGarigal (2015). Adaptação: Patricia do Prado Oliveira (2017).

5.4.3. Métricas de área interior

A área interior pode ser entendida como a área da mancha que não está sob influência do efeito de borda, que é resultado de uma combinação de fatores bióticos e abióticos que alteram as condições ambientais ao longo das bordas de uma mancha em comparação com os interiores das mesmas (McGARIGAL, 2015). Ela é um aspecto importante, porque algumas espécies não estão adaptadas a viver nas condições ambientais encontradas nas bordas das manchas e necessitam de características presentes no interior das manchas.

No nível da classe foram analisadas as métricas: média de área core (CORE_MN), número de áreas interior disjuntas (NDCA) e média do índice de área core (CAI_MN).

No nível da mancha foi calculada a frequência relativa para: área interior (CORE), número de áreas interior (NCORE) e índice de área interior (CAI).

Tabela 5 - Métricas de área interior

Tipo	Fórmula	Intervalo/Unidade De Medida	Descrição
Área interior (CORE_MN)	$CORE = a_{ij}^c \left(\frac{1}{10,000} \right)$	CORE $\geq$ 0, sem limite Hectares (ha)	A área interior representa a área da mancha delimitada a partir da distância especificada de profundidade de borda a partir do perímetro de uma mancha.
Número de áreas interior disjuntas (NDCA)	$NDCA = \sum_{j=1}^n n_{ij}^c$	NDCA $\geq$ 0 sem limite	Refere-se ao número de áreas interior contidas nas manchas
Média do Índice de área interior (CAI)	$CAI = \frac{a_{ij}^c}{a_{ij}} (100)$	$0 \leq CAI < 100$ Porcentagem	Expressa a porcentagem do fragmento que corresponde à área interior

Fonte: McGarigal (2015). Adaptação: Patricia do Prado Oliveira (2017).

5.4.4. Métricas de contraste e agregação

As métricas relacionadas ao contraste se referem ao grau de diversidade e a magnitude das diferenças entre uma mancha e suas adjacências. O efeito de borda pode ser influenciado diretamente pelo contraste, que determina também o isolamento de uma mancha. O efeito de borda pode ser influenciado diretamente pelo contraste, visto que, bordas que apresentam contraste alto podem inibir organismos a procurar recursos adicionais em manchas vizinhas. (DUNNING et al., 1992 apud McGARIGAL, 2015).

No nível da classe, foram analisadas as métricas: densidade de borda ponderada em contraste (CWED), média do índice de contraste de bordas (ECON_MN); porcentagem de adjacências semelhantes (PLADJ). No nível da mancha foi calculada a frequência relativa do índice de contraste de bordas (ECON).

Tabela 6- Métricas de contraste e agregação

Tipo	Fórmula	Intervalo/Unidade de Medida	Descrição
Média do Índice de contraste de bordas ECON_MN	$ECON = \frac{\sum_{k=1}^m (p_{ijk} \cdot d_{ik})}{P_{ij}} (100)$	Faixa $0 \leq ECON \leq 100$ Porcentagem	É uma medida relativa da quantidade de contraste ao longo do perímetro da mancha
Densidade de borda ponderada em contraste CWED	$CWED = \frac{\sum_{k=1}^m (e_{ik} \cdot d_{ik})}{A} (10,000)$	$CWED \geq 0$, sem limite Metros por hectare	Demonstra a quantidade de borda e contraste ao longo de uma mancha
Porcentagem de adjacências semelhantes PLAJD	$PLADJ = \left(\frac{g_{ii}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) (100)$	$0 \leq PLADJ \leq 100$ Porcentagem	Mede a quantidade de adjacências semelhantes quanto mais agregado maior será o valor

Fonte: McGarigal (2015). Adaptação: Patricia do Prado Oliveira (2017).

5.4.5. Métricas de isolamento

O isolamento está relacionado diretamente à subdivisão da paisagem e reflete o grau em que as manchas estão isoladas umas das outras; apesar do isolamento estar relacionado à subdivisão, nem sempre as manchas estão necessariamente isoladas (McGARIGAL, 2015).

Os cálculos das métricas de área interior e de isolamento requerem distâncias especificadas pelo o usuário, que podem variar de acordo com a abordagem do estudo desenvolvido.

Estudos de Rodrigues (1998) indicam que o efeito de borda em regiões de clima tropical para vários aspectos relacionados à vegetação tem 35 metros de largura. A radiação solar, por exemplo, incide de maneira diferente nas bordas, mais

diretamente havendo, dessa forma, um incremento de radiação nas bordas. As bordas também são mais secas que o interior dos fragmentos. Em relação à densidade das plantas, a mesma aumenta nas proximidades das bordas e diminui a partir dos 35 metros. Tendo como referência este autor, foi especificada a distância fixa de 35 metros para o cálculo das métricas de área interior.

Para o cálculo dos índices de proximidade e similaridade foi utilizada a distância de 100 metros já que, de acordo com estudos sobre o deslocamento de pequenos mamíferos em fragmentos de Mata Atlântica essa distância parece ser a distância limite para a movimentação dos mesmos (PIRES et. al, 2002; DROBOVOLSKI, 2006)

As distâncias escolhidas para o cálculo do índice de proximidade, de similaridade e conectividade; e, para a análise do efeito de borda podem mudar de acordo com a espécie analisada. Neste estudo não há um foco em um organismo específico, portanto, foram escolhidos valores baseados em estudos mais genéricos em ambientes tropicais (DROBOVOLSKI, 2006).

No nível da classe, foram geradas e analisadas as métricas: índice de proximidade médio (PROX_MN), índice de similaridade médio (SIMI_MN) e o índice de conectividade (CONNECT). No nível da mancha, foi calculada a frequência relativa para índice de proximidade (PROX) e para o índice de similaridade (SIMI).

Tabela 7 - Métricas de isolamento

Tipo	Fórmula	Intervalo/Unidade	Descrição
Índice de proximidade PROX	$\text{PROX} = \sum_{s=1}^n \frac{a_{ijs}}{b_{ijs}^2}$	$\text{PROX} \geq 0$ adimensional	Considera o tamanho e a proximidade de todos os fragmentos que estão dentro de um raio de busca especificado em relação ao fragmento focal.
Índice de Similaridade SIMI	$\text{SIMI} = \sum_{s=1}^n \frac{a_{ijs} \cdot d_{ik}}{b_{ijs}^2}$	$\text{SIMI} \geq 0$ adimensional	Considera o tamanho e a proximidade de todos os fragmentos, independente da classe, que estejam dentro de um raio de pesquisa especificado do fragmento focal.
Índice de conectividade CONNECT	$\text{CONNECT} = \left[\frac{\sum_{j \neq k}^n c_{ijk}}{\frac{n_i (n_i - 1)}{2}} \right] (100)$	$0 \leq \text{CONNECT} \leq 100$ porcentagem	Expressa a união entre as manchas de uma classe

Fonte: McGarigal (2015). Adaptação: Patricia do Prado Oliveira (2017).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. A paisagem da Bacia Hidrográfica do córrego Ipiranga

6.1.1 Histórico de ocupação e uso

A bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (código 869932) está localizada a sudeste do município de São Paulo entre os paralelos 23°33'59" e S 23°40'18"S e os meridianos 46°37'49"O e 46°36'38"O (Figura 49). O córrego Ipiranga é um dos afluentes da margem esquerda do rio Tamanduateí, pertencente à bacia hidrográfica do Alto Tietê (BHAT) e sua bacia apresenta uma área de 23,1 quilômetros quadrados. O córrego Ipiranga percorre um trajeto de aproximadamente nove quilômetros de extensão até desaguar no rio Tamanduateí. A região drenada pelo córrego Ipiranga tem um histórico de inundações. A bacia abrange os distritos do Ipiranga, Cursino, Jabaquara e Vila Mariana (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2015).

As nascentes do córrego que ficou famoso em razão da proclamação da independência do Brasil encontram-se, localizado no Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) que guarda um importante remanescente de Mata Atlântica em uma região de urbanização consolidada. Duarte (2014, p.13) destacou características importantes da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga:

A rede hidrográfica presente anuncia que em suas sub-bacias, se localizam as nascentes que constituem as cabeceiras do histórico riacho do Ipiranga, que segundo o conceito de bacia hidrográfica, abastecem – em seu trajeto – lagos artificiais. Após o abastecimento, suas águas se juntam em um reservatório maior sob a Rodovia dos Imigrantes para, em seguida, percorrer cerca de 7 km canalizados a céu aberto, separando as pistas de duas importantes avenidas (Ricardo Jafet e Abraão de Moraes), tendo sua foz algumas centenas de metros adiante do Museu Paulista, no rio Tamanduateí. Este por sua vez, afluente do rio Tietê, faz parte da grande sub-bacia hidrográfica do Alto Tietê. Assim, revelando problemáticas ambientais envolvidas quanto a seu indevido manejo já que abastece uma região hidrográfica com grande ocupação urbano-industrial.

O córrego Ipiranga acabou dando nome ao bairro no qual está localizado. Em tupi *Ypiranga* quer dizer “rio vermelho” (y: rio, piranga: vermelho) provavelmente pelo aspecto barrento de suas águas. Assim como outros córregos na região metropolitana de São Paulo, também recebe dejetos industriais e esgoto doméstico, o que compromete a qualidade de suas águas (Figuras 50 e 51).

Figura 50 - Imagem de negativo de vidro mostra o riacho do Ipiranga na região onde hoje é o Monumento à Independência na década de 1920 (zona sul do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Acervo do Museu Paulista da USP/José Rosael / Hélio Nobre.

Figura 51 - Imagem atual do córrego Ipiranga onde hoje está o monumento da Independência (zona sul do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 49 - Localização da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

De acordo com Ramos (2011) o bairro do Ipiranga teve origem do fracionamento de pequenas propriedades rurais das quais os proprietários não tinham oficialmente a posse das terras, fato que facilitou a atuação do conde José Vicente de Azevedo que esteve à frente dos primeiros loteamentos na região (RAMOS, 2001).

O processo de grilagem também esteve presente, já que existiam terras devolutas na região das quais não havia registros de propriedades (JOSÉ, 2010).

O Museu Paulista, foi inaugurado em 1895, o que favoreceu o surgimento de loteamentos nos arredores. A extensão das linhas de ferro promovida pela Companhia Paulista de Transporte determinou a expansão dos loteamentos no Ipiranga já que, a linha férrea promovia uma integração do bairro ao centro. Alguns bairros da capital, como é o caso do Ipiranga tornaram-se um centro expandido da cidade de São Paulo (JOSÉ, 2010).

No século XIX, devido ao tamanho reduzido do centro urbano de São Paulo, o Ipiranga era considerado um bairro distante desse centro, e, até essa época o preço dos terrenos eram baixos devido à distância da área central. A região contava com a presença de chácaras, que, foram loteadas no início do processo de industrialização. A produção de café estabeleceu a infraestrutura necessária ao desenvolvimento da indústria, iluminação e a construção de ferrovias.

De acordo com José (2010), até a década de 1920, a região ainda tinha um caráter rural e passava por um processo de urbanização lenta e gradual, fato que começou a mudar a partir de 1930. Em 1960, o Ipiranga já era ocupado por grandes unidades fabris. A maior parte das indústrias localizava-se nas várzeas do Tamanduateí e nas proximidades da estrada de ferro. Na região do alto do Ipiranga ainda existiam poucas fábricas.

Os distritos que abrangem o perímetro da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga são: Cursino, Ipiranga, Jabaquara, Saúde e Vila Mariana. De acordo com dados dos censos demográficos do IBGE, essas localidades apresentaram uma taxa de crescimento média negativa entre 1980 e 2000, no entanto, entre 2000 e 2010, houve uma média de taxa de crescimento positiva e um incremento da população total dos distritos em questão, o que significa que, houve um crescimento populacional nas últimas décadas no entorno imediato do Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) (Figura 50, tabelas 8 e 9).

Figura 52 - Distritos que abrangem a bacia hidrográfica do córrego Ipiranga

Fonte: Mapa digital da cidade de São Paulo (2016).

Tabela 8 - População Recenseada dos distritos que abrangem a bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1980-2010)

Unidades Territoriais	1980	1991	2000	2010
Cursino	116.473	110.435	102.089	109.088
Ipiranga	117.588	101.533	98.863	106.865
Jabaquara	196.151	214.350	214.095	223.780
Saúde	136.221	126.596	118.077	130.780
Vila Mariana	143.222	132.822	123.683	130.484
Total	709.655	685.736	656.807	700.997

Fonte: IBGE - Censos Demográficos 1980, 1991, 2000 e 2010.

Tabela 9 - Taxas de crescimento da população dos distritos que abrangem a bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1980 – 2010)

Unidades Territoriais	Taxa de Crescimento 1980/1991	Taxa de Crescimento 1991/2000	Taxa de Crescimento 2000/2010
Cursino	-0,48	-0,87	0,67
Ipiranga	-1,33	-0,3	0,78
Jabaquara	0,81	-0,01	0,44
Saúde	-0,66	-0,77	1,03
Vila Mariana	-0,68	-0,79	0,54
Total	-0,468	-0,548	0,692

Fonte: IBGE - Censos Demográficos 1980, 1991, 2000 e 2010.

6.1.2. O Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI)

O processo para o estabelecimento do Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) data do século XIX e também é parte importante da história da região. Quando as áreas para a criação do Parque foram definidas, o grande objetivo da criação deste Parque era preservar a mata existente devido à presença dos mananciais que, além de guardarem as fontes ou nascentes do histórico riacho do Ipiranga, tinham potencial para abastecimento da região. Em 1895, a Repartição de Águas do Estado de São Paulo começou a desapropriação das matas, capoeiras e pequenas chácaras existentes onde fica hoje o bairro da Água Funda, com o intuito de preservar a vegetação e de realizar a captação das águas que abasteciam alguns bairros da zona leste da cidade de São Paulo. (HOEHNE et al. 1941, HOEHNE 1949, 1951 apud ROCHA, CAVALHEIRO, 2001)¹⁵.

O Parque ficou recebeu várias denominações ao longo do tempo: Mata do Governo, Parque da Água funda, Parque das cabeceiras do Ipiranga, Parque do Estado. Mas hoje é conhecido como Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI). A função de manancial que determinou a sua criação foi abandonada em 1928, devido à poluição e o baixo volume d'água. Em 1929, com a intenção de criação de um Parque formaram-se dois grandes lagos artificiais: um dentro do atual Zoológico e o outro entre o Zoológico e o Jardim Botânico, que recebeu o nome de Lago das Garças (Figura 53) (HOEHNE et al. 1941, HOEHNE 1949, 1951 apud ROCHA, CAVALHEIRO, 2001).

O governador Abreu Sodré, em 17 de janeiro de 1969 declarou como áreas de preservação permanente (APP) todos os bosques e matas do PEFI. Oficialmente o Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) foi estabelecido pelo decreto lei nº 52.281 de 12 de agosto de 1969 (PECCININI, 2000).

¹⁵ HOEHNE, F.C. 1949. Relatório anual do Instituto de Botânica: exercício de 1948. Secretaria da Agricultura. São Paulo. HOEHNE, F.C. 1951. Relatório anual do Instituto de Botânica: exercício de 1950. Secretaria da Agricultura, São Paulo.

Figura 53 - O portão histórico da área de abastecimento de água no Jardim Botânico (zona sul do município de São Paulo (SP))

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O PEFI está localizado a sudeste do município de São Paulo, e com 526,38 hectares pode ser considerado o maior fragmento da região metropolitana de São Paulo. Além disso, guarda as nascentes do córrego Ipiranga, de importância histórica, já que, foi às margens deste córrego que foi proclamada a Independência do Brasil. O simbolismo histórico do córrego acabou contribuindo para a preservação de suas nascentes (SÃO PAULO, 2008).

O PEFI está na divisa do município de São Paulo com o de Diadema, e tem em seu entorno os bairros do Jardim Santo Antônio do Cursino, Jardim Imperador, Parque Bistrol, Jardim Celeste; ao norte, a Vila Moraes, Vila Água Funda; e, a oeste, a Vila Guarani, Vila do Encontro, Vila Fachini, e, Cidade Vargas.

Devido à situação de isolamento em meio a uma região densamente urbanizada pode ser considerado uma “ilha florestal” que desempenha um papel importante na preservação da fauna e flora, na regulação climática, na qualidade do ar e no controle das cheias locais, já que a região é um ponto crítico em relação às enchentes (FERNANDES, 2015).

Além de ser uma unidade de conservação da natureza de proteção integral, o PEFI tem em sua extensão uma Reserva Biológica estabelecida pelo mesmo decreto que criou o Parque. De acordo com Barbosa et. al. (2002), a Reserva Biológica é uma área que deve estar livre de perturbações antrópicas, pois possui

espécies da fauna e flora local de interesse científico para a preservação integral da biota. Os órgãos responsáveis pela Reserva Biológica são Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG – USP) e o Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA – SP) (BARBOSA; POLOMATI; PECININI, 2002).

Fernandes (2015) observa que, apesar desta área de ser chamada de reserva biológica pelo decreto de criação do PEFI, sua definição no plano de manejo da unidade de conservação não condiz com os objetivos da categoria de unidade de conservação de Reserva Biológica definida pelo SNUC, além disso, no cadastro de unidades de conservação, o PEFI consta como parque estadual e não como reserva biológica.

A importância do PEFI foi reconhecida pelo Conselho do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo (CONDPHAAT) que, a partir de 1994, começou o processo de tombamento destacando sua importância ambiental regional, histórica e cultural. A área tombada abrange quase todo o limite do Parque que possui uma parte de sua área delimitada como Reserva Biológica e outra estabelecida como Área Natural Tombada (BARBOSA; POLOMATI; PECININI, 2002).

Nas dependências do Parque Estadual, estão instituições ligadas ao lazer à pesquisa e ao serviço social de domínio público e privado: a Fundação Parque Zoológico constituído pelo Parque Zoológico e o Zoo Safari de São Paulo; o Hospital da Água Funda; o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo; o Centro de Exposições Imigrantes e o Batalhão de Polícia (BARBOSA; POLOMATI; PECININI, 2002)

De acordo com Fernandes (2015, p. 13) “A Secretaria de Agricultura e Abastecimento e o Instituto Geológico, que também faziam parte do parque, foram “desafetados” pela Lei nº 14.944 de janeiro de 2013, para a expansão do Centro de Exposições Imigrantes”. (Figura 54)

A gestão do Parque Estadual Fontes do Ipiranga é feita pelo Conselho de Defesa do Parque Estadual Fontes do Ipiranga (CONDEPEFI) que consiste em um Conselho Consultivo criado pelo decreto nº 43.342, de 22 de julho 1998. A função do CONDEPEFI é garantir a gestão integrada e sustentável do PEFI, bem como a execução das ações do Programa Eco-Desenvolvimento do Parque Estadual das

Fontes do Ipiranga (ECOPEFI), que tem como objetivo promover o desenvolvimento sustentável e ampliar a oferta de atividades que visem a conservação, pesquisa, educação, cultura, lazer e negócios, mediante a integração das unidades existentes no Parque.

O plano de manejo da unidade estabeleceu um zoneamento que visa garantir que a proteção e manutenção dos atributos ambientais e seguiu as orientações do Roteiro Metodológico de Planejamento do IBAMA (2002).

O plano de manejo reconhece a importância da permanência das instituições presentes do PEFI e sua função ligada a de cultura, lazer e educação, mas sinaliza que são necessárias normas para a recuperação da vegetação remanescente que já foi bastante alterada.

Segundo Hoehne (1933) apud Barros et al.(2002), a floresta existente no PEFI é uma floresta secundária¹⁶. Por este motivo, o PEFI não se enquadraria plenamente na categoria de Parque, unidade de proteção integral definida pelo SNUC, que define que os Parques devem preservar ecossistemas naturais íntegros de grande relevância ecológica e beleza cênica. No entanto, devido às excepcionalidades de condições e a escassez de áreas com vegetação natural remanescente, o PEFI se destaca como um importante fragmento de vegetação na metrópole paulista.

¹⁶ HOENE, F. C. Observações e quatro novas espécies arborescentes do incipiente Jardim Botânico do Estado de São Paulo. *Ostenia*, 1933: 287-304, tab 1-8.

Figura 54 – o Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) e suas instituições

Fonte: ECOPEFI (2008). Adaptação: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

O plano de manejo ainda estabeleceu um zoneamento que institui cinco zonas para o Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), e, devido à urbanização consolidada no entorno o Parque não possui uma zona de amortecimento (Figura 55):

- A Zona Potencial Primitiva: tem como objetivo deter a degradação dos recursos naturais e promover a restauração da floresta, e necessita de projetos de recuperação e manejo;

- A Zona de Recuperação Experimental: corresponde a áreas de recuperação da floresta e de retirada dos eucaliptos, e que podem ser consideradas como territórios para interferência experimental;

- A Zona de Manejo Intensivo: tem como objetivo a recuperação através de manejo induzido, principalmente onde aconteceram incêndios;

- A Zona de Patrimônio Histórico, Cultural e Natural: tem como objetivo proteger sítios históricos em harmonia com o meio ambiente e inclui os espaços construídos;

- A Zona de Uso Conflitante: tem como objetivo de manejo minimizar os impactos sobre a Unidade de Conservação. São áreas com vegetação alterada, espaços de ligação com os ambientes naturais, e as áreas históricas do Parque.

No plano de manejo ainda são enumerados os pontos fortes, fracos e as oportunidades internas do Parque e do entorno. Dentre os pontos negativos cabe destacar: o adensamento dos espaços construídos nas imediações do PEFI, a dificuldade em estabelecer uma zona de amortecimento para o mesmo, e a dificuldade de restauração da conectividade do PEFI com outras manchas de vegetação devido à distância, já que está 25 quilômetros distante do Parque Estadual da Cantareira e a 17 quilômetros de manchas de vegetação situadas no entorno da Represa Billings; além disso, as áreas verdes no entorno são escassas e contam com a presença de espécies exóticas, fatos que dificultam a conectividade com outras manchas de vegetação.

Portanto, apesar da floresta ainda presente no PEFI ter sido expressivamente alterada em decorrência da interferência antrópica, a existência dessa unidade de proteção integral se justifica perante o contexto de escassez de manchas de vegetação natural, relacionado ao desmatamento empreendido durante a expansão da urbanização. Lembrando sua importância ambiental, sua relevância histórico-

cultural também merece destaque, já que, guarda as nascentes do histórico riacho do Ipiranga, onde aconteceu o lendário episódio da Independência do Brasil. Além das nascentes, o Parque ainda conta a presença de importantes instituições de grande relevância científica, ambiental e patrimonial, e que recebem milhares de visitantes. Contudo, a paisagem do PEFI ainda guarda as marcas que remontam uma preocupação com o abastecimento e que foram primordiais para o estabelecimento das primeiras áreas protegidas na cidade de São Paulo.

Figura 55- Zoneamento do PEFI

Fonte: ECOPEFI (2008).

6.1.3. Relevo, Geologia e Solos

Em relação à geologia, segundo Peixoto e Theodorovicz (2009), a bacia hidrográfica do córrego Ipiranga situa-se em uma região de contato entre rochas pré-cambrianas pertencentes ao complexo Embu, de depósitos aluvionares, que conta com a presença da formação Resende. A maior parte da bacia apresenta, portanto, sedimentos da Bacia Sedimentar de São Paulo. (Figura 57)

Em relação às características do relevo na bacia, ainda de acordo com Peixoto e Theodorovicz (2009), destacam-se três patamares ou unidades: colinas dissecadas e morros baixos, planícies e tabuleiros dissecados (Figura 56).

Na escala de detalhe do PEFI, podem ser avistados alguns afloramentos rochosos. De acordo com Reis (2002), podem ser identificadas as seguintes unidades geológicas: sedimentos quaternários dispostos em planícies aluviais associados à drenagem atual, que apresentam uma textura argilosa, maciça e de cor amarelo ocre; depósitos de idade terciária a noroeste, que correspondem a lamitos, maciços, argilo-siltosos, com grãos esparsos de quartzo, de espessura máxima de 15 metros, depositados por fluxo de detritos e estão relacionados à formação Resende; rochas pré-cambrianas com elevado grau de alteração que ocupam boa parte do PEFI: biotita gnaiss de textura fina homogênea e de cor de alteração vermelho escuro e muscovita-biotita gnaiss fino com vênulas de quartzo orientadas segundo a foliação. Devido ao potencial metamórfico, provavelmente pertençam ao complexo Embu.

A área de estudo está situada na Província do Planalto Atlântico, Zona do Planalto Paulistano. O Planalto Paulistano caracteriza-se como uma região de terras altas, constituída por rochas cristalinas pré-cambrianas e cambro-ordovicianas, cortadas por intrusivas basálticas e alcalinas mesozóicas terciárias e pelas coberturas das bacias sedimentares de São Paulo e Taubaté. A forma dominante dos topos é convexa, com densidade elevada de canais de drenagem e vales profundos. O Planalto Paulistano apresenta um relevo suave com altitudes que variam entre 715 e 900 metros. (Figura 58). O PEFI está localizado sob um sistema de pequenas colinas e espigões locais que se desenvolvem sobre os sedimentos da Bacia de São Paulo e sobre as áreas de origem pré-cambrianas (REIS, 2002).

A bacia hidrográfica do córrego Ipiranga apresenta declividades menores que 10%, e, na área onde está o PEFI, a declividade varia e chega a mais que 30% em alguns pontos (Figura 59).

A área pertence ao Domínio de Mares e Morros Florestados definidos por Ab'Saber (1970), caracterizado por formas onduladas, topos convexos e topografia pouco movimentada e que faz parte dos rebordos do espigão central de São Paulo.

No PEFI, as porções leste, sudeste centro sul e sul sudoeste apresentam as maiores elevações do terreno. Estas colinas são também divisoras de água da sub-bacia do rio Ipiranga, cujas nascentes estão localizadas no PEFI. Há também, patamares convexizados, que são superfícies aplainadas, com topos convexos de curvatura, apresentando altitudes abaixo de 800 metros localizadas nas porções oeste, noroeste, e norte do parque, próximos ao contato com a Bacia Sedimentar de São Paulo, e onde estão as principais instituições dentro do PEFI (REIS, 2002).

Os fundos de vale são planos e foram formados provavelmente pela deposição de sedimentos quaternários e de origem fluvial. As margens dos canais fluviais são superfícies aplainadas de altitude inferior a 775 metros nas porções oeste, norte e central do PEFI (REIS, 2002).

De acordo com Reis (2002) ocorrem no PEFI solos que estão associados às principais unidades geológicas identificadas: rochas pré-cambrianas, depósitos terciários e quaternários. Os solos associados aos depósitos terciários são do tipo latossolo vermelho amarelo, e, que possuem muitas semelhanças em relação aos solos que se desenvolvem em áreas pré-cambrianas, no entanto, apresentam uma textura mais argilosa. São solos normalmente profundos e com boa capacidade de retenção de água, e, solos pobres e ácidos com pequena retenção de bases por parte das argilas. Os solos desenvolvidos sobre os depósitos quaternários são hidromórficos, maçicos, argilosos e de coloração bruma pálida.

Figura 56 - Unidades de Relevo da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga

Elaboração Patrícia do Prado Oliveira (2015).

Figura 57 - Geologia da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga.

Elaboração Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Figura 58 - Hipsometria da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga

Elaboração Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Figura 59 - Declividade da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga

Elaboração Patricia do Prado Oliveira (2017).

6.1.4. Clima

O PEFI está localizado a sudeste do município de São Paulo e está inserido na região da bacia hidrográfica do rio Tietê que compreende uma região bastante ampla.

Devido à sua localização sofre influência marítima do oceano Atlântico. Está em uma região de transição brusca do litoral para terras altas que estão expostas a correntes atmosféricas trazidas pelo vento cuja direção é SE- NW.

As condições fisiográficas criaram um clima temperado com regime de chuvas no verão, inverno seco e temperatura média do mês mais quente abaixo dos 22°C e do mês mais frio abaixo dos 18°C que na classificação de Kropfen recebe a denominação de Cwb.

De acordo com os trabalhos de Tarifa e Armani (2000), a bacia do córrego Ipiranga apresenta-se na unidade climática natural de clima tropical úmido de altitude do planalto paulistano e nas unidades climáticas urbanas: central, maior parte da área e uma pequena porção na unidade climática periférica.

6.1.5. Flora e Fauna

O tipo florestal presente no PEFI é representado pelo grupo das florestas pluviais tropicais do Domínio da Mata Atlântica, especificamente pelo grupo das florestas estacionais semidecíduais de planalto. As florestas de planalto foram as que mais sofreram com a devastação e são um dos ambientes mais fragmentados e ameaçados (PIVELLO, PECCININI, 2002).

Veloso et. al. (1991), descrevem que esse tipo florestal está condicionado pela existência de duas estações climáticas: uma tropical com intensas chuvas de verão seguidas por estiagem e outra subtropical, sem período seco, mas com uma seca fisiológica causada pelo frio intenso do inverno. Veloso et al., (1991, p.74) também enumeram as principais características dessa formação vegetal:

[...] é constituída por fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas (catáfilos ou pêlos), tendo folhas adultas esclerófilas ou membranáceas decíduais. Em tal tipo de vegetação, a porcentagem das arvores caducifólias no conjunto florestal e não das espécies que perdem folhas individualmente situa-se entre 20 e 50%. Nas áreas tropicais é composta por mesofanerófitos que revestem em geral solos areníticos distróficos. Já nas áreas subtropicais é composta por macrofanerófitos em face de revestirem os solos basálticos eutróficos.

O PEFI está situado no planalto paulista e é um dos fragmentos mais importantes que resistiram ao intenso processo de urbanização. Devido à intensa circulação humana as áreas florestais nativas sofrem perturbações diretas e indiretas decorrentes do processo de fragmentação e isolamento, além de interferências das atividades humanas em seu entorno e interior. Abriga florestas secundárias em estágio secundário de regeneração e degeneração (PIVELLO; PECCININI, 2002).

De acordo com estudo de Pivello e Peccinini (2002), o PEFI apresenta cinco tipos florestais: floresta com o dossel heterogêneo e de porte alto, situada a uma altitude de 815 metros em um terreno inclinado que pode estar em uma situação tanto regenerativa quanto degenerativa; floresta com o dossel heterogêneo de porte baixo, considerada degradada por ações diretas e indiretas (retirada de madeira, cultivo de espécies rudes exóticas, queimadas e deposição de lixo); floresta com o dossel homogêneo denso, possuindo uma grande concentração de árvores que variam de quatro a seis metros de altura; floresta com o dossel descontínuo e degradada: que sofreu degradação devido a um incêndio; e, floresta com o dossel homogêneo e esparsa: que apresenta a maior diversidade de espécies entre os cinco tipos florestais nativos.

O PEFI possui uma fauna rica que abrange populações de bugios, tatus, gambás, preguiças, cotias, teiús, calangos, sapos, cobras e muitas aves, é inclusive rota migratória de algumas espécies (BARROS et al., 2002).

Faltam ainda pesquisas sobre a fauna silvestre do PEFI. De acordo com o plano de manejo, há espécies ameaçadas de extinção e o local também é abrigo para avifauna e áreas de nidificação (SÃO PAULO, 2008).

6.1.6. Evolução do uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014)

Foram produzidos mapas de uso e cobertura da terra para a reconstituição da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (Mapas 1, 2, 3). A partir dos mesmos, foi feita identificação e quantificação das principais mudanças que ocorreram em um período de 55 anos (Tabela 10). As mudanças provocadas pelo processo de urbanização foram observadas a partir da variação de área ocupada pelas classes de uso relacionadas às atividades antrópicas (vias principais, área urbanizada, solo exposto, área urbana com vegetação) e pelas classes de uso relacionadas à cobertura vegetal (floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira), campo e silvicultura/bosque heterogêneo) (Gráficos 1, 2 e 3).

Tabela 10 - Quantificação do uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), município de São Paulo (SP)

Área em hectares (ha) Porcentagem de área ocupada% e Variação%	área (ha)	Porcentagem%	área (ha)	Porcentagem%	Variação%	área (ha)	Porcentagem%	Variação%
Classes de uso e cobertura da terra	1962		1994			2014		
floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)	330,4	14,2	265,1	11,4	-19,7	291,9	12,6	10,1
floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)	68,8	3	65,3	3	-5,08	65,7	3	0,02
campo	323,9	14	31,5	1,3	-90,2	22,7	1	27,9
campo úmido	0,18	0	0,18	0	0	0,18	0	0
silvicultura/ bosque heterogêneo	23,3	1	26	1,1	11,5	36,4	1,4	40
agricultura	98,3	4,4	-	-	-	-	-	-
área urbanizada com vegetação	189,8	8,2	262,2	11,3	38,1	404,3	17,5	54,1
área urbanizada/loteamentos	1.196	52	1.535,4	66,3	27,7	1361	59	-12
solo exposto	62,4	2,6	16,4	0,7	-73,7	20,4	0,8	24,3
vias principais	5	0,02	90,4	3,9	1700	94,3	4	4,31
corpos d'água	15,2	0,6	21	1	-	16,2	0,7	22,8
área total da paisagem:						2.313,1 hectares		

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Mapa 1 – Uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em 1962, município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Mapa 2 – Uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em 1994, município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Mapa 3 – Uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em 2014, município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Gráfico 1 – Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em 1962, Município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Gráfico 2 - Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em 1994, Município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Gráfico 3- Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em 2014, Município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Os resultados apresentados são referentes às classes de uso e cobertura da terra relacionadas às atividades antrópicas obtidas a partir da fotointerpretação visual de fotografias aéreas e da classificação das imagens do satélite *Rapideye*. A tabela na sequência (Tabela 10) foi produzida no *software Idrisi Selva 17.0* a partir do cruzamento de informações da área ocupada por cada classe em hectares nos intervalos de tempo entre 1962 e 1994 (primeiro período) e 1994 e 2014 (segundo período) e mostra as perdas e ganhos de área que cada classe de uso e cobertura da terra sofreu durante o período analisado. A partir dos dados apresentados também foram produzidos os mapas de perdas, ganhos e persistência para as classes que apresentaram variações importantes, e que ajudam a compreender a dinâmica de uso e cobertura da terra na paisagem na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga.

Entre 1962 e 1994 a paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga perdeu 362,1 hectares de cobertura vegetal natural e/ou seminatural. Durante o último período houve um saldo positivo de 18 hectares, porém não se pode afirmar que houve recuperação, pois se trata de uma diferença muito pequena que pode estar relacionada inclusive, com a diferença entre a análise de produtos do sensoriamento remoto diferentes: fotografias aéreas e imagens de satélite.

Tabela 11 - Perdas e ganhos em hectares para as classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Classes de uso e cobertura da terra	1962-1994		1994-2014	
	Perdas	Ganhos	Perdas	Ganhos
floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)	-110	44	-44	70
floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)	-62	59	-48	49
campo	-311	19	-24	16
silvicultura/bosque heterogêneo	-18	21	-18	29
agricultura	-77	0	0	0
área urbanizada com vegetação	-158	229	-161	304
vias principais	0	69	-3	41
área urbanizada/loteamentos	-129	465	-314	139
solo exposto	-62	15	-15	20
corpos d'água	-5	10	-8	4

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Observou-se com a restituição das fotografias aéreas do ano de 1962 que a bacia hidrográfica do córrego Ipiranga já estava entre os espaços mais urbanizados do município de São Paulo nesta época, com mais da metade de sua área total 52% de 2313,1 hectares ocupados pela área urbanizada, pode-se afirmar que em 1962 já havia na paisagem uma matriz urbana.

Em 1962 havia a presença ainda de áreas com cultivos ou agricultura, herança de um passado em que, pequenas propriedades rurais faziam parte da paisagem da região, observa-se, ainda em 1962, a presença de atividade agrícola principalmente nas várzeas e margens do córrego Ipiranga, ainda não canalizado e em condições mais próximas as naturais.

Foram identificados 98 hectares em 1962 para a classe agricultura. Em 1994 e 2014 a classe não estava mais presente na paisagem. A agricultura portando, deixou de ser desenvolvida durante o segundo período entre 1994 e 2014.

Nas fotografias aéreas pancromáticas de 1962 ainda não estavam presentes as principais vias de acesso: Avenida Doutor Ricardo Jafet, Avenida Abraão de Moraes, Avenida dos Imigrantes e o Complexo Viário Salim Farah Maluf. Em 1994 as vias principais já estavam presentes e ocupavam 90,4 hectares que correspondiam a 3,9% da paisagem. Em 2014 foram identificados 94,3 hectares para a classe, ou 4% da paisagem da bacia.

Em 1994, a área urbanizada passou a ocupar 1535,4 hectares ou 66,3% da paisagem. Entre 1962 a 1994 houve um acréscimo de 27,7% da área ocupada pela

classe. Em 2014 foram identificados 1.361 hectares de área urbanizada que ocupava 59% da paisagem (Figura 60).

A classe área urbanizada com vegetação em 1962 correspondia a 189,8 hectares, e a 8,2% da paisagem. Em 1994 passou a ocupar 262,2 hectares, 11,3% da paisagem. Em 2014, a classe ocupava 404 hectares, 17,5% da paisagem, houve um acréscimo de área de 34,1% entre 1994 e 2014. Em virtude do processo de ocupação essa classe pode ter se expandido graças ao acréscimo de infraestrutura promovido pela urbanização, destacando a importância da presença desses espaços para a qualidade de vida e também funcionam como espaços de lazer. Outra possibilidade para o aumento da classe pode estar no fato da maior precisão da interpretação da imagem de satélite em comparação com as fotografias aéreas pancromáticas, ou seja, no mapeamento de 2014 a área urbanizada com vegetação foi identificada com maior acurácia (Figura 61).

Juntas as classes área urbanizada e área urbanizada com vegetação em 2014 correspondiam a mais de 75% do total da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga.

Na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, nota-se que já em 1962, 82,4% do total da paisagem correspondia ao uso e ocupação de origem antrópica. A presença da cobertura vegetal já era pouco expressiva e correspondia a 17,6% da paisagem, e se limitava praticamente ao perímetro atual do Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI). É possível afirmar, desta forma, que já havia a presença de uma matriz predominantemente antrópica na região, desde a década de 1960.

A classe solo exposto em 1962, ocupava 62,4 hectares e correspondia a 2,6% da paisagem. Em 1994, o solo exposto ocupava 16,4 hectares, e 0,7% da paisagem houve, portanto, uma diminuição de 73,7% da área ocupada entre 1962 e 1994, essa diminuição pode estar relacionada à consolidação do processo de urbanização. Em 2014 foram identificados 20,4 hectares de solo exposto que correspondiam a 0,8% da paisagem. Houve um pequeno acréscimo de área entre 1994 e 2014. Normalmente o crescimento dessa classe de uso está ligada a obras e expansão de vias de acesso.

Figura 60 - Perdas, ganhos e persistência de área para a classe área urbanizada na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 61- Perdas, ganhos e persistência de área para a classe área urbanizada com vegetação na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe silvicultura/bosque heterogêneo em 1962 ocupava 23,3 hectares e correspondia a 1% da paisagem. Em 1994 passou a ocupar 26 hectares correspondendo a 1,1% da paisagem. Houve um acréscimo de 11,5% de área para a classe durante o período. Em 2014 foram mapeados 36,4 hectares que correspondiam a 1,4% da paisagem. Houve um acréscimo de 40%.

O gráfico Evolução do uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (Gráfico 4) mostra a variação da área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra ao longo do período analisado. Nota-se que as maiores variações entre as classes de uso aconteceram no primeiro período, principalmente em relação ao crescimento da área urbanizada, construção das principais vias de acesso, desaparecimento da atividade agrícola na região, e o desaparecimento das áreas que apresentavam campo. No segundo período as maiores variações apareceram para a classe área urbanizada com vegetação.

Gráfico 4– Evolução do uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

6.1.7. Métricas da Paisagem para as classes de cobertura vegetal natural e/ou seminatural da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga

Para as classes de cobertura vegetal floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) e campo foram geradas as métricas da paisagem no software *Fragstats 4.2*. As classes de cobertura vegetal presentes na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga praticamente correspondem ao perímetro atual do Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI).

A (Tabela 12) contém os dados obtidos a partir da geração das métricas de área, para bordas e subdivisão para as classes de cobertura vegetal da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga: área da classe (CA) porcentagem na paisagem ocupada pela classe (PLAND), número de manchas (NP), O índice da maior mancha (LPI), total de bordas (TE) e a área média das manchas (AREA_MN).

Na análise no nível da mancha foi gerada a frequência relativa para a métrica área das manchas (AREA).

Tabela 12 - Métricas de área, bordas e subdivisão da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Classe	campo			floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)			floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
	1962	1994	2014	1962	1994	2014	1962	1994	2014
Métrica									
CA	323,95	31,57	22,76	74,60	75,19	64,23	319,27	250,80	288,38
PLAND	14	1,3	0,9	3,2	3,2	2,7	13,8	10,8	12,5
NP	224	25	67	85	39	75	51	16	3
LPI	3,34	0,63	0,15	0,68	2,47	1	8,36	5,45	6,61
TE	214.100	24.335	24.110	55.395	34.625	40.490	63.980	59.910	40.000
AREA_MN	1,44	1,26	0,33	1,01	2,61	0,96	7,03	8,28	97,3

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) em 1962 correspondia a 319,27 hectares, o que representava 13,8% da paisagem. Em 1994 passou a ocupar 250,8 hectares que correspondiam a 10,8% da paisagem.

Os mapas de perdas, ganhos e persistência (Figuras 62, 63 e 64) mostram onde aconteceram essas variações de área ocupada pela classe, onde houve uma provável regeneração e onde houve degradação que se relaciona principalmente a

interferência antrópica. Em 1993, houve um incêndio provocado pela queda de um balão que deu origem a uma grande área degradada em parte de uma encosta e de um topo de morro. Esse fato explica a redução de área ocupada pela classe entre o primeiro período (1962-1994). Além disso, houve uma redução de área ocupada pelo Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) entre o primeiro período devido a obras viárias e do avanço da urbanização na porção mais ao sul (PIVELLO, PECCININI 2002).

Figura 62 – Perdas, ganhos persistência de área para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014). município de São Paulo (SP)

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Em 2014 foram identificados 288,38 hectares pertencentes à classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) que correspondiam a 12,5% da paisagem, houve, portanto, um acréscimo de área ocupada pela classe na paisagem da bacia do Ipiranga de 15% da área anterior de 1994 a 2014. Esta variação positiva pode estar relacionada a uma provável regeneração da vegetação, o aumento da área ocupada por um tipo de vegetação em estágio mais avançando de desenvolvimento e representa um aspecto positivo para a conservação.

A classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) em 1962 correspondia a 74,6 hectares e a 3,2% da paisagem. Em 1994, a classe apresentava 75,19 hectares e correspondia 3,2% da paisagem. Em 2014 a classe ocupava 64,23 hectares e 2,7% da paisagem. Houve, portanto, pouca variação da área ocupada pela classe durante o período analisado, no entanto, observando os mapas de perdas e ganhos para a classe verifica-se uma variação da localização e disposição das manchas pertencentes a classe ao longo do período analisado.

Figura 63– Perdas, ganhos e persistência de área para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Em 1962, a classe campo ocupava 323.9 hectares o que correspondia a 14% da paisagem. Do período de 1962 a 1994 houve uma diminuição considerável da área ocupada pela classe, que passou a ocupar 31,5% hectares ou 1,5% da paisagem, observando os mapas de perdas e ganhos, nota-se o desaparecimento das manchas de campo que estavam presentes por toda a extensão da bacia do córrego Ipiranga. Em 2014 a classe ocupava 22,5% hectares, 1% da paisagem.

Quando se compara os mapas de ganhos e perdas do período de 1994 a 2014 nota-se que, em áreas onde houve perdas para a classe campo, houve acréscimo de área para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o que também indicar um processo de sucessão e de regeneração da vegetação, fato que representa um aspecto positivo para a conservação.

Figura 64 – Perdas, ganhos e persistência de área para a classe campo na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Houve uma diminuição do número de manchas (NP) para classe floresta ombrófila densa em secundária tardia (mata), mas isso pode estar relacionado ao aumento de área ocupada pela classe e a um provável processo de regeneração. Em 1962 eram 51 manchas, em 1994 16 manchas e em 2014 foram identificadas apenas 3 manchas para a classe. A diminuição do número de manchas para classe pode ser interpretada como uma condição positiva para a conservação, já que, houve um aumento de área ocupada pela classe, fato que indica desta forma, uma diminuição da fragmentação. Manchas maiores diminuem o efeito de borda, ainda mais por se tratar da formação vegetal em estágio mais avançado de regeneração.

Houve uma diminuição do número de manchas (NP) da classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) entre 1962 e 1994 de 85 para 39 respectivamente. Em 2014, o número de manchas da classe aumentou para 75. Observando os mapas de ganhos e perdas, o aumento do número de manchas pode estar relacionado sucessão ecológica da vegetação.

O número de manchas (NP) da classe campo, entre o período de 1962 a 1994 diminuiu de 224 para 25, em função da perda de área ocupada. De 1994 a 2014, houve um aumento do número de manchas de 25 para 67, a área ocupada pela classe diminuiu e a fragmentação aumentou.

Na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga houve uma diminuição do total de bordas (TE) para a classe floresta ombrófila densa em secundária tardia (mata) durante o período analisado. Em 1962, o total de bordas para a classe era de 63.980 metros, em 1994 de 59.910 metros, e, em 2014 era de 40.000 metros. A diminuição do total das bordas pode estar diretamente relacionada à redução da fragmentação da classe, e, pode ser considerado um aspecto positivo para a conservação.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o total de bordas (TE) em 1962 era de 55.395 metros que diminuiu para 34.625 metros em 1994, em 2014 houve um aumento para 40.490 metros. Esse aumento do total de bordas pode estar relacionado ao aumento do número de manchas da classe.

A classe campo, em 1962, apresentava um total de bordas de 214,1 metros, que, em 1994 diminuiu para 24,3; e, em 2014 manteve-se com 24,1 metros, houve, portanto, pouca variação durante o último período.

Na paisagem da bacia do Ipiranga a área média das manchas (AREA_MN) da classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), em 1962 era de 7,03 hectares, em 1994 de 8,28 hectares, e, em de 97,3 hectares. Entre 1962 e 1994 houve pouca variação, apenas aumento pouco significativo. Em 2014, área média das manchas (AREA_MN) aumentou consideravelmente: 97,3 hectares, fato que pode estar relacionado diretamente ao processo de recuperação da cobertura vegetal, o aumento da área é um aspecto vantajoso para a conservação, visto que, manchas maiores possuem áreas interior maiores e sofrem menos com o efeito de borda, e, com o aumento da área, as chances de manutenção de espécies que exigem uma área maior aumentam também.

Na análise no nível da mancha, foi observada a frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) (Gráfico 5). Os dados obtidos mostram que em 1962 e 1994 a maior parte das manchas da classe eram muito pequenas, tinham menos de 1 hectare. Em 1962, havia 3 manchas maiores, e uma maior que 202 hectares, em 1994 existiam 4 grandes manchas, no entanto, a maior apresentava menos de 175 hectares. E, em 2014, das três manchas existentes uma tinha entre 1 e 25 hectares e as outras duas eram maiores que 125 hectares.

Gráfico 5 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para área na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

A área média das manchas (AREA_MN) da classe floresta ombrófila densa em estágio inicial (capoeira) em 1962 era de 1,01 hectares, em 1994 de 2,61 hectares, e, em 2014 de 0,96 hectares. O tamanho das manchas aumentou entre 1962 e 1994, e diminuiu em 2014, o que pode estar relacionado ao processo de regeneração da cobertura vegetal. A análise no nível da mancha (Gráfico 6) mostra que em todos os anos, a maior parte das manchas da classe tinha menos que 6,3 hectares. Em 1962 elas apresentavam até 19 hectares, e, em 1994 havia uma mancha maior que 57 hectares. Em 2014, apenas uma ou 1% das manchas possuía até 25 hectares.

Gráfico 6 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para área na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A área média das manchas (AREA_MN) da classe campo em 1962 era de 1,44 hectares, em 1994 era de 1,26 hectares, e, em 2014 de 0,33 hectares. O tamanho das manchas foi diminuído ao longo do período analisado, provavelmente em função da perda de área ocupada pela classe na paisagem. Na análise no nível da mancha (Gráfico 7) nota-se que a maior parte das manchas de campo, em todos os períodos, tinha menos de 6,3 hectares eram, portanto pequenas.

Gráfico 7- Frequência relativa das manchas de campo para área na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice da maior mancha (LPI) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) durante o período de 1962 a 1994 diminuiu de 8,3% para 5,4%, provavelmente em função da redução da área ocupada pela classe. De 1994 a 2014 esse índice aumentou de valor para 6,6% do total da paisagem, variação que pode estar relacionada ao aumento de área ocupada pela classe. Apesar de ter havido um aumento do índice no último período, ele era mais alto em 1962, e, nesta data uma porcentagem maior da paisagem total era ocupada pela maior mancha da classe.

O índice da maior mancha (LPI) para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) de 1962 a 1994 aumentou de 0,6% para 2,4% da área total ocupada na paisagem. De 1994 a 2014 houve uma diminuição do (LPI) para 1%, ao mesmo tempo em que houve uma diminuição da área ocupada pela classe.

Para a classe campo, de 1962 a 1994 o (LPI) diminuiu de 3,34% para 0,63% em função da perda da área total ocupada pela classe na paisagem. De 1994 a 2014, o (LPI) da classe diminuiu ainda mais, ficando entre 0,15%.

A (Tabela 13) apresenta os resultados obtidos a partir da geração das métricas de forma para classes de cobertura vegetal da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga: o índice de forma médio (SHAPE_MN), o índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN), círculo circunscrito relacionado médio (CIRCLE_MN), Índice de contiguidade médio (CONTIG_MN). No nível da mancha foram geradas frequências relativas das métricas: o índice de forma (SHAPE), o índice de dimensão fractal médio (FRAC), círculo circunscrito relacionado (CIRCLE) e Índice de contiguidade (CONTIG).

Tabela 13 - métricas de forma da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), município de São Paulo (SP)

classe	campo			Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)			Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
	1962	1994	2014	1962	1994	2014	1962	1994	2014
métrica									
SHAPE_MN	1,8414	2,1233	1.6219	1,8383	1,8659	1,5619	1,6969	1,5967	3,4189
FRAC_MN	1,1214	1,1405	1.1293	1,1440	1,1281	1,1080	1,1300	1,0892	1,1754
CIRCLE_MN	0,4969	0,5513	0.7026	0,5797	0,4781	0,5773	0,5239	0,4035	0,6619
CONTIG_MN	0,4031	0,4332	0.7341	0,4406	0,4078	0,7319	0,3700	0,3044	0,9700

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de forma médio (SHAPE_MN) para a classe floresta ombrófila densa em estágio tardio (mata) entre 1962 a 1994 diminuiu de 1,6969 para 1,5967. Em 2014, esse índice aumentou para 3,4189, indicando uma maior complexidade da forma para as manchas da classe. Manchas com formas mais complexas e perímetros mais recortados podem não ser interessantes para a conservação, pois podem estar sob maior influência do efeito de borda.

Na análise no nível da mancha, (Gráfico 8) pode-se afirmar que, em 1962 e 1994 a maior parte das manchas da classe tinha menor complexidade em relação a 2014, no entanto, em 1962, 2% das manchas apresentou o valor máximo de (SHAPE) igual a 8. Em 1994, 3,1% das manchas apresentaram valores para (SHAPE) de até 6. Em 1962 e 1994 manchas menores pertencentes à classe estavam presentes na paisagem e, as manchas maiores eram as que apresentavam valores maiores para (SHAPE). Se for levando em conta a diminuição do número de manchas em 2014, pode-se afirmar que, houve redução do valor de (SHAPE) entre as manchas maiores em 2014, visto que nas outras datas havia manchas que apresentaram valores maiores para (SHAPE).

Gráfico 8 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para o índice de forma (SHAPE) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o índice de forma médio (SHAPE_MN) entre 1962 e 1994 se manteve estável com 1,8383 e

1,8659 respectivamente, e diminuiu em 2014 para 1.5619, indicando assim, uma diminuição da complexidade da forma para as manchas pertencentes à classe.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 9), nota-se uma maior frequência relativa de manchas no intervalo entre 1 e 1,5 para (SHAPE) em todas as datas. Em 1962 foram obtidos os maiores valores de (SHAPE) para as manchas da classe que estavam entre 5,6 e 6,2. Em relação ao ano de 2014, os valores obtidos para as manchas das classes em 1994 foram maiores para (SHAPE).

Gráfico 9 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Para a classe campo, a métrica (SHAPE_MN) entre 1962 e 1994 aumentou de 1,8414 para 2,1233. Em 2014, o valor diminuiu para 1,6219, essa variação pode estar relacionada à diminuição da área ocupada pela classe.

Na análise no nível da mancha, a maior frequência das manchas de campo para (SHAPE) em 1962 e 1994 foi para valores menores que 1. Em 2014, a maior frequência ficou entre 1 e 1,24, ou seja, são valores mais baixos para (SHAPE) indicando formas pouco complexas.

Gráfico 10 - Frequência relativa das manchas de campo para o índice de forma (SHAPE) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

O índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) diminuiu entre 1962 e 1994, de 1,6969 para 1,5967, e, aumentou em 2014 para 1,1754. Fato indica formas mais complexas e recortadas tanto em consequência do aumento da área quanto da interferência antrópica.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 11), a maior frequência relativa entre as manchas da classe para a métrica (FRAC) nos anos de 1962 e 1994 foi de 1, o que indica formas de perímetros simples. No entanto, em 1962 foram obtidos os maiores valores para (FRAC) entre as manchas. Em 2014, apesar de a frequência relativa ter sido maior em valores mais altos para (FRAC), o valor máximo obtido foi menor que no primeiro período.

Gráfico 11 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para índice de dimensão fractal (FRAC) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN) diminuiu durante o período analisado (1962-2014). Em 1962, o valor obtido foi de 1,1440; em 1994 de 1,1281, e, em 2014 de 1,1080. O valor de (FRAC_MN) diminuiu e isso representa manchas de perímetros mais simples, no entanto, a maior parte das manchas da classe apresentou área inferior a 6,3 hectares.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 12) em 2014 nota-se que a maior frequência relativa foi entre valores de 1.03 e 1.19. Em 1962 e 1994, 15 das manchas tinham o valor de (FRAC) igual a um, no entanto, houve uma frequência relativa maior para valores de (FRAC) mais altos.

Gráfico 12 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para índice de dimensão fractal (FRAC) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo entre 1962 a 1994 esse índice aumentou de 1.1214 para 1.1405 e em 2014 diminuiu para 1.1293, provavelmente devido à diminuição da área ocupada pela classe.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 13) em 1962 e 1994 a maior frequência relativa das manchas de campo para (FRAC) foi de um, o que indica formas de perímetros mais simples. No entanto, nas duas datas há maior frequência relativa também para valores mais altos em comparação a 2014, em que a maior frequência relativa foi para valores de (FRAC) entre 1.08 e 1.15.

Gráfico 13- Frequência relativa das manchas de campo para índice de dimensão fractal (FRAC) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A métrica círculo circunscrito relacionado médio (CIRCLE_MN), que indica o quanto o formato dos fragmentos se aproximam de um círculo, para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) entre 1962 e 1994 diminuiu de 0,5239 para 0,4035, apresentando fragmentos mais circulares, e, em 2014, aumentou para 0,6619, ou seja, as formas tornaram-se mais alongadas entre 1994 e 2014.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 14) nota-se, que apenas nos anos de 1962 e 1994 havia manchas dessa classe que apresentavam valores de (CIRCLE) iguais à zero, ou seja, apresentavam uma forma mais próxima a um círculo e mais favoráveis a conservação. Em 1962, havia também manchas que apresentaram valores mais altos para (CIRCLE). Em 1994, 40% das manchas apresentaram valores entre 0,5 e 0,6. Em 2014, a maior frequência relativa estava entre 0,6 e 0,7.

Gráfico 14 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para círculo circunscrito relacionado (CIRCLE) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa em estágio inicial (capoeira), houve uma diminuição dos valores da métrica círculo circunscrito relacionado médio (CIRCLE_MN) entre o período de 1962 e 1994, de 0,5797 para 0,4781; variação que indicou manchas com formas mais circulares em 1994. Em 2014, esse índice aumentou para 0,5773, o que representa que, as manchas dessa classe tornaram-se mais alongadas.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 15), em 1962, e, em 1994, 16% das manchas apresentavam zero para o valor de (CIRCLE), o que indica formas mais semelhantes a um círculo nestas datas. Em 1962, a maior frequência relativa foi de valores entre 0,7 e 0,8; em 1994, a maior frequência estava entre 0,4 e 0,5, e, em 2014, a maior frequência relativa esteve entre 0,5 e 0,6.

Gráfico 15 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para círculo circunscrito relacionado (CIRCLE) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para as manchas de campo houve um aumento dos valores para círculo circunscrito relacionado médio (CIRCLE_MN) ao longo do período analisado. Em 1962, o valor obtido foi de 0,4969; em 1994 de 0,5513; e, em 2014 de 0,7026. Portanto, as manchas de campo apresentaram em 2014 formas mais alongadas e menos próximas a geometria de círculo ou quadrado.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 16), nota-se uma frequência relativa de até 25% das manchas com valores de (CIRCLE) igual à zero em 1994 e 2014, no entanto, a frequência relativa indicou valores altos para (CIRCLE) em todas as datas.

Gráfico 16 - Frequência relativa das manchas de campo para círculo circunscrito relacionado (CIRCLE) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O Índice de contiguidade médio (CONTIG_MN) representa maior conexão entre as manchas de uma classe para valores que se aproximam de um. Para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), o valor desse índice era de 0,3700 em 1962; de 0,3044 em 1994; e, de 0,9700 em 2014. Portanto, entre 1994 e 2014 houve um aumento do valor do índice, o que indica uma maior conexão entre as manchas da classe.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 17), é notável o aumento da frequência relativa para valores mais altos para (CONTIG) em 2014 para as manchas da classe. Uma maior conexão entre as manchas facilita os fluxos bióticos.

Gráfico 17 – Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para o índice de contiguidade (CONTIG) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) apresentou o valor do índice de contiguidade médio (CONTIG_MN) de 0,4406 em 1962; de 0,4078 em 1994; e, de 0,7319 em 2014, isso indica um aumento da conexão entre as manchas da classe entre 1994 e 2014. Na análise no nível da mancha (Gráfico 18), também houve maior frequência relativa entre as manchas da classe para valores mais altos do Índice de Contiguidade (CONTIG).

Gráfico 18 – Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para o índice de contiguidade (CONTIG) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de contiguidade médio (CONTIG_MN) para a classe campo era de 0,4031 em 1962; de 0,4332 em 1994; e, de 0,7341 em 2014. Houve também um aumento da conexão entre as manchas da classe. Na análise no nível da mancha (Gráfico 19), nota-se uma maior frequência relativa em 1962 e em 1994 de manchas que apresentaram valores iguais à zero para (CONTIG). Em 2014, houve uma frequência relativa maior para valores de (CONTIG) a partir de 0.57.

Gráfico 19 – Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa para o índice de contiguidade (CONTIG) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A (Tabela 14) apresenta os resultados obtidos a partir da geração das métricas de área interior para classes de cobertura vegetal da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga: total de área interior (TCA), número de áreas interior (NDCA), área interior média (CORE_MN) e índice de área interior médio (CAI_MN). No nível da mancha foram geradas as métricas: área interior (CORE), número de áreas interior (NCORE) e Índice de área interior (CAI).

Tabela 14 - Métricas de área interior da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP)

classe	campo			Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)			Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
	1962	1994	2014	1962	1994	2014	1962	1994	2014
TCA	69,40	2,54	0,067	11,87	36,99	8,98	209,4	151,37	192,55
NDCA	80	16	3	28	8	21	15	13	13
CORE_MN	0,3099	0,1019	0,0010	0,1397	0,9486	0,1198	4,1059	4,3251	64,1850
CAI_MN	1,8020	0,7970	0,0303	1,5234	2,8010	1,5601	2,7158	6,6727	53,4480

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Em relação ao total de área interior (TCA), a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) sofreu uma diminuição de 209,4 hectares em 1962 para 151,37 hectares em 1994. Em 2014, o total de área interior (TCA) aumentou para 192,5 hectares. Devido à diminuição do número de manchas, os valores estão maiores, o que favorece a conservação de espécies que necessitam de áreas maiores para sobreviver, há também a diminuição do efeito de borda o que favorece espécies que não estão adaptadas viver em manchas com efeito de borda mais intenso.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) a área interior entre 1962 e 1994 aumentou de 11,8 hectares para 36,9 hectares, mas durante o período de 1994 a 2014 ela diminuiu consideravelmente de tamanho para 8,9 hectares, assim como, a área ocupada pela classe na paisagem.

O total de área interior (TCA) para a classe campo em 1962 era de 69,4 hectares, mas com a diminuição da área ocupada pela classe, a área interior foi reduzida a 2,5 hectares em 1994, e para 0,0675 hectares em 2014.

O número de áreas interior (NDCA) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) diminuiu entre 1962 e 1994 de 15 para 13, e esse número se manteve entre 1994 e 2014. O número de áreas interior pode ser importante, já que, indica o nível de fragmentação mais detalhado se cada área interior for considerada como uma mancha independente (McGARIGAL, 2015).

Na análise no nível da mancha, nota-se que, em 1962 e 1994 mais de 80% das manchas da classe não apresentavam área interior. Em 2014, todas as manchas apresentaram área interior. Duas manchas apresentaram um número considerável de áreas interior: 6 e 7, observando a frequência relativa (Gráfico 20) em todas as datas, conclui-se que as manchas em 2014 apresentaram um número maior de áreas interior, o que pode ser considerado um aspecto negativo para

conservação visto que um número elevado de áreas interior por mancha pode indicar uma fragmentação além do nível da mancha (McGARIGAL, 2015).

Gráfico 20 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para o número de áreas interior na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o número de áreas interior diminuiu consideravelmente entre 1962 e 1994, de 28 para 8, e, aumentou para 21 em 2014. No nível da mancha (Gráfico 21) nota-se que mais de 80% das manchas não apresentaram área interior em todo o período analisado.

Gráfico 21- Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para o número de áreas interior na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O número de áreas interior (NDCA) para a classe campo diminuiu consideravelmente durante o período analisado. Em 1962 eram 80, em 1994 eram 16 e em 2014 apenas 3. A análise no nível da mancha (Gráfico 22) para (NCORE) mostra que mais de 80% das manchas não possuíam área interior.

Gráfico 22- Frequência relativa das manchas de campo para o número de áreas interior na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A área interior média (CORE_MN) para as manchas da classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), aumentou ao longo do período analisado, entre 1994 e 2014, de 4,32 hectares para 64,18 hectares, respectivamente. No nível da mancha (Gráfico 23), em 1962 havia uma mancha que apresentava uma área interior maior que 146 hectares.

Gráfico 23 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para área interior (CORE) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) a área interior média (CORE_MN), apresentou um aumento entre 1962 e 1994, de 0,1397 para 0,9486 hectares, e uma diminuição em 2014 para 0,1198 hectares, um valor baixo. No nível da mancha (Gráfico 24) nota-se uma maior frequência em todos os anos no intervalo entre zero e 4 hectares. Em 1994, havia uma área interior maior entre o intervalo de 32 e 36 hectares.

Gráfico 24 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para área interior (CORE) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe campo apresentou uma diminuição área interior média (CORE_MN) entre 1962 e 2014. Em 1962 eram 0,3099, em 1994 0,1019 hectares, e, em 2014 0,0010 hectares. Nota-se na análise no nível da mancha (Gráfico 25) que quando a classe apresentou área interior ela tinha até 2,51 hectares, e eram, portanto, muito pequenas.

Gráfico 25 – Frequência relativa das manchas de campo para área interior na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de área interior médio (CAI_MN) indica a porcentagem dos fragmentos que correspondem à área interior. Para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) houve um aumento entre 1962 e 1994 de 2,7% para 6,67%. Entre 1994 e 2014 houve um acréscimo considerável para 53,4% que pode ser observado na análise no nível da mancha (Gráfico 26), para as manchas em 2014.

Gráfico 26– Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para o índice de área interior (CAI) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de área interior médio (CAI_MN) para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) aumentou entre 1962 e 1994 de 1,5% para 2,8%, e, diminuiu voltando ao valor que apresentava em 1962 em 2014: 1,5%. Na análise no nível da mancha (Gráfico 27) é possível observar uma frequência relativa maior para manchas de até 28 hectares.

Gráfico 27– Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para o índice de área interior (CAI) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017),

A classe campo apresentou uma diminuição do índice de área interior médio (CAI_MN) durante o período analisado. Em 1962 era de 1,8%, em 1994 de 0,79% e em 2014 de 0,03%. No nível da mancha (Gráfico 28), no ano de 2014, observa-se apenas uma mancha maior, que apresenta entre 31 e 35 hectares.

Gráfico 28– Frequência relativa das manchas de campo para o índice de área interior (CAI) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A (Tabela 15) apresenta os resultados obtidos a partir da geração das métricas de contraste e agregação para classes de cobertura vegetal da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga: contraste ponderado pela densidade de borda (CWED), índice de contraste de bordas médio (ECON_MN) e porcentagem de adjacências semelhantes (PLAJD). No nível da mancha o índice de contraste de bordas (ECON) também foi analisado.

Tabela 15 - Métricas de contraste e agregação da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014), Município de São Paulo (SP)

Classe	campo			Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)			Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
	1962	1994	2014	1962	1994	2014	1962	1994	2014
Métrica	1962	1994	2014	1962	1994	2014	1962	1994	2014
CWED	90,47	9,91	8,54	17,46	5,6	9,7	27,7	23,6	11,58
ECON_MN	96,79	88,98	80,47	74,01	38,99	56,62	99,39	90,55	73,45
PLADJ	91,61	89,74	86,62	90,56	94,17	92,05	97,34	96,89	98,20

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O contraste ponderado pela densidade de borda (CWED) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) diminuiu durante o período analisado. Em 1962 era de 27,7 metros por hectare, em 1994 era de 23,6 metros por hectare e em 2014 era de 11,58 metros por hectare.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o contraste ponderado pela densidade de borda (CWED) diminuiu durante o período de 1962 a 1994, de 17,46 metros por hectare para 5,6 metros por hectare, e, aumentou entre 1994 e 2014 para 9,7 metros por hectare, fato que pode estar relacionado ao aumento do número de manchas da classe durante o segundo período.

A classe campo apresentou diminuição do contraste ponderado pela densidade de borda (CWED) durante o período analisado. Em 1962, eram 90,47 metros por hectare, em 1994 9,91 metros por hectare, e, em 2014 8,54 metros por hectare.

O índice de contraste de bordas médio (ECON_MN) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) diminuiu entre 1962 e 2014. Em 1962 era de 99,39%; em 1994 de 90,55%; e, em 2014 de 73,45%.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 29), pode-se observar com a frequência relativa, que em 1962 mais de 80% das manchas da classe apresentavam valores para (ECON) próximos a 100%. Em 1994, a frequência relativa mostra valores altos para o Índice de contraste de bordas (ECON). Em 2014, a frequência relativa mostrou valores mais baixos para as três manchas da classe. A diminuição do contraste de bordas pode ser interpretada como um aspecto positivo para a conservação. O efeito de borda pode ser influenciado diretamente pelo contraste, o isolamento também pode ser influenciado pelo contraste, e, as bordas que apresentam um contraste alto, podem inibir organismos a procurar recursos adicionais nas manchas vizinhas (DUNNING et al., 1992 apud McGARIGAL, 2015).

Gráfico 29 – Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para o índice de contraste de bordas (ECON) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) houve uma diminuição entre 1962 e 1994 de 74.01% para 38.99%, e um aumento do contraste entre 1994 e 2014 para 56.62%. A análise no nível da mancha (Gráfico 30) mostra uma frequência relativa maior para valores mais altos no ano de 2014.

Gráfico 30 – Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para o índice de contraste de bordas (ECON) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo, o contraste ao longo das bordas das manchas diminuiu. Em 1962 era de 96,79%, em 1994 de 88,98% e, em 2014 de 80,47%. A

análise no nível da mancha (Gráfico 31) mostra maior frequência relativa em 1962 e 1994 para valores mais altos do Índice de contraste de bordas (ECON).

Gráfico 31 – Frequência relativa das manchas campo para o índice de contraste de bordas (ECON) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A porcentagem de adjacências semelhantes (PLAJD) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) era de 97,34% em 1962, de 96,89% em 1994, e de 98,20% em 2014. Entre 1962 e 1994 houve uma variação negativa, e, entre o período de 1994 a 2014 o valor aumentou. Isto pode representar um aspecto positivo para a conservação.

A classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) apresentou a porcentagem de adjacências semelhantes (PLAJD) de 90,56% em 1962, de 94,17% em 1994 e de 92,05% em 2014. Entre 1962 e 1994, houve um aumento do valor da porcentagem de adjacências semelhantes (PLAJD), mas, entre 1994 e 2014 esse valor diminuiu. Para a classe campo essa métrica apresentou uma redução constante de valor. Em 1962 foi de 91,61%, em 1994 de 89,74% e, em 2014 de 86,62%.

A (Tabela 16) apresenta os resultados obtidos a partir da geração das métricas isolamento para as classes de cobertura vegetal da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga: o índice de proximidade médio (PROX_MN), O Índice de similaridade médio (SIMI_MN) e do índice de conectividade (CONNECT). No nível da mancha foram analisados os resultados para o índice de proximidade (PROX) e para o Índice de similaridade (SIMI).

Tabela 16 - Métricas de isolamento da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

	Campo			Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)			Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
TYPE	1962	1994	2014	1962	1994	2014	1962	1994	2014
PROX_MN	1504,4	511,9	7,1679	338,2	1376,6	43,5	4802,6	6202,4	6049,3
SIMI_MN	3.382,9	1.278,4	143,5	26.462,7	22.208,3	103	9051,4	14387,5	6049,3
CONNECT	1,63	14,66	3,43	5,66	9	3,07	6,47	8,66	66,66

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de proximidade médio (PROX_MN) para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (mata) aumentou entre 1962 e 1994, de 4802,6 para 6202,4 e diminuiu entre 1994 e 2014 para 6049,3. A análise no nível da mancha (Gráfico 32) evidencia uma maior frequência relativa para valores mais altos para o Índice de Proximidade (PROX) em 1994, e, menores em 2014.

Gráfico 32- Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para o índice de proximidade (PROX) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) os valores do índice de proximidade médio (PROX_MN) obtidos foram 338,2 para 1962, 1376,6 para 1994 e 43,5 em 2014. Houve um pequeno aumento entre 1962 e 1994 e uma diminuição entre 1994 e 2014, que também pode estar relacionado ao processo de regeneração da vegetação (Gráfico 33).

Gráfico 33 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para o índice de proximidade (PROX) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo esse índice diminuiu ao longo do período analisado, principalmente entre o período de 1962 e 1994. Os valores obtidos foram de 1504,4 para 1962, 511,9 para 1994 e 7,1 para 2014. Na análise no nível da mancha (Gráfico 34) nota-se uma frequência relativa maior para valores mais altos do Índice de Proximidade (PROX) nos anos de 1962 e 1994.

Gráfico 34 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para o índice de proximidade (PROX) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

O índice de similaridade médio (SIMI_MN) considera o tamanho e a proximidade dos fragmentos como um todo (McGARIGAL, 2015). Para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) foram obtidos os seguintes valores: 9051,4 para 1962; 14387,5 para 1994; e, 6049,3 para 2014. Entre 1962 e 1994 esse índice apresentou um pequeno aumento, e, entre 1994 e 2014 o valor diminuiu. Na análise no nível da mancha nota-se uma maior frequência relativa para valores mais altos de (SIMI) em 1994. Em 2014 foi observada frequência relativa de 100% entre o intervalo de 3573 e 7147 (Gráfico 35).

Gráfico 35 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para o índice de similaridade (SIMI) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Para as classes floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) os valores do índice de similaridade médio (SIMI) obtidos foram: 26462,7 para 1962; 22208,3 para 1994; e, 103 para 2014. A similaridade, portanto, diminuiu bastante para a classe. Na análise no nível da mancha (Gráfico 36) nota-se uma maior frequência relativa para valores mais altos de (SIMI) em 1962 e 1994.

Gráfico 36- Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para o índice de similaridade (SIMI) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo o índice de similaridade médio (SIMI_MN) em 1962 apresentou o valor de 3382,9; em 1994 de 1278,4; e, em 2014 de 143,5, ou seja, houve uma diminuição dos valores de (SIMI_MN) durante o período analisado. Na análise no nível da mancha (Gráfico 37) nota-se uma frequência relativa maior para valores mais altos de (SIMI) em 1962 e 1994.

Gráfico 37- Frequência relativa das manchas de campo para o índice de similaridade (SIMI) na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de conectividade (CONNECT) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) apresentou valores mais altos durante o período analisado, de 1962 a 1994 os valores aumentaram de 6,4% para 8,6%, e, entre 1994 e 2014 houve um acréscimo considerável da conectividade para a classe para 66,6%.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) esse índice aumentou durante o primeiro período entre 1962 e 1994 de 5,6% para 9%, mas a conectividade diminuiu durante o período de 1994 a 2014 para 3%.

Para a classe campo o valor do índice de conectividade (CONNECT) era de 1,6% em 1962, de 14,6% em 1994 e de 3,4%, houve, portanto, uma diminuição da conectividade para esta classe durante o segundo período.

6.1.8. Tendências e prognósticos para a conservação

Com a análise dos dados obtidos a partir das métricas da paisagem foi possível estabelecer as principais tendências para a dinâmica da paisagem e prognósticos para a conservação dos remanescentes florestais presentes atualmente na paisagem da bacia do córrego Ipiranga, e que correspondem ao Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI).

As métricas de área, bordas e subdivisão da paisagem indicam aparentemente, um prognóstico positivo para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata). As métricas relacionadas à forma mostram um prognóstico negativo no segundo período (1994-2014), isso significa que, apesar do acréscimo de área e diminuição da fragmentação, as formas para as manchas da classe estão mais complexas e alongadas, características que podem dificultar a conservação. O prognóstico positivo, principalmente no segundo período (1994-2014) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), provavelmente está relacionado às técnicas de manejo e as medidas de proteção integral do Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI).

Os resultados obtidos para as métricas de área mostram um prognóstico positivo no segundo período (1994-2014) apenas para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), já que, houve um aumento da área ocupada pela mesma durante este tempo. A classe campo teve sua área reduzida em virtude do processo de urbanização. A classe floresta ombrófila densa secundária inicial

(capoeira) também teve sua área reduzida o que pode indicar um processo de regeneração da vegetação.

O aumento do tamanho das manchas e consequentemente da área interior é um fator importante para manutenção da fauna. O PEFI possui uma fauna rica que abrange populações de bugios, tatus, gambás, preguiças, cotias, teiús, calangos, sapos, cobras e muitas aves, sendo inclusive rota migratória de algumas espécies (BARROS et al., 2002).

As classes campo e floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) apresentaram prognósticos positivos em relação às métricas de forma da paisagem, no entanto, as formas mais simples podem estar relacionadas à redução de área ocupada pelas classes.

Houve uma redução do total de bordas para as classes campo e Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata); no entanto, para a classe campo houve a redução de área e consequentemente, redução do total de bordas. Portanto, apenas para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) o prognóstico pode ser considerado positivo.

As métricas de contraste e agregação apresentaram um prognóstico positivo para a classe Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata). Os valores da densidade de borda ponderada em contraste (CWED) e do Índice de contraste de bordas (ECON) diminuíram para a classe, e, a porcentagem de adjacências semelhantes (PLAJD) aumentou no segundo período (1994-2014).

A aparente diminuição do total de bordas e do contraste para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) representa um aspecto positivo para a conservação, já que as bordas apresentam muitas vezes características bem diferentes das do interior da floresta, como por exemplo, uma variedade maior de espécies adaptadas à maior incidência de luz, como as espécies pioneiras, que podem inclusive competir com as espécies melhor adaptadas as condições encontradas no interior das florestas.

Na porção sudoeste do PEFI, nas proximidades do Parque Cientec existe uma área afetada por um incêndio em 1993 que sofre invasão por uma espécie pioneira a *Pteridium aquilinum*, uma samambaia típica invasora. Foi desenvolvido em 2009 um projeto de recuperação da área degradada em parceria com a ONG *Pick-upau* no qual foram feitos roçada e plantio de 8 espécies distribuídas entre os grupos sucessionais de pioneiras, secundárias iniciais e secundária tardia (PICK-

UPAU et al., 2013). No entanto, o estudo de Fernandes (2014) aponta que apesar do projeto de recuperação a área ainda apresenta a predominância de pteridófitas devido dificuldade na manutenção da área.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) os resultados de contraste e agregação apresentaram um prognóstico negativo. Para a classe campo, os valores da densidade de borda ponderada em contraste (CWED) e da média do índice de contraste de bordas (ECON) também diminuíram, no entanto essa diminuição dos valores pode estar relacionada à diminuição da área ocupada pela classe.

A classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) apresentou prognósticos positivos em relação às métricas de área interior, o total de área interior (TCA), área interior média (CORE_MN) e o índice de área interior médio (CAI_MN) aumentaram para a classe durante o período de 1994 a 2014. Já as outras classes de cobertura vegetal apresentaram diminuição da área interior visto que, a maior parte das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial capoeira e campo são muito pequenas e não apresentam área interior.

Os índices de proximidade (PROX) e de similaridade (SIMI) apresentaram um prognóstico negativo para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata). Em 1994 os valores para os dois índices aumentaram, mas diminuíram em 2014. Para as classes classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) e campo os prognósticos relacionados às métricas de isolamento também foram negativos.

Em relação ao número de manchas, o prognóstico também foi positivo para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), que apresentou um número menor de manchas com acréscimo de área durante o período analisado, o que indica uma provável regeneração da vegetação e maior conectividade entre as manchas. Para as classes floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) e campo a fragmentação aumentou durante o segundo período, acompanhada de diminuição de área.

O índice de conectividade (CONNECT) apresentou um prognóstico positivo apenas para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), as demais classes apresentam um prognóstico negativo neste aspecto.

Quadro 3- Síntese das principais tendências e prognósticos para conservação na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, Município de São Paulo (SP)

Aspectos ecológicos	campo	Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)	Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)
Fragmentação	Diminuição do número de manchas no primeiro período (1962-1994) em função da redução da área ocupada pela classe um Aumento do número de manchas no segundo período	Diminuição do número de manchas no primeiro período (1962-1994) em função da redução da área ocupada pela classe um Aumento do número de manchas no segundo período (1994-2014).	Diminuição do número de manchas em função de uma possível regeneração da vegetação.
Tamanho	Manchas encontradas em todos os períodos eram muito pequenas e tinham entre 1 e 7 hectares.	A maior parte das manchas é muito pequena. Em 1994, havia a presença de uma mancha maior em virtude da degradação das matas do PEFI devido a um incêndio.	Tamanho das manchas aumentou no segundo período (1994-2014). No entanto, as maiores manchas foram identificadas em 1962, e, não houve um retorno às condições desta data anterior.
Forma	As formas estão menos complexas e mais circulares, porque as manchas também estão menores.	As formas estão menos complexas, porque as manchas também estão menores, no entanto, estão mais alongadas.	As formas das manchas apresentaram maior complexidade durante o segundo período, (1994-2014), além de estarem menos circulares e mais alongadas, e, essas características não favorecem a conservação.
Isolamento	O isolamento aumentou provavelmente em função das interferências antrópicas e não favorece a conservação	O isolamento aumentou provavelmente em função das interferências antrópicas e não favorece a conservação.	O isolamento aumentou provavelmente em função das interferências antrópicas e, essa característica não favorece a conservação.
Bordas e Contraste	As bordas e o contraste diminuíram em função da redução de área	As bordas e o contraste aumentaram no segundo período (1994-2014).	As bordas e o contraste diminuíram no segundo período (1994-2014), o que contribui para diminuição do efeito de borda.
Conectividade	A conexão entre as manchas diminuiu ao longo do período analisado	A conexão entre as manchas diminuiu durante o segundo período (1994-2014).	A conexão entre as manchas aumentou durante o último período, fato que favorece a conservação.
Área interior	Mais de 80% das manchas não possui área interior que quando estão presentes são pequenas	Mais de 80% das manchas não possui área interior que quando estavam presentes eram pequenas.	Com o aumento do tamanho das manchas, a área interior também aumentou no segundo período (1994-2014).

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Um dos principais desafios enfrentados a conservação para o Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) é a questão do isolamento em meio à matriz urbana. Dentro do universo de análise da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga esse isolamento aumentou. O plano de manejo da unidade de conservação, publicado em 2007 dispõe de um zoneamento que levou em consideração as oportunidades de criação de corredores ou elos entre a Unidade de Conservação e seu entorno imediato, e também as ameaças a sua integridade que necessitam de intervenções para minimização desses impactos. Além disso, uma das ameaças descritas no plano de manejo da unidade é a ausência de corredores, fragmentos e vegetação e praças (SÃO PAULO, 2008).

O plano diretor regional estratégico propõe a criação de caminhos verdes nas Avenidas Ricardo Jafet, Abraão de Moraes (ao longo das quais o córrego Ipiranga é canalizado) Teresa Cristina e na Rodovia dos Imigrantes, que poderiam interligar o PEFI com o Parque da Independência, no entanto, essas ações podem não ser suficientes para possibilitar alguma conectividade. Para o córrego Ipiranga, estão previstas obras de controle de inundações, que ainda não começaram, e visam conter as enchentes frequentes na região. No contexto da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, restam poucas alternativas e saídas para a melhora das condições de isolamento em que o PEFI se encontra atualmente (Figura 65).

Figura 65 - Oportunidades de criação de corredores ou elos entre o PEFI e seu entorno imediato

Fonte: Prefeitura da cidade de São Paulo (2016).

6.2. A paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva

6.2.1. Histórico de ocupação e uso

A bacia hidrográfica do rio Aricanduva (código 869932), uma das bacias hidrográficas selecionadas como área de estudo e onde está localizado o Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC), está situada entre os paralelos 23°31'24"S e 23°38'01"S e os meridianos 46°33'28"O e 46°25'38"O. O rio Aricanduva é um dos afluentes da margem esquerda do rio Tietê, faz parte da unidade hidrográfica de gerenciamento de recursos hídricos do estado de São Paulo UGRHI-06, que corresponde à unidade do Alto Tietê, (Figura 67).

Em tupi, Aricanduva significa “sítio das plantas aíris”, que é um tipo de palma típica na região. No século XVII o rio Aricanduva já era mencionado, assim como um arrabalde da cidade de São Paulo de mesmo nome (SVMA, 2014).

De acordo com DELI (1994)¹⁷ apud JARDIM (2002), os primeiros registros sobre a ocupação da bacia hidrográfica do rio Aricanduva são do século XVII quando pessoas pobres que fugiam dos encargos impostos pela coroa portuguesa adentravam nas matas, ocupando terras pertencentes ao aldeamento de São Miguel. Esses primeiros núcleos de ocupação correspondem atualmente aos bairros da Penha e Tatuapé, localizados na região do baixo vale do rio Aricanduva.

Azevedo (1945) destacou a importância do aldeamento de São Miguel para a ocupação da região, que surgiu por volta de 1560, e, é considerada uma das localidades mais antigas do estado, que deixou de ser aldeamento no início do século XIX, quando adensamento da ocupação ocorreu na região em virtude do processo de industrialização.

Até o século XVI, a região do Itaquera, à qual pertence o PNMFC, era habitada pelos índios Itaquerus, Caaguaçu e Guaianaz, dando origem aos nomes dos bairros Itaquera e Guaianases. No século XIX, a Ordem Terceira do Carmo da Igreja Católica instalou uma fazenda produtora de café, laranja e gado. A Fazenda Caaguaçu dos Carmelitas foi parcelada, por volta de 1910 (SILVA, 2003).

¹⁷ DELI, F. R. A importância do povoamento e da circulação no processo de fragmentação do Aricanduva, 1994. Monografia de conclusão de curso – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1994.

A região do baixo e médio vale do rio Aricanduva começou a ser ocupada de maneira efetiva a partir de 1916; do médio para o alto vale do rio Aricanduva somente a partir dos anos de 1950. Quando ocorreu a expansão da urbanização no município de São Paulo, muitas chácaras e propriedades rurais na região se transformaram em loteamentos para atender a demanda por moradia. No início da década de 1980, a construção da Avenida Aricanduva atraiu principalmente estabelecimentos comerciais; hoje, a bacia hidrográfica encontra-se densamente ocupada e em processo de verticalização (JARDIM, 2002).

Muitas fazendas decadentes na região foram loteadas e deram origem a vilas e jardins sem infraestrutura e planejamento adequados. Com a construção de avenidas e ruas, veio também o aterramento das várzeas de rios e córregos. A expansão urbana suprimiu a área rural, e, muitas áreas com vegetação remanescentes (SVMA, 2005).

Apesar do acelerado processo de urbanização a bacia hidrográfica do rio Aricanduva ainda apresenta parte das cabeceiras de drenagem pouco ocupadas, com presença de manchas de vegetação importantes e biodiversidade significativa. Os cursos médio e inferior do rio Aricanduva estão situados em áreas de ocupação mais densa, que apresentam cheias de grande magnitude até a sua desembocadura no rio Tietê.

O Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC), é uma unidade conservação de proteção integral que visa proteger o maior remanescente de vegetação presente na bacia hidrográfica do rio Aricanduva. Está sobreposto a APA Parque e Fazenda do Carmo, que também tem como objetivo principal proteger a diversidade biológica e disciplinar o processo de ocupação, além de, assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais no local (SVMA, 2014).

O processo de ocupação da área que hoje corresponde ao Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC) e arredores começou quando a organização católica chamada de Ordem Terceira do Carmo Fluminense foi para a região com o intuito de catequizar os índios que ali habitavam, adquirindo terras na região de Itaquera. Os índios, no entanto, acabaram fugindo, devido ao choque de culturas para terras mais distantes. As terras que antes pertenciam aos indígenas foram transformadas na "Fazenda Caaguaçu" em 1722, que produziu café, laranja e gado por muito tempo. Os religiosos dividiram a fazenda em glebas que foram vendidas a

Bento Pires, proprietário da Companhia Agrícola Pastoril. Como destaca Azevedo (1945, p.103):

Prevendo uma futura expansão da metrópole a Companhia Pastoril e Agrícola adquiriu em 1919, aos Padres Carmelitas a Fazenda do Carmo, situada entre os Rios Verde e Jacú, propriedade da Província Carmelitana desde o século XVIII, fez-se o primeiro loteamento em partes das terras: A vila Carmosina.

O mesmo autor atribui o crescimento de Itaquera ao crescimento da capital que ocorria nessa mesma época. Em 1950, a fazenda foi vendida a Oscar Americano, o então presidente da Companhia Brasileira de Projetos e Obras (CBPO), que loteou parte da área e criou o Jardim Nossa Senhora do Carmo, bairro que possui casas e infraestrutura de alto padrão para a região. A fazenda, até essa data era uma típica propriedade de veraneio; hoje resta uma terça parte da antiga fazenda Caaguaçu, na qual ainda existem preservados os antigos casarões de estilo colonial na área que hoje compreende o Parque Municipal do Carmo¹⁸, e que são utilizados como sedes administrativas do Parque Urbano.

Em 1974, as terras pertencentes à antiga fazenda foram vendidas à Prefeitura do Município de São Paulo, que transformou uma parte das mesmas no Parque Municipal do Carmo. Outra parte das terras, cerca de 65%, foi adquirida pela Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo (COHAB), que pretendia construir conjuntos habitacionais no local; porém, o projeto foi posteriormente abandonado devido às características do meio físico pouco propícias para a construção de moradias. Na época ainda foram instalados na área o aterro sanitário São Matheus e uma usina de compostagem, que já foram desativados (SMA, 1992).

As nascentes do rio Aricanduva, localizadas próximas à cidade de Mauá, ainda são pouco ocupadas. Já o médio e baixo curso do rio, localizados em uma área densamente povoada, encontram-se muito impactados, seja pelos altos índices de poluição ou por obras realizadas em sua calha. Como principais consequências, as cheias de grandes magnitudes tornam-se frequentes afetando milhares de pessoas. Os afluentes, principalmente os da margem direita, são todos de pequena expressão, com exceção do córrego Guaiúnas. Já na margem esquerda os afluentes são de porte pouco maior, destacando-se o rio Caaguaçu, localizado no trecho médio do rio Aricanduva (DAEE, 1999).

¹⁸ O Parque do Carmo ou Olavo Egydio Setúbal é um Parque Urbano Municipal localizado no distrito do Parque do Carmo e é administrado pela Subprefeitura de Itaquera.

Segundo dados da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), o rio Aricanduva, entre 2009 e 2011, apresentou resultados para o índice de qualidade da água (IQA), considerados péssimos, que são consequência da ocupação sem planejamento adequado.

O lançamento de esgoto residencial sem tratamento ainda ocorre em diversos locais da bacia, assim como o de esgoto industrial. Devido a grande taxa de urbanização e impermeabilização do solo é praticamente inevitável o lançamento desses resíduos, aumentando assim, o escoamento superficial das águas, causando assoreamento dos canais e entulhamento das calhas, devido ao despejo ilegal de resíduos sólidos domésticos e industriais em diversos pontos da bacia hidrográfica, causando o problema das enchentes (SVMA, 2014).

O Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC) ainda preserva nascentes e corpos d'água, no entanto, em seu entorno imediato, onde há grande densidade populacional, as nascentes e corpos d'água estão poluídos pelo despejo de esgoto doméstico sem tratamento e, principalmente, pelo entulhamento dos mais diversos tipos de dejetos, que são despejados nas áreas limítrofes (SVMA, 2014).

Aproximadamente 9,9% das ocupações irregulares ou aglomerados subnormais do município se localizam nos bairros do extremo leste. No entorno do PNMFC foram registradas 12 ocupações irregulares. Outro problema bastante recorrente na região relacionado às ocupações irregulares está ligado às áreas de risco. Em 2010, a prefeitura realizou um levantamento dessas áreas em todo o município de São Paulo e acabou identificando que dos 407 pontos mapeados, deste total, 100 pontos estão na zona leste, sendo que 20 na subprefeitura de São Mateus. No entorno do PNMFC foram identificadas 15 áreas de risco, com ocorrências de escorregamento e solapamento (SVMA, 2014).

Dados sobre a População Recenseada e Taxas de Crescimento populacional nos distritos que abrangem a área da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (Tabelas 17,18 e Figura 66) mostram um pouco da dinâmica populacional dos distritos que correspondem à bacia hidrográfica do rio Aricanduva. Nota-se que a média de taxa de crescimento mais alta aconteceu entre 1980 e 1991, e, durante todo o período de 1980 a 2010 a população continuou aumentando, no entanto, as taxas de crescimento populacional vêm diminuindo nas últimas décadas.

Figura 66 - Distritos que abrangem a área da bacia do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP)

Fonte: Mapa digital da cidade de São Paulo (2016). Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Tabela 17 - População Recenseada dos distritos que abrangem a área da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP)

Unidades Territoriais	1980 Pop. Absoluta	1991 Pop. Absoluta	2000 Pop. Absoluta	2010 Pop. Absoluta
Aricanduva	92.790	96.512	94.813	89.622
Artur Alvim	107.130	118.531	111.210	105.269
Carrão	99.218	87.336	78.175	83.281
Cidade Líder	70.508	97.370	116.841	126.597
Cidade Tiradentes	8.603	96.281	190.657	211.501
Iguatemi	32.595	59.820	101.780	127.662
José Bonifácio	24.049	103.712	107.082	124.122
Parque do Carmo	35.099	54.743	64.067	68.258
Penha	140.213	133.006	124.292	127.820
São Mateus	118.421	150.764	154.850	155.140
São Rafael	70.443	89.862	125.088	143.992
Sapopemba	178.989	257.61	282.239	284.524
Vila Formosa	106.108	97.940	93.850	94.799
Vila Matilde	117.530	109.023	102.935	104.947
Total	1.201.696	1.552.517	1.747.879	1.847.534

Fonte: IBGE - Censos Demográficos 1980, 1991, 2000 e 2010.

Tabela 18 - Taxas de Crescimento nos distritos que abrangem a área da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP)

Unidades Territoriais	Taxa de Crescimento (1980-1991)	Taxa de Crescimento (1991-2000)	Taxa de Crescimento (2000 2010)
Aricanduva	0,36	-0,2	-0,56
Artur Alvim	0,92	-0,71	-0,55
Carrão	-1,15	-1,22	0,63
Cidade Líder	2,98	2,05	0,81
Cidade Tiradentes	24,55	7,89	1,04
Iguatemi	5,67	6,08	2,29
José Bonifácio	14,21	0,36	1,49
Parque do Carmo	4,12	1,76	0,64
Penha	-0,48	-0,75	0,28
São Mateus	2,22	0,3	0,02
São Rafael	2,24	3,74	1,42
Sapopemba	3,37	1,02	0,08
Vila Formosa	-0,73	-0,47	0,1
Vila Matilde	-0,68	-0,64	0,19
Média	4,1	1,37	0,56

Fonte: IBGE - Censos Demográficos 1980, 1991, 2000 e 2010.

Figura 67 - Localização da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

6.2.2. O Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC)

O Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC) está inserido na APA¹⁹ Parque e Fazenda do Carmo, criada pela lei nº 9.409 de 5 de abril de 1989. A criação da APA foi resultado do protesto dos moradores do local que sofriam os transtornos de conviver com o aterro sanitário São Mateus hoje já desativado, e, com uma usina de compostagem instalados nesse local desde os anos de 1970, um pouco antes da venda da fazenda do Carmo à prefeitura do município de São Paulo. Desde 1985, a população realizava manifestações contra a presença de ambos no local, reivindicando a preservação daquela área com vegetação natural para a qualidade de vida e ambiental na região.

Figura 68- Vista área parcial da vegetação do PNMFC, Município de São Paulo (SP)

Fotografia: Ize Kampus (2015).

No mesmo ano de criação da APA Parque e Fazenda do Carmo, em 1993, foi elaborado um “Plano para o Parque Ecológico do Carmo” proposto pela Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (SVMA), que abrangeria as Zonas A e B da

¹⁹As Áreas de Proteção Ambiental (APAs), segundo SNUC, são unidades de conservação de uso sustentável e definidas como uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais pela população residente.

APA, contemplando uma área de aproximadamente 396 hectares, que seriam destinados à preservação permanente e a usos para fins de educação ambiental.

Em uma proposta inicial, a partir de estudos realizados pela SVMA, ficaram estabelecidas três zonas dentro do parque de acordo com seus respectivos usos: zonas de uso extensivo, zonas de uso intensivo e zona de recuperação, nas quais seriam instalados equipamentos de serviços ou usos especiais de apoio ao desenvolvimento do Parque, onde seriam realizadas atividades de educação ambiental.

Porém, os parques ecológicos, não contam com uma legislação específica para a proteção dos ambientes onde são estabelecidos, e por isso não são caracterizados como unidades de conservação. Devido à complexidade da região onde esse remanescente florestal está inserido, provavelmente, somente a criação de um Parque Ecológico não seria suficiente para garantir a conservação. Atualmente, devido à raridade de ambientes como esse em áreas urbanizadas a proteção mais efetiva torna-se a única alternativa. Contudo, esta proposta inicial de criação do parque ecológico do Carmo demonstrava a preocupação com a proteção desse remanescente florestal.

Anos mais tarde, em 2003, o Parque Natural Municipal do Carmo foi criado pelo decreto nº43.329, e foi ampliado pelo decreto nº 20201, de 07 de novembro de 2008. Possui uma área total de aproximadamente 447 hectares. Os principais objetivos dessa unidade de conservação são a proteção dos atributos ambientais e a contenção das ocupações irregulares devido à expansão urbana. O PNMFC está incluído na Zona A e B da APA Parque e Fazenda do Carmo (Figura 69).

Figura 69 - Zoneamento da APA Parque e Fazenda do Carmo, Município de São Paulo (SP)

Fonte: Oliveira (2012).

Sobre os aspectos fundiários da APA Parque e Fazenda do Carmo que se sobrepõe em parte a questão fundiária do PNMFC, Silva (2003, p.49) expõe alguns aspectos importantes:

A COHAB-SP foi indicada como proprietária da maior parte da APA, cerca de 66% da mesma, o que corresponde a 5,75 milhões de metros quadrados, dos quais, 196.569 metros quadrados foram utilizados na construção do Conjunto Habitacional Perfilurb-Carmo, 56.000 metros quadrados foram cedidos à LIMPURB para instalação da Usina de Compostagem e 151.460 metros quadrados foram destinados ao Aterro Sanitário, hoje desativado. Os 5,34 milhões de metros quadrados restantes seriam áreas desocupadas e cobertas por vegetação significativa da Mata do Carmo. O Parque do Carmo, com cerca de 1,55 milhões de metros quadrados e o SESC-Itaquera, com 0,35 milhão de metros quadrados divididos entre propriedades de pequeno porte (chácaras) e indústrias.

A categoria de unidade de conservação de uso sustentável Área de Proteção Ambiental (APA) não exige desapropriação, ao contrário dos Parques e demais Unidades de Proteção Integral, não sendo necessário adquirir até então as terras pertencentes à Companhia de Habitação de São Paulo (COHAB) para a criação da APA Parque e Fazenda do Carmo. A parcela não urbanizada das glebas pertencentes a COHAB, onde está o remanescente florestal, está em processo de aquisição pela Prefeitura do Município de São Paulo. Com isso, a intenção é assegurar a preservação da área com a instalação do PNMFC. (DÉLI, 2010).

Atualmente, a Secretaria do Verde e Meio Ambiente (SVMA) é órgão responsável pela gestão da Unidade de Conservação, e, o Parque conta com a cooperação do Conselho Gestor da APA Parque e Fazenda do Carmo. Possui também um Conselho Gestor Consultivo, formado por representantes da Sociedade Civil e do Poder Público.

Dentre os principais objetivos do PNMFC contidos no Plano de Manejo estão: preservar e recuperar características dos ecossistemas originais; realizar pesquisas científicas e desenvolver atividades de educação ambiental; promover a recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico; proteger o maior remanescente de Mata Atlântica da zona leste do município de São Paulo; providenciar medidas a recuperação para as áreas alteradas; contribuir para a proteção e qualidade ambiental de parte da bacia do rio Aricanduva; proteger e valorizar o valor estético do Parque; garantir a proteção de espécies animais e vegetais identificados; e, contribuir para o desenvolvimento local e regional.

O plano de manejo do Parque Natural Municipal do Carmo (PNMFC) elaborado em 2014 estabeleceu o zoneamento seguindo os critérios do Roteiro Metodológico do IBAMA (IBAMA, 2002). Com 7 zonas identificadas e caracterizadas, mais uma zona de amortecimento (Figura 70). As zonas são as seguintes:

Zona de Uso Extensivo (ZUE): corresponde a 0,2% da área do PNMFC. Desta zona fazem parte as trilhas que ocupam uma pequena parte da UC, onde o uso poderá ocorrer com o mínimo impacto possível, para fins educativos e recreativos.

Figura 70 - Zoneamento do Parque Natural Municipal Parque e Fazenda do Carmo, Município de São Paulo (SP)

Fonte: Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Parque e Fazenda do Carmo (PNMFC), 2014

Zona Histórico-cultural (ZHC): não foi definida uma zona específica, por não terem sido identificados sítios com essas características na UC.

Zona de Uso Intensivo (ZUI): compreende áreas destinadas à visitação intensiva. Existem propostas para implantação de centro de educação ambiental e uma trilha nas proximidades da sede do Parque. Corresponde a 3,8% da área do PNMFC.

Zona de Uso Especial (ZUEs): são as áreas destinadas à administração e manutenção da UC. Correspondem a 2,7% da área do PNMFC.

Zona de Recuperação (ZR): 22,3% da área do PNMFC foi definida como zona de recuperação, por ser objeto de projetos de recuperação e por apresentar áreas degradadas (áreas de solo exposto e problemas de conservação de solo) ou plantio de eucalipto. Essas áreas deverão contar com projeto de recuperação, e, gradualmente serão incorporadas na Zona Primitiva.

Zona de Uso Conflitante (ZUC): são áreas de utilidade pública compostas por escadas hidráulicas, uma faixa de oleoduto da Petrobrás e uma faixa ocupada pela linha de barragens, estradas e cabos óticos. Seu objetivo de manejo é amenizar a situação existente, estabelecendo procedimentos que minimizem os impactos sobre as UC.

Zona de Ocupação Temporária (ZOT) corresponde a 0,7% da área do PNMFC, essa zona composta por moradias ou ocupações no interior do Parque.

A Zona de Amortecimento foi delimitada nas regiões norte e leste do PNMFC, onde existem os remanescentes florestais em melhor estado de conservação e que apresentam maior fragilidade ambiental e susceptibilidade à erosão. O estabelecimento desta zona é importante para a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos do Parque, visto que, promove sua conectividade funcional, principalmente para espécies da flora e aves com outros remanescentes, além da formação de corredores (SVMA, 2014).

Segundo o Plano de Manejo do PNMFC, ainda não existe uma estrutura adequada para o desenvolvimento de alguma atividade de uso público, assim como não existem ações que possibilitem uma integração junto às populações do entorno. O estabelecimento de um programa de uso público é uma das prioridades da gestão; por enquanto, somente são permitidas pesquisas científicas nas dependências do Parque, mas há planos de implantação de um Centro de Educação Ambiental e da estruturação de trilhas para visitação, além da criação de um

programa de Educação Ambiental. Apesar da existência de unidades de recreação nos arredores do PNMFC, tais como o SESC Itaquera e o Parque do Carmo, ainda ocorre invasão da área do PNMFC para desenvolvimento de atividades recreativas, o que configura um problema para unidade de conservação, visto que, estas invasões geram um grande impacto, principalmente ao longo das trilhas. Uma melhor integração com a comunidade talvez resolvesse esse problema (SVMA, 2014).

O PNMFC possui trilhas que foram abertas em períodos diferentes para muitas finalidades, como manutenção das antigas fazendas existentes na área, uso religioso, acesso aos atrativos da UC e outros locais de lazer da região, como o Parque do Carmo e SESC, e que serviam como caminhos alternativos para moradores do entorno. As trilhas estavam também relacionadas à caça, e, também eram utilizadas para ações ilícitas como consumo de drogas e até “desova” de corpos. Estes usos das trilhas, principalmente ligados ao lazer e religiosidade, diminuíram após a instalação das bases de proteção e fiscalização do PNMFC, já que as mesmas foram adequadas para o trabalho de fiscalização e manutenção do Parque (SVMA, 2014).

6.2.3. Relevo, Geologia e Solos

A bacia do rio Aricanduva, sob o ponto de vista geológico, é constituído predominantemente por rochas do Proterozóico Superior e, em apenas um terço da área, por sedimentos Terciários da bacia de São Paulo, Grupo São Paulo (Figura 71).

A bacia hidrográfica do rio Aricanduva, segundo Peixoto e Theodorovicz (2009), apresenta rochas do complexo Embu (unidade de sericita xistos e xistos localmente migmatíticos) Granito Itaquera, Formação Resende e depósitos aluvionares. Essas unidades apresentam as seguintes características:

- rochas do Complexo Embu: esta unidade é composta por uma grande diversidade litológica, onde se encontram agrupadas as rochas mais antigas do município. Os granitóides apresentam porções gnáissicas, migmatíticas, xistos, micaxistos, filitos e corpos lenticulares de anfibolitos, quartzitos e rochas calciossilicatadas que ocorrem na porção leste de Itaquera e Guaianazes. O Granito

Itaquera. Este corpo intrusivo é parte integrante do Magmatismo Domínio Embu (SVMA, 2004).

- Sedimentos cenozóicos ou depósitos aluvionares do Grupo Taubaté: preenchem as bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda no sudeste brasileiro. Nesta unidade está todo o depósito sedimentar de idade terciária e quaternária, representados na área de estudo pela formação Resende, composta por lamitos e arenitos ao sul, associada à drenagem da região e pela formação Itaquaquecetuba – que apresenta basicamente lamitos e argilitos.

A Bacia Sedimentar de São Paulo, que se formou com a movimentação tectônica, tem sua estrutura relacionada aos maciços cristalinos e se encontra em terrenos pertencentes a este grupo. Ricomini (1989) propôs a diferenciação do pacote terciário paulistano, que abrange os depósitos continentais relacionados à mesma, identificando as formações: Resende (sistema de leques aluviais associados à planície fluvial e rios entrelaçados), Tremembé (lacustre) e São Paulo (sistema fluvial meandrante), que fazem parte do Grupo Taubaté e que está recoberta pela Formação Itaquaquecetuba.

Os depósitos pleistocênicos pertencentes à Bacia Sedimentar de São Paulo compreendem colúvios argilo-arenosos, que apresentam porções mais argilosas e aluviões, constituídos por conglomerados basais recobertos por areias grossas e estratificações cruzadas com texturas que variam de areias finas e médias com porções argilo-arenosas e fragmentos de madeira fóssil²⁰ (MELLO et. al. apud SILVA, 2000).

De acordo com o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (1999), ocorre área de estudo selecionada, solos do tipo argissolo-vermelho-amarelo (PVA). Esta classe de solo, segundo o sistema de classificação de solos da EMBRAPA (1999), é representada por solos constituídos de material mineral com argila de baixa atividade ou alta atividade conjugada, que apresentam o horizonte B textural imediatamente abaixo do A. Sua saturação ocorre por bases conjugadas e por bases de baixa atividade ou caráter alítico na maior parte do horizonte B.

O solo argissolo-vermelho-amarelo (PVA) é bastante susceptível à erosão, principalmente quando apresenta texturas mais grossas, presença de cascalhos e quando ocorre em áreas com declividades acentuadas, tornando-se inadequado

²⁰ MELLO et al. Datações C4 em sedimentos da grande São Paulo. IN: Congresso da associação brasileira de estudos do quaternário, Porto Alegre, Anais. Porto Alegre : ABEQUA, p. 427-436.

para agricultura e mais indicado para pastagem e reflorestamento ou preservação da flora e fauna. Quando ocorre em áreas de relevo plano, pode ser utilizado para diversas culturas, mas necessita de correções da acidez e adubação, principalmente no caso de ser distrófico ou álico (EMBRAPA, 1999).

Em relação ao relevo, de acordo Peixoto e Theodorovicz (2009), podem ser diferenciados na bacia hidrográfica do rio Aricanduva três patamares: maciços, serras e morros do alto Aricanduva e de Itaquera; terraços, colinas e patamares do Tamanduateí e Aricanduva; e, várzeas e baixos terraços do Aricanduva e Tietê (Figura 72).

O relevo assume formas denudacionais predominantemente convexas, de dimensões interfluviais médias, apresentando uma amplitude altimétrica que varia de 750 a 866 metros (Figura 73), com um fraco grau de entalhamento e vertentes bastante inclinadas, e declividades superiores a 25% (SILVA, 2000).

Segundo Azevedo (1945, p.45), “a toponímia local é justificada pelo afloramento do embasamento cristalino formado por granitos e diques de pegmatito que deram origem aos nomes, por exemplo, de Itaquera e Lajeado”. As encostas apresentam formas convexas, côncavas e retilíneas; a declividade atinge, em alguns pontos, valores acima de 70%, porém, os valores inferiores a 30% são predominantes (Figura 74).

Nas regiões cristalinas granítico-gnáissicas dos arredores de São Paulo, de acordo com Ab'Saber (1956), a drenagem torna-se tipicamente dendrítica. O autor explica que esse tipo de padrão de drenagem existente nas regiões tropicais onde a precipitação, decomposição das rochas e formas de maturidade dominante nos maciços mais altos e antigos, favoreceu o desenvolvimento de redes de drenagem bastante densas. A rede de drenagem do Alto Tietê apresenta a tendência à concentração exatamente à altura da bacia sedimentar paulistana.

O rio Aricanduva, portanto, segundo Ab'Saber (1956), possui um perfil transversal nitidamente assimétrico. Devido à posição ocupada no relevo regional, sua margem esquerda é limitada pelas altas encostas da Penha e, à direita, por terraços fluviais baixos e colinas suaves. Trechos paralelos e subparalelos do rio Aricanduva apresentam o aspecto de drenagem de pequenos rios que seccionam as colinas médias e baixas da região de São Paulo. Nas regiões com a presença de xistos, podem ocorrer rios direcionais de padrão retangular. Nas regiões cristalinas,

pequenos cursos de água se orientam pelo contato de xistos com porções graníticas.

O relevo da região é decorrente direto do litotipo presente, bem como de sua estruturação. No caso da bacia do rio Aricanduva, tal dependência passa a ter grande evidência nas áreas de ocorrência dos micaxistos, que por ter sua marcante xistosidade, com mergulhos quase verticais, geralmente associada a sistemas de fraturas com ou sem cisalhamento, condiciona um relevo acentuado com vertentes íngremes. Mesmo sob a influência de tão marcante controle estrutural, a elevada densidade da drenagem imprimiu um padrão quase dendrítico nestas áreas de micaxistos, principalmente nas porções mais altas dos cursos d'água.

Na área do PNMFC e entorno, existem também dois sistemas aquíferos. O aquífero cristalino Pré-Cambriano, que apresenta maior distribuição espacial, e o aquífero sedimentar São Paulo (SVMA, 2014).

Figura 71 – Geologia da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP)

Organização Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Figura 72 - Unidades de relevo da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP)

Organização Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Figura 73 - Hipsometria da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP)

Organização Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 74 - Declividade da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP)

Organização Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Como relata Jardim (2002), nos diversos episódios de retomada de erosão na bacia do rio Aricanduva, ao longo do tempo, sua margem direita sempre foi a principal margem de ataque. Isso modelou e conferiu ao seu vale uma formação assimétrica, com vertentes bastante abruptas na sua margem direita e interflúvios amplos, pouco dissecados em topos planos, na sua margem esquerda. Ainda a respeito das características do rio Aricanduva, Ab'Saber (1946, p. 185) destaca:

O rio Aricanduva é o mais importante dos afluentes da margem esquerda do Tietê, depois do Tamanduatei, ao iniciar seu encaixamento a partir da superfície de erosão de São Paulo, e adquiriu uma tendência direcional típica, permanecendo orientado segundo a linha de contato geral entre o maciço granítico e a extensão regional de terrenos terciários. A despeito dos epíclis erosivos pós-pliocênicos, permaneceu sempre subsequente possuindo sua vertente esquerda diretamente no terciário e sua vertente direita no cristalino. Por seu turno, a margem de ataque principal de seu vale foi sempre a direita, fato que se evidenciou em todas as retomadas de erosão que são ali processadas. Daí a assimetria geral existente em quase todo seu vale.

6.2.4. Clima

No que se refere às características e condições climáticas da região onde está localizada a área de estudo, segundo os trabalhos de Tarifa e Armani (2001) e Jardim (2002), podem ser diferenciados três mesoclimas: o mesoclima de várzea e dos baixos terraços do vale do rio Aricanduva, local onde o conjunto do relevo favorece a estabilidade atmosférica e há um forte aquecimento durante o dia, condições que não favorecem a dispersão de poluentes; o mesoclima dos terraços, colinas e patamares do rio Aricanduva, onde a dispersão é melhor do que na área anterior; e o mesoclima dos maciços, serras e morros do alto do Aricanduva e Itaquera, que apresenta as menores temperaturas em relação ao conjunto dos mesoclimas da região.

Os mesoclimas dos maciços se estruturam sob o clima tropical úmido de altitude do Planalto Paulistano - uma das cinco unidades naturais de clima local presente no município, dentre as demais, esta unidade apresenta boas condições de ventilação e de dispersão de poluentes. Estas unidades mesoclimáticas correspondem às características naturais do clima da região sobrepostas às mesmas, estão às unidades climáticas urbanas (JARDIM, 2002).

Ainda segundo Jardim (2002), na bacia do rio Aricanduva, há ocupação da urbanização que abrange aproximadamente três quartos da sua área total de 80 km². Os altos e médios vales do rio Aricanduva incluem-se dentro das unidades

climáticas do município de São Paulo na unidade climática da periferia, que apresenta temperaturas mais amenas em relação à unidade climática urbana local central, na qual se insere o baixo vale do Aricanduva. A unidade climática da periferia é marcada pelo padrão horizontal de ocupação e apresenta também moradias de baixo padrão, que apesar de possuir temperaturas mais amenas, não interferem ou determinam uma melhor qualidade de vida para a população que habita esses locais que, na maioria das vezes, apresentam-se em péssimas condições de moradia.

Se levadas em consideração as características naturais, o clima da região é o tropical úmido de altitude do planalto paulistano, que apresenta variações de acordo com as faixas de altitude: maciços, serras, morros do alto do Aricanduva e Itaquerá; terraços, colinas e patamares do Tamanduateí e Aricanduva. Em relação às unidades climáticas urbanas, a região se insere na unidade climática periférica, que se subdividem em outras oito subunidades presentes em toda região leste do município.

De acordo com o Plano de Manejo do PNMFC (2014) além dos valores associados à biodiversidade, este remanescente de vegetação apresenta um importante papel no equilíbrio climático e ambiental da zona leste do município de São Paulo, também abriga nascentes e funciona como um elemento regulador dos processos hidrológicos, ecológicos, geomorfológicos e climáticos, contribuindo para melhoria dos bons padrões de conforto térmico na região.

6.2.5. Flora e Fauna

Quanto à vegetação da área de estudo, encontram-se áreas remanescentes de vegetação da formação da Mata Atlântica, principalmente nas encostas e, em locais de difícil acesso. Os tipos fisionômicos predominantes na região são: a formação de floresta ombrófila densa, formação de várzea ou brejo e campos naturais ou de origem antrópica, além de áreas de várzea. Além do remanescente florestal presente no Parque Natural Municipal do Carmo, encontram-se manchas de vegetação na bacia hidrográfica do rio Aricanduva na região das cabeceiras do rio e nos morros mais altos, onde existem manchas menores, que apresentam diferentes estágios de regeneração da vegetação (SVMA, 2014).

De acordo com o Atlas Ambiental do Município de São Paulo (2004), a cobertura vegetal presente na área de estudo é composta por fragmentos da formação de floresta ombrófila densa: sere secundária tardia (capoeirão); floresta ombrófila densa montana atlântica e de floresta ombrófila densa alta montana atlântica (nebular) e campos naturais.

Estudos da flora mais recentes da região caracterizaram as florestas existentes como um tipo transição entre Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual, com maior riqueza de famílias típicas da fachada Atlântica, e a presença de espécies que caracterizam Floresta Estacional, Cerrado e formações pioneiras (CATHARINO; ARAGAKI, 2008).

De acordo com Cardim (2012), outros estudos apontam para a presença de remanescentes de campos cerrados no território da APA Parque e Fazenda do Carmo, onde foram encontradas espécies típicas dessa vegetação.

Os fragmentos presentes no Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC) apresentam estratos herbáceos, sub-bosque, dossel emergente, e contam deste modo, com uma vegetação bastante heterogênea, com diversas espécies de árvores, arbustos, lianas e plantas epífitas, além de espécies de rubiáceas, mirtáceas e gramíneas em gradientes sucessionais de estágio médio, com altura média de 8,20 metros e árvores emergentes com até 20 metros (SMA, 1993).

De acordo com seu plano de manejo, o Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC) apresenta um mosaico de áreas com florestas em diferentes níveis de conservação; plantios de *Eucalyptus sp.*, regeneração de espécies nativas de sub-bosque; e áreas abertas (com estrato herbáceo, arbustos esparsos e trechos de solo exposto). O plantio de espécies arbóreas para fins de recomposição também tem sido realizado na unidade de conservação.

Ainda de acordo com o plano, os trechos de floresta mais preservados são importantes fontes de propágulos para a regeneração de áreas próximas, como foi constatado em áreas de sub-bosque de plantios de *Eucalyptus sp.*, que apresentam boa expressão da regeneração natural.

Veloso et al. (1991) definem a formação vegetal de floresta ombrófila densa como: um tipo de vegetação caracterizada pela presença de fanerófitos, sub formas de vida, macro e mesofanerófitos, lianas lenhosas e epífitas em abundância. A

característica principal dos ambientes ombrófilos²¹ está relacionada a fatores climáticos tropicais, como as altas temperaturas e precipitação elevada e bem distribuída durante o ano, praticamente sem a ocorrência de períodos de seca.

Nos ambientes ombrófilos, costumam ocorrer os solos do tipo latossolo distrófico, e em alguns casos eutróficos, originados de vários tipos de rochas como granito, gnaisses e até arenitos com derrame vulcânico, de diferentes eras geológicas são predominantes.

A formação vegetal de floresta ombrófila densa foi subdividida por Veloso et al. (1991, p.64), segundo a hierarquia topográfica, que apresenta uma fisionomia diferenciada de acordo com as variações das faixas altimétricas, resultando em ambientes diferentes. Os mesmos apresentam variação de meio grau centígrado a cada 100 metros de altitude; a classificação proposta levou em conta alguns estudos fitogeográficos importantes, desde o projeto RADAM Brasil empreendido nas décadas de 1970 e 1980 às observações realizadas por Humbolt em 1806:

- Formação aluvial: não varia topograficamente, e apresenta sempre ambientes repetitivos, dentro dos terraços aluviais dos fluvios.
- Formação das terras baixas: situada entre os 4° de latitude norte e os 16° de latitude sul, a partir dos 5 metros até os 100m acima do mar; de 16° de latitude sul a 24° de latitude sul de até 5 m até 50 m; de 24° de latitude sul a 32° de latitude sul de 5m até 30m.
- Formação submontana: situada nas encostas dos planaltos e/ou Serras entre 4° de latitude norte e os 16° de latitude sul a partir dos 100m até 600m; de 16° de latitude sul a 24° de latitude sul de 50m até 500m; de 24° de latitude sul a 32° de latitude sul de 30 até 400m.
- Formação Montana: situada no alto dos planaltos entre 4° de latitude norte e os 16° de latitude sul a partir dos 60m até os 2000m de 16° de latitude sul a 24° de latitude sul de 500 m até 1.500m; de 24° de latitude sul até 32 de latitude sul de 400m até 1000m.
- Formação Alto-Montana: situada nos limites estabelecidos para a formação montana.

Segundo o Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC) foram identificadas as seguintes espécies de mamíferos no Parque: *Didelphis aurita* (gambá-de-orelhapreta), *Bradypus variegatus* (preguiça-de-trêsdedos), *Dasypus novemcinctus* (tatú-galinha), *Euphractus sexcinctus* (tatú-peba), *Mazama gouazoubira* (veado-catingueiro), *Guerlinguetus ingrami* (caxinguelê) e *Sphiggurus villosus* (ouriço-cacheiro)

Em 2010, foi publicada a lista do inventário da Fauna do município de São Paulo elaborada pela Divisão Técnica de Medicina Veterinária e Manejo da Fauna Silvestre – como parte do Programa “Inventariamento Faunístico em Parques e

²¹ O termo, originado do grego, substitui a palavra pluvial.

Áreas Verdes do Município de São Paulo”. Na lista correspondente as áreas do Parque Municipal do Carmo e da APA Parque e Fazenda do Carmo, foram levantadas registradas 137 espécies de animais, sendo 11 de répteis, 119 de aves e sete de mamíferos (SVMA, 2014).

Dentre as aves, nos estudos realizados no PNMFC, houve um predomínio de espécies insetívoras e onívoras. Em paisagens fragmentadas e isoladas, como é o caso do PNMFC, a substituição de espécies raras e/ou especialistas é um processo frequente, por espécies abundantes e/ou generalistas como os onívoros e insetívoros de borda, que possuem melhor adaptação a áreas abertas e bordas (WILLIS, 1979; WILLIS e ONIK, 2002).

Há dominância de espécies menos resistentes a perturbações antrópicas, mas também é observada a presença de espécies endêmicas e ameaçadas; e, espécies estritamente florestais. Esse aspecto demonstra que a área ainda mantém parte da avifauna original, e é um importante refúgio para a avifauna local (SVMA, 2014).

6.2.6. Evolução do uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014)

Foram produzidos mapas de uso e cobertura da terra para a reconstituição da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (Mapas 4, 5 e 6). A partir dos mesmos, foi feita identificação e quantificação das principais mudanças que ocorreram em um período de 52 anos (Tabela 19). As mudanças provocadas pelo processo de urbanização foram observadas a partir da variação de área ocupada pelas classes de uso relacionadas às atividades antrópicas (vias principais, área urbanizada, solo exposto, área urbana com vegetação) e pelas classes de uso relacionadas à vegetação (floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira), campo e silvicultura/bosque heterogêneo) (Gráficos 38, 39 e 40).

Tabela 19 - Quantificação do uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Área em hectares (ha) Porcentagem de área ocupada% e Variação%	área (ha)	Porcentagem %	área (ha)	Porcentagem %	Variação%	área (ha)	Porcentagem %	Variação%
Classes de uso e cobertura da terra	1962		1994			2014		
floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)	1500	14,9	448,08	4,8	- 73,4	613,1	6,12	55
floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)	1124,1	11,2	557,56	5,5	- 61,7	525,2	5,24	8,8
campo	6,11	0,06	11,62	0,11	+47, 4	10,47	0,10	- 9,8
campo úmido	1565,6	15,6	853,37	8,5	- 46,1	792	7,91	- 7,3
Silvicultura/ bosque heterogêneo	206,7	2,06	140,09	1,3	- 32,2	213,3	2,13	+5 2,4
agricultura	1,38	0,01	1,39	0,01	-	1,41	0,01	-
área urbanizada com vegetação	403,17	4,02	440,78	4,3	+8,8	731,2	7,3	66
vias principais	36,25	0,36	205,1	2,0	468, 8	309,3	3,09	50, 9
área urbanizada/ loteamentos	3803,7	37,9	6641,2	66,4	80	6452, 4	64,5	- 5,8
solo exposto	167,5	1,6	171,3	1,7	0,8	335,2	3,34	97, 8
corpos d'água	1206,6	12	545,7	5,4	- 69,7	25,6	0,25	-86
área total da paisagem:						10.021,53 hectares		

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017)

Mapa 4 – Uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva em 1962, município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Mapa 5 – Uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva em 1994, município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Mapa 6 – Uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva em 2014, município de São Paulo (SP).

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017)

Gráfico 38 - Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva em 1962. Município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Gráfico 39 – Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva em 1994. Município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Gráfico 40 – Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva 2014. Município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Os resultados apresentados são referentes às classes de uso e cobertura da terra relacionadas às atividades antrópicas obtidas a partir da fotointerpretação visual de fotografias aéreas e da classificação das imagens do satélite *RapidEye*. A (Tabela 20) foi produzida no *software Idrisi Selva 17.0* a partir da combinação de informações da área ocupada por cada classe, nos intervalos de tempo entre 1962 e 1994 (primeiro período), e, 1994 e 2014 (segundo período), e mostra as perdas e ganhos de área em hectares que cada classe de uso e cobertura da terra sofreu durante o período analisado.

A partir dos dados apresentados também foram produzidos os mapas de perdas e ganhos para as classes que apresentaram variações importantes, e, que ajudam a compreender a dinâmica de uso e cobertura da terra na paisagem na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva. Entre 1962 e 1994, a paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva perdeu 2.325,3 hectares de cobertura vegetal natural e/ou seminatural. Durante o segundo período (1994-2014) houve um saldo positivo de 70,4 hectares, porém, não se pode afirmar que houve recuperação, pois se trata de uma diferença muito pequena que pode estar relacionada inclusive

com a diferença entre a análise de produtos do sensoriamento remoto diferentes: fotografias aéreas e imagens de satélite.

Tabela 20 - Perdas e ganhos em hectares para as classes de uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Classes	1962-1994		1994-2014	
	perdas	ganhos	perdas	ganhos
vias	-8	178	-4	106
silvicultura/bosque heterogêneo	-199	93	-43	157
floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)	-1079	68	-133	259
floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)	-923	357	-382	352
campo	-1403	693	-574	515
campo úmido	-3	8	0	0
área urbanizada/loteamentos	-208	3047	-833	649
solo exposto	-164	166	-136	302
área urbanizada com vegetação	-303	341	-258	549
agricultura	-1072	411	-523	4
corpos d'água	0	0	-8	1

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Em 1962, 55,92% do total da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva já era ocupada por classes de uso ligadas a atividades humanas. A presença da cobertura vegetal ainda era expressiva na área, e, correspondia a 43,9% da paisagem, portanto, já havia a presença de uma matriz predominantemente antrópica na região. A ocupação humana e a urbanização se concentravam na porção a noroeste da bacia; e, a cobertura vegetal e atividade agrícola eram predominantes a sudeste da bacia.

A classe agricultura ocupava 1.206,9 hectares, e correspondia a 12% da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva em 1962. Em 1994, a classe passou a ocupar 545,7 hectares que correspondiam a 5,4% da paisagem. Houve entre 1962 e 1994 uma perda de 69,7% da área ocupada por agricultura. Em 2014, a classe ocupava pouco menos de 25,6 hectares, e, passou deste modo, por uma diminuição de 83% da área ocupada anteriormente. A região que corresponde aos distritos do Iguatemi, São Matheus e São Rafael são as que mais sofreram transformações, as áreas ocupadas por agricultura e cultivos sofreram redução no segundo período (1994-2014). Hoje existem na região algumas chácaras e pequenas propriedades a sudeste da bacia (Figura 75).

Figura 75 - Perdas, ganhos e persistência de área para a classe agricultura na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017). Fonte: MMA, 2014.

A área urbanizada em 1962 correspondia a 3803,7 hectares da paisagem, o que representava 37,9% da área total mapeada. Em 1962, era notável a presença dos loteamentos urbanos, já que, propriedades rurais foram loteadas para dar lugar à urbanização nas áreas periféricas da cidade. Em 1994, a área urbanizada passou a ocupar 6.641,26 hectares o que correspondia a 66% da paisagem. Houve um acréscimo de 80% da área ocupada pela urbanização, dados que demonstram a rapidez em que o esse processo aconteceu. A ocupação caracterizou-se pelo uso residencial de baixo padrão e ocupações irregulares (Figura 76).

Figura 76 - Perdas, ganhos e persistência de área para a classe área urbanizada e loteamentos na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017). Fonte: MMA, 2014.

A classe área urbanizada com vegetação, em 1962 ocupava 403,17 hectares, ou 4,2% da paisagem. Em 1994, passou a ocupar 440,78 hectares que correspondiam a 4,3% da paisagem, houve, portanto, pouca variação entre 1962 e 1994 em relação à área ocupada pela classe. Em 2014, a classe ocupava 731,27 hectares, 7,3% da paisagem. Houve um acréscimo de área de 34,1% entre 1994 e 2014. Junto com o processo de ocupação veio também à infraestrutura de áreas verdes e de cobertura vegetal. Outra possibilidade para o aumento da área ocupada pela classe pode estar relacionada à maior precisão da interpretação da imagem de satélite em comparação com as fotografias aéreas pancromáticas antigas, ou seja, no mapeamento de 2014, a área urbanizada com vegetação foi identificada com maior precisão. Se somadas às áreas das classes área urbanizada e área urbanizada com vegetação são 7.183 hectares ou 71,8% de urbanização na bacia hidrográfica do rio Aricanduva.

Figura 77 - Perdas, ganhos e persistência de área para a classe área urbanizada com vegetação na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017). Fonte: MMA, 2014.

Em 1962, na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, as vias principais e de circulação representavam 36,3 hectares ou 0,36% da paisagem. Nesta data, a Avenida Radial Leste já estava presente na paisagem, havia sido inaugurada em 1957. Em 1994, a classe ocupava 205,1 hectares o que correspondia a 2% da paisagem, já estavam presentes os principais eixos de ligação da região com o centro: Avenida Aricanduva e Jacú Pêssego. De 1994 a 2014, houve uma variação positiva de 50% da área ocupada pelas vias principais devido à expansão da Avenida Jacú Pêssego, a classe passou a ocupar 309,6 hectares, ou 3% da paisagem. Junto com a construção da Avenida Aricanduva, veio também à canalização do rio; a margem do rio Aricanduva, assim como as de outros rios na cidade de São Paulo, acabou dando lugar à malha viária. É notável o papel indutor da urbanização desempenhado pelas vias de acesso. Nota-se ganhos de área urbanizada no último período (1994-2014) nas áreas correspondentes aos Distritos de São Rafael, São Matheus e Iguatemi.

Em 2014, a área urbanizada ocupava 6.452,4 hectares e correspondia a 64,5% da paisagem. A variação negativa da área urbanizada no segundo período

(1994-2014) pode ser explicada pela comparação de dados de produtos de sensoriamento remoto diferentes, como já foi mencionado.

Em 1962, na paisagem da bacia hidrográfica do Aricanduva havia 169,8 hectares que correspondiam à classe solo exposto ou 1,6% da área total da paisagem. Em 1994, eram 171,7 hectares de solo exposto ou 1,7% da paisagem, houve pouca variação durante o período. Em 2014, a classe passou a ocupar 338,7 hectares o que representava 3,3% da paisagem. Nas fotografias pancromáticas de 1994 nota-se uma grande área de solo exposto a sudeste da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, tratava-se do aterro sanitário Sapopemba instalado no final da década de 1970, desativado em 1986, onde hoje está sendo desenvolvido um projeto de recuperação ambiental e instalação de um Parque urbano. Mais ao sul estava o aterro São João, também já desativado. Nas proximidades há a presença de manchas com vegetação, e está em andamento a instalação de parques urbanos e unidades de conservação. A região ficou conhecida historicamente como o “depósito de lixo” no município de São Paulo e quase metade do lixo produzido na capital era levada para o local (UNIVERSIDADE CRUZEIRO DO SUL, 2011).

A classe silvicultura/bosque heterogêneo correspondia a 206,7 hectares e a 2% da paisagem em 1962. Em 1994, ocupava 140 hectares e correspondia a 1,3% da paisagem, houve uma diminuição de 32% da área ocupada pela classe entre 1962 e 1994. Em 2014, a silvicultura ocupava 213,35 hectares e correspondia a 2,13% da paisagem, uma variação positiva de 52,4% da área ocupada por silvicultura entre 1994 e 2014. O reflorestamento de pinus foi bastante desenvolvido na região, principalmente na área que corresponde ao atual Parque Municipal do Carmo, e em algumas propriedades agrícolas da região.

O gráfico Evolução do uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (Gráfico 41), mostra a variação da área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra ao longo do período analisado. Nota-se que as maiores variações entre as classes de uso aconteceram no primeiro período (1962-1994), principalmente em relação ao crescimento da área urbanizada, construção das principais vias de acesso, diminuição da atividade agrícola na região, e à perda de cobertura vegetal natural e seminatural. No segundo período (1994-2014) as maiores variações apareceram para a classe área urbanizada com vegetação.

Gráfico 41 - Evolução do uso e cobertura da terra na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014). Município de São Paulo (SP)

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

6.2.7. Métricas da Paisagem para as classes de cobertura vegetal natural e/ou seminatural da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva

Para as classes de cobertura vegetal floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira), campo e campo úmido foram geradas as métricas da paisagem no software *Fragstats 4.2*.

A (Tabela 21) contém os dados obtidos a partir da geração das métricas de área, para bordas e subdivisão para as classes de cobertura vegetal da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva: área da classe (CA) porcentagem na paisagem ocupada pela classe (PLAND), número de manchas (NP), O índice da maior mancha (LPI), total de bordas (TE) e a área média das manchas (AREA_MN). No nível da mancha, foi gerada a frequência relativa para a métrica área das manchas de vegetação natural e/ou seminatural.

Tabela 21 - Métricas de área, bordas e subdivisão da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP)

Classes	Campo		
Métricas	1962	1994	2014
CA	1.565,6	853,3	792
PLAND	15,6	8,51	7,91
NP	124	172	291
LPI	49,5	1,3175	1,2369
TE	267.310	242.065	355.300
AREA_MN	12,6	4,96	2,72
Classes	Campo úmido		
Métricas	1962	1994	2014
CA	6,1	11,6	10,4
PLAND	0,061	0,116	0,104
NP	1	4	4
LPI	0,0610	0,0711	0,0435
TE	2.340	4.025	7.660
AREA_MN	6,11	2,90	2,61
Classe	Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)		
Métrica	1962	1994	2014
CA	1.124,1	557,5	525,2
PLAND	11,21	5,5	5,24
NP	152	114	233
LPI	23,443	0,7313	0,3594
TE	229.100	147.960	225.460
AREA_MN	7,39	4,8909	2,25
Classe	Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
Métrica	1962	1994	2014
CA	1.500,03	488,08	613,1
PLAND	14,9	4,8	6,12
NP	22	27	38
LPI	72,767	1,6113	2,6483
TE	142.320	79.020	105.730
AREA_MN	68,18	18,0771	16,13

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

A classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, em 1962 ocupava 1.500,03 hectares que correspondiam a 14,9% da paisagem, em 1994 ocupava 488,08 hectares que correspondiam a 4,8%, e, em 2014 passou a ocupar 613,1 hectares ou 6,12% da paisagem. De 1962 a 1994, a classe perdeu 1.011,95 hectares, o que significou uma variação negativa de 73,4% da área ocupada. De no segundo período (1994-2014)

houve um aumento de 55% área ocupada pela classe, um acréscimo de 165,5 hectares (Figura 78).

Figura 78 - Perdas e ganhos e persistência de área para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

A classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) em 1962 ocupava 1.124,1 hectares que correspondiam a 11,21% da paisagem, em 1994 eram 557,5 hectares que representavam 5,5% da paisagem, e, em 2014, 525,2 hectares, ou 5,24% da paisagem. Houve, portanto, em 1994, uma diminuição de 556,6 hectares, ou seja, a classe perdeu quase metade da área ocupada em 1962. No segundo período (1994- 2014), a classe perdeu um valor pouco significativo de área (Figura 79).

Figura 79– Perdas, ganhos e persistência de área para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe campo, 1962 ocupava 1.565,69 hectares que correspondiam a 15,6% da paisagem. No primeiro período (1962-1994) houve uma diminuição significativa da área ocupada para 853 hectares que representavam 8,5% da paisagem. Em 2014, a classe passou a ocupar 792 hectares ou 7,9% da paisagem. No primeiro período (1962-1994) houve, portanto, uma variação negativa de 46,1% em relação à área ocupada pela classe, e, no segundo período (1994 -2014) houve uma variação também negativa de 7,3%. Os dados demonstram que a maior perda de área ocorreu durante a primeiro período (1962-1994) e está ligada ao processo de urbanização (Figura 80).

Figura 80 - Perdas, ganhos e persistência de área para a classe campo na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A formação de várzea ou campo úmido, em 1962 ocupava 6,1 hectares, em 1994 foram identificados 11,6 hectares pertencentes à classe, e, em 2014 10,4 hectares.

Na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva houve um aumento do número de manchas (NP) para a classe floresta ombrófila densa em estágio tardio (mata) entre 1962 e 2014. Em 1962, eram 22 manchas; em 1994 eram 27 manchas; e, em 2014 foram identificadas 38 manchas. Houve, portanto, um aumento do número de manchas da classe durante o período analisado, fato que não é positivo para a conservação, já que, é um indicativo de que a fragmentação aumentou para classe.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) houve um aumento do número de manchas (NP) durante o período analisado. Em 1962, a classe apresentava 152 manchas, em 1994 eram 146 manchas e 2014 eram 233.

Houve, portanto, uma diminuição da área ocupada acompanhada pelo aumento da fragmentação.

Durante o período analisado (1962-2014) o número de manchas (NP) da classe campo aumentou de 124 em 1962 para 172 em 1994, e para 291 em 2014.

Na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) entre os anos de 1962 e 1994 houve uma diminuição do total de bordas de 142.320 para 79.020 metros, que provavelmente está relacionado à diminuição da área ocupada pela classe durante o período. Em 2014, a classe apresentava 105.730 metros de borda, houve, portanto, um aumento entre 1994 e 2014. O aumento das bordas está relacionado diretamente à fragmentação, que não é favorável à conservação.

Também houve uma diminuição do total de bordas (TE) para a classe floresta ombrófila densa em secundária inicial (capoeira) entre os anos de 1962 e 1994 de 229.100 metros para 147.960 metros, provavelmente em função da diminuição da área ocupada pela classe. Em 2014, o total de bordas teve um pequeno aumento para 225.460 metros. O aumento do total de bordas no segundo período (1994-2014) provavelmente está relacionado ao aumento do número de manchas da classe.

Entre 1962 e 1994 o total de bordas (TE) para a classe campo diminuiu de 267.310 metros para 242.065 metros, fato que pode estar relacionado à diminuição de 46% da área ocupada pela classe, e de 1994 a 2014 o número do total de bordas aumentou para 355.300 metros, neste período, houve um aumento considerável do valor de manchas e diminuição da área ocupada por campo.

Para a formação de várzea ou campo úmido o total de bordas (TE) aumentou entre 1962 a 1994, de 2.340 metros para 4 metros. Do período de 1994 a 2014, houve um aumento do total de bordas para a classe para 7,6 metros.

A área média das manchas (AREA_MN) da classe floresta ombrófila densa em estágio tardio (mata) diminuiu de 68,18 hectares em 1962 para 18,13 hectares em 1994 e, para 16,16 hectares em 2014. As manchas se tornaram menores durante o período analisado. Na análise no nível da mancha, observa-se que em todas as datas, a maior parte das manchas (mais de 80%) pertencentes à classe tinham até 91 hectares. A frequência relativa (Gráfico 42) mostra que existia uma mancha bem maior em 1962, com 729 hectares. Em 1994, 7% das manchas tinham

entre 92 e 182 hectares. Em 1994, não foram identificadas manchas maiores que 182 hectares. Já em 2014, foi identificada a presença de uma mancha entre 183 e 273 hectares. A maior mancha identificada corresponde a que está protegida hoje pelo Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC), o aumento da área é um fator positivo para a conservação, manchas maiores favorecem a conservação.

Gráfico 42 - Frequência relativa das manchas de Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (AREA) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Para as manchas da classe floresta ombrófila densa em estágio inicial (capoeira) a área média (AREA_MN) diminuiu durante o período analisado. Em 1962 as manchas tinham em média 7,39 hectares, em 1994 4,89 hectares, e, em 2014 2,25 hectares. Tal fato pode estar relacionado urbanização recente e à fragmentação.

No nível da mancha (Gráfico 43) nota-se que, a maior parte das manchas, mais que 80%, tinha entre 1 e 23 hectares. Em 1962 foram identificadas 5 manchas maiores que 47 hectares, em 1994 foram 3 manchas com este tamanho, e, em 2014 nenhuma mancha apresentou área maior que 47 hectares. Houve, portanto, para uma diminuição da área ocupada pela classe acompanhada do desaparecimento de manchas maiores na paisagem.

Gráfico 43 - Frequência relativa das manchas de Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (AREA) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A área média das manchas (AREA_MN) da classe campo diminuiu consideravelmente durante o período analisado. Em 1962, as manchas tinham em média 12,9 hectares, em 1994 tinham 4,9 hectares, e, 2,7 hectares em 2014. Na análise no nível da mancha (Gráfico 44) nota-se uma maior frequência relativa de manchas de até 45 hectares em todas as datas analisadas. Em 1962, existiam duas manchas com área superior a 90 hectares, sendo que a maior apresentou 496 hectares. Em 1994, duas manchas tinham entre 46 e 90 hectares, e uma apresentava 135 hectares. Em 2014, não foram identificadas manchas com área superior a 45 hectares. Houve, portanto, o desaparecimento gradativo de manchas de tamanhos maiores da classe campo durante o período analisado.

Gráfico 44 - Frequência relativa das manchas de campo para (ÁREA) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) Município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017),

A formação de várzea ou campo úmido teve a área média das manchas reduzida entre 1962 e 1994, e, entre 1994 e 2014 essa média aumentou. Em 1962, a média do tamanho das manchas foi de 6,1 hectares, em 1994 de 2,9 hectares, e, em 2014 de 2,61 hectares. O número de manchas variou de um em 1962, para 4 em 1994 e manteve-se em 4 em 2014. Na análise nível da mancha (Gráfico 45) nota-se uma mancha maior em 1962, 4 manchas menores em 1994, e duas manchas menores em 2014.

Gráfico 45 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (ÁREA) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

O índice da maior mancha (LPI) ou a porcentagem da paisagem ocupada pela maior mancha, para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) em 1962 era de 72,7% da paisagem, em 1994 de 1,1% e, em 2014 era de 2,6%. Observa-se uma diminuição do (LPI) para classe no primeiro período e um aumento no segundo período da porcentagem da paisagem ocupada pela maior mancha da classe. Apesar da grande diminuição de valores para o índice o aumento da porcentagem de área ocupada pela maior mancha no último período é importante, pois as manchas maiores sofrem menos com o efeito de borda e possuem áreas interior maiores.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira), o (LPI) diminuiu de 23,4% em 1962 para 0,73% da paisagem em 1994; e, para 0,35% em 2014. Houve, portanto, uma diminuição significativa do (LPI) durante o primeiro período para a classe.

Para a classe campo, o índice da maior mancha (LPI) era de 49,5% da paisagem em 1967, 4,9% em 1994 e 2,7% em 2014. Ou seja, o índice mostra uma diminuição da porcentagem da paisagem ocupada pela maior mancha entre 1962 e 1994, e um aumento dessa porcentagem entre 1994 e 2014.

A formação de várzea ou campo úmido apresentou um aumento do (LPI) entre 1962 quando era 0,06% e 1994 quando era de 0,07%, e uma diminuição do índice entre 1994 e 2014 quando correspondia a 0,04%.

A (Tabela 22) apresenta os resultados obtidos a partir da geração das métricas de forma para classes de cobertura vegetal da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva: o índice de forma médio (SHAPE_MN), o índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN), círculo circunscrito relacionado médio (CIRCLE_MN), Índice de contiguidade médio (CONTIG_MN). No nível da mancha foram geradas frequências relativas para as métricas: o índice de forma (SHAPE), o índice de dimensão fractal médio (FRAC), círculo circunscrito relacionado (CIRCLE) e Índice de contiguidade (CONTIG).

Tabela 22 - métricas de forma da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Classe	Campo		
Métrica	1962	1994	2014
SHAPE_MN	2,1138	1,7831	1,8869
FRAC_MN	1,1405	1,1068	1,1279
CIRCLE_MN	0,6140	0,4967	0,6197
CONTIG_MN	0,7785	0,5100	0,7860
Classe	Campo úmido		
Métrica	1962	1994	2014
SHAPE_MN	2,3636	1,6594	3,1035
FRAC_MN	1,1562	1,1141	1,2317
CIRCLE_MN	0,8774	0,7553	0,8566
CONTIG_MN	0,9441	0,7615	0,8633
Classe	Floresta ombrófila densa secundária inicial(capoeira)		
Métrica	1962	1994	2014
SHAPE_MN	1,7068	1,6481	1,7899
FRAC_MN	1,0963	1,0994	1,1213
CIRCLE_MN	0,4307	0,4949	0,6056
CONTIG_MN	0,4506	0,5039	0,7298
Classe	Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
Métrica	1962	1994	2014
SHAPE_MN	2,1137	1,8754	1,7920
FRAC_MN	1,1115	1,1078	1,0965
CIRCLE_MN	0,5175	0,5405	0,4740
CONTIG_MN	0,6782	0,5477	0,6117

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Em 1962 a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) apresentava um valor mais alto para a métrica (SHAPE_MN): 2,1137, que indicava uma maior complexidade da forma nesta data. Os valores obtidos diminuíram ao longo do período analisado: em 1994 para 1,8754; e, em 2014 para 1,7920. Os dados obtidos para (SHAPE_MN) indicam que a complexidade das manchas da classe diminuiu. A análise no nível da mancha (Gráfico 46) indica uma maior frequência relativa de manchas para valores de (SHAPE) inferiores a 3 nos três períodos. Em 1962 e 2014, as manchas apresentaram valores mais altos para (SHAPE) entre 5,33 e 5,94 e, coincidentemente, eram as manchas que apresentaram as maiores áreas nestas datas, ou seja, para a maior mancha que está dentro do perímetro do PNMFC, os valores de (SHAPE) são mais altos que a média dos valores das outras manchas menores.

Gráfico 46- Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para índice de forma (SHAPE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe floresta ombrófila densa em estágio inicial (capoeira) em 1962 apresentava o valor de 1,7068 para o índice de forma médio (SHAPE_MN). Entre 1994 e 2014 houve um aumento dos valores obtidos: 1,6481 e 1,7899 respectivamente, indicando um aumento da complexidade das formas das manchas da classe. No nível da mancha (Gráfico 47), a maior frequência relativa para (SHAPE) foi para valores menores que 1, indicando formas mais simples (43% das manchas). Em 1994, a maior frequência relativa também foi verificada no intervalo

<1 (38% das manchas), e, em 2014 a maior frequência relativa para as manchas da classe foi entre o intervalo de 1 e 1,56. Pode-se afirmar pela leitura do gráfico que o ano de 2014 apresentou valores maiores de (SHAPE) para as manchas floresta ombrófila densa em estágio inicial (capoeira).

Gráfico 47- Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para índice de forma (SHAPE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe campo apresentou valores para o índice de forma médio (SHAPE_MN) que indicam uma maior complexidade da forma para 1962: 2,1138. Os valores apresentaram pouca variação entre 1994 e 2014: 1,7831 e 1,8869 respectivamente, no entanto, houve um pequeno aumento em 2014. Na análise no nível da mancha (Gráfico 48), nota-se que no ano de 1962 a maior frequência: 43% para (SHAPE) foi para o intervalo entre 1 e 1,73; em 1994 a maior frequência, 36% foi para o intervalo <1; e, em 2014 a maior parte das manchas da classe 52% apresentou valores para (SHAPE) entre 1 e 1,73. Houve, portanto, um pequeno aumento dos valores de (SHAPE) para as manchas da classe.

Gráfico 48 - Frequência relativa das manchas de campo para índice de forma (SHAPE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A formação de várzea e campo úmido também apresentou um valor maior para índice de forma médio (SHAPE_MN) em 1962: 2,3636, que sofreu redução em 1994: 1,6594, e voltou a aumentar em 2014: 3,1035. Pode ser observada em 2014 uma frequência relativa (Gráfico 49) maior para as manchas da classe para valores mais altos de (SHAPE).

Gráfico 49- Frequência relativa das manchas de campo úmido para (SHAPE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), Município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) diminuiu ao longo do período analisado.

Em 1962, o valor obtido foi de 1,1115, em 1994 de 1,1178 e em 2014 de 1,0965. O que pode representar uma variação positiva para a conservação.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 50), em 1962 a maior frequência, foi para valores de (FRAC) entre 1.10 e 1.12 (27% das manchas). Em 1994 a maior frequência foi para valores de (FRAC) entre 1.16 e 1.18 (30% das manchas); e, em 2014 a maior frequência foi para valores <1 (24% das manchas). Entretanto, os maiores valores para (FRAC) foram observados para as maiores manchas presentes na paisagem em 2014.

Gráfico 50- Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para índice de dimensão fractal (FRAC) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) entre 1962 a 1994 apresentou pouca variação para o índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN): 1,0963 e 1,0994. Entre 1994 e 2014 houve um aumento para o valor obtido que foi de 1,1213.

No nível da mancha (Gráfico 51), nota-se que as maiores frequências em 1962 foram para valores <1 e entre 1,15 e 1,17. Em 1994, as maiores frequências foram observadas para valores <1 para (FRAC) e valores entre 1,15 e 1,17. Em 2014 as maiores frequências foram observadas entre 1,08 e 1,14. Pode-se dizer que em 1962 e 1994 havia mais manchas que apresentavam valores <1 para a métrica (FRAC).

Gráfico 51 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (FRAC) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo o índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN) em 1962 foi de 1,1405, em 1994, de 1,1068, e, em 2014 de 1,1279, ou seja, houve uma diminuição do valor entre 1962 e 1994 e um aumento do valor do índice para 2014. Na análise no nível da mancha (Gráfico 52), é possível observar que, para 1962 houve maior frequência entre os valores 1,09 e 1,20 para (FRAC). Em 1994, a maior frequência relativa foi observada para valores <1; e, em 2014 a maior frequência foi para valores entre 1,09 e 1,17.

Gráfico 52- Frequência relativa das manchas de campo para índice de dimensão fractal (FRAC) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo úmido o índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN) obtido foi de 1,1562 para 1962, 1,1141 para 1994 e de 1,2317 para 2014. Houve, portanto, um aumento dos valores no segundo período. No nível da mancha (Gráfico 53), observa-se para o ano de 2014, uma frequência maior de valores mais altos para (FRAC).

Gráfico 53- Frequência relativa das manchas de campo úmido para índice de dimensão fractal (FRAC) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Em relação à métrica círculo circunscrito relacionado médio (CIRCLE_MN), a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) apresentou valores menores para a mesma ao longo do período analisado. Em 1962, o valor foi de 0,5175, em 1994 de 0,5405, e, em 2014 de 0,4740; o que pode indicar manchas com o formato mais circular.

No nível da mancha (Gráfico 54), em 2014, observa-se que as maiores frequências estão entre valores de 0 para (CIRCLE), e para o intervalo entre 0,74 e 0,84. As maiores manchas apresentaram valores neste intervalo para (CIRCLE). Portanto, apesar de em média, o valor para (CIRCLE) ter diminuído, o que significa manchas com perímetros mais circulares e mais favoráveis para a conservação, para as manchas maiores que correspondem ao PNMFC foram observados valores para (CIRCLE) que podem ser considerados altos, fato que não favorece a conservação.

Gráfico 54 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CIRCLE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014). município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) a métrica círculo circunscrito relacionado médio (CIRCLE_MN) aumentou durante o período em análise. Em 1967, o valor da métrica para a classe era de 0,4506; em 1994 de 0,5039; e, em 2014 de 0,7298, o que indica formas mais alongadas e lineares, menos vantajosas para a conservação.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 55), nota-se que em 1962 e 1994, a frequência foi maior para valores iguais a 0, em relação a 2014. Em 2014 a frequência foi maior para valores mais altos de (CIRCLE) (acima de 0,76).

Gráfico 55 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CIRCLE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014).
município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo a métrica círculo circunscrito relacionado médio (CIRCLE_MN) apresentou o valor 0,6140 para 1962, 0,4967 para 1994 e de 0,6197 em 2014. Durante o período de 1962 a 1994, houve diminuição de valores que voltaram a aumentar em 2014.

No nível da mancha (Gráfico 56), em 1962 a maior frequência foi observada para valores de (CIRCLE) entre 0,68 e 0,76; em 1994 as maiores frequências foram para valores iguais a 0, e entre 0,68 e 0,76; em 2014 a maior frequência esteve entre 0,60 e 0,67.

Gráfico 56 - Frequência relativa das manchas de campo para (CIRCLE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014). município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo úmido, a métrica círculo circunscrito relacionado médio (CIRCLE_MN), apresentou os valores de 0,8774 para 1962, de 0,7553 para 1994 e de 0,8566 para 2014. Houve, portanto, uma diminuição do valor da métrica entre 1962 e 1994, e um aumento entre 1994 e 2014. No nível da mancha, (Gráfico 57), nota-se uma maior frequência relativa para valores entre 0,84 e 0,88 em 2014.

Gráfico 57- Frequência relativa das manchas de campo úmido para (CIRCLE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de contiguidade médio (CONTIG_MN) para a classe floresta ombrófila densa em estágio tardio (mata) apresentou pouca variação durante o

período analisado: 0,6782 em 1962, 0,6598 em 1994 e 0,6117 em 2014. Houve, portanto, ao longo do período uma diminuição do índice de contiguidade médio e da conexão entre as manchas da classe.

A análise no nível da mancha (Gráfico 58) mostra que a frequência relativa de manchas que apresentavam valores mais altos para (CONTIG) aumentou entre 1994 e 2014. E as manchas maiores são as que apresentam os maiores valores para o índice de contiguidade (CONTIG). No entanto, foi observada uma frequência relativa maior em 2014 para manchas que apresentaram o valor de (CONTIG) igual a 0.

Gráfico 58 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CONTIG) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Para a classe floresta ombrófila densa em estágio inicial (capoeira), o índice de contiguidade médio (CONTIG_MN) obtido em 1962 foi de 0,4506, em 1994 de 0,5039, e, em 2014 de 0,7712. A contiguidade, portanto, aumentou para classe durante o período analisado. Na análise no nível da mancha observa-se em 2014 uma frequência relativa maior para valores mais altos de (CONTIG) (Gráfico 59).

Gráfico 59 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CONTIG) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Para a classe campo os valores do índice de contiguidade médio (CONTIG_MN) foram de 0,7785 para 1962, de 0,5100 para 1994 e de 0,7860 para 2014. A contiguidade diminuiu entre 1962 e 1994, e aumentou em 2014 para a classe campo. No nível da mancha (Gráfico 60), nota-se que a frequência relativa em 1962 era maior para valores mais altos de (CONTIG). Em 1994, as maiores frequências observadas foram para valores de (CONTIG) iguais a 0 e entre 0,91 e 1. Já em 2014, as maiores frequências foram observadas para valores acima de 0,82 para (CONTIG).

Gráfico 60 - Frequência relativa das manchas de campo para (CONTIG) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Para a classe campo úmido, os valores do índice de contiguidade médio (CONTIG_MN) foram de 0,9441 para 1962, 0,7615 para 1994, e de 0,8633 para 2014. Os valores mostram que, a contiguidade diminuiu entre 1962 e 1994 e aumentou em 2014 para a classe campo úmido. A análise no nível da mancha (Gráfico 61) confirma a tendência com a frequência relativa maior para valores mais alto de (CONTIG).

Gráfico 61 - Frequência relativa das manchas de campo para (CONTIG) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

A (Tabela 23) apresenta os resultados obtidos a partir da geração das métricas de área interior para classes de cobertura vegetal da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva: total de área interior (TCA), número de áreas interior (NDCA), área interior média (CORE_MN), índice de área interior médio (CAI_MN). No nível da mancha foram geradas as métricas: área interior (CORE), número de áreas interior (NCORE) e Índice de área interior (CAI).

Tabela 23 - Métricas de área interior da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Classe	Campo		
Métrica	1962	1994	2014
TCA	1030,5	411,1	187
NDCA	131	123	209
CORE_MN	8,3111	2,3902	0,6426
CAI_MN	16,3	7,7	3,7
Classe	Campo úmido		
Métrica	1962	1994	2014
TCA	0,7025	2,7025	0,2700
NDCA	2	3	5
CORE_MN	0,7025	0,6756	0,0675
CAI_MN	11,4	12,5	1,5
Classe	Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)		
Métrica	1962	1994	2014
TCA	630,01	256,76	147,7
NDCA	120	101	144
CORE_MN	4,1448	2,2523	0,6341
CAI_MN	9,6	12,3409	4,9
Classe	Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
Métrica	1962	1994	2014
TCA	1147,8	310,42	384,8
NDCA	30	24	41
CORE_MN	52,1756	11,497	10,1286
CAI_MN	36,1	22,3481	20

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

O total de área interior (TCA) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) em 1962 era de 1.147,8 hectares, em 1994 era de 251,6 e de 384,8 hectares em 2014. Houve, portanto, uma diminuição da área interior das manchas pertencentes à classe entre 1967 e 1994, e, um aumento em 2014 do total da área interior.

O total de área interior (TCA) para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) era de 630,01 hectares em 1962, de 285,7 em 1994 e de 147,7 em 2014. Houve uma diminuição progressiva do total de área interior (TCA) durante o período analisado.

O total de área interior (TCA) para a classe campo, em 1962 era de 1.030,5 hectares, em 1994 de 411,1 hectares, e, em 2014 de 187 hectares. Os dados mostram uma grande diminuição do total de área interior para a classe ao longo do período analisado.

O total de área interior (TCA) para a classe campo úmido em 1962 era de 0,70 hectares, em 1994 de 2,7 hectares, e de 0,7 hectares em 2014. Houve um aumento do total de área interior entre 1962 e 1994, e uma diminuição em 2014.

A classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) em 1962 apresentou o número de 30 áreas interior (NDCA). Em 1994, esse número diminuiu para 24. Em 2014 o número de áreas interior aumentou novamente para 41. Na análise no nível da mancha (Gráfico 62), em 1994 e 2014, mais da metade das manchas não possuía área interior, e as que possuíam apresentavam mais que uma área interior. Um número maior de áreas interior pode ser considerado um aspecto negativo para conservação, visto que, pode indicar fragmentação além do nível da mancha (McGARIGAL, 2015).

Gráfico 62 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (NCORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira), em 1962, apresentou 120 áreas interior (NDCA). Em 1994, esse número diminuiu para 106. Em 2014, houve um aumento do número de áreas interior para 144. Na análise no nível da mancha (Gráfico 63), a frequência relativa para o número de áreas interior mostra que, mais de 60% das manchas da classe em todas as datas não apresentavam área interior, e, em 2014, 71% das manchas também não possuíam área interior. Boa parte das manchas da classe, portanto, não apresenta área interior, e as manchas que possuem áreas interior, apresentam múltiplas áreas interior.

Gráfico 63 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (NCORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe campo, em 1962, possuía 131 áreas interiores (NDCA), em 1994 esse número diminuiu para 123, e, em 2014 aumentou para 209. Na análise no nível da mancha, nota-se que no segundo período (1994-2014) a frequência relativa para manchas que não apresentavam área interior aumentou em relação a 1962, e correspondia a 73% das manchas nas duas datas. As manchas que possuíam área interior apresentaram mais que uma área interior em todas as datas (Gráfico 64).

Gráfico 64 - Frequência relativa das manchas de campo para (NCORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe campo úmido, em 1962, apresentava 2 áreas interior, em 1994 possuía 3 áreas interior (NDCA). Em 2014, esse número aumentou para 4. No nível da mancha, duas manchas em 1994 e 2014 não apresentaram área interior (Gráfico 65).

Gráfico 65- Frequência relativa das manchas de campo úmido para (NCORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A área interior média (CORE_MN), para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), em 1962, era de 52,1 hectares. Em 1994, os dados

mostram uma diminuição significativa área interior média (CORE_MN) para classe, que passou a ser de 11,4 hectares. Em 2014, (CORE_MN) houve uma redução para 10,1 hectares. A análise no nível (Gráfico 66) da mancha mostra que, entre as manchas que apresentaram área interior, em todas as datas, a frequência relativa foi maior para o intervalo entre 1 e 72 hectares. No entanto, uma mancha em 2014 apresentou uma área interior de 216 hectares.

Gráfico 66 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A área interior média (CORE_MN) para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira), diminuiu consideravelmente durante o período analisado. Em 1962, a classe apresentava uma média de área interior de 19,3 hectares, em 1994 de 4 hectares, e, em 2014 de pouco menos de 1,6 hectares. Na análise no nível da mancha (Gráfico 67), entre as manchas que possuíam área interior nota-se uma frequência relativa maior entre o intervalo de 1 a 16 hectares em todas as datas, e, em 2014, todas as manchas da classe que possuíam área interior (ou 29%) apresentavam-se nesse intervalo.

Gráfico 67 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para classe campo, também houve diminuição da área interior média (CORE_MN) ao longo do tempo. Em 1962, era 8,3 hectares, em 1994 de 2,3 hectares, e, em 2014 de apenas 0,6 hectares. Na análise no nível da mancha (Gráfico 68), entre as manchas que possuíam área interior, nota-se uma frequência relativa maior entre o intervalo de 1 a 36 hectares em todas as datas, e, em 2014 todas as manchas da classe que possuíam área interior: 27% apresentavam-se nesse intervalo.

Gráfico 68 - Frequência relativa das manchas de campo para (CORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe campo úmido (Gráfico 69), igualmente apresentou uma redução das áreas interior, apresentava 0,7 hectares em 1962, 0,6 hectares em 1994, e 0,06 hectares em 2014. A análise no nível da mancha mostra que, em 2014, as manchas que apresentaram área interior estavam entre o intervalo 0,01 e 0,28.

Gráfico 69 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (CORE) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de área interior médio (CAI_MN) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), em 1962 era de 43,1%, em 1994 correspondia a 19,3%, e, em 2014 a 11,9% da área total das manchas. Na análise no nível da mancha (Gráfico 70), nota-se que a maior frequência relativa para (CAI) em 1962 estava no intervalo entre 70% e 80% para as manchas que possuíam área interior; em 1994, a maior frequência relativa esteve no intervalo entre 40% e 50%; e, em 2014, a maior frequência relativa esteve entre 50% e 60% para (CAI). Entretanto, em 2014, houve também uma frequência maior para valores mais baixos de (CAI) em comparação a 1994. Essa variação negativa para os valores do índice de área interior (CAI) pode estar diretamente ligada ao aumento da complexidade das formas da classe, já que, manchas com perímetros mais recortados apresentam mais áreas que sofrem efeito de borda, e, conseqüentemente, têm uma porcentagem menor de área interior.

Gráfico 70 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CAI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de área interior médio (CAI_MN) para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira), era de 9,6% em 1962, de 10% em 1994; e, de 4,9% da área total das manchas em 2014. No nível da mancha (Gráfico 71), nota-se uma frequência relativa distribuída em quase todos os intervalos do índice de área interior (CAI) nas três datas, mas em 2014, a frequência se concentrou para valores mais baixos de (CAI).

Gráfico 71 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CAI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo o índice de área interior médio (CAI_MN) em 1962 era de 16,3%; de 7,7% em 1994; e, em 2014 de 3,7% da área total das manchas. Na análise no nível da mancha (Gráfico 72) nota-se também uma frequência relativa distribuída em quase todos os intervalos do índice de área interior (CAI). Em 2014, a frequência relativa para (CAI) foi maior para os intervalos de menor valor.

Gráfico 72 - Frequência relativa das manchas de campo para (CAI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A formação de várzea ou campo úmido apresentava 11,4% de índice de área interior (CAI) em 1962, 12,5% em 1994 e 1,5% em 2014. Na análise no nível da mancha (Gráfico 73), nota-se uma frequência maior entre o intervalo de 1% a 6% para o índice de área interior (CAI).

Gráfico 73 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (CAI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A (Tabela 24) apresenta os resultados obtidos a partir da geração das métricas de contraste e agregação para classes de cobertura vegetal da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva: contraste ponderado pela densidade de borda (CWED), índice de contraste de bordas médio (ECON_MN) e porcentagem de adjacências semelhantes (PLAJD). No nível da mancha o índice de contraste de bordas (ECON) também foi analisado.

Tabela 24 - Métricas de contraste e agregação da bacia hidrográfica do rio Aricanduva na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Classe	Campo		
Métrica	1962	1994	2014
CWED	21,7093	19,5305	27,7589
ECON_MN	76,8168	79,4685	72,4411
PLADJ	97,7240	96,2906	94,2745
Classe	Campo úmido		
Métrica	1962	1994	2014
CWED	0,0418	0,1884	0,5169
ECON_MN	17,9060	58,3612	71,4864
PLADJ	95,2186	95,5816	90,8614
Classe	Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)		
Métrica	1962	1994	2014
CWED	13,2343	7,3748	18,4224
ECON_MN	49,7680	47,9211	72,7527
PLADJ	97,1825	96,3915	94,4849
Classe	Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
Métrica	1962	1994	2014
CWED	7,9655	4,3119	7,6281
ECON_MN	49,5299	59,1741	77,6162
PLADJ	98,6782	97,8457	97,8178

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

O contraste ponderado pela densidade de borda (CWED) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) era de 7,9 metros por hectare em 1962; 4,3 metros por hectare em 1994; e, em 2014 de 7,6 metros por hectare. O contraste, portanto, em 2014 foi maior para as manchas da classe em relação a 1994.

O contraste ponderado pela densidade de borda (CWED) para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) em 1962 era de 13,2 metros por hectare; em 1994 de 8,8 metros por hectare; e, em 2014 de 18,4 metros por hectare. Houve, portanto, um aumento do (CWED) durante o último período.

Para a classe campo o contraste ponderado pela densidade de borda (CWED) em 1962 era de 21,7 metros por hectare; de 19,5 metros por hectare em 1994; e, de 27,7 metros por hectare em 2014.

Para a classe campo úmido o contraste ponderado pela densidade de borda (CWED) era de 0,04 metros por hectare em 1962; 0,18 metros por hectare em 1994;

e, 0,51 metros por hectare em 2014. Houve também um aumento dos valores do índice para classe durante o último período.

O índice de contraste de bordas médio (ECON_MN) é uma medida relativa da quantidade de contraste ao longo do perímetro da mancha. Para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), o índice de contraste de bordas médio (ECON_MN) em 1962 foi de 49,5%, em 1994 manteve-se em 49,5%, e, em 2014 foi de 72,7%. Portanto, o contraste de bordas aumentou ao longo do período analisado. Na análise no nível da mancha (Gráfico 74) nota-se uma maior frequência relativa em 2014 para intervalos de maior valor do índice de contraste de bordas (ECON), além disso, mais de 40% das manchas apresentaram valores para (ECON) entre 88% e 100%.

Gráfico 74 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (ECON) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) índice de contraste de bordas médio (ECON_MN) diminuiu de 49,7% em 1962 para 55,4% em 1994; e, aumentou para 72,7% em 2014. No nível da mancha (Gráfico 75), nota-se que as maiores frequências para o índice de contraste de bordas (ECON) em 2014 foram para valores acima de 80%, considerados altos, nos anos anteriores, as maiores frequências foram observadas para valores mais baixos de (ECON).

Gráfico 75 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (ECON) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo, o valor do índice de contraste de bordas médio (ECON_MN) aumentou de 76,8% em 1962 para 79,4% em 1994; e, caiu para 72,4% em 2014. Na análise no nível da mancha (Gráfico 76) nota-se que em 1994 houve uma frequência relativa maior para o intervalo entre 92% e 100% para o índice de contraste de bordas (ECON) comparado ao ano de 2014.

Gráfico 76 - Frequência relativa das manchas de campo para (ECON) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe a campo úmido a variação ao longo do período analisado foi parecida, 17,9% em 1962, 58,3% em 1994 e 71,4% em 2014. No nível da mancha (Gráfico 77) nota-se que as frequências para os anos de 1962 e 1994 foram para valores mais baixos do índice de contraste de bordas (ECON) em comparação ao ano de 2014.

Gráfico 77 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (ECON) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O valor obtido para a métrica porcentagem de adjacências semelhantes (PLADJ) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) apresentou uma pequena diminuição ao longo do período analisado: era de 98,6% em 1962; de 97,8% em 1994; e, de 97,8% em 2014.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) a porcentagem de adjacências semelhantes (PLADJ) diminuiu ao longo do período analisado: em 1962 era de 97,1%, em 1994 de 96,4% e em 2014 de 94,4%.

Para as classes campo e campo úmido a porcentagem de adjacências semelhantes (PLADJ) também diminuiu. Para a classe campo, em 1962 era de 97,7%, de 96,2% em 1994 e de 94,2% em 2014. Para a classe campo úmido era de 95,2% em 1962, de 95,5% em 1994 e de 90,8% em 2014.

A (Tabela 25) apresenta os resultados obtidos a partir da geração das métricas isolamento para as classes de cobertura vegetal da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva: o índice de proximidade médio (PROX_MN), Índice de similaridade médio (SIMI_MN) e índice de conectividade (CONNECT). No nível

da mancha foram analisados os resultados para o índice de proximidade (PROX) e para o Índice de similaridade (SIMI).

Tabela 25 - Métricas de isolamento da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014), município de São Paulo (SP)

Classe	Campo		
Métrica	1962	1994	2014
PROX_MN	1.192,8	1.587,7	371,3
SIMI_MN	410.751,3	10.737,6	10.367,3
CONNECT	11,2	1,68	0,67
Classe	Campo úmido		
Métrica	1962	1994	2014
PROX_MN	0,00	101,2	2,4
SIMI_MN	25.486,8	21.056,7	35.572,01
CONNECT	0,00	50	166,6
Classe	Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)		
Métrica	1962	1994	2014
PROX_MN	849,7	395,3937	141,4
SIMI_MN	156.528,7	20.902,11	29.403,3
CONNECT	24,2	1,6768	11,3
Classe	Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
Métrica	1962	1994	2014
PROX_MN	8.929,7	2.151,978	2.135,7
SIMI_MN	234.521,1	17.636,76	11.606,9
CONNECT	56,2	5,4131	41,2

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) o índice de proximidade médio (PROX_MN) diminuiu ao longo do primeiro período. Em 1962 o valor obtido para o índice foi de 8.929,7; em 1994 de 2.151,9; e, em 2014 de 2.135,7. Houve, portanto, uma diminuição da proximidade para a classe.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 78) nota-se que a maior parte das manchas da classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), 68% em 1962, 74% em 1994, e 71% em 2014 esteve entre o intervalo de 1 a 9115, e, 20% das manchas em 2014 apresentaram o valor de (PROX) igual a 0. Em todas as datas as manchas maiores presentes na paisagem, apresentaram valores de (PROX) que pertencem a estes intervalos.

Gráfico 78 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (PROX) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o índice de proximidade médio (PROX_MN) também apresentou uma diminuição gradativa ao longo do período. Em 1962 era de 849,7, em 1994 de 395,3 e em 2014 de 141,4. Observa-se no nível da mancha (Gráfico 79) que as maiores frequências relativas em todas as datas para o Índice de Proximidade (PROX) foram para o intervalo entre 1 e 1367, e cerca de 10% das manchas apresentaram o valor de (PROX) igual a 0.

Gráfico 79 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (PROX) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo houve um aumento do índice de proximidade médio (PROX_MN) entre 1962 quando era de 1192,8 para 1587,7 em 1994. Em 2014, houve uma diminuição para 371.3, o que indica que a vizinhança é cada vez menos ocupada por fragmentos desse tipo. No nível da mancha, (Gráfico 80) observa-se que as maiores frequências relativas em todas as datas para o Índice de Proximidade (PROX) foram para o intervalo entre 1 e 4551, e, que em 1994 mais de 10% das manchas apresentaram valores mais altos para (PROX).

Gráfico 80 - Frequência relativa das manchas de campo para (PROX) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo úmido, o índice de proximidade médio (PROX_MN) diminuiu entre 1994 e 2014 de 101,2 para 2,4. No nível da mancha (Gráfico 81), nota-se em 2014 uma frequência maior para o intervalo entre 1 e 57 e para valores do Índice de Proximidade (PROX) iguais a 0.

Gráfico 81 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (PROX) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de similaridade médio (SIMI_MN) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) foi de 234.521,1 em 1962, em 1994 de 17.636,76 e em 2014 de 11.606,9. Houve, portanto, uma diminuição do índice de similaridade médio (SIMI_MN) para a classe durante o período analisado. No nível da mancha (Gráfico 82), nota-se a maior frequência relativa para todas as datas no intervalo entre 8 e 201.039. Apenas em 1962 foi observada frequência para intervalos maiores para o índice de similaridade (SIMI).

Gráfico 82 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (SIMI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) os valores obtidos para o índice de similaridade médio (SIMI_MN) foram: em 1962 de 156.528,7; em 1994 de 20.902,11; e, em 2014 de 29.403,3. Houve de 1962 a 1994 uma diminuição do valor de (SIMI_MN), já entre 1994 e 2014 houve um aumento do valor de (SIMI_MN) para a classe. No nível da mancha (Gráfico 83), a frequência relativa para o índice de similaridade (SIMI) entre as manchas da classe concentrou-se no intervalo entre 8 e 201.039. Em 1962, houve maior frequência de manchas que apresentaram valores mais altos para (SIMI).

Gráfico 83 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (SIMI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo, o valor obtido para o índice de similaridade médio (SIMI_MN) em 1962 foi de 410.751,3; em 1994 de 10.737,6; e, em 2014 de 10.367,3. Houve, portanto, uma diminuição considerável da similaridade entre 1962 e 1994, e durante o período de 1994 a 2014 houve pouca variação dos valores de (SIMI_MN) para a classe. No nível da mancha (Gráfico 84), nota-se a maior frequência relativa para todas as datas no intervalo entre 1 e 152.503, apenas em 1962 foi observada frequência para valores maiores do índice de similaridade (SIMI).

Gráfico 84 - Frequência relativa das manchas campo para (SIMI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo úmido o índice de similaridade médio (SIMI_MN) foi de 25.486,8 em 1962, de 21.056,7 em 1994 e de 35.572,01 em 2014. Houve uma diminuição da similaridade entre 1962 e 1994 e aumento entre 1994 e 2014. No nível da mancha nota-se uma frequência de valores maiores para o índice de similaridade (SIMI) (Gráfico 85).

Gráfico 85 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (SIMI) na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (1962-2014) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de conectividade (CONNECT) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) no ano de 1962 era de 56,2%, em 1994 de 4,76% e em 2014 de 41,2%. A conectividade para a classe aumentou no segundo período.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o índice de conectividade em 1962 era de 24,2%, em 1994 de 2,5% e em 2014 era de 11,3%. A conectividade para a classe aumentou no segundo período.

A classe campo apresentava em 1962 um índice de conectividade (CONNECT) de 11,2%, em 1994 de 1,6% e em 2014 de 0,6%. Entre 1962 a 1994 houve um pequeno aumento do índice de conectividade, e, entre 1994 e 2014 a conectividade entre os fragmentos de campo diminuiu. Para a classe campo úmido o valor do índice de conectividade (CONNECT) aumentou entre 1994 e 2014.

6.2.8. Tendências e prognósticos para a conservação

A classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) perdeu mais da metade da área ocupada durante o primeiro período (1962-1994). No entanto, no segundo período, houve um acréscimo de área o que pode ser considerado um indício de um processo de regeneração natural da vegetação, e, um prognóstico positivo para a conservação. Já para as classes floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) e campo houve uma diminuição de cerca da metade da área ocupada ao longo de todo o período analisado.

Houve um aumento do número de manchas para todas as classes, o que é um indicativo que, o processo de fragmentação intensificou-se com a urbanização. O total das bordas aumentou para todas as classes de cobertura vegetal, o que representa um prognóstico negativo para a conservação, já que o aumento do total de bordas se relaciona com perímetros mais recortados e complexos.

As classes floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira), campo e campo úmido apresentaram prognósticos negativos para o índice da maior mancha (LPI) no primeiro (1962-1994) e no segundo período (1994-2014). As manchas de cobertura vegetal natural maiores ocupam uma porcentagem da paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva cada vez menor. Já para classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), houve um pequeno aumento para o índice da maior mancha (LPI), o que representa um prognóstico positivo para a conservação. Já para o tamanho médio das manchas (AREA_MN), nenhuma classe apresentou um

prognóstico positivo nos dois períodos, além disso, o tamanho médio das manchas foi ficando cada vez menor.

Todas as classes, com exceção da floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), apresentaram um prognóstico negativo para a métrica índice de forma médio (SHAPE_MN) isso significa que, adquiriram maior complexidade durante o período analisado. Já para o índice de dimensão fractal (FRAC_MN), o prognóstico foi positivo para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), para as demais, os valores obtidos para o índice aumentaram durante todo o período analisado.

Para a métrica círculo circunscrito relacionado médio (CIRCLE_MN) apenas a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) apresentou um prognóstico positivo para o segundo período (1994-2014). O que indica que as manchas das demais classes estão mais alongadas e lineares. No entanto, é importante observar que, na análise no nível da mancha, as maiores manchas pertencentes classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), e que hoje correspondem ao perímetro do PNMFC apresentaram valores mais altos que os da média para as métricas de forma, o que indica que são mais complexas e se aproximam menos a um círculo em comparação as manchas de tamanho menor. Isso representa um prognóstico negativo para a conservação visto que, perímetros mais recortados irão expor uma área maior das manchas ao efeito de borda, uma vez que algumas espécies não costumam se adaptar às condições ambientais existentes nas bordas.

O índice de contiguidade (CONTIG_MN) apresentou um prognóstico negativo no primeiro período (1962-1994) para as classes campo, campo úmido e floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), pois os valores obtidos para índice diminuíram. No segundo período, os resultados foram positivos para todas as classes, o que pode indicar um aumento da conexão das manchas para todas as classes de cobertura vegetal na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva.

De forma geral, as classes apresentaram uma diminuição do contraste ponderado pela densidade de borda (CWED) entre o período de 1962 e 1994, e, em 2014, um aumento nos valores desse índice.

Os valores obtidos para a métrica média do índice de contraste de bordas (ECON_MN) apresentaram um prognóstico negativo para todas as classes de cobertura vegetal, exceto para classe campo, no segundo período (1994-2014).

Portanto, o contraste ao longo das bordas aumentou. De acordo com os valores obtidos para a métrica densidade de borda ponderada em contraste (CWED), todas as classes apresentaram um prognóstico atual negativo. O aumento do contraste também pode ser interpretado como mais um indicativo de isolamento, visto que, ele aponta que nas adjacências há cada vez menos manchas semelhantes, além de influenciar diretamente o efeito de borda (McGARIGAL, 2015).

Em relação à porcentagem de adjacências semelhantes (PLAJD) para todas as classes, o prognóstico foi negativo, o que significa que o contraste aumentou ao longo das bordas das manchas das classes de cobertura vegetal.

Todas as classes apresentaram um maior número de áreas interior disjuntas (NDCA) e, em relação ao total de área interior (TCA), um prognóstico positivo atual foi obtido apenas para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), as demais classes apresentaram um prognóstico negativo.

Em relação ao índice de área interior médio (CAI_MN), todos os prognósticos foram negativos, o que demonstra uma diminuição da porcentagem de área interior nas manchas de todas as classes de cobertura vegetal. A área de interior média (CORE_MN) também apresentou um prognóstico atual negativo para a conservação para todas as classes. As classes de cobertura vegetal, portanto, em geral apresentaram uma diminuição da porcentagem da área total das manchas ocupadas pela área interior e isto pode estar relacionado também ao aumento da complexidade das formas das manchas, fato que aumenta a área da mancha influenciada pelo efeito de borda.

O índice de similaridade (SIMI) aumentou para as classes campo úmido e floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira), o que indica um prognóstico positivo. Para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), o prognóstico foi negativo já que houve diminuição dos números do índice de similaridade durante todo o período analisado. O índice de proximidade médio (PROX_MN) apresentou prognóstico negativo para todas as classes de cobertura vegetal, indicando um maior isolamento para as mesmas.

Para o índice de conectividade (CONNECT), as classes floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) e campo apresentaram um prognóstico positivo durante o segundo período (1994-2014), o que pode indicar que a conectividade entre as manchas da classe aumentou.

O maior remanescente florestal presente na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva conta com os mecanismos de proteção ambiental da APA Parque e Fazenda do Carmo criada em 1989, e regulamentada em 1993, e, do Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo, criado em 2003, e ampliado em 2008, com intuito, principalmente de conter as ocupações irregulares no local. Sem dúvidas a pressão provocada pelo processo de urbanização é um dos maiores problemas enfrentados por esta unidade de conservação de proteção integral.

O quadro a seguir sintetiza as principais tendências e prognósticos para a conservação das manchas de cobertura vegetal natural e/ou seminatural presentes na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva (Quadro 4).

Quadro 4 - Síntese das principais tendências e prognósticos para conservação na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva, Município de São Paulo (SP)

Aspectos ecológicos	campo	Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)	Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)
Fragmentação	Número de manchas aumentou consideravelmente durante o período analisado (1962-2014).	Número de manchas dobrou durante o segundo período (1994-2014).	Número de manchas aumentou durante o período analisado (1962-2014).
Tamanho	A maior parte das manchas tinha até 45 hectares em todas as datas. As manchas maiores desapareceram da paisagem entre o segundo período (1994-2014), também houve uma diminuição do tamanho médio das manchas.	Diminuição de mais da metade de área ocupada pela classe acompanhada do desaparecimento das manchas maiores. A maior parte das manchas apresentou até 23 hectares. Houve uma diminuição do tamanho médio das manchas.	A área ocupada pela classe aumentou no segundo período (1994-2014), mas a maior parte das manchas tinha até 90 hectares. Foi identificada uma mancha maior que 270 hectares no segundo período (1994-2014), no entanto, as manchas em média se tornaram menores com o tempo.
Forma	Manchas estão menos circulares adquiriram maior complexidade durante o segundo período (1994-2014).	Manchas adquiriram maior complexidade durante o segundo período (1994-2014) e se tornaram menos circulares durante o período analisado.	Os valores médios para as classes das métricas relacionadas à forma diminuíram principalmente no segundo período, (1994-2014), no entanto, as manchas maiores que correspondem ao PNMFC apresentaram valores mais altos que a média para as métricas de forma.
Isolamento	O isolamento aumentou provavelmente em função das interferências antrópicas e não favorece a conservação.	A proximidade diminui, mas a similaridade aumentou no segundo período (1994-2014),	O isolamento aumentou provavelmente em função das interferências antrópicas e não favorece a conservação.
Bordas e Contraste	Houve aumento do total de bordas no segundo período (1994-2014).	Houve aumento do total de bordas no segundo período (1994-2014)	Houve aumento do total de bordas no segundo período (1994-2014).
Conectividade	A conectividade diminuiu durante o período analisado. A conexão espacial entre as manchas aumentou durante o segundo período (1994-2014).	A conectividade entre as manchas e a conexão espacial aumentou no segundo período (1994-2014).	A conectividade aumentou entre as manchas no segundo período (1994-2014) e a conexão entre as manchas maiores é maior que a média da classe.

Área interior	O total de área interior diminuiu e o número de áreas interior aumentou. 73% das manchas não possuíam área interior em 2014, as existentes eram de até 36 hectares. A porcentagem de área interior das manchas também diminuiu no primeiro período (1962 - 1994).	O total de área interior diminuiu e o número de áreas interior aumentou. 70% das manchas não possuíam área interior em 2014, as existentes eram de até 16 hectares. A porcentagem de área interior das manchas também diminuiu no primeiro período (1962 - 1994).	O total de área interior aumentou, assim como o número de áreas interior. Em 2014, foi identificada uma área interior maior do que em 1994. No entanto, a porcentagem de área interior na área total das manchas diminuiu o que deve estar relacionado ao aumento da complexidade das formas.
----------------------	---	---	---

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

A bacia hidrográfica do rio Aricanduva apresenta áreas densamente urbanizadas que contrastam com as manchas de cobertura vegetal presentes na região. Há projetos em desenvolvimento tanto para o controle de cheias e dos efeitos da chuva (visto que é uma das regiões mais problemáticas do município em relação a esta questão), que incluem obras de reforço das galerias, canalização e construção de reservatórios popularmente conhecidos como piscinões. As ações e os projetos têm sido desenvolvidos com a perspectiva de preservação e resgate das condições naturais tendo em vista diretrizes estabelecidas no Plano Diretor Estratégico (PDE), que trata a rede hídrica como um elemento estruturador da urbanização. Nesse sentido, houve grandes investimentos na implantação de Parques Lineares, renaturalização de cursos d'água, aumento das áreas permeáveis e da recuperação de fundos de vale (SÃO PAULO, 2010).

A criação de Parques Urbanos e de Unidades de conservação pode ser a única alternativa para a proteção das manchas de vegetação remanescente na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva. O Programa 100 Parques lançado em 2008 pela Prefeitura do município de São Paulo fez um levantamento de áreas que apresentavam potencial para serem transformadas em Parques Urbanos, Parques Lineares e Parques Naturais Municipais, e nos últimos anos houve criação de muitas unidades desse tipo por toda a cidade.

Na bacia hidrográfica do rio Aricanduva, foram implantados os seguintes Parques: Parque Guabirobeira, Parque Jardim Conquista, Parque Linear Aricanduva, Parque Linear Integração Zilda Arns, Parque Linear Ipiranguinha, Parque Linear da Rapadura, Parque Linear das Nebulosas, Parque Aterro Sapopemba; e, ainda estão em fase de implantação o Parque Municipal Morro do Cruzeiro e o Parque Natural Municipal Cabeceiras do Aricanduva que tem com um

dos objetivos conter a expansão urbana em direção a áreas ainda não ocupadas, nas quais ainda existem manchas de vegetação natural remanescente. A iniciativa e os recursos direcionados a criação desses parques fazem parte da compensação ambiental da Avenida Jacú Pêssego (Parque Guabirobeira e Parque Jardim Conquista) e do Aterro Sanitário São João (Parque Natural Cabeceiras do Aricanduva) (Figura 82).

O Parque Natural Municipal Cabeceiras do Aricanduva está na fase inicial de implantação, que inclui levantamento cadastral e obras de cercamento do local, seu principal objetivo será a proteção dos atributos ambientais, da vegetação remanescente, e, principalmente conter a expansão urbana em direção a essas áreas onde estão às cabeceiras do rio Aricanduva. (SÃO PAULO, 2016).

O Parque Municipal Morro do Cruzeiro terá como objetivos preservar a vegetação remanescente, oferecer espaços de lazer compatíveis com a preservação ambiental, conter as ocupações do entorno, incentivar o turismo ecológico e valorizar o patrimônio ambiental natural e a identidade paisagística histórica e cultural do local (SÃO PAULO, 2017). O Morro do Cruzeiro situa-se na divisa do Município de São Paulo com o de Mauá, apresenta 998 metros de altitude, vale lembrar que, apenas regiões do Pico do Jaraguá e da Serra da Cantareira apresentam altitudes superiores a 900 metros e, por isso, apresenta-se como o ponto mais alto da região leste do município. Também é conhecido localmente como Pico São Rafael, Morro Pelado ou *Mutuçununga* (nome indígena), o Pico do Cruzeiro o lugar é referência na região e tem trilhas que levam a um mirante (Figura 81). A proposta da criação do parque prevê, portanto, a exploração turística e paisagística do mesmo. (SVMA, 2004).

Figura 81 - A visão do ponto mais alto da zona leste da cidade de São Paulo no Morro do Cruzeiro, bacia hidrográfica do rio Aricanduva, município de São Paulo (SP).

Fotografia: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O entorno das manchas de floresta ombrófila densa é constituído por chácaras e loteamentos com baixo padrão construtivo, o que gera uma forte pressão urbana sob esses remanescentes. Essas áreas mais altas de vegetação ainda preservada representam os limites para a ocupação urbana na região, que é bastante problemática visto que as condições geotécnicas apresentam forte restrição à ocupação (SÃO PAULO, 2004).

A criação desses parques urbanos e de unidades de conservação não é só importante para a conservação dos remanescentes de vegetação natural presentes na região, mas representam também a garantia de opções de lazer, áreas verdes, equipamentos esportivos e recreativos. É fundamental garantir a existência desses espaços em regiões menos privilegiadas da cidade, para diminuição dos problemas sociais decorrentes da falta de infraestrutura urbana, em todos os aspectos. Além disso, a criação dessas unidades com intuito de proteger manchas que restam da pressão provocada pela urbanização e de ocupações irregulares podem melhorar as condições de conservação das mesmas.

Figura 82 - Projetos de Parques na bacia hidrográfica do rio Aricanduva

Fonte: Prefeitura de São Paulo (2016).

6.3. A paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé.

6.3.1. Histórico de ocupação e uso

As bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho (código 86978) e São Miguel (código 8696358) e do córrego Santa Fé (código 869634) abrangem todo o perímetro do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e adjacências (Figura 83). O ribeirão Vermelho é um afluente do rio Tietê, e está entre o município de São Paulo e Osasco. O ribeirão São Miguel e o córrego Santa Fé são afluentes do rio Juqueri. A área de estudo selecionada situa-se entre os paralelos 23°24'03" e 23°30'45" e os meridianos 46°45'33" e 46°49'09". Está inserida na bacia hidrográfica do Alto Tietê (UGRHI 06 – Subcomitê Pinheiros-Pirapora) definidas como Área de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM). Esta área da unidade hidrográfica de gerenciamento de recursos hídricos do Estado de São Paulo UGRHI-06, que corresponde à unidade do Alto Tietê, compreendida quase totalmente nos limites da RMSP, abrange a região de drenagem relativa à seção do rio Tietê, com 34,35 % cobertura por vegetação nativa.

A região é considerada um dos principais eixos de expansão urbana na região metropolitana de São Paulo. Nas imediações do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) existem áreas de urbanização densa e já consolidada, e áreas de expansão urbana. A construção Rodoanel Metropolitano Mario Covas acabou estimulando a ocupação por estabelecimentos comerciais e industriais na região (SÃO PAULO, 2010).

Entre 1991 e 2000, verificaram-se taxas de crescimento da população maiores que 2% ao ano em bairros periféricos de São Paulo, como os do noroeste da cidade. Os distritos com taxas de crescimento entre as mais elevadas estão localizados no entorno do Parque Estadual do Jaraguá: Anhanguera, Jaraguá, Perus e São Domingos. (Figura 84 e Tabelas 26 e 27) Enquanto isso, os distritos mais centrais da cidade apresentaram um decréscimo de até 2,5% ou não registraram crescimento da população neste período (SÃO PAULO, 2010).

Figura 83 - Localização das bacias hidrográficas dos rios Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, Município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Figura 84 - Distritos que abrangem a área das bacias hidrográficas dos rios Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, município de São Paulo (SP)

Fonte: Mapa digital da cidade de São Paulo (2016). Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Tabela 26 - População recenseada e nos distritos que abrangem a área das bacias hidrográficas dos rios Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, município de São Paulo (SP).

Unidades Territoriais	1980	1991	2000	2010
Anhanguera	5.350	12.408	38.427	65.859
Jaraguá	47.416	93.185	145.900	184.818
Perus	36.196	46.301	70.689	80.187
São Domingos	69.457	70.386	82.834	84.843
Jaguara	32.771	29.798	25.713	24.895
Pirituba	132.679	152.305	161.796	167.931
Total	323.869	404.383	525.359	608.533

Fonte: IBGE - Censos Demográficos 1980, 1991, 2000 e 2010.

Tabela 27 - Taxas de crescimento populacional nos distritos que abrangem a área das bacias hidrográficas dos rios Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, município de São Paulo (SP).

Unidades Territoriais	Taxa de Crescimento 1980/1991	Taxa de Crescimento 1991/2000	Taxa de Crescimento 2000/2010
Anhanguera	7,95	13,38	5,54
Jaraguá	6,33	5,11	2,39
Perus	2,26	4,81	1,27
São Domingos	0,12	1,83	0,24
Jaguara	-0,86	-1,62	-0,32
Pirituba	1,26	0,67	0,37
Média	2,84	4,03	1,58

Fonte: IBGE - Censos Demográficos 1980, 1991, 2000 e 2010.

A região onde ficam as bacias estudadas, tem um histórico de ocupação relacionado a expedições realizadas em busca de ouro durante o período colonial. Os primeiros registros históricos da região datam do início do século XVI, quando Martim Afonso de Souza colheu informações sobre os recursos naturais e minerais da região (SÃO PAULO, 2015).

Desde a fundação de São Paulo de Piratininga, já havia expedições em busca de ouro, o que motivava a penetração nos sertões. Afonso Sardinha foi o primeiro a descobrir ouro na região do Jaraguá em 1589, que era habitada na época por indígenas que já haviam fugido dos conflitos com os bandeirantes e tinham se deslocado para a região do Jaraguá, já que tiveram suas terras ocupadas pelos colonizadores (SÃO PAULO, 2010).

Os registros históricos mostram que a região foi pioneira na extração de ouro enviado da então colônia até Portugal (Figuras 84 e 85). Boa parte do ouro que foi extraído no começo, partia do território paulista das terras do Jaraguá, cujo proprietário Afonso Sardinha dominava uma imensa propriedade que se estendia de parte do atual bairro do Butantã até Guarulhos, mas a sede da fazenda ficava às margens do Jurubatuba, que é o rio Pinheiros de hoje, na altura da Ponte Cidade Universitária (SÃO PAULO, 2010).

Depois de muitos conflitos com os indígenas pela posse das terras, Afonso Sardinha conseguiu expulsar os mesmos e também escravizá-los, e assim, fixar-se na região construindo o grande casarão bandeirista e o tanque de lavagem que ainda hoje existem como testemunho da exploração do ouro. De 1580 a 1640, o Jaraguá ficou conhecido como “Peru do Brasil” fazendo referência ao lugar mais rico em exploração mineral da época. As minas da região foram intensamente exploradas até o final do século XIX. Deste período, restaram algumas marcas na paisagem como crateras nos montes, grutas e ruínas nos tanques de lavagem de ouro. A região é considerada o marco zero do bandeirismo e berço do ciclo do ouro no Brasil, hoje é um sítio arqueológico e, o casarão de Afonso Sardinha (Figura 86) foi tombado pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico Arqueológico, Artístico e Turístico CONDEPHAAT (SÃO PAULO, 2010).

Figuras 85 e 86 - Gravura de John Mawe de 1812 que retrata as Minas do Jaraguá, e o tanque de lavagem de ouro presente no PEJ

Figura 87- o casarão de Afonso Sardinha presente no PEJ

Fotografia: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

A partir do século XIX estabeleceram-se na região grandes fazendas de café. Devido à grande influência política dos fazendeiros e a grande importância do café, a estação Parada de Taipas (que hoje se chama estação Jaraguá e ainda está em funcionamento) foi construída para transportar os carregamentos de café que se destinavam ao porto de Santos. Até 1940, a fazenda Jaraguá, a mais importante da região, passou pela mão de vários donos, quando parte foi adquirida pela prefeitura e transformada em Unidade de Conservação, bairros da região surgiram em

decorrência do desmembramento da fazenda que foi transformada em loteamentos (SÃO PAULO, 2015).

As estações de trem possibilitaram o crescimento populacional; os fazendeiros influentes também construíram a estação de Pirituba e, mais tarde, a partir da segunda metade do século XX, outras estações foram construídas, como a estação Piqueri e Vila Clarice (SÃO PAULO, 2010).

Após o fim da exploração de ouro, a região do Pico do Jaraguá tornou-se uma área com traços tipicamente rurais, situada na periferia da área urbana de São Paulo, que começou a se desenvolver após o século XIX. O bairro de Pirituba, por exemplo, originou-se principalmente das fazendas de café: a Fazenda Barreto, a Brigadeiro Tobias e a Fazenda Jaraguá. A Fazenda Barreto foi loteada, dando origem as principais vilas e bairros presentes hoje. A Fazenda Brigadeiro Tobias foi adquirida pela Companhia de Melhoramentos e foi utilizada em parte, para a plantação de eucaliptos. Somente a Fazenda Jaraguá foi declarada desapropriada no final da década de 1930 pelo governo estadual e, mais tarde se transformou no Parque Estadual do Jaraguá (SÃO PAULO, 2010).

Na década de 1950, a construção da Rodovia Anhanguera atraiu muitas indústrias que se instalaram na região. A partir da década de 1960, a expansão da cidade se intensificou na direção oeste, já que havia a oferta de emprego industrial, de terras para o assentamento residencial, a malha ferroviária e os eixos rodoviários implantados (SÃO PAULO, 2010).

A transformação da região de uma área rural para uma área urbanizada, portanto, começou apenas nos anos 1960, com o surgimento de pequenas manchas urbanas. Até 1990, esse processo concentrou-se nas regiões sul e sudeste, com a presença de bairros residenciais e grandes complexos industriais e comerciais. A partir de então, o processo de urbanização começou a se expandir e, alcançou as regiões norte, noroeste e leste do entorno Parque Estadual do Jaraguá (SÃO PAULO, 2010).

6.3.2. O Parque Estadual do Jaraguá

Devido à visão privilegiada e panorâmica que permite enxergar a cidade de São Paulo, em toda a sua extensão, de norte a sul e de leste a oeste, e, ainda os municípios Osasco (região oeste), Guarulhos (região leste); até a Serra do Mar nos dias de céu aberto, o Pico do Jaraguá sempre foi um ponto de referência, de visitaço, de contemplao da paisagem, e de contato com a natureza (Figuras 88, 89 e 90). Sem dvidas, tem um papel de destaque na paisagem e na identidade da cidade e So Paulo.

Figuras 88 e 89 - fotografias mostram o Pico do Jaragu como um ponto de recreativo na cidade de So Paulo em 1960 e em 1914

Fonte: Arquivo do Estado.

Figura 90 - a viso privilegiada do ponto mais alto da cidade de So Paulo do Pico do Jaragu, municpio de So Paulo (SP)

Fotografia: Patrcia do Prado Oliveira (2017).

Não há um consenso quanto à origem do nome Jaraguá, inclusive há outras localidades no Brasil que também apresentam esse nome, que não é típico do vocabulário paulista. O plano de Manejo do PEJ, São Paulo (p.17, 2010) lista algumas das possibilidades da origem da palavra que dá nome ao Parque:

Não se sabe ao certo a origem do nome Jaraguá. Segundo Azevedo Marques, Jaraguá significa *“uma reunião de montes a que também chamam serra”*, de onde podem ser avistadas regiões dispostas num raio de 55,5 quilômetros. Tal autor afirma que esta palavra significa *“morros que dominam o campo”*, com base em Martius, renomado botânico alemão. Hercules Florence dá outro significado: *“rei das montanhas”*, justificando tal epíteto por tratar-se de ponto que é o pináculo da região. Já Auguste de Saint-Hilaire coloca que Jaraguá significa *“água que murmura”*, ressaltando que dentre estes morros, o mais elevado com aspecto de cone dividido em duas pontas é o chamado Morro do Jaraguá. Segundo João Mendes de Almeida, Jaraguá é corruptela de *Y-araquái*, “o roliço”, advindo da fusão de y, relativo, e *araquái* “roliço, cingido, torneado”, que significaria ser cingido, fortemente, com a forma roliça. Teodoro Sampaio, em sua obra *O Tupi na Geografia Nacional* dá como significação de “Jaraguá”: *“abaixa do Senhor, ou vale do dono”*, derivada de Yara-guá, podendo também ser corrupção de Yara-guã, que quer dizer *“o dedo de Deus”* (GUIMARÃES, 1954).

Há também quem afirme que o nome vem de “jaraus” ou capim-jaraguá, gramínea alta de forragem, cognominada pela Botânica com o nome científico de *Andropogon rufus*. Outros, entretanto, acham mais correto dizer que procede da palavra tupi “jaraquara”, que significa *“caverna ou gruta do Senhor”*, pelo motivo do sol parecer nascer por detrás deste monte.

O Decreto nº 10.877 de 30 de dezembro de 1939, concedeu crédito para aquisição de parte da Fazenda Jaraguá, a prefeitura então adquiriu parte das terras da fazenda. Em 1954 foi desapropriada uma área de 38.418 m², onde estava localizado o solar de Afonso Sardinha. O Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) foi criado pelo decreto nº 38.391 de 3 de maio de 1961, está localizado na região noroeste do município de São Paulo, possui uma área de 492,68 hectares. É a unidade de conservação que guarda os morros mais altos da cidade: o pico do Jaraguá com 1.135 metros e o pico do Papagaio que mede 1.127 metros de altitude. Na região, essas formações atuam como divisores de água (Figura 11). Em 1994, o Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) foi tombado pelo Patrimônio da Humanidade pela Unesco, passando a integrar a Zona Núcleo do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, Reserva da Biosfera; e, atualmente, o PEJ é administrado pela Fundação Florestal.

O Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) guarda um dos principais remanescentes de vegetação da Mata Atlântica do município de São Paulo. Situa-se entre as rodovias Bandeirantes e Anhanguera e o Rodoanel Mario Covas. O Parque possui um volume de visitação intenso e recebe cerca de 360.000 pessoas por ano. Por este motivo, sofre pressões antrópicas e perturbações. Já aconteceram

incêndios na parte mais alta, onde predomina a vegetação de gramíneas. Conta com quatro trilhas oficiais destinadas a visitao: Trilha da Bica, do Lago, do Silncio e do pai Z (SOUZA, 2009). Esta ltima permite o acesso aos Picos do Jaragu e do Papagaio, e recebeu esse nome por ser um caminho de peregrinao religiosa utilizado no sculo passado por frequentadores de um centro esprita em que um mdium incorporava um esprito identificado como Pai Z.

Apesar do Parque Estadual do Jaragu (PEJ) ser uma Unidade de Conservao de Proteo Integral, o uso por moradores locais e visitantes de um Parque Urbano, por vrios motivos: devido carncia de espaos do tipo na regio onde est localizado; pela infraestrutura disponvel para visitantes que a unidade de conservao apresenta pela possibilidade de realizar trilhas ecolgicas dentro da cidade e, principalmente, pela viso privilegiada da cidade que possvel se ter. um lugar de visitao intensa, principalmente aos fins de semana, o acesso ao Pico do Jaragu tambm facilitado pela estrada turstica do Jaragu.

Por se tratar do ponto mais alto da cidade, o local era muito favorvel instalao de antenas e redes de transmisso a partir da segunda metade do sculo XX. Foi considerado durante muito tempo o melhor ponto de transmisso da Regio Metropolitana, mas comeou a ser "abandonado" depois da dcada de 1980, quando se constatou que o espigo da paulista barrava parte dos sinais na direo das zonas Sul e Leste.

Hoje a paisagem do Pico do Jaragu marcada pela presena das antenas. Algumas concesses foram feitas a partir da dcada de 1960 s empresas de telecomunicaes, permitindo a instalao dessas estruturas no Parque. Segundo o Plano de manejo da unidade de conservao, a primeira empresa de comunicao a instalar em 1962 sua antena de transmisso foi a Rdio Bandeirantes em 1968, a Rede Globo a Cultura Rdio e TV Educativa tambm receberam autorizao para instalao de suas antenas no Pico do Papagaio; e, em 1970, a Light S/A instalou uma estao repetidora de micro-ondas. Na fotografia de Aziz Ab'Saber de 1950 (Figura 91), nota-se que ainda no havia a presena das antenas no Pico do Jaragu:

Figura 91 - O pico do Jaraguá em 1950

Fonte: Ab'Saber (2003).

Outras concessões também foram feitas no Parque: a Polícia Militar, em 1961, recebeu a autorização para a construção de um abrigo para o equipamento de micro-ondas; em 1974 o Ministério do Exército instalou uma estação de rádio, já que suas torres estavam presentes no Pico do Jaraguá desde 1968. Em 1955, a Light Power recebeu a autorização para passagem da linha Anhangabaú-Jundiaí pelas terras da Fazenda Jaraguá; e atualmente, a transmissora de energia elétrica Companhia Paulista de Transmissão de Energia Elétrica CTEEP possui cinco torres no local. A União dos Escoteiros do Brasil, em 1965, recebeu a concessão de um terreno para seus filiados junto ao Instituto Florestal, e, em 1985 o Casarão Afonso Sardinha foi disponibilizado para o funcionamento de um albergue da juventude (SÃO PAULO, 2010).

Durante sua história o Parque também enfrentou conflitos em relação a sua gestão. Em 1972, 34 hectares pertencentes ao Parque foram transferidos para a Secretaria de Cultura, Esporte e Turismo, para implantação do complexo turístico. Sempre houve um conflito de interesses entre o Instituto Florestal e a Secretaria de Cultura, Esporte e Turismo: enquanto esta investiu na construção de um polo turístico e lazer, o Instituto Florestal sempre visou à proteção da área, privilegiando

atividades recreativas ligadas à educação ambiental e que não causassem tanto impacto (SÃO PAULO, 2010).

Desde a criação do Parque, havia a intenção de fazer do Pico do Jaraguá um ponto turístico para a cidade de São Paulo, e, de transformá-lo em uma espécie de “pão de açúcar” da capital paulista. Houve um projeto de construção de um teleférico até o Pico do Jaraguá, que não foi adiante. Havia a intenção inclusive, de se construir uma estátua do apóstolo e padroeiro São Paulo que serviria como cartão postal de identidade e referência para a cidade; segundo o antigo projeto, como a do Cristo Redentor existente na cidade do Rio de Janeiro. Muitos ainda acreditam no potencial turístico do Pico do Jaraguá e no valor simbólico do mirante para a cidade de São Paulo. No entanto, com a escassez de remanescentes florestais devido ao processo de urbanização a proteção ambiental tornou-se prioritária (SÃO PAULO, 2010).

O Parque é considerado uma “ilha florestal” entre os principais eixos de circulação da capital. De acordo com Souza (2009), apesar do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) estar situado nos limites do município de São Paulo, há poucos estudos sobre este fragmento de vegetação.

O zoneamento do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) seguiu os critérios do Roteiro Metodológico proposto pelo IBAMA (IBAMA, 2002) e em sua elaboração foram considerados aspectos relacionados ao meio físico, bióticos e antrópicos, além dos usos potenciais e atuais da unidade de conservação e entorno. O plano de manejo enfatiza que não há a presença de uma zona de conservação estrita ou intangível no Parque e a Zona Primitiva infelizmente não cumpre o que está posto no Roteiro Metodológico proposto pelo IBAMA (SÃO PAULO, 2010). No Parque foram identificadas seis zonas e mais uma zona de amortecimento (figura 92):

Zona primitiva: na qual foi identificada o mínimo de interferência antrópica, tem como objetivo proteger este ambiente mais próximo do natural possibilitando a conservação das espécies de fauna e flora, abrange áreas de floresta ombrófila densa em melhor estado de conservação;

Zona de recuperação: tem como objetivo deter a degradação dos recursos e restaurar as características naturais abrange 60% da unidade da conservação, e, está subdivida em áreas de recuperação natural que abrangem as bordas do

Parque, e, porções de floresta alterada. As áreas de recuperação induzida incluem as trilhas, a área de campo rupestre do Parque e a área ao redor dos lagos;

Zona de Uso extensivo: tem como principal objetivo promover atividades de lazer e educação ambiental e abrange as trilhas do pai Zé, o campo de escalada e área concedida à União dos Escoteiros do Brasil;

Zona de uso intensivo: tem como principal objetivo facilitar a recreação e a educação ambiental e compreende a infraestrutura e as principais instalações do Parque e as trilhas da Bica, do Lago e do Silêncio; a zona histórico-cultural tem como principal objetivo o manejo e a proteção dos sítios históricos e arqueológicos;

Zona de usos conflitantes: abrange áreas onde os usos e finalidades estão em conflito com a unidade de conservação, inclui áreas com estruturas permanentes de comunicação, a base policial e as linhas de transmissão de energia;

A Zona de Amortecimento visa minimizar os impactos negativos sobre a Unidade de Conservação e promover a conservação dos remanescentes florestais.

Figura 92 - Zoneamento do Parque Estadual do Jaraguá

Fonte: Plano de Manejo do Parque Estadual do Jaraguá (2010).

Nas adjacências do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ), encontram-se aldeias indígenas. Uma delas é a: *Tekoa Ytu* (“aldeia de baixo”), que possui sua área demarcada em 1,7 hectares e, é considerada a menor terra indígena do Brasil. Foi regularizada em 1987, pelo Decreto Federal nº 94.221, e, essa pequena área ocasiona inúmeros problemas sociais e culturais, desde então. Ainda em 1987, a intensificação da ocupação dos não indígenas e da imposição de cercas e guaritas de segurança do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) levou ao cercamento da aldeia.

Os Guarani ainda disputam na justiça a regularização de duas áreas referentes às aldeias *Tekoa Itakupe* (sol nascente) ocupação em uma propriedade privada de 72 hectares, a cerca de 3 km das outras duas aldeias; e, *Tekoa Pyau* (aldeia de cima), que possui cerca de 3 hectares, e, é onde reside boa parte da população indígena. Já houve algumas tentativas de expulsão dos indígenas da área, tanto por parte do governo, quanto por particulares, que foram suspensas devido a protestos por parte da comunidade indígena.

A história das aldeias tem origem na década de 1960, quando índios migrantes começaram a chegar à região seguindo uma lógica de migração dos Guarani, que tendem a se deslocar frequentemente, estimulados pelo líder espiritual da comunidade em busca de melhores condições de vida. Os indígenas, no entanto, possuem condições de vida precárias nas terras do Jaraguá (SÃO PAULO, 2010).

Em 2015, a Portaria Declaratória nº 581 do Ministério da Justiça reconheceu os 532 hectares que configuram a Terra Indígena Jaraguá como de ocupação tradicional dos Guarani, o território foi reconhecido como patrimônio indígena pela Fundação Nacional do Índio (FUNAI); no entanto, a mesma se encontra suspensa aguardando homologação.

Em resposta ao reconhecimento da Terra Indígena do Jaraguá, em 2015, o Governo do Estado de São Paulo entrou com um mandato de segurança contra a Portaria Declaratória nº 581, alegando que a presença da Terra Indígena comprometeria a função de proteção integral do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ), já que poderia representar uma abertura para a consolidação da ocupação do entorno do PEJ. Com o reconhecimento das terras indígenas na região, de fato houve uma sobreposição entre as mesmas e os limites do Parque Estadual do

Jaraguá (PEJ). O governo sugere que a sobreposição aconteça apenas na área referente à Zona de amortecimento do PEJ (Figura 93).

De acordo com Faria (2015), o plano de manejo do PEJ apresenta visões distintas em relação à presença dos Guarani na região, visto que, reconhece que os territórios ocupados até então eram insuficientes para a comunidade indígena, mas ao mesmo tempo trata a presença da mesma como uma ameaça à integridade do Parque, já que a sobreposição da Terra Indígena com a área do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) gera conflito, uma vez que, unidades de conservação de proteção integral não permitem usos relacionados a presença humana e restringe atividades como a caça e a coleta, fundamentais a existência dos Guarani.

A mesma autora, também questiona a adequação com Parque Estadual, pois o PEJ cumpre na região a função de Parque Urbano, principalmente aos finais de semana. As concessões de uso realizadas durante a existência do Parque e a atual situação de conflito existente entre a presença Guarani e a Unidade de Conservação de Proteção Integral, seriam alguns dos motivos para questionar sua função. Além de fazer a coleta na mata de alguns materiais necessários à sua existência, a comunidade indígena faz a venda e exposição de artesanato no Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) normalmente aos finais de semana.

A lei estadual nº 16.260/2016 autorizou o governo estadual conceder à iniciativa privada 25 parques estaduais, como o do Jaraguá (488,84 hectares) e o da Cantareira (7.900 hectares) na capital; e, o de Campos do Jordão (8.341 hectares) na região do Vale do Paraíba, assim como áreas de manejo florestal no estado. A lei permite a concessão por 30 anos para “a exploração dos serviços ou o uso de áreas inerentes ao ecoturismo e à exploração comercial madeireira ou de subprodutos florestais” (Artigo 1º). Segundo o governo, a aprovação da lei irá representar uma economia de 3 milhões por ano aos cofres públicos. No entanto, a mesma pode complicar ainda mais a situação dos Guarani na região, já que, com a concessão à iniciativa privada, pode haver ainda mais restrições aos elementos da natureza necessários a manutenção dos Guarani na região (FARIA, 2015).

Figura 93 - localização das aldeias indígenas do Jaraguá

Fonte: FUNAI (2017), MMA (2015) e ESRI. Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

6.3.3. Relevo, Geologia e Solos

De acordo com Peixoto e Theodorovicz (2009), na área correspondente as bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, há a presença das seguintes formações litológicas: Formação Boturuna Votuverava de rochas do Grupo São Roque, Formação Serra do Itaberaba e Granito Cantareira. A área de estudo, portanto, apresenta uma diversidade geológica considerável (Figura 94). As lavras do Jaraguá, esgotadas no século XVII, são também conhecidas como

“Cavas de Ouro do Morro Doce”, foram abertas em rochas do grupo São Roque (CANEIRO; SANTOS; SILVA, 2011).

O Grupo Serra do Itaberaba está relacionado ao Grupo São Roque, mas difere do anterior pela variedade de metamorfitos, destacando-se volumetricamente os originados por atividades vulcânicas e vulcanoelásticas. É composto por metapelitos e rochas metabásicas, além de metapsamitos, metassedimentos manganíferos, formações ferríferas, rochas calciossilicáticas e carbonáticas, estas de ocorrência relativamente restrita. Os litotipos encontram-se metamorfisados predominantemente na fácies anfibolito média, com variações para as fácies xisto verde superior ou anfibolito alto. (JULIANI; BELJAVSKIS, 1995).

A formação granito Cantareira apresenta abundância de biotita e porfiroblastos demicroclínio. A biotita normalmente é verde, com cloritização parcial, resultante de atividade hidrotermal, que acompanhou a fase metassomática. A abundância de xenólitos de escala mesoscópica é comum aos granitos, e, no granito Cantareira, também em escala mesoscópica. Os dados estruturais indicam que o magma tenha se formado principalmente "in situ" e que o granito Cantareira representa a porção superior de batólito (ELLERT, 1964).

Segundo CPRM (2006), a formação Votuverava ocorre a oeste da Região Metropolitana de São Paulo em sua unidade terrígena, predominam nesta unidade, metassiltitos, maciços muito foliados que preservam acamamento com estratificações plano-paralelas, cruzadas e granodecrescência ascendente; com alternância de metalirgidos, metarenitos lenticulares e metaconglomerados polimíticos.

Negreiros et al. (1975) afirmam que no planalto paulistano, o sistema de rochas cristalinas onde estão presentes também as ferromagnesianas, os gnaisses, filitos e micaxistos, quartzitos e calcários são predominantes. Os granitos e gnaisses são muito antigos, e 20% destes terrenos que apresentam esse tipo de formação são terras altas como a Serra da Cantareira e maciços do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ).

Segundo (IPT, 1981) a litologia do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) é composta por rochas pertencentes ao Grupo São Roque, ao norte da cidade de São Paulo, e constituída de granitos e quartzitos nas altitudes mais elevadas e gnaisses e migmatitos nos níveis médios.

Ross (1991) atribui a existência dos picos do Jaraguá e do Papagaio à rigidez e resistência à erosão do bloco estrutural metamórfico de quartzito. Entre os dois, há uma área rebaixada que é consequência de uma falha transcorrente de direção leste-oeste. É um espinhaço quartzítico, que apresenta grande resistência aos processos de erosão e tem uma aparência esbranquiçada.

Ainda de acordo com Peixoto e Theodorovicz (2009), na região estão presentes as seguintes feições de relevo: os domínios de colinas dissecadas e morros baixos; domínio de morros e serras baixas; e, o domínio montanhoso (Figura 95).

Ross e Moroz (1997), consideram que os morros nas áreas marginais ao Parque Estadual do Jaraguá (PEJ), sob rochas do embasamento cristalino, possuem solos altamente suscetíveis aos processos erosivos, condição agravada pelas alterações antrópicas nas encostas, que provocam escorregamentos planares de solo.

Ab'Saber (2003) afirma que, as limitações que o relevo e a matriz geológica impôs a região influenciou na formação e no tipo de cobertura vegetal sob a forma de frágeis minirredutos ou rupestrebiomas presentes no PEJ, característicos de áreas mais elevadas, e denominadas mares de pedra - áreas onde a rocha pouco decomposta se destaca na paisagem de São Paulo, no caso, o espinhaço quartzítico do Jaraguá.

O Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) se destaca do entorno por apresentar declividades acentuadas, vertentes longilíneas e interflúvios abruptos. A variação da altitude proporciona a ocorrência de diversas formas de cobertura vegetal, também influenciada pela espessura dos solos (Figura 96) (SÃO PAULO, 2010).

Segundo o plano de manejo da unidade de conservação, os solos no Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) subdividem-se em: neossolos litólicos associados a gleissolos, afloramentos rochosos, latossolos vermelho-amarelos (médio arenosos) e argissolos (antigos podzólicos vermelho-amarelos e médioarenosos) associados a cambissolos. Em áreas mais íngremes e elevadas (trechos com declividades acima de 45%), na área central do PEJ e também ao norte e sul, aflora diretamente o substrato rochoso. A ocorrência da floresta ombrófila densa, está relacionada aos argissolos (podzólicos) com baixa fertilidade natural. A ocorrência das formas de

vertentes (retilíneas, côncavas e convexas) pode ser considerada homogênea, sem predomínio de uma ou outra forma (SÃO PAULO, 2010).

A área que corresponde ao PEJ apresenta declividades acentuadas (Figura 97), vertentes de formato longilíneo e interflúvios abruptos, que contrastam com os setores no entorno; possuem altitudes e declividades menos elevadas. As diferenças de declividades ocasionam formas de cobertura vegetal distintas, já que a composição e a espessura do solo apresentam variação. Há grande potencial para deslizamentos e erosão; alguns setores da vegetação não se desenvolvem, por estes motivos (SÃO PAULO, 2010).

O PEJ atua como um divisor, produtor e dispersor local de águas de boa qualidade a leste e nordeste para o ribeirão dos Perus, a oeste e noroeste para o córrego Santa Fé, a norte para o córrego Manguinho, contribuinte da margem esquerda do rio Juqueri, e ao sul para o córrego Antônio Inocência de Souza; todos afluentes da bacia hidrográfica do Alto Tietê. Dentro do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) há a presença algumas nascentes, que formam quatro microbacias. Os córregos orientados para leste e sudeste são afluentes do ribeirão Vermelho, que deságua no rio Tietê. Os cursos d'água orientados para oeste alimentam o córrego da Olaria, também afluente do Tietê (PROJETO BIOTA, 1999).

Figura 94 - Geologia das bacias hidrográficas dos rios Vermelho e São Miguel e do Córrego Santa Fé, município de São Paulo (SP)

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Figura 95 - Unidades de relevo das bacias hidrográficas dos rios Vermelho e São Miguel e do Córrego Santa Fé, município de São Paulo (SP)

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Figura 96 - Hipsometria das bacias hidrográficas das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do Córrego Santa Fé, município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 97- Declividade das bacias hidrográficas dos rios Vermelho e São Miguel e do Córrego Santa Fé, município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

6.3.4. Clima

De acordo com Tarifa e Armani (2000) as bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, compreendem três unidades climáticas naturais: I - Clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulistano subdividido em dois mesoclimas: colinas intermediárias e morros baixos do além Tietê e várzeas e baixos terraços do vale do Tietê; II - Clima Tropical Úmido Serrano da Cantareira – Jaraguá, subdividido em dois mesoclimas: maciços e Serras da face meridional e da face setentrional da Cantareira e Jaraguá; III - Clima Tropical Úmido de Altitude do Alto Juqueri: Subdividido em dois mesoclimas dos terraços e várzeas do Vale do Juquerí e morros e espigões do Juquerí – Tietê. (Figura 15).

Em relação às unidades climáticas urbanas a área de estudo compreende as unidades: I - Unidade Climática Urbana Central subdividida em unidade Climática além Tietê e Unidade Climática das marginais e II - Unidade Climática Urbana Periférica da zona norte.

Segundo os estudos de Tarifa e Armani (2000) na região predominam o clima Tropical úmido serrano da Cantareira-Jaraguá, e o clima Tropical úmido de atitude do Planalto Paulistano. O primeiro apresenta temperaturas mais amenas devido à altitude, que também induzem uma alta taxa pluviométrica. Ainda de acordo com os autores, os patamares mais elevados da Serra da Cantareira e do Pico do Jaraguá são bem ventilados, aumentam a instabilidade atmosférica e provocam a elevação da camada de mistura, criando boas condições para a dispersão de poluentes, o relevo também favorece a drenagem noturna de ar frio.

A altitude e a presença da Mata Tropical fazem com que uma variedade de microclimas ali presentes estejam preservados. Todavia, a industrialização e a urbanização e, principalmente, a poluição atmosférica podem interferir na dinâmica desse ambiente que ainda preserva muitas de suas características naturais (TARIFA; ARMANI, 2000).

6.3.5. Fauna e Flora

A formação da Mata Atlântica não é homogênea e sua estrutura florística varia de acordo com a distância do oceano Atlântico. As variações topográficas e a composição dos solos também interferem em suas características. Essas variações podem ser encontradas nos remanescentes na região metropolitana de São Paulo (RAIMUNDO, 2006).

As áreas serranas ao norte, como a serra da Cantareira, do Japi e Pico do Jaraguá são recobertas por uma floresta mais seca em relação às florestas do litoral. Essas florestas apresentam menos epífitas e indicam o aparecimento de espécies decíduais, já os morros e morrotes apresentam uma formação mais úmida e densa, rica em lianas e epífitas (RAIMUNDO, 2006).

A vegetação ocorrente no Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) é definida como floresta ombrófila densa montana. Entretanto, em seu perímetro há também a ocorrência de espécies herbáceas, com árvores e arbustos esparsos e, portanto, não apresenta a fisionomia típica da floresta ombrófila densa montana (SOUZA, 2009).

A vegetação no PEJ é característica da floresta ombrófila densa, mas com a presença de espécies da floresta estacional semidecidual. Sua vegetação apresenta características presentes em outros remanescentes da região metropolitana, com uma flora de características de uma área de transição bastante complexa entre as duas fisionomias florestais, que é influenciada pela altitude e pelas características climáticas associadas a ela²² (OLIVEIRA FILHO; FONTES, 2000 apud SOUZA, 2009).

O PEJ também apresenta um trecho em que a vegetação é predominantemente herbácea que ocorre em áreas com afloramentos de rocha e solo raso nomeada por Ab'Saber (2003) de “espinhaço quartizítico” e que Souza (2009) denomina como “campo”. A mancha ocupa 37 hectares e está situada na área mais alta do PEJ onde é comum a ocorrência de neblina, condição comum nos campos de altitude e matas nebulares (GARCIA; PIRANI, 2005 apud SOUZA, 2009).

²² OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FONTES, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica*, 32(4b):793-810.

Souza (2009) descreve esse trecho de vegetação do PEJ como um mosaico de fisionomias diferentes do cerrado, ou mesmo mais próximas dos campos de altitude do que de outras formações. Além do estrato herbáceo, ocorrem arbustos e árvores esparsadas de pequeno porte e tronco suberoso em sua maioria.

Registros da existência de cerrado nas áreas mais altas dos morros do Planalto Paulistano são antigos e sua presença provavelmente esteja relacionada a solos de baixa fertilidade e a existência de linhas de pedra as *stones lines*, fato que dificultaria o desenvolvimento de árvores de grande porte e uma vegetação florestal como a ocorrente nos domínios de mares e morros da região (AB´SABER, 1956).

As áreas de cerrado remanescentes em São Paulo seriam relictos de uma era de clima seco, já que durante as mudanças climáticas do Quaternário houve a expansão de áreas de cerrado para leste no final do Holoceno ²³(BEHLING, 1998; DURIGAN, 2006 apud SOUZA, 2009).

Nestas áreas no PEJ, há ocorrência de espécies características da floresta estacional, e ombrófila e de campos. Há ocorrência de um grande número de espécies pioneiras e algumas ameaçadas de extinção. Ao longo das trilhas, foram plantadas espécies exóticas durante a década de 1940, quando a Fazenda Jaraguá foi adquirida pelo governo do estado de São Paulo (SOUZA, 2009).

Apesar dos registros apontarem que a vegetação do PEJ é originária do cerrado, não se pode descartar a possibilidade de que seja consequência de ações antrópicas associadas a uma melhor adaptação local de algumas espécies e condições edáficas (SOUZA, 2009).

Raimundo (2006, p. 24) destaca algumas particularidades da vegetação presente no PEJ, e atribui a ocorrência das formações campestres aos fatores limitantes do meio físico resultantes da combinação solo-declividade:

[...] do ponto de vista fisionômico, os picos do Jaraguá e do Papagaio, que ultrapassam a altitude de 1.000 metros e regiões adjacentes a estes, caracterizam-se como áreas de ocorrência de cobertura edáfica e vegetal particularizada, esta predominantemente campestre, com ocorrência de arbustos e árvore de baixo porte nas áreas marginais a estes campos, subordinada às condições de elevação em conjunto com a declividade acentuada.

A fauna presente no Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) é um subconjunto da fauna encontrada na Serra da Cantareira. Constituída por espécies de borda de

²³ BEHLING, H. 1998. Late quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. Rev. Palaeobot. Palyno. 99:143-156. DURIGAN, G., BAITELLO, J.B., FRANCO, G.A.D.C. & SIQUEIRA, M.F. 2004. Plantas do Cerrado Paulista: imagens de uma paisagem ameaçada. Páginas & Letras Editora e Gráfica, São Paulo.

floresta e espécies com ampla distribuição em áreas antropizadas. A fauna registrada nos lagos e brejos apresenta vasta distribuição geográfica e boa capacidade de dispersão. O PEJ ocupa área relativamente pequena, com histórico de degradação da vegetação natural. Além disso, seu isolamento em relação a remanescentes florestais maiores faz com que várias espécies possam ser extintas localmente e a manutenção de populações de espécies mais exigentes ecologicamente seja pouco provável. Segundo o plano de manejo da Unidade de Conservação foram registradas no Parque 149 espécies de aves e 11 espécies de mamíferos (SÃO PAULO, 2010).

Souza (2009) ressalta que, o Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) exerce um papel importante na conservação da fauna e flora da região metropolitana de São Paulo, principalmente para a proteção de algumas espécies ameaçadas, como a *Euterpe edulis* Mart (palmito Juçara). Deve ser considerado como objeto de estudo e sugere o resgate histórico da área por fotografias aéreas, análises da geomorfologia e levantamentos sobre seus aspectos biológicos para que se possa classificar e compreender adequadamente a dinâmica de sua vegetação.

6.3.6. Evolução do uso e cobertura da terra da paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015)

Foram produzidos mapas de uso e cobertura da terra para a reconstituição da paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) (Mapas 7, 8 e 9). A partir dos mesmos, foi feita identificação e quantificação das principais mudanças que ocorreram em um período de 53 anos (Tabela 27). As mudanças provocadas pelo processo de urbanização foram observadas a partir da variação de área ocupada pelas classes de uso relacionadas às atividades antrópicas (vias principais, área urbanizada, solo exposto, área urbanizada com vegetação) e pelas classes de uso relacionadas à vegetação (floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira), campo e silvicultura/bosque heterogêneo) (Gráficos 86, 87 e 88).

Tabela 28 - Quantificação do uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos rios Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Área em hectares (ha) Porcentagem de área ocupada% e Variação%	área (ha)	Porcentagem%	área (ha)	Porcentagem%	Variação%	área (ha)	Porcentagem%	Variação%
Classes	1962		1994			2015		
floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)	774,19	16,61	625,86	13,43	-19%	717,15	15,43	+14,6
floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)	1637,1	35,14	771,16	16,55	-52%	761,06	16,37	- +1,29 %
campo	1188,3	25,5	1258	27,006	+8.4	688,15	14,80	-45.3
campo úmido	5,91	0,12	43,3	0,9295	+52,9 %	30,59	0,65	-27.06
silvicultura	283,31	6,08	666,28	14,30	+135%	715	15,38	+7,3%
agricultura	289,36	6,2112	52,09	1,11	-82	15,58	0,33	-70
área urbanizada com vegetação	7,67	0,16	64,5	1,38	+811	270,64	5,82	+76.6
vias principais	39,72	0,85	132,90	2,8	+228	210,26	4,5241	+35.8
área urbanizada/ loteamentos	238	5,10	837,08	17,96	+251	1108,6	23,61	+24.5
solo exposto	194,06	4,16	204,43	4,38	4.5	137,04	2,94	-32
corpos d'água	0,9	0,019	3,06	0,06	+400	4,63	0,09	0
Área Total da Paisagem:						4.658,4 hectares		

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Mapa 7 - Uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos rios Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé em 1962, município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Mapa 8 - Uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos rios Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé em 1994, município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Mapa 9 - Uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé em 2015, município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Gráfico 86 - Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho, São Miguel e do córrego Santa Fé (1962) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Gráfico 87 - Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho, São Miguel e do córrego Santa Fé (1994) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Gráfico 88 - Porcentagem de área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho, São Miguel e do córrego Santa Fé (1962) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Os resultados apresentados são referentes às classes de uso e cobertura da terra relacionadas às atividades antrópicas obtidas a partir da fotointerpretação visual de fotografias aéreas e da classificação das imagens do satélite *RapidEye*. A (Tabela 29) foi produzida no *software Idrisi Selva 17.0* a partir da combinação de informações da área ocupada por cada classe nos intervalos de tempo entre 1962, 1994 e 2015 e mostra as perdas e ganhos de área que cada classe de uso e cobertura da terra sofreu durante o período analisado.

A partir dos dados apresentados também foram produzidos os mapas de perdas e ganhos para as classes que apresentaram variações importantes e que ajudam a compreender a dinâmica de uso e cobertura da terra na paisagem nas bacias hidrográficas do ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé. Entre 1962 e 1994 a paisagem das bacias hidrográficas perdeu 522 hectares de cobertura vegetal natural e/ou seminatural. Durante o último período, houve um saldo negativo de 444 hectares, fato que pode ser relacionado à expansão urbana na região.

Tabela 29 - Perdas e ganhos em hectares para as classes de uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015). município de São Paulo (SP)

Classes	1962-1994		1994-2015	
	perdas	ganhos	perdas	ganhos
vias	-24	117	-50	128
Área urbanizada e loteamentos	-52	651	-174	436
solo exposto	-184	194	-177	110
Silvicultura/bosque heterogêneo	-62	446	-92	141
floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)	-303	155	-87	179
floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)	-1290	425	-460	453
campo	-708	778	-838	273
campo úmido	-4	41	-24	11
Área urbanizada com vegetação	-6	63	-45	251
agricultura	-272	35	-43	6
Corpos d'água	-1	3	-2	3

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Em 1962, a paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé apresentava 16,5% de sua área total ocupada por tipos de uso relacionados à atividades humanas, em 1994 essa porcentagem subiu para 27,7%, e, em 2015 para 37%. Pode-se dizer que a presença da cobertura vegetal natural e/ou seminatural ainda é expressiva na região, que ainda não apresenta uma matriz predominantemente urbanizada.

Em 1962, foram identificados 39,72 hectares para as vias principais e de acesso, o que correspondia a 0,8% da paisagem. Nesta época apenas a Rodovia Anhanguera, construída em 1940, estava presente na paisagem. A Rodovia foi construída com o intuito de ligar a cidade de São Paulo ao interior, e, é uma das mais movimentadas do país, possuindo um tráfego intenso de caminhões e ligando regiões de grande importância econômica no estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2010).

Em 1994, a classe vias principais já correspondia a 132,90 hectares e (2,8% da paisagem); houve uma variação positiva de área ocupada pela classe de 228%. Nota-se o acréscimo da Rodovia dos Bandeirantes, que foi inaugurada em 1978, quando a Rodovia Anhanguera dava indícios de estar sobrecarregada com os grandes fluxos, e, o Parque Estadual do Jaraguá foi implantado na mesma época de sua construção (SÃO PAULO, 2010).

Em 2015, as vias principais correspondiam a 210,26 hectares, ou 4,4% da paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé. Houve um aumento de 1994 a 2015 de área ocupada pela classe de 35,8%. Estava presente na paisagem o Rodoanel Mário Covas, trecho oeste, inaugurado em 2002, que, contribuiu para isolamento do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ). A partir deste ano, o mesmo passou a condição de uma ilha verde em meio as grandes rodovias nas imediações. É importante lembrar o papel das rodovias e das vias de acesso na expansão da urbanização; e, nota-se no mapa de uso e cobertura da terra de 2015, o crescente adensamento da ocupação nos últimos anos (SÃO PAULO, 2010).

Em 1962, classe área urbanizada e loteamentos (Figura 98) ocupava 238 hectares, pouco mais de 5,1% da paisagem. Em 1994, ocupava 837,1 hectares e 17,9% da paisagem. Em 2015, correspondia a 1.108,6 hectares ou 23,6% da paisagem. Houve um aumento de área ocupada pela classe de 251% de 1962 a 1994, e de 25,1% de 1994 a 2015. O norte e o nordeste das bacias transformaram-se de forma rápida em áreas de expansão urbana, no entanto, os novos bairros de núcleos urbanos contam com condições precárias de infraestrutura e moradias de baixo padrão. A urbanização da região está relacionada diretamente, à existência de vazios urbanos presentes, principalmente, nas áreas periféricas da cidade e que deram origem a loteamentos residenciais populares a partir da década de 1970 (SÃO PAULO, 2010).

A classe área urbanizada com vegetação (Figura 99) em 1962 ocupava 7,6 hectares ou 0,1% da paisagem. Em 1962, correspondia a 64,4 hectares e a 1,3% da paisagem. Em 2015, foram identificados 271,4 hectares para a classe, que correspondia a 5,8% da paisagem. Os dados indicam que, ao longo do período analisado houve um acréscimo importante de área, com o processo de ocupação, essa classe provavelmente se expandiu graças ao acréscimo de infraestrutura promovido pela urbanização.

Figura 98- Perdas, ganhos e persistência para área urbanizada na paisagem das bacias hidrográficas dos rios Vermelho, São Miguel e córrego Santa Fé (1962-2015). município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 99- Perdas, ganhos e persistência para área urbanizada com vegetação na paisagem das bacias hidrográficas dos rios Vermelho, São Miguel e córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe solo exposto, em 1962 ocupava 196,3 hectares e correspondia a 4,2% da paisagem. Em 1994, ocupava 205,3 hectares e 4,4%, houve, portanto, pouca variação de área durante o período. Nota-se nesse uma grande área de solo exposto a nordeste, que corresponde ao aterro Bandeirantes. Em 2015, o solo exposto estava presente em 139,5 hectares ou 3% da paisagem. Houve, portanto, uma diminuição 32% de áreas com solo exposto. O aterro Bandeirantes, que fica no km 26 da Rodovia dos Bandeirantes entrou em funcionamento em 1979 e parou de receber resíduos em 2007, e, desde então, houve um projeto de reflorestamento no local, em que foi instalada em 2003 a Usina Termelétrica Bandeirantes que aproveita o gás metano ou biogás proveniente da área onde funcionava o antigo aterro. As áreas de solo exposto também podem ser relacionadas com a presença de atividade mineradora na região.

A classe silvicultura/bosque heterogêneo, em 1962 ocupava 283,31 hectares que correspondiam a 6,08% da paisagem. Em 1994, foram identificados 666,28 hectares para a classe que passou a ocupar 14,3% da paisagem. Em 2015, eram 715 hectares ocupados pela classe, ou 15,38% da área. Essas áreas de silvicultura/bosque heterogêneo estão localizadas principalmente a norte, e pertencem a Companhia Melhoramentos. Nesta região, está o Parque Anhanguera que ocupa uma área de 950 hectares, e, hoje é o maior Parque Urbano Municipal de São Paulo, e desempenha a função de área de amortecimento e corredor ecológico entre o Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e o Parque Estadual da Cantareira (PEC), o parque apresenta uma vegetação composta principalmente por eucaliptal e espécies nativas da Mata Atlântica e 230 espécies de fauna, em sua maioria aves (SÃO PAULO, 2017).

A agricultura, em 1962 correspondia 289,3 hectares ou 6,2% da paisagem. Em 1994, a área ocupada pela classe diminuiu para 52 hectares ou 1,1% da paisagem, houve uma redução de área de 82%. Em 2015, foram identificados pouco menos de 15,6 hectares para a agricultura que correspondia a 0,3% da paisagem. Entre 1994 a 2015 houve uma diminuição da área ocupada pela classe de 70%, que praticamente desapareceu. Nos mapas de uso da terra, nota-se uma redução da área ocupada por cultivos, principalmente no segundo período (1994-2015), que se relaciona as transformações urbanas do último período (Figura 100).

Figura 100 - Perdas, ganhos e persistência para agricultura na paisagem das bacias hidrográficas dos rios Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

A região do pico do Jaraguá desde o período colonial e depois da fase de exploração de ouro tornou-se tipicamente rural devido à sua condição periférica e de isolamento em relação à região central da cidade. Existiam até as primeiras décadas do século XX grandes fazendas de café, quando a crise do café ocasionou a venda e o loteamento dos terrenos, dando origem a várias vilas. Junto com os loteamentos, começaram a chegar indústrias nacionais e estrangeiras, atraídas pela ferrovia São Paulo Railway que se estendeu até a região com a construção da estação Parada de Taipas²⁴ em 1891, e pela proximidade do local com os eixos de ligação da capital com interior. Já a fazenda Jaraguá que foi desapropriada no final da década de 1930, devido às condições e características de conservação da vegetação e, se tornou mais tarde uma unidade conservação de proteção integral (SÃO PAULO, 2010).

²⁴ Teve seu nome alterado para estação Jaraguá em 1940.

A transformação da região de área rural para urbana, portanto, aconteceu a partir da década de 1960, e até 1990 a área urbanizada se concentrava na região ao sul e a sudeste da paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho, São Miguel e córrego Santa Fé que já contava nessa época também com estabelecimentos comerciais e industriais. A partir do segundo período (1994-2015), portanto, nota-se a presença da urbanização também no setor norte noroeste e leste da paisagem.

O gráfico Evolução do uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho, São Miguel e córrego Santa Fé (1962-2015) (Gráfico 89) mostra a variação da área ocupada pelas classes de uso e cobertura da terra ao longo do período analisado. Notam-se variações importantes durante todo o período analisado principalmente entre as classes de cobertura vegetal natural e/ou seminatural de área urbanizada.

Gráfico 89 - Evolução do uso e cobertura da terra na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

6.3.7. Métricas da Paisagem para as classes de cobertura vegetal natural e seminatural da paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé.

Para as classes de cobertura vegetal floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira), campo e campo úmido foram geradas as métricas da paisagem no software *Fragstats 4.2*.

A (Tabela 30) contém os dados obtidos a partir da geração das métricas de área, para bordas e subdivisão para as classes de cobertura vegetal da paisagem das bacias hidrográficas bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé: área da classe (CA) porcentagem na paisagem ocupada pela classe (PLAND), número de manchas (NP), O índice da maior mancha (LPI), total de bordas (TE) e a área média das manchas (AREA_MN). Na análise no nível da mancha foi gerada a frequência relativa para a métrica área das manchas (AREA).

Em 1962, a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) ocupava 774,195 hectares que correspondiam a 16,6% da paisagem, em 1994 eram 625,86 hectares ou 13,4% da paisagem. Em 2015, foram identificados 717,15 hectares para a classe que ocupava 15,4% da paisagem. Houve entre 1962 e 1994, portanto, uma diminuição da área, e, durante o segundo período (1994-2015) um aumento discreto que pode estar relacionado ao processo de regeneração da vegetação. A (Figura 101) mostra as mudanças que ocorreram na distribuição espacial da classe ao longo do período analisado.

A classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) em 1962 ocupava 1.637,18 hectares ou 35,1% da paisagem, em 1994 passou a 771,16 hectares ou 16,55%; e, em 2015 foram identificados 61,06 hectares ou 21,1% da paisagem que correspondiam à classe. Houve uma diminuição da área ocupada durante o período analisado. Entre 1962 e 1994 a diminuição foi significativa. A classe perdeu mais da metade da área ocupada anteriormente, provavelmente em função do desmatamento provocado pelo processo de urbanização. Já entre 1994 e 2015, quase não houve variação. (A figura 102) mostra as mudanças que ocorreram na distribuição da classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) ao longo do período analisado.

Tabela 29 - Métricas de área, bordas e subdivisão na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP).

Classes	Campo		
Métricas	1962	1994	2015
CA	1.188,36	1.258,04	688,15
PLAND	25,5085	27,0061	14,8064
NP	368	528	341
LPI	3,9589	6,7391	1,3987
TE	468.185	590.565	308.925
AREA_MN	3,2293	2,3827	2,018
Classes	Campo úmido		
Métricas	1962	1994	2015
CA	5,91	43,3	30,5925
PLAND	0,1269	0,9295	0,6582
NP	3	5	4
LPI	0,0737	0,7279	0,4257
TE	3.230	16.700	11.005
AREA_MN	1,97	8,66	7,6481
Classe	Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)		
Métrica	1962	1994	2015
CA	1.637,183	771,1625	761,0675
PLAND	35,1424	16,5543	16,3752
NP	258	363	239
LPI	13,9327	1,1192	1,6666
TE	407.410	363.890	308.605
AREA_MN	6,3457	2,1244	3,1844
Classe	Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
Métrica	1962	1994	2015
CA	774,195	625,86	717,15
PLAND	16,6182	13,4351	15,4303
NP	21	28	87
LPI	12,8778	11,4857	13,296
TE	104.200	93.105	105.695
AREA_MN	36,8664	22,3521	8,2431

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 101 - Perdas, Ganhos e Persistência da classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) na paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho, São Miguel e córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Figura 102 - Perdas, Ganhos e Persistência da classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) na paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho, São Miguel e córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe campo em 1967 ocupava 1.188,9 hectares, ou 25,5% da paisagem; em 1994, passou a 1.258,2 hectares ou 27% da paisagem; e, em 2015 foram identificados 688,6 hectares ou 14,8% para a classe campo. Houve, portanto, entre 1962 e 1994 um aumento de área ocupada pela classe, provavelmente em função do desmatamento provocado pelo processo de urbanização, e, no segundo período (1994-2015) uma diminuição considerável de área (Figura 103).

Figura 103 - Perdas, Ganhos e Persistência da classe campo na paisagem das bacias hidrográficas dos riberões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

A classe campo úmido, em 1962 ocupava 5,91 ou 0,12% da paisagem; 43,2 hectares em 1994 ou 0,9% da paisagem; e, em 2015, eram 30,59 hectares que representavam a 0,6% da paisagem. Entre 1962 e 1994 houve um aumento de área ocupada pela classe e, entre 1994 e 2015 uma diminuição da área ocupada por campo úmido.

O número de manchas identificadas para a classe floresta ombrófila densa em secundária tardia (mata) aumentou durante o período analisado: em 1962 foram identificadas 21 manchas; em 1994 28 manchas; e, em 2015 houve um aumento

significativo do número de manchas para a classe, foram identificadas 87 manchas. O aumento do número de manchas é um indicativo de fragmentação que representa um aspecto negativo para a conservação.

O número de manchas (NP) identificadas para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) em 1962 foi de 258, em 1994 de 363; e, em 2015 de 239 manchas. Houve, portanto, entre 1962 e 1994 um aumento do número de manchas e, entre 1994, foi observada uma diminuição do número de manchas para a classe.

A classe campo, em 1962 apresentava 368 manchas, 528 em 1994, e 341 em 2015. Houve um aumento do número de manchas para a classe entre 1962 e 1994, e, entre 1994 e 2015 uma diminuição que pode estar relacionada também a redução da área ocupada pela classe. A classe campo úmido, em 1962 apresentou 4 manchas, em 1994 foram identificadas 6 manchas, e em 2015, não houve variação.

O índice da maior mancha (LPI) obtido para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) em 1962 foi de 12,87%, em 1994 foi de 11,48%, e, em 2015 de 13,29%. Houve, portanto, um pequeno aumento em relação ao valor anterior. Esse acréscimo no segundo período (1994-2015) é um aspecto importante, já que, a presença de manchas maiores na paisagem favorece a conservação.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o índice da maior mancha (LPI) era de 13,9% em 1962, houve uma diminuição para significativa para 1,1% em 1994, e, em 2015 o valor obtido não foi muito diferente do obtido em 1994: 1,6%.

Para a classe campo, o índice da maior mancha (LPI) em 1962 era de 3,9%, que em 1994 aumentou para 6,7%, e, em 2015 era de 1,3%. O aumento em 1994 pode estar relacionado ao aumento da área ocupada pela classe entre 1994 e 1962.

Para a classe campo úmido o índice da maior mancha (LPI) em 1962 era de 0,07%, 0,7% em 1994 e de 0,4% em 2015.

Na paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, o total de bordas (TE) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) aumentou durante o período analisado. Em 1962, o total de bordas (TE) para a classe era de 104.200 metros, em 1994 de 93.105; e, em 2015 de 105.695 metros. O aumento do total das bordas (TE) no segundo período (1994-2015) pode estar relacionado ao acréscimo do número de manchas e a pressão causada pela urbanização que produz formas mais complexas.

O total de bordas (TE) para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) diminuiu ao longo do período analisado. Em 1962, a classe apresentou 407.410 metros de bordas, em 1994 363.890 metros, e, em 2015 308.605 metros de bordas.

O total de bordas (TE) para a classe campo em 1962 foi de 481.926 metros; em 1994 de 608.079 metros; e, em 2015 de 309.770 metros. Entre 1962 e 1994 houve uma diminuição do total de bordas (TE) que aumentaram para a classe em 2015.

Para a classe campo úmido o total de bordas aumentou durante o primeiro período (1962-1994). Em 1962 foram identificados 3.230 metros de borda para a classe; 16.700 metros em 1994, e, 11.005 metros em 2015.

A área média das manchas (AREA_MN) da classe da classe floresta ombrófila densa em estágio tardio (mata) diminuiu ao longo do período analisado, em 1962 foi de 36,86 hectares; em 1994 de 22,35 hectares; e, em 2015 era de 8,24 hectares.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 90) da área das manchas desta classe, nota-se que, nas três datas a maior frequência relativa foi para manchas que tinham até 68 hectares. Em 1962, 5% ou uma das manchas tinha entre 550 e 617 hectares. Em 1994, não houve frequência neste intervalo. Em 2015, foi identificada uma mancha de 617 hectares na paisagem.

Portanto, entre 1962 e 1994 houve uma diminuição do tamanho da maior mancha da classe que corresponde ao Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e sua zona de amortecimento, de 599,93 hectares para 535,04 hectares, e também uma redução da área ocupada pela classe floresta ombrófila densa em estágio tardio (mata). Em 2015, a maior mancha apresentou 617 hectares, o que representa um aspecto favorável para a conservação.

Gráfico 90 - Frequência relativa de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para área, na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A área média das manchas (AREA_MN) da classe floresta ombrófila densa em estágio inicial (capoeira) diminuiu entre 1962 e 1994, e, em 2015 apresentou um pequeno aumento, em 1962 era de 9 hectares, em 1994 de 2,8 hectares, e em de 2015 de 4,1 hectares. Na análise no nível da mancha (Gráfico 91), nota-se que as manchas tinham entre 0 e 60 hectares durante o período analisado. Em 1962, 1% apresentava mais de 60 hectares.

Gráfico 91 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para área na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A área média das manchas (AREA_MN) da classe campo diminuiu; em 1962 era de 3,2 hectares, em 1994 de 2,3 hectares, e, em 2015 de 1,9 hectares. Na análise no nível da mancha, a frequência relativa das manchas da classe foi maior em todas as datas no intervalo entre 1 e 26 hectares. Manchas maiores de campo foram identificadas em 1962 e 1994 (Gráfico 92).

Há uma mancha de campo rupestre nas áreas mais altas do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) que nas fotografias aéreas dos anos de 1962 e 1994 aparece conectada com manchas de campo nas adjacências. A mancha de campo em questão apresentou 95,9 hectares em 1962; 313,93 hectares em 1994; e, 34,43 hectares em 2015. A conexão da mancha de campo rupestre com as manchas de campo das adjacências foi perdida graças processo de regeneração da vegetação, que é visível.

Gráfico 92 - Frequência relativa das manchas de campo para área na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo úmido a área média das manchas (AREA_MN) ficou entre 1,69 hectares em 1962, 7,2 hectares em 1994 e 5.3 hectares em 2015. Na análise no nível da mancha (Gráfico 93), nota-se que, a maior frequência relativa foi entre o intervalo de 1 a 6 hectares para todas as datas.

Gráfico 93 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para área na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP).

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A (Tabela 31) apresenta os resultados obtidos a partir da geração das métricas de forma para classes de cobertura vegetal da paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé: o índice de forma médio (SHAPE_MN), o índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN), círculo circunscrito relacionado médio (CIRCLE_MN), Índice de contiguidade médio (CONTIG_MN). No nível da mancha foram geradas frequências relativas das métricas: o índice de forma (SHAPE), o índice de dimensão fractal médio (FRAC), círculo circunscrito relacionado (CIRCLE) e Índice de contiguidade (CONTIG).

Tabela 31 - métricas de forma na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Classe	Campo		
Métrica	1962	1994	2015
SHAPE_MN	1,9363	1,9608	1,808
FRAC_MN	1,1416	1,1476	1,1287
CIRCLE_MN	0,6143	0,625	0,6383
CONTIG_MN	0,6778	0,6588	0,8085
Classe	Campo úmido		
Métrica	1962	1994	2015
SHAPE_MN	2,1021	2,5387	2,4674
FRAC_MN	1,1772	1,1297	1,1411
CIRCLE_MN	0,7591	0,5616	0,7199
CONTIG_MN	0,9218	0,7299	0,9037
Classe	Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)		
Métrica	1962	1994	2015
SHAPE_MN	1,914	1,8818	1,9569
FRAC_MN	1,1278	1,1321	1,136
CIRCLE_MN	0,5499	0,5952	0,6406
CONTIG_MN	0,6256	0,7173	0,8154
Classe	Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
Métrica	1962	1994	2015
SHAPE_MN	2,2621	2,0136	1,5702
FRAC_MN	1,1295	1,1198	1,1002
CIRCLE_MN	0,5065	0,5029	0,5576
CONTIG_MN	0,7501	0,6493	0,7209

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de forma médio (SHAPE_MN), que indica o valor da complexidade da forma, diminuiu para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) de 2,2621 em 1962 para 2,0289 em 1994, e para 1,5702 em 2015. Houve, portanto, uma redução da complexidade da forma para as manchas pertencentes à classe. Na

análise no nível da mancha (Gráfico 94), nota-se maior frequência relativa em 2015 para (SHAPE) entre o intervalo de 1,01 e 1,61 (50% das manchas).

A maior mancha que corresponde ao Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) apresentou o maior valor de (SHAPE) entre as manchas da classe: 6,5429 em 1962; 6,4935 em 1994; e, 6,0513 em 2015. Os valores de (SHAPE) indicam maior complexidade em todas as datas em relação às outras manchas da classe, no entanto, houve uma diminuição dos valores de (SHAPE) para a mancha maior que abrange o PEJ durante o período analisado.

Gráfico 94- Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (SHAPE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o valor do índice de forma médio (SHAPE_MN) diminuiu entre 1962 e 1994 de 1,914 para 1,8818, e em 2015 aumentou para 1,9569. Na análise no nível da mancha (Gráfico 95), nota-se que, em 1962 e 1994 houve uma frequência maior para valores de (SHAPE) iguais a 1, e, as maiores frequências foram observadas para valores entre 1,01 até 3,02. Em 2015, as maiores frequências foram observadas entre os intervalos de 1,01 e 1,67 e 1,68 e 2,35.

Gráfico 95- Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (SHAPE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo, o valor do índice de forma médio (SHAPE_MN) entre 1962 e 1994 variou pouco: em 1962 era de 1,9363 e em 1994 de 1,9608. Em 2015, o valor obtido foi de 1,80, indicando uma diminuição da complexidade da forma para a classe no último período. Na análise no nível da mancha (Gráfico 96) nota-se maior frequência de (SHAPE) para o intervalo entre 1,1 e 2,8 em 2015.

Gráfico 96 - Frequência relativa das manchas de campo para (SHAPE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A mancha de campo rupestre presente nas áreas mais altas do PEJ apresentou uma grande variação para o índice de forma (SHAPE) durante o período analisado, foram obtidos os valores de: 6,01 em 1962; 14,06 em 1994; e, 3,40 em 2015. A forma da mancha em questão está menos complexa, o que significa uma vantagem para a conservação.

Para a classe campo úmido, entre 1962 e 1994 os valores de (SHAPE_MN) aumentaram de 2,1021 em 1962 para 2,5387 em 1994; e, diminuíram para 2,4674 em 2015. Na análise no nível da mancha (Gráfico 97), nota-se uma maior frequência relativa para valores do índice de forma (SHAPE) mais altos em 1994.

Gráfico 97- Frequência relativa das manchas de campo úmido para (SHAPE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN), também é uma métrica que indica a complexidade da forma e a relaciona a área das manchas. Para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) os valores diminuíram para (FRAC_MN) durante o período analisado. Em 1962, o valor obtido para (FRAC_MN) foi de 1,1295; em 1994 de 1,1198; e, em 2015 de 1,1002. Na análise no nível da mancha, observam-se as maiores frequências para valores mais altos de (SHAPE_MN) em 1962 e 1994 (Gráfico 98).

No entanto, para a maior mancha da classe presente na paisagem que corresponde ao PEJ, foram obtidos os seguintes valores para a métrica (FRAC): 1,2407 em 1962; 1,2416 em 1994 e 1,2303 para 2015. Houve pouca variação nas datas analisadas, no entanto, os maiores valores para a métrica (FRAC) são os desta mancha.

Gráfico 98 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (FRAC) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN) aumentou ao longo do período analisado. Em 1962, o valor para esse índice foi de 1,127, em 1994 de 1,132; e, em 2015 de 1,136, portanto, houve pouca variação nos valores. Na análise no nível (Gráfico 99) da mancha nota-se uma maior frequência para formas de valor de (FRAC) igual a 1 em 1962, e, a frequência de manchas que apresentaram valores próximos de 1 diminuiu em 1994 e 2015.

Gráfico 99 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (FRAC) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo o índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN) aumentou entre 1967 e 1994 de 1,1416 para 1,1476 e diminuiu em 2015 para 1,1287. No nível da mancha (Gráfico 100), observou-se uma menor frequência para valores próximos a 1 em 2015; no entanto, em 1962 e 1994 havia uma frequência relativa maior de manchas que apresentavam valores mais altos para índice de dimensão fractal (FRAC).

A mancha de campo rupestre presente nas áreas mais altas do PEJ apresentou uma diminuição dos valores obtidos para índice de dimensão fractal (FRAC): 1,2605 em 1962; 1,3535 em 1994; e, 1,1926 em 2015.

Gráfico 100 - Frequência relativa das manchas de campo para (FRAC) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015). município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo úmido, o valor do índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN) diminuiu entre 1962 e 1994 de 1,1772 para 1,1297 e aumentou em 2015 para 1,1411. Nota-se na análise no nível da mancha (Gráfico 101), a frequência relativa de valores mais próximos a 1 apenas em 1994, a maior frequência em 1994 e 2015 foi para o intervalo entre 1,10 e 1,13, e, em 1962 a maior frequência foi para o intervalo entre 1,19 e 1,23.

Gráfico 101 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (FRAC) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A métrica círculo circunscrito relacionado médio (CIRCLE_MN) indica o quanto manchas pertencentes a uma classe se assemelham a um círculo.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) em 1962 o valor obtido para (CIRCLE) foi de 0,5065; em 1994 de 0,5029; e, em 2015 de 0,5576. Os resultados mostram um aumento do valor de (CIRCLE_MN) para a classe. Na análise no nível da mancha (Gráfico 102), houve uma frequência maior para o valor de (CIRCLE) igual a 0 em 1994, no entanto neste ano houve também maior frequência para valores mais altos de (CIRCLE) (acima de 0,7). Em 2015, a maior frequência relativa foi para o intervalo entre 0,60 e 0,69.

No entanto, quando observados os valores obtidos para (CIRCLE) as maiores manchas da classe presentes na paisagem em todas as datas e que correspondem ao PEJ nota-se uma diminuição dos valores de (CIRCLE): 0,624 em 1962; 0,5731 em 1994; e, 0,4847 em 2015. Os valores indicam, portanto, que a mancha que corresponde ao Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) apresentou em 2015 uma forma mais próxima a um círculo comparada as outras datas.

Gráfico 102 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CIRCLE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o índice de dimensão fractal médio (CIRCLE_MN) em 1962 foi de 0,5499, em 1994 de 0,5952; e, em 2015 de 0,6406, houve uma diminuição entre 1962 e 1994 e um aumento do valor da métrica em 2015. Portanto, as manchas da classe estão em média, mais alongadas e lineares. Na análise no nível da mancha (Gráfico 103) nota-se uma frequência relativa maior para valores mais altos de (CIRCLE) entre as manchas da classe em 2015.

Gráfico 103- Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CIRCLE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo os valores obtidos aumentaram ao longo do período analisado. Em 1962, o valor de (CIRCLE_MN) era de 0,6143, em 1994 de 0,625 e em 2015 de 0,6383. Na análise no nível da mancha (Gráfico 104) nota-se uma frequência relativa maior em todas as datas para valores superiores a 0,50 para circunscrito relacionado (CIRCLE).

A mancha de campo rupestre presente nas áreas mais altas do PEJ apresentou uma diminuição dos valores obtidos para a métrica circunscrito relacionado (CIRCLE) no primeiro período (1962-1994) de 0,7594 para 0,6859, e um aumento do valor em 2015 para 0,8002. Isso significa que a mancha adquiriu uma forma mais alongada e linear no segundo período (1994-2015).

Gráfico 104 - Frequência relativa das manchas de campo para (CIRCLE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo úmido o valor diminui entre 1962 e 1994 de 0,7591 para 0,5616 e aumentou em 2015 para 0,7199, as formas das manchas da classe estão mais alongadas. Na análise no nível da mancha (Gráfico 105) nota-se uma frequência relativa maior para valores mais próximos a 1 para (CIRCLE) em 2015.

Gráfico 105 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (CIRCLE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) o índice de contiguidade médio (CONTIG_MN) diminuiu entre 1962 e 1994 de 0,7501 para 0,6493, e apresentou um aumento em 2015 para 0,7209. A conexão entre as manchas era maior no primeiro período (1962-1994). Na análise no nível da mancha (Gráfico 106), nota-se maior frequência relativa para valores mais altos de (CONTIG) em 1962. Para a maior mancha que corresponde ao Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) os valores obtidos para (CONTIG) foram: 0,985 em 1962; 0,984 em 1994; e, 0,986, houve, portanto, pouca variação de valores durante o período analisado.

Gráfico 106 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CONTIG) na paisagem das bacias hidrográficas dos rios Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o índice de contiguidade médio (CONTIG_MN) diminuiu entre 1962 e 1994 de 0,6256 para 0,7173, e, aumentou em 2015 para 0,8154. Na análise no nível da mancha (Gráfico 107) nota-se uma maior frequência relativa no ano de 2015 para valores mais altos de índice de contiguidade (CONTIG) para as manchas da classe.

Gráfico 107 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CONTIG) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo o índice de contiguidade médio (CONTIG_MN) diminuiu entre 1962 e 1994 de 0,6778 para 0,6588, e aumentou entre 1994 e 2015 para 0,8085. Na análise no nível da mancha (Gráfico 108), nota-se que, em 2015 não houve frequência para valores abaixo de 0,48 para (CONTIG), e a maior frequência relativa para esta data foi para valores acima de 0,82.

Em relação à mancha de campo rupestre, foram obtidos valores parecidos para o de índice de contiguidade (CONTIG) ao longo do período analisado: 0,9654 em 1962; 0,955 em 1994; 0,9668 em 2015.

Gráfico 108 - Frequência relativa das manchas de campo para (CONTIG) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

Para a classe campo úmido, os valores obtidos para (CONTIG_MN) foram de: 0,9218 em 1962, 0,7299 em 1994 e de 0,9037 em 2015. Houve, portanto, uma diminuição no primeiro período (1962-1994) seguida de um aumento no segundo período (1994-2015). Na análise no nível da mancha (Gráfico 109) nota-se que, todas as manchas da classe em 2015 apresentaram valores para (CONTIG) entre o intervalo de 0,80 a 0,87.

Gráfico 109 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (CONTIG) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

A (Tabela 32) apresenta os resultados obtidos a partir da geração das métricas de área interior para classes de cobertura vegetal da paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé: total de área interior (TCA), número de áreas interior (NDCA), área interior média (CORE_MN), índice de área interior médio (CAI_MN). No nível da mancha foram geradas as métricas: área interior (CORE), número de áreas interior (NCORE) e Índice de área interior (CAI).

Tabela 32 - Métricas de área interior da paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho, córrego Santa Fé e ribeirão São Miguel (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Classe	Campo		
Métrica	1962	1994	2015
TCA	430,6875	368,6775	184,7775
NDCA	235	281	165
CORE_MN	1,1703	0,6983	0,5419
CAI_MN	3,6595	2,3576	3,8211
Classe	Campo úmido		
Métrica	1962	1994	2015
TCA	0,7675	10,96	8,4925
NDCA	2	10	7
CORE_MN	0,19	1,8	1,4
CAI_MN	5,61	11,12	9,11
Classe	Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)		
Métrica	1962	1994	2015
TCA	896,67	212,11	215,5125
NDCA	188	190	200
CORE_MN	3,4755	0,5843	0,9017
CAI_MN	6,0857	4,1943	5,9469
Classe	Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
Métrica	1962	1994	2015
TCA	549,65	433,295	493,805
NDCA	35	38	36
CORE_MN	26,1738	15,4748	5,6759
CAI_MN	21,5349	14,5688	5,8111

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017)

O total de área interior (TCA) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) diminuiu entre 1962 e 1994 e aumentou em 2015. Em 1962 era de 549,65 hectares, em 1994 de 433,29 hectares, e, em 2015 de 493,8 hectares. Esse aumento pode estar relacionado ao acréscimo de área ocupada pela classe.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o total de área interior (TCA) diminuiu significativamente entre 1962 e 1994, de 896,67 para

212,11 hectares. Em 2015, o valor obtido para (TCA) foi de 215,51 hectares, havendo, portanto pouca variação durante o segundo período (1994-2015).

O total de área interior (TCA) diminuiu para a classe campo entre 1962 e 2015. Em 1962 era de 430,68 hectares; em 1994 de 368,67 hectares; e, em 2015 de 184,77 hectares. A classe campo úmido ganhou área interior entre 1962 e 1994, e, em 2015 houve uma diminuição. Em 1962, apresentava 0,76 hectares de área interior; 10,96 hectares em 1994; e, 8,49 hectares em 2015.

O número de áreas interior (NDCA) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) aumentou de 35 em 1962 para 38 em 1994, e, diminuiu para 36 em 2015. Na análise no nível a mancha (Gráfico 110), nota-se que, quase 40% das manchas em 1962 e 1994 não apresentaram área interior, devido ao tamanho reduzido. Já em 2015, quase 80% das manchas não apresentaram área interior. A maior parte das manchas apresentou apenas uma área interior: 24% em 1962; 29% em 1994 e 17% em 2015.

A maior mancha que corresponde ao Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) apresentou 14 áreas interior em 1962; 9 áreas interior em 1994, e, 10 áreas interior em 2015. O número de áreas interior pode funcionar também como um indicativo de fragmentação.

Gráfico 110 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (NCORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) foram identificadas 188 áreas interior (NDCA) em 1962; em 1994 houve um aumento para 190; e, em 2015 eram 200 áreas interior. Na análise no nível da mancha (Gráfico 111), nota-se que, em todas as datas a maior parte das manchas (mais de 60%) da classe não apresentou área interior, além disso, houve uma frequência maior para manchas que apresentaram 1 área interior em 2015.

Gráfico 111 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (NCORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo número de áreas interior (NDCA) diminuiu de 235 em 1962 para 281 em 1994; e, para 165 em 2015. Na análise no nível da mancha (Gráfico 112) nota-se que, a maior parte, ou mais de 70% das manchas da classe não apresentou área interior em todas as datas.

Gráfico 112 - Frequência relativa das manchas de campo para (NCORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo úmido existiam 2 áreas interior (NDCA) em 1967, 10 em 1994 e 7 em 2015. Na análise no nível da mancha (Gráfico 113), nota-se que mais de 50% das manchas da classe não apresentaram área interior em todas as datas.

A mancha de campo rupestre presente nas áreas mais altas do PEJ apresentou um aumento das áreas interior no primeiro período (1962-1994) de 15 para 59 áreas interior; e, uma diminuição para 4 áreas interior em 2015, provavelmente ligada a perda de conexão com as áreas ocupadas por campo na vizinhança.

Gráfico 113 - Frequência relativa das manchas de campo para (NCORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A área interior média (CORE_MN) para as manchas floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) foi de 26,17 hectares em 1962, de 15,47 hectares em 1994 e 5,67 em 2015. Ou seja, a área interior média das manchas diminuiu de maneira significativa durante o período analisado.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 114), nota-se que, em 1962 e 1994 mais de 50% das manchas possuía uma área interior de até 52 hectares. Em 2015, 20% das manchas apresentavam área interior até este tamanho. Em 1962 e em 2015 foi identificada uma área interior maior, entre o intervalo de 420 e 471 hectares que corresponde ao perímetro do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ).

Gráfico 114 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) a área interior média (CORE_MN) diminuiu durante o primeiro período analisado, era de 6,08 hectares em 1962, passou a ter 4,19 hectares em 1994; e, aumentou para 5,94 hectares em 2015. Das manchas que possuíam área interior 24% em 1962, 25% em 1994 e 34% em 2015 apresentaram valores entre 1 e 42 hectares, e não foi identificada frequência relativa para intervalos de maiores valores para (CORE) (Gráfico 115).

Gráfico 115 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe campo também apresentou um aumento de área interior média (CORE_MN) de 0,26 hectares em 1962, para 2,31 hectares em 1994, e uma diminuição para 2,12 em 2015. Na análise no nível da mancha (Gráfico 116), nota-se uma maior frequência relativa entre as manchas que apresentaram área interior entre intervalo de 0 e 10 hectares, e, somente 1% das manchas em 1962 e 1994 apresentaram área interior entre 11 e 20 hectares. Em 2015, as manchas possuíam até 10 hectares de área interior.

A mancha de campo rupestre presente nas áreas mais altas do PEJ apresentou 48,29 hectares em 1962 de área interior; 123,35 hectares em 1994; e, 16,37 hectares em 2015. A diminuição no segundo período (1994-2015) da área interior da mancha pode estar relacionada à perda a conexão com as áreas ocupadas por campo nas adjacências devido ao processo de regeneração da vegetação ao longo do tempo.

Gráfico 116- Frequência relativa das manchas de campo para (CORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe campo úmido apresentava 0,19 hectares em 1962 de área interior média (CORE_MN); 1,8 hectares em 1994; e, 1,4 hectares em 2015. Na análise no nível da mancha, nota-se uma frequência relativa maior em 1994 e 2015 para valores que indicam áreas interiores maiores (Gráfico 117).

Gráfico 117 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (CORE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

O índice de área interior médio (CAI_MN) para as manchas da classe floresta ombrófila densa em estágio tardio (mata) foi diminuindo ao longo do período analisado, era 21,53% em 1962, 14,56% em 1994 e 5,81% em 2015.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 118) nota-se uma frequência de valores mais altos para (CAI) em 1962 e 1994. A maior mancha que corresponde ao perímetro do PEJ apresentou os seguintes valores para (CAI): 76,43% em 1962; 75,09% em 1994, e, 76,28% em 2015. Ou seja, o valor de (CAI) variou pouco e a maior mancha apresentou um índice de área interior (CAI) bem maior que o das outras manchas em todas as datas.

Gráfico 118 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (CAI) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Para manchas pertencentes à classe floresta ombrófila densa em estágio inicial (capoeira) o valor para índice de área interior médio (CAI_MN) obtido para 1962 foi de 6,08%; de 4,19% para 1994; e, de 5,94% para 2015. Houve uma diminuição entre o período de 1962 e 1994, e, em 2015 o valor de (CAI_MN) aumentou.

Na análise no nível da mancha (Gráfico 117) nota-se uma maior frequência relativa para manchas que apresentaram valores de (CAI) entre o intervalo de 0 a 6,5, e, o valor máximo obtido para (CAI) não passou de 76,5% em todas as datas.

Gráfico 119 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (CIRCLE) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para as manchas da classe campo, os valores obtidos para o índice de área interior médio (CAI_MN) diminuíram entre 1962 e 1994, de 3,65% para 2,36%. Em 2015, a classe apresentou 3,82% de área interior para as manchas. Na análise no nível da mancha (Gráfico 118), nota-se uma maior frequência relativa para manchas que apresentaram valores de índice de área interior (CAI) entre o intervalo de 0,1 e 5.

Para a mancha de campo rupestre presente nas áreas mais altas do PEJ, houve uma diminuição do índice de área interior (CAI) entre 1962 e 1994 de 50,35% para 39,29%; e, em 2015 houve um aumento para 47,55%. Esse acréscimo no valor obtido para o índice pode ser interpretado como um aspecto positivo para a conservação.

Gráfico 120 - Frequência relativa das manchas de campo para (CAI) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe campo úmido apresentou os seguintes valores para o índice de área interior médio (CAI_MN): 5,6% em 1962; 11,1% em 1994; e, 9,1% em 2015. Na análise no nível da mancha (Gráfico 121) nota-se que, a frequência relativa para valores mais altos de (CAI) é maior; no entanto, a maior parte das manchas não apresentou área interior em todas as datas.

Gráfico 121 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (CAI) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015). município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A (Tabela 33) apresenta os resultados obtidos a partir da geração das métricas de contraste e agregação para classes de cobertura vegetal da paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho, córrego Santa Fé e ribeirão São Miguel: contraste ponderado pela densidade de borda (CWED), índice de contraste de bordas médio (ECON_MN) e porcentagem de adjacências semelhantes (PLADJ). No nível da mancha o índice de contraste de bordas (ECON) também foi analisado.

Tabela 33 - Métricas de contraste e agregação da paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho, córrego Santa Fé e ribeirão São Miguel (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Classe	Campo		
Métrica	1962	1994	2015
CWED	55,1214	78,3017	53,5659
ECON_MN	55,0114	63,2267	75,7729
PLADJ	94,8952	93,9451	94,2397
Classe	Campo úmido		
Métrica	1962	1994	2015
CWED	0,30	0,97	1,68
ECON_MN	31,09	23,22	67,7
PLADJ	93,1684	95,0115	95,4278
Classe	Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)		
Métrica	1962	1994	2015
CWED	40,3831	34,2833	52,691
ECON_MN	40,4903	46,0046	79,8783
PLADJ	96,7396	93,946	94,8066
Classe	Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
Métrica	1962	1994	2015
CWED	7,5308	13,0786	20,6176
ECON_MN	30,9896	50,2054	88,8558
PLADJ	98,2345	98,1256	98,1074

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) houve um aumento do contraste ponderado pela densidade de borda (CWED) ao longo do período analisado. Em 1962, o valor obtido para (CWED) foi de 7,53 metros por hectare; em 1994, de 13,07 metros por hectare; e, em 2015 de 20,61 metros por hectare.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) os valores obtidos para o contraste ponderado pela densidade de borda (CWED) diminuíram no primeiro período (1962-1994) e, aumentaram no segundo período (1994-2015). Em

1962 o valor obtido foi de 40,38 metros por hectare; em 1994, de 34,28 metros por hectare; e, em 2015 de 52,69 metros por hectare.

Para a classe campo, o contraste ponderado pela densidade de borda (CWED), aumentou durante o primeiro período (1962-1994), e, diminuiu em 2015. Foram obtidos os seguintes valores: 55,12 metros por hectare em 1962; 78,30 metros por hectare em 1994, e, 53,56 metros por hectare em 2015.

Para a classe campo úmido houve um aumento contraste ponderado pela densidade de borda (CWED), os valores obtidos foram de 0,30 metros por hectare em 1962, 0,97 metros por hectare em 1994; e, em 2015 de 1,68 metros por hectare.

O valor obtido para o índice de contraste de bordas médio (ECON_MN) para a classe floresta ombrófila densa em estágio tardio (mata) em 1962 foi de 30,98%; em 1994 de 50,20%; e, em 2015 de 88,85%, ou seja, os valores aumentaram durante o período analisado. Na análise no nível da mancha (Gráfico 122), nota-se em 2015 uma maior frequência relativa para valores acima de 80% para (ECON). Para a maior mancha da classe que corresponde ao PEJ, os valores obtidos para (ECON) foram: 31,02% em 1962, 68,23% em 1994; e, 88,06% em 2015. Portanto, o contraste aumentou durante o período analisado.

Gráfico 122 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (ECON) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa em estágio inicial (capoeira) os valores obtidos para o índice de contraste de bordas médio (ECON_MN) foi de 40,49% em 1962; de 46% em 1994; e, de 79,87% em 2015. Também houve para a classe um aumento do contraste ao longo do período analisado. Na análise no nível da mancha (Gráfico 123), nota-se que, a frequência relativa é maior para valores mais altos de (ECON) em 2015.

Gráfico 123 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (ECON) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017)

A classe campo, também apresentou um aumento do índice de contraste de bordas médio (ECON_MN) durante o período analisado. Foram obtidos os valores de: 55,01% em 1962; 63,22% em 1994; e, 75,77% em 2015. A análise no nível da mancha também mostra uma frequência relativa maior em 2015 para valores mais altos de (ECON) (Gráfico 124).

Para a mancha de campo rupestre presente na área mais alta do PEJ, o valor do índice de contraste de bordas (ECON) aumentou durante o período analisado, os valores obtidos para o índice foram de: 39,35% para 1962; 48,56% para 1994; e, 95,41% para 2015.

Gráfico 124 - Frequência relativa das manchas de campo para (ECON) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

A classe campo úmido apresentou uma diminuição dos valores do índice de contraste de bordas médio (ECON_MN) de 31,09% em 1962 para 23,2% em 1994; e, em 2015 houve um aumento para 67,7%. A análise no nível da mancha (Gráfico 125), também mostra uma frequência relativa maior em 2015 para valores mais altos de (ECON).

Gráfico 125 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (ECON) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015). município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Os valores obtidos para a porcentagem de adjacências semelhantes (PLAJD) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) foram de 98,23% em 1962; de 98,12% em 1994; e, de 98,1% em 2015. Houve, portanto, pouca variação durante o período analisado para os valores relativos a essa métrica.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) os valores obtidos para porcentagem de adjacências semelhantes (PLAJD), também variaram pouco durante o período analisado. Em 1962, o valor obtido foi de 96,73%; em 1994 de 93,94%; e, em 2015 de 94,80%. Houve uma diminuição no primeiro período (1962-1994) e um aumento no segundo período (1994-2015).

Para a classe campo os valores obtidos para a porcentagem de adjacências semelhantes (PLAJD) foram de 94,89% em 1962; 93,94% em 1994; e, de 94,2% em 2015. Houve, portanto pouca variação entre 1962 e 2015. Para a classe campo úmido os valores de (PLAJD) aumentaram pouco durante o período analisado: 93,16% em 1962; 95,01% em 1994; e, 95,42% em 2015.

A (Tabela 34) apresenta os resultados obtidos a partir da geração das métricas isolamento para as classes de cobertura vegetal da paisagem da paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015): o índice de proximidade médio (PROX_MN), o Índice de similaridade médio (SIMI_MN) e do índice de conectividade (CONNECT). No nível da mancha

foram analisados os resultados para o índice de proximidade médio (PROX) e para o Índice de similaridade (SIMI).

Tabela 34 - Métricas de isolamento da paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Classe	Campo		
Métrica	1962	1994	2015
PROX_MN	2.624,011	1.487,547	178,8781
SIMI_MN	66.431,75	21.820,27	3.684,185
CONNECT	0,8811	0,6728	0,5934
Classe	Campo úmido		
Métrica	1962	1994	2015
PROX_MN	0	37,8	167
SIMI_MN	385.737,6	186.798,6	69.902,8
CONNECT	0	10	0
Classe	Floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)		
Métrica	1962	1994	2015
PROX_MN	2.654,655	294,6987	232,7317
SIMI_MN	49.695,49	46.155,8	48.424,13
CONNECT	1,0708	0,6712	0,7454
Classe	Floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)		
Métrica	1962	1994	2015
PROX_MN	3969,209	15.886,44	232,7317
SIMI_MN	70.544,29	48.557,19	48.424,13
CONNECT	3,8095	5,291	0,7454

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) o índice de proximidade médio (PROX_MN) obtido em 1962 foi de 3.969,20; de 15.886,44 em 1994; e, de 232,73 em 2015. Houve, portanto, um aumento dos valores de (PROX_MN) para a classe durante o primeiro período (1962-1994), e uma diminuição considerável durante o segundo período (1994-2015) para o valor de (PROX_MN).

Na análise no nível da mancha, nota-se que, mais de 30% das manchas da classe apresentaram valor do índice de proximidade (PROX) igual a 0, e a frequência relativa indica que boa parte das manchas apresentou valores entre 1 e 6.866 em todas as datas. A frequência relativa para valores mais altos de (PROX) só foi observada para 1962 e 1994 (Gráfico 126).

A proximidade diminuiu ao longo do período analisado para a maior mancha da classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), que apresentou o valor para (PROX) de 802,42 em 1962; 548,48 em 1994; e, de 242,47 em 2015.

Gráfico 126 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (PROX) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o valor obtido para o índice de proximidade médio (PROX_MN) em 1962 foi de 2.654,65; de 294,69 em 1994; e, de 232,73 em 2015. Houve, portanto, diminuição da proximidade entre os fragmentos da classe durante o período analisado. Na análise no nível da mancha (Gráfico 127) observa-se em 2015, que 20% das manchas apresentaram o valor do índice de proximidade (PROX) igual a 0. E, a frequência relativa foi maior para o intervalo entre 1 e 5.900 (mais de 70%) de (PROX) em todas as datas.

Gráfico 127 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (PROX) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017).

Os valores obtidos para o índice de proximidade médio (PROX_MN) para a classe campo foram de 2.624,01 em 1962; 1.487,54 em 1994; e, de 178,87 em 2015. Houve, portanto, uma diminuição do valor de (PROX_MN) para a classe durante o período analisado. A análise no nível da mancha mostra que, a maior frequência relativa nas três datas foi para o intervalo entre 1 e 2621, e, apenas em 1962 e 1994 houve frequência para valores mais altos de (PROX). Em 2015, 18% das manchas apresentaram o valor de (PROX) igual a 0 (Gráfico 128).

Para a mancha de campo rupestre existente nas áreas mais altas do PEJ, houve um aumento dos valores obtidos para índice de proximidade (PROX) entre 1962 e 1994 de 150,86 para 714,43; e, em 2015 o valor obtido para o índice diminuiu para 83,80.

Gráfico 128- Frequência relativa das manchas de campo para (PROX) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015). município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo úmido o índice de proximidade médio (PROX_MN) apresentou valor igual a 0 em 1962; de 37,8 em 1994; e, de 167 em 2015.

O índice de similaridade médio (SIMI_MN) aumenta de valor quando a vizinhança das manchas apresentam maiores coeficientes de similaridade e as manchas semelhantes se tornam mais próximas e menos fragmentadas. O índice de similaridade considera o tamanho e a proximidade de todas as manchas, independente da classe.

Para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) o valor de (SIMI_MN) obtido em 1962 foi de 70.544,29; em 1994 de 48.557,19; e, em 2015 de 48.424,13. Os dados mostram uma diminuição da similaridade entre os fragmentos da classe durante o primeiro período (1962-1994); e, em 2015, o índice de similaridade médio (SIMI_MN) foi praticamente o mesmo obtido em 1994. Na análise no nível da mancha (Gráfico 129), observa-se frequência relativa para valores mais altos do índice de similaridade apenas para 1962 e 1994, e, em 2015, 98% das manchas apresentou frequência relativa entre o intervalo de 1 a 32.942.

Para a maior mancha da classe que corresponde ao perímetro do PEJ houve uma diminuição do índice de similaridade (SIMI) ao longo do período analisado: 296.486,14 em 1962; 120.498,66 em 1994, e, 55.002,43 em 2015.

Gráfico 129 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) para (SIMI) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o valor do índice de similaridade médio (SIMI_MN) obtido foi de 49.695,49 em 1962; 46155,8 em 1994; e de 48424,13 em 2015. O valor para índice diminuiu no primeiro período (1962-1994) e aumentou em 2015. Na análise no nível da mancha (Gráfico 127) observa-se que, em 2015, a maior frequência relativa foi para o intervalo entre 7,73 e 26.986; e, 18% das manchas apresentaram valores mais altos para o índice de similaridade (SIMI) entre o intervalo de 242.819 e 269.797.

Gráfico 130 - Frequência relativa das manchas de floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) para (SIMI) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo os valores do índice de similaridade médio (SIMI_MN) obtidos foram: em 1962 de 66.431,75; em 1994 de 21.820,27, e, em 2015 de 3.684,18. Houve, portanto, uma diminuição da similaridade para as manchas da classe durante o período analisado. A análise no nível da mancha mostra que, 100% das manchas em 2015 apresentaram frequência relativa para o intervalo entre 1 e 40.102, e, somente em 1962 e 1994 houve frequência para valores mais altos do índice de similaridade (SIMI) (Gráfico 128).

Para a mancha de campo rupestre existente nas áreas mais altas do PEJ, houve uma diminuição dos valores obtidos para índice de similaridade (SIMI) durante o período analisado: 258.073,88 em 1962; 226.037,94 em 1994; 769,06 em 2015.

Gráfico 131 - Frequência relativa das manchas de campo para (SIMI) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe campo úmido também houve diminuição do valor do índice de similaridade e os valores obtidos foram: 385.737,6 em 1962, 186.798,6 em 1994 e 69.902,8 em 2015. Na análise no nível da mancha (Gráfico 132), observa-se uma frequência relativa maior para valores mais altos do índice de similaridade em 1962 e para valores mais baixos em 2015.

Gráfico 132 - Frequência relativa das manchas de campo úmido para (SIMI) na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015) município de São Paulo (SP)

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

Para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) índice de conectividade (CONNECT) diminuiu no segundo período (1994-2015), os valores obtidos foram: 3,8% em 1962; 5,291% em 1994; e 0,74% em 2015. Entre 1962 e 1994 houve, portanto, um aumento da conectividade que diminuiu no segundo período (1994-2015) entre as manchas da classe.

Para a classe floresta ombrófila densa em estágio inicial (capoeira) o índice de conectividade obtido foi 1,07% em 1962, de 0,67% em 1994 e de 0,74% em 2015. Houve pouca variação nos valores do índice que podem ser considerados baixos.

Para a classe campo os valores do índice de conectividade (CONNECT) obtidos podem ser considerados baixos e diminuíram ao longo do período analisado 0,88% para 1962; 0,67 % para 1994; e; 0,59% para 2015. A classe campo úmido apresentou valor igual a 0 em 1962 e 2015.

6.3.8. Tendências e prognósticos para a conservação

A classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) apresentou um acréscimo de área ocupada no segundo período (1994-2015), e a mancha que corresponde ao Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e à sua zona de amortecimento também está maior. O ganho de área representa um prognóstico positivo para a conservação. Para as outras classes de cobertura vegetal, exceto para campo úmido, o prognóstico foi negativo, visto que, as mesmas tiveram suas áreas reduzidas durante o período analisado, em virtude, principalmente do processo de urbanização.

O número de manchas diminuiu no segundo período (1994-2015) para as classes campo úmido, campo e floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira), o que poderia ser interpretado como um prognóstico positivo para a conservação, se essas duas últimas classes de cobertura vegetal não tivessem sofrido redução significativa de área ocupada durante o período analisado.

A classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) apresentou um aumento do número de manchas durante o período analisado, a fragmentação aumentou e o prognóstico, neste aspecto, é negativo para conservação, já que os ambientes se tornaram mais fragmentados.

As classes floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) e floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) apresentaram um prognóstico positivo para o índice da maior mancha (LPI), já que, os fragmentos maiores favorecem a conservação. A maior mancha presente na paisagem, que corresponde ao Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e a sua zona de amortecimento aumentou de tamanho durante o segundo período (1994-2015), e, este é um aspecto bastante favorável para a conservação, visto que, as manchas maiores aumentam as possibilidades de sobrevivência de muitas espécies.

As classes campo e campo úmido tiveram prognósticos negativos para a métrica com as maiores manchas ocupando uma porcentagem menor da paisagem, principalmente no segundo período (1994-2015).

As classes de cobertura vegetal, exceto campo úmido, apresentaram prognósticos negativos para a área média das manchas (AREA_MN), o que significa que as manchas se tornaram menores durante o período analisado, o que não é um aspecto positivo para a conservação.

O total de bordas diminuiu para as classes campo e floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira), no entanto, essas classes tiveram uma redução de área ocupada importante durante todo o período analisado. Para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), o total de bordas aumentou o que representa um prognóstico negativo para a conservação, já que, o aumento do total de bordas se relaciona com perímetros mais recortados e complexos.

Para o índice de forma médio (SHAPE_MN), as classes campo e floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) apresentaram diminuição dos valores obtidos para a métrica durante o período analisado, e, dessa forma, mostram um prognóstico positivo para conservação, já que, isso representa uma diminuição da complexidade das formas das manchas, o que favorece a conservação. No entanto, na análise no nível da mancha, a mancha de floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) que corresponde ao Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e sua zona de amortecimento apresentou valores elevados para métrica índice de forma (SHAPE), o que indica uma alta complexidade. Para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) o prognóstico foi negativo para a conservação, já que, foram obtidos valores mais altos para a métrica (SHAPE_MN) indicando, portanto, maior complexidade das formas e manchas menores.

Para o índice de dimensão fractal médio (FRAC_MN), as classes de cobertura vegetal apresentaram um prognóstico positivo no segundo período (1994-2015), já que, os valores obtidos estavam mais próximos de 1. Apenas para a classe campo úmido, o prognóstico foi negativo, já que, o valor de (FRAC_MN) aumentou. Esse índice leva em conta a área da mancha para avaliar a complexidade da forma, e os resultados obtidos revelaram manchas de perímetros mais simples.

Para a métrica círculo circunscrito relacionado médio (CIRCLE_MN) as classes de cobertura vegetal apresentaram valores que, indicam manchas mais alongadas e lineares durante o período analisado. No entanto, a maior mancha da classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) que corresponde ao perímetro do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e sua zona de amortecimento, apresentou valores menores para (CIRCLE), ou seja, uma forma mais próxima a um círculo, em comparação as outras manchas da classe, o que representa um aspecto positivo para a conservação.

Em relação ao índice de contiguidade (CONTIG_MN) que avalia a conectividade espacial, todas as classes apresentaram prognósticos positivos, o que significa que a conexão espacial pode ter aumentado durante o período analisado, principalmente no segundo período (1994-2015).

As classes floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) e floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) apresentaram um aumento do total de área interior (TCA) principalmente durante o segundo período (1994-2015).

As classes floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) e campo apresentaram um aumento do número de áreas interior no primeiro período (1962-1994), e, entre 1994 e 2015, o número de áreas interior diminuiu para as mesmas, o que é fator positivo para conservação. Já a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) apresentou um aumento de áreas interior durante todo o período analisado.

O aumento de áreas interior pode ser considerado um aspecto negativo para conservação, já que, um número maior de áreas interior por mancha pode indicar uma fragmentação além do nível da mancha (McGARIGAL, 2015).

A área interior média (CORE_MN) diminuiu ao longo do período analisado para todas as classes de cobertura de vegetal, o que pode ser interpretado como um prognóstico negativo para a conservação.

Em relação ao índice de área interior médio (CAI_MN) as classes campo e floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) apresentaram um aumento dos valores obtidos para a métrica, no entanto, os valores obtidos para as classes podem ser considerados muito baixos.

A densidade de borda ponderada pelo contraste (CWED) aumentou apresentando um prognóstico negativo para todas as classes de cobertura vegetal, exceto para a classe campo, que apresentou uma diminuição dos valores de (CWED). O Índice de contraste de bordas (ECON_MN) aumentou para todas as classes, indicando um prognóstico negativo relativo ao contraste das adjacências.

Os valores obtidos para a métrica porcentagem de adjacências semelhantes (PLAJD) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) variaram pouco durante o período analisado, e podem ser considerados altos. Para as classes campo e floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) os valores aumentaram no segundo período (1994-2015). Os valores obtidos podem ser interpretados como um prognóstico positivo para a conservação.

O índice de proximidade médio (PROX_MN) para todas as classes de cobertura vegetal apresentou um prognóstico negativo para a conservação, visto que, houve uma diminuição dos valores obtidos durante o período analisado, principalmente no segundo período (1994-2015) para a classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata).

O índice de similaridade médio (SIMI_MN) aumentou para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira) e diminuiu para as outras classes de cobertura vegetal indicando um prognóstico negativo para a conservação.

Os valores obtidos para Índice de conectividade (CONNECT) diminuíram para todas as classes de cobertura vegetal durante o período analisado ou apresentaram oscilações pouco significantes, o que indica que a conectividade entre as manchas diminuiu durante este intervalo de tempo, fato que não favorece a conservação.

O (quadro 5) apresenta uma síntese das tendências e prognósticos mais relevantes relacionados aos aspectos ecológicos que puderam ser observados a partir dos resultados obtidos para as classes de cobertura vegetal com a geração das métricas da paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015):

Quadro 5 - Síntese das principais tendências e prognósticos para conservação na paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé (1962-2015)

Aspectos ecológicos	campo	floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira)	floresta ombrófila densa secundária tardia (mata)
Fragmentação	Houve uma diminuição do número de manchas no segundo período (1994-2015).	Houve uma diminuição do número de manchas no segundo período (1994-2015)	O número de manchas aumentou no segundo período (1994-2015).
Tamanho	As manchas estavam menores, e, a maior parte apresentou uma área de até 23 hectares durante todo o período analisado.	As manchas estavam menores, e a maior parte delas apresentou até 60 hectares durante todo o período analisado.	As manchas estão menores, e, mais de 95% delas apresentam uma área até 68 hectares. Há a presença de uma mancha maior que corresponde ao PEJ que diminuiu de tamanho no primeiro período (1962-1994), mas estava maior em 2015.
Forma	As formas adquiram menor complexidade estão menos circulares e mais alongadas.	As formas adquiram maior complexidade e estavam menos circulares e mais alongadas, principalmente no segundo período (1994-2015).	As formas estavam menos complexas para todas as manchas, e menos circulares. No entanto, a mancha maior existente no PEJ apresentou valores altos para as métricas de forma e adquiriu maior complexidade, mas está mais circular se avaliada individualmente – fato que favorece a conservação.
Isolamento	O isolamento aumentou provavelmente em função das interferências antrópicas, o que não favorece a conservação.	O isolamento aumentou provavelmente em função das interferências antrópicas, o que não favorece a conservação.	O isolamento aumentou provavelmente em função das interferências antrópicas, o que não favorece a conservação.
Bordas e Contraste	Contraste aumentou durante o período analisado, e o total de bordas diminuiu no segundo período (1994-2015).	O total de bordas diminuiu e o contraste aumentou durante o período analisado	O total de bordas aumentou no segundo período (1994-2015) e o contraste aumentou durante o período analisado.
Conectividade	A conexão espacial entre as manchas aumentou no segundo período (1994-2015). A conectividade diminuiu durante o período analisado.	A conexão espacial entre as manchas aumentou no segundo período (1994-2015). A conectividade diminuiu durante o período analisado.	A conexão espacial entre as manchas aumentou no segundo período (1994-2015). A conectividade diminuiu durante o período analisado.

Área interior	O total, o tamanho e número de áreas interior diminuíram entre 1962 e 2015. 70% das manchas não apresentou área interior.	O total de área interior diminuiu significativamente no primeiro período (1962-1994). O número de áreas interior aumentou, no entanto, 60% das manchas não apresentaram área interior, e as áreas interior estão menores.	O total e o número de áreas interior aumentaram no segundo período (1994-2015), 80% das manchas não apresentou área interior. O tamanho da área interior média entre as todas as manchas diminuiu, no entanto, a área interior da mancha que corresponde ao PEJ aumentou no segundo período (1994-2015).
----------------------	---	--	--

Organização: Patrícia do Prado Oliveira (2017)

Ao longo das ultimas cinco décadas, o processo de expansão da urbanização com a construção das grandes vias de acesso como as Rodovias Anhanguera, Bandeirantes e Rodoanel Mário Covas contribuíram para o isolamento do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e diminuíram as chances de conectividade e conexão com outras áreas protegidas existentes na região. Os resultados das métricas de contraste e isolamento confirmam essa tendência na paisagem das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé. Apesar do acréscimo de área ocupada, principalmente pela classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), que indica um processo de regeneração da vegetação, o PEJ ainda ocupa uma área relativamente pequena; e o ideal seria a ampliação da área da unidade de conservação e a conexão com outros remanescentes via corredores ecológicos (SÃO PAULO, 2008).

Segundo o relatório preliminar sobre impactos urbanísticos do Trecho Oeste do Rodoanel Mario Covas, realizado pelo Laboratório de Habitação e Assentamentos Humanos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo em 2005, uma das propostas de compensação ambiental para as obras do Rodoanel Mário Covas para região era o reflorestamento compensatório das encostas desmatadas do Pico do Jaraguá e a instalação de um corredor de fauna estratégico para restituição da conectividade entre o Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e o Parque Anhanguera. No entanto, o Instituto Florestal, que ficaria responsável pelo projeto, julgou a proposta inviável já que seria difícil realizar uma ligação contínua entre os Parques. Então, medidas de proteção associadas a programas de recreação foram desenvolvidas em ambos os Parques. O Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) e o Parque Anhanguera receberam melhorias na monitoria e na vigilância, e reformas nas instalações.

O plano de Manejo do PEJ especifica as ações previstas e cumpridas pela compensação do Rodoanel Mário Covas: levantamento fundiário e demarcação dos limites críticos do Parque e aquisição e doação de equipamentos de combate a incêndio, um dos maiores problemas da Unidade de Conservação (SÃO PAULO, 2008).

O Plano Diretor Estratégico das Subprefeituras de Perus e de Pirituba que abrangem o perímetro das bacias hidrográficas estudadas, previam ações que envolviam a estrutura hídrica e ambiental, como a implantação de parques lineares, parques urbanos, ciclovias e caminhos verdes. Alguns projetos já saíram do papel como a criação de um Parque urbano na área onde funcionava o antigo Aterro Bandeirantes; outros ainda não foram implementados, como Parque Linear no Córrego Antônio Inocêncio de Souza; o Parque Linear no Córrego Santa Fé; caminhos verdes e o Parque do Rodoanel. Segundo os mesmos planos, essas medidas são muito importantes para amenizar os problemas das enchentes e inundações e, principalmente conter a expansão urbana em direção a essas áreas. A criação dessas áreas verdes talvez diminuísse o isolamento que o Parque Estadual do Jaraguá apresenta hoje rodeado pela malha urbana em expansão (Figura 104).

Figura 104 - Projetos de Parques nas bacias das bacias hidrográficas do ribeirão Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé

Organização: Patricia do Prado Oliveira (2017).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos que analisam a estrutura da paisagem a partir da geração de métricas da paisagem são comuns em áreas consideradas mais naturais, que apresentam menos interferência antrópica e uma matriz menos complexa. Normalmente, áreas prioritárias para conservação possuem essas características e atraem mais atenção para estudos que avaliam a heterogeneidade da paisagem. Esta tese, no entanto, procurou explorar a aplicabilidade das métricas da paisagem em ambientes urbanizados, já que, esta ferramenta pode fornecer informações importantes sobre as condições ecológicas desses remanescentes florestais localizados em áreas urbanizadas.

Após a análise dos dados gerados pelas métricas da paisagem, foi possível estabelecer algumas tendências e comparar a situação dos Parques situados na paisagem das bacias hidrográficas paulistanas analisadas. De forma geral, quando comparada à situação das manchas de vegetação encontradas nessas bacias hidrográficas, observou-se um aumento da fragmentação nas bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé, e na bacia hidrográfica do rio Aricanduva; regiões da cidade onde o processo de expansão da urbanização ainda está ocorrendo. No entanto, nessas duas áreas ainda existem possibilidades de melhorar as condições de conectividade e de viabilidade desses ambientes em longo prazo. Já na paisagem da bacia do córrego Ipiranga, a situação é mais complicada, pois quase não restam alternativas para melhoria da conectividade e das condições ecológicas, devido ao isolamento provocado pela urbanização.

Na paisagem das bacias hidrográficas estudadas, houve um aumento do tamanho das manchas maiores da classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata). Fato que evidentemente está relacionado às medidas de proteção integral e um provável processo de regeneração natural da vegetação. Podem ser identificadas algumas tendências, como por exemplo, um ganho de área discreto em todos os casos. As manchas maiores pertencentes à classe apresentaram resultados positivos ao longo do período analisado para as métricas relacionadas à conectividade, conexão espacial e área interior. Entretanto, as manchas que não contavam com algum tipo de proteção, se tornaram menores ou desapareceram na paisagem. A fragmentação aumentou na paisagem da bacia hidrográfica do rio Aricanduva e na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São

Miguel e do córrego Santa Fé, já na paisagem da bacia hidrográfica do córrego Ipiranga houve uma diminuição do número de manchas, fato que pode estar relacionado a uma possível regeneração da vegetação.

Em todas as bacias hidrográficas, as manchas de vegetação, principalmente as pertencentes à classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata), apresentaram um aumento da complexidade, que pode estar relacionado tanto ao pequeno aumento de área ocupada pela classe no segundo período (1994-2015), já que manchas maiores apresentam maior complexidade da forma; ou ao processo de urbanização que produziu formas cada vez mais complexas ao longo do tempo. Contudo, o isolamento das manchas aumentou em todas as bacias hidrográficas analisadas.

O aumento de área ocupada pela classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) na paisagem das bacias hidrográficas onde estão os Parques, confirma os resultados dos últimos estudos que apontam para um quadro de reversão do desmatamento e ganho de cobertura vegetal no estado de São Paulo, principalmente, onde existem áreas protegidas (SILVA, 2013). Porém, mesmo assim, não pode ser descartada a possibilidade desse aumento de área estar relacionado utilização de produtos do sensoriamento remoto de melhor qualidade.

A conectividade e a conexão entre as manchas diminuiu nas bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé. Fato que pode estar relacionado à expansão urbana e à construção do trecho oeste do Rodoanel. Nas bacias hidrográficas do córrego Ipiranga e do rio Aricanduva a conectividade e a conexão entre as manchas aumentou, principalmente durante o segundo período (1994-2014).

Nas bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé e, na bacia hidrográfica do córrego Aricanduva, as manchas da classe floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) apresentaram um aumento do contraste e das bordas, que, provavelmente, está relacionado à expansão da urbanização nessas áreas. Já na bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, houve uma diminuição das bordas e do contraste no segundo período (1994-2014). Além disso, a conexão e conectividade entre as manchas identificadas como floresta ombrófila densa secundária tardia (mata) também aumentou.

De forma geral, a área interior das manchas maiores presentes na paisagem das bacias hidrográficas analisadas também aumentou, principalmente no segundo

período (1994-2014), o que é um fato positivo para a conservação das manchas de vegetação protegidas pelos Parques.

Em relação aos resultados obtidos a partir da análise das métricas paisagem para a classe floresta ombrófila densa secundária inicial (capoeira), em todas as paisagens das bacias hidrográficas estudadas houve uma redução de área ocupada. Nas paisagens das bacias hidrográficas do rio Aricanduva e do córrego Ipiranga houve uma diminuição do número de manchas no primeiro período (1962-1994), e, um aumento no segundo período (1994-2014). Já na paisagem das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé o número de manchas aumentou no segundo período (1994-2014). Principalmente nas paisagens das bacias hidrográficas dos ribeirões Vermelho e São Miguel e do córrego Santa Fé e do rio Aricanduva houve o desaparecimento das manchas maiores pertencentes a esta classe; as manchas se tornaram pequenas, e, boa parte delas não apresentava área interior. Houve um aumento do contraste e isolamento em todas as paisagens das bacias hidrográficas estudadas.

Para a classe campo também houve uma redução de área ocupada e o desaparecimento de manchas maiores, principalmente durante o primeiro período (1962-1994). As manchas se tornaram muito pequenas, e boa parte delas não apresentou área interior em todas as paisagens das bacias hidrográficas estudadas.

É importante observar que, o Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) e o Parque Estadual do Jaraguá (PEJ), foram criados praticamente na mesma época e os objetivos iniciais para a criação dessas unidades de conservação não estavam necessariamente relacionados à preservação da vegetação remanescente. No caso do Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) a preocupação era com área de mananciais; já no Parque Estadual do Jaraguá (PEJ), havia a preocupação em preservar os sítios arqueológicos relacionados à exploração de ouro para fins científicos e educacionais, além da intenção de transformar o Pico do Jaraguá em um polo de atração turística. Já o Parque Natural Municipal do Carmo (PNMFC) surgiu em outro contexto, em que a conservação de fragmentos florestais em meio à raridade dos espaços urbanizados se tornou uma meta da política ambiental no município.

Diante da problemática que envolve as Unidades de Conservação de Proteção Integral que estão em condição de isolamento no município de São Paulo, fica evidente a importância ecológica desses remanescentes.

São áreas protegidas que se não estivessem no contexto em que estão inseridas, provavelmente não seriam caracterizadas como unidades de conservação de proteção integral. Nenhum dos Parques contempla as exigências de zoneamento que constam no roteiro metodológico proposto pelo IBAMA. Além disso, ocupam espaços reduzidos, apresentam uma vegetação secundária e, não possuem uma área intangível, que representa um grau mais alto de preservação.

Pode-se dizer que, as unidades de conservação de proteção Integral como os Parques, adquiriram uma função própria quando são estabelecidos em áreas densamente urbanizadas: muitas vezes eles são a alternativa mais viável e eficaz para conter as ocupações irregulares e de amenizar os impactos e a pressão que a urbanização provocou. São a única alternativa viável para garantir que esses remanescentes continuem existindo neste contexto, e, para que haja algum tipo de regeneração ou recuperação. A restrição de acesso a essas áreas tem sido a única forma de conter as pressões antrópicas em áreas urbanas a esses ambientes. Isto fica evidente com o projeto de criação do Parque Natural Cabeceiras do Aricanduva, que se apresenta como a única para a proteção das manchas remanescentes e conter o processo de ocupação.

Outro ponto que merece destaque é o uso público desses espaços pelos municípios. Apesar de serem unidades de conservação de proteção integral são utilizados pela população como Parques Urbanos e recebem milhares de visitantes, no caso do Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) e do Parque Estadual do Jaraguá (PEJ). Mesmo no caso do Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo (PNMFC), que ainda não está aberto à visitação pública, a população se apropriou desse espaço com a utilização de trilhas para muitas finalidades. Fica clara a necessidade de utilização desses espaços, mas esse uso, que muitas vezes é intenso devido à raridade de áreas como estas zonas urbanas, causa impactos que acabam comprometendo e diminuindo as chances de recuperação dos mesmos.

Uma das alternativas para a melhoria das condições ecológicas e de conectividade dessas manchas de vegetação seria o estabelecimento dos caminhos verdes e dos Parques Lineares que funcionariam como uma espécie de adaptação do conceito de corredores ecológicos em áreas urbanas na tentativa de interligar Parques Urbanos ou até mesmo Unidades de Conservação. No entanto, isso nem sempre é possível, já que áreas de urbanização consolidada que não contaram com ações de planejamento adequadas, oferecem poucas oportunidades para o

estabelecimento dessas estruturas. Um exemplo disso está na bacia hidrográfica do córrego Ipiranga: densamente ocupada, não apresenta outras manchas de vegetação, a não ser a existente no PEFI, e, há poucas possibilidades de melhorar a conectividade do Parque Estadual com outras manchas. Além disso, a consolidação desses projetos depende de questões políticas e orçamentárias e, dependendo do contexto, não são vistas como prioritárias.

A paisagem das bacias hidrográficas onde estão localizados o Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo e o Parque Estadual do Jaraguá (PEJ) apresentam algumas características em comum no que se refere ao uso da terra e ao processo de ocupação relacionado à expansão urbana: estão localizados nas áreas periféricas da cidade, distantes e isolados do centro, o acesso a essas regiões era difícil, mas que foi facilitado nas últimas décadas pela expansão das vias de circulação e do sistema de transporte. No princípio da urbanização, eram locais desprezados para ocupação; por muito tempo receberam o lixo produzido pelo restante da cidade e, devido às características do meio físico não apresentam condições adequadas para ocupação, que mesmo assim acontece, visto que a população mais pobre não tem alternativa, pois não pode morar em outros lugares que ofereçam melhores condições.

A paisagem dessas bacias hidrográficas passou por transformações intensas nas últimas cinco décadas e, apesar da rápida urbanização e das ocupações irregulares, ainda existem manchas de vegetação além das que são protegidas pelos Parques, e, devem ser desenvolvidos projetos para garantia da existência dessas manchas remanescentes.

Perante a situação de raridade desses ambientes e do que ainda resta da Mata Atlântica, a conservação de fragmentos florestais, como os dos Parques em condição de isolamento no município, e sua proteção não podem ser negligenciadas, pois eles representam uma grande parte do domínio da Mata Atlântica remanescente e podem melhorar a conectividade entre fragmentos maiores. Essas foram as contribuições desta tese para a conservação dos remanescentes florestais protegidos por Parques e que se encontram em situações parecidas de isolamento em meio a matriz urbanizada.

8. REFERÊNCIAS

AB´SÁBER, A. N. **Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo**. 1956. 345 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1946.

_____. **Os domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ANDRADE, M. M. **Industrialização, urbanização e vida de bairro na São Paulo além - Tamanduatei**. In: Carlos, Ana Fani Alessandri; Oliveira, Arioaldo Umbelino de. (Orgs.) **Geografias de São Paulo: representação e crise da metrópole**. São Paulo: Contexto, 2004, p. 171-192.

AVELAR, G. H. O; SILVA NETO, J. C., **Estudo de impacto ambiental de áreas verdes: uma proposta de planejamento e monitoramento**. In: 4º CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, Niterói. Anais do IV CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO Responsabilidade Socioambiental das Organizações Brasileiras Niterói, 2008.

AZEVEDO, A E. **Os subúrbios orientais de São Paulo**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1945.

AEROFOTO NATIVIDADE. **Levantamento aerofotogramétrico do Estado de São Paulo**, escala 1:25.000. Acervo do Lasere, Depto de Geografia. FFLCH – USP, 1962.

BARBOSA, L. M.; POLOMATI, A.; PECININI, A. A. PEFI: histórico e legislação. In: Bicudo, D. C; Forti, M. C.; Bicudo, C. E. M. **Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo**. São Paulo: Editora Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2002. 351 p.

BARROS, F.; MAMEDE; H. MELO, M.; LOPES A Flora fanerogâmica do PEFI **Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo**. São Paulo: Editora Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2002. 351 p 405

BARTALINI, V. **A trama capilar das águas na visão cotidiana da paisagem**. Arquitextos (São Paulo), v. 108, p. 1-9, 2006. Disponível em:

<<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.108/51>> Acesso em: 20 out. 2015.

BARTALINI, V. **Os córregos ocultos e a rede de espaços públicos urbanos**. Arquitextos (São Paulo), n.16, p. 1-15, 2004.

BASE S/A **Levantamento Aerofotogramétrico da Grande São Paulo e Baixada Santista, escala 1:25.000**. Acervo do Lasere, Depto de Geografia. FFLCH – USP, 1994.

BASTIAN, O ET AL. KRONER E LIPSKY. **Landscape diagnosis on different space and time scales – a challenge for landscape planning**. Landscape Ecology, v. 21, p. 359-374, 2006.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global, esboço metodológico**. trad. O. Cruz. São Paulo: editora Universidade de São Paulo, 1971. p. 27 Caderno de ciências da terra.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico**. R. RA E GA. Curitiba, n.8 p. 141-152, 2004. Editora UFPR.

BRITO, M. C. W. **Unidades de conservação: intenções e resultados**. São Paulo: Annablume, Fapesp, 2003.

BONDUKI, N.; FERREIRA, J. S. W. (coord). Produto 3 **Relatório - Instrumentos de Planejamento Urbano-Ambiental do Sistema Municipal de Planejamento. Projeto Pesquisa e Análise de Aplicação de Instrumentos em Planejamento Urbano Ambiental no Município de São Paulo**. LabHab FAUUSP, Junho de 2006 (a), 87p.

BRASIL. decreto nº 84.017 de 21 de setembro de 1979. Aprova o Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D84017.htm>. Acesso em: 20 ago. 2015. 406

BRASIL. Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da União**, 16 set. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000, regulamenta o artigo 225, parágrafo 1º inciso I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jul. 2000, p.1 Disponível em: <www.mma.gov.br/port/sbf/dap/doc/snuc>. Acesso em: 20 abr. 2015.

BRASIL, Decreto 5.758 de 13 de abril de 2006, Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 abr.2006.Disponível em<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20042006/2006/Decreto/D5758.htm>. Acesso em: 03 ago. 2015.

BRASIL. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1992. (Série manuais técnicos em Geociências, n.1). Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br>>. Acesso em: 29 dez. 2015.

BONDUKI, N.; FERREIRA, J. S. W. (coord). Produto 3 Relatório - **Instrumentos de Planejamento Urbano-Ambiental do Sistema Municipal de Planejamento**. Projeto Pesquisa e Análise de Aplicação de Instrumentos em Planejamento Urbano Ambiental no Município de São Paulo. LabHab FAUUSP, Junho de 2006 (a), 87p.

BRITO, M. C. W. **Unidades de conservação: intenções e resultados**. São Paulo: Annablume, Fapesp, 2003.

CARBONE, A. S.; COUTINHO, S. M. V. C.; TOMERIUS, S.; JUNIOR, A. P. Gestão de áreas verdes no município de São Paulo. **Ambiente & Sociedade** n São Paulo v. XVIII, n. 4 n p. 201-220 n out.-dez. 2015.

CARDIM, R. **Os campos cerrados do Parque do Carmo na Zona Leste**. Árvores de São Paulo, São Paulo, 18 out. 2012. Disponível em: Acesso em 20 jan. 2014. 407

CARDIM, R. **Os campos cerrados do Parque do Carmo na Zona Leste**. Árvores de São Paulo, São Paulo, 18 out. 2012. Disponível em: <<http://arvoresdesaopaulo.wordpress.com/2012/10/18/os-campos-cerrados-do-parque-docarmo-na-zona-leste/>>.

CARNEIRO, C.D.R et al, **Cavas históricas de ouro do Jaraguá: o que resta para se preservar?** Revista Brasileira de Geociências 41(1): 108-119, março de 2011. Disponível em: <www.sbgeo.org.br> Acesso em 23 mai. 2017.

CASTRO JR., E. COUTINHO B.H; FREITAS, L.E. **Gestão da biodiversidade e áreas protegidas**. In: Guerra, Antonio J. T.; Coelho, Maria C. N.(orgs.). **Unidades de Conservação**. Abordagens e características geográficas. 2. ed. Rio de Janeiro, Bertand Brasil, 2009. p. 25-66.

CATHARINO, E.L.M.; ARAGAKI, S. **A vegetação do município de São Paulo: de Piratininga à metrópole paulistana**. In: MALAGOLI, L.R.; BAJESTEIRO, F.B. e WHATELY, M. (Orgs.). Além do concreto: contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. p. 54-89.

CAVALHEIRO, F. **O planejamento de espaços livres: o caso de São Paulo**. Revista Silvicultura, São Paulo, v.16a, n.3,p.1819-1830, 1982.

CAVALHEIRO, F. **Urbanização e Alterações Ambientais**. In: Sâmia Maria Tauk Tornisielo; Nivar Gobbi; Harold Gordon Fowler. (Org.). **Análise Ambiental: Uma Visão Multidisciplinar**. 2ed. São Paulo: UNESP, 1996, v. 1, p. 114-124.

CERATI, T. M. **O PEFI como instrumento de educação**. In: Bicudo, D. C; Forti, M. C.; Bicudo, C. E. M. Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. São Paulo: Editora Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2002. 351 p.

CERATI, T. M., M. B. ROCHA, F. A. V. V. ROBERTI, R. D. D. COSTA, M. FESTA, Z. M. P. LISBOA & I. R. SABIÁ, 2002. **O PEFI como instrumento de educação**. In: D. C. BICUDO, M. C. FORTI & C. E. M. BICUDO (Orgs.): Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo: 297-317. Editora da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo.

CHÁVEZ, E. S.; FERNANDES, Q. F. **Paisajes y ordenamento territorial: obtencion del mapa de paisajes del estado de Hidalgo em México a escala média com el apoyo de los SIG.** Alquiba, Revista de Investigación del Bajo Segura, España n.7, p.517-527, 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. et al. (Org.). **Geografia e meio ambiente no Brasil. São Paulo.** Rio de Janeiro: Editora Hucitec (Coleção Geografia: Teoria e Realidade p. 309-333), 1995.

CONTI, J.B. FURLAN S. A. **Geoeecologia: o clima, os solos e a biota.** In: ROSS, J. L. S. (Org.). **Geografia do Brasil.** São Paulo: Edusp, 1995.

DIEGUES, A. C. **O Mito Moderno da Natureza Intocada.** São Paulo: NUPAUB/USP, 1994.

DELI, F.R. **Da Fazenda Caguaçu à Área de Proteção Ambiental: a APA do Carmo no cerne da Zona Leste Paulistana.** 2010. 159 f. Dissertação (Mestre em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

DOBROVOLSKI, R. 2006 **A paisagem do Parque Estadual de Itapeva, RS, e seu entorno: padrões, processos e fatores direcionadores.** Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 80 f.

ELLERT, REINHOLT. **Geologia da região de Mairiporã, SP. 1964.** Tese (Livre Docência em Geologia Sedimentar e Ambiental) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1964. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/44/tde-17112015-095044/>>. Acesso em: 02 maio 2015.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FARIA, Camila Salles de. **A luta Guarani pela terra na metrópole paulistana: contradições entre a propriedade privada capitalista e a apropriação indígena.** 2015. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-03032016-142809/>>. Acesso em: 2017-06-11.

FARINACI, J. S.; BATISTELLA, M. **Variação na cobertura vegetal nativa em São Paulo: um panorama do conhecimento atual**. Revista árvore. Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 695-705, 2012. p. 695-705.

FERNANDES, M. S. **Conservação da natureza na paisagem urbana: hemerobia do parque estadual fontes do Ipiranga (PEFI)**, São Paulo (SP). 44 f. Monografia de conclusão de curso, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2015.

FELIX, I. M.; KAZMIERCZAK, M. L.; ESPINDOLA, G. M. **RapidEye: a nova geração de satélites de Observação da Terra**. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)**, 14, 2009, Natal. Anais... INPE, 2009. Artigos, p. 7619-7622. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.17.14.18/doc/7619-7622.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2016.

FRANCESCONI, L. **Trabalho e indústria em São Paulo**. In: Carlos, Ana Fani Alessandri; Oliveira, Ariovaldo Umbelino de. (Orgs.) **Geografias de São Paulo: representação e crise da metrópole**. São Paulo: Contexto, 2004, p. 115-130.

FRANCO, M.; HAPPER, J. L. **Competition and Formation of Spatial Pattern in Spatial Gradients: An example using Kochia Scoparia**. Journal of Ecology, v. 76, p.959-974, 1988.

FORMAN, R. T. R.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York: Wiley & Sons. 1986.

GINCIENE, BRUNO RODRIGUES. **Dinâmica da vegetação arbórea na borda de remanescentes florestais e sua relação com características da paisagem no norte do Estado do Paraná**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/D.8.2014.tde-08052015-132628. Acesso em: 2017-07-09. 410

GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Ediciones LUR, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Roteiro Metodológico de Planejamento Parque Nacional Reserva Biológica, Estação Ecológica. Brasília: Edições IBAMA, 2002. 136 p.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – Divisão de Minas e Geologia Aplicada. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**, escala 1:500.000. São Paulo, vol. 1 e 2, 1981.

JARDIM, C. H. **O Clima na Bacia do Rio Aricanduva, na cidade de São Paulo (SP): aspectos da gênese e dinâmica do clima urbano**. 2002. 261 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

JULIANI, Caetano; BELJAVSKIS, Paulo. **Revisão da litoestratigrafia da faixa São Roque/Serra do Itaberaba-SP**. Revista do Instituto Geológico, v. 16, n. 1-2, p. 33-58, 1995.

JOSÉ, A. B. **processo de desindustrialização no Ipiranga e suas consequências sócio-espaciais**. 111 f. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. Tradução Hermann Kux. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2009.

LANGENBUCH. JUERGEN RICHARD. **A Estruturação da Grande São Paulo**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1971.

LEMOES, A. I.; FRANÇA, M. C. **Itaquera**. São Paulo: v. 24, Arquivo Municipal Washington Luís, 1999. (Série História dos Bairros de São Paulo). 411

LÖFFLER, J. et al. (Ed). Investigation methods / tools. In: BASTIAN, O.; STEINHARDT, U. (Eds.) (2002) **Development and perspectives of landscape ecology**. Boston: Kluwer Academic Publisher, 2002. cap. 7, p. 257 – 306.

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

MACARTUR, R.H.; WILSON, E.O. **The theory of island biogeography**. Princeton, 1967.

MACIEL, BRUNO DE AMORIM. **Mosaicos de Unidades de Conservação: uma estratégia de conservação para a Mata Atlântica**. 182 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável)-Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

MARCONDES, M. J. A. **Cidade e Natureza: proteção dos mananciais e exclusão social**. São Paulo: Estudio Nobel, 1999.

MCGARIGAL, K (2002) **Landscape pattern metrics**. In: El-Shaarawi AH, Piegorsch WW (eds) *Encyclopedia of environmetrics*, vol 2. Wiley, Chichester, pp 1135–1142.

McGARIGAL, K. *Fragstats Help*, 2015

Disponível em:
<[Http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats.help.4.2.pdf](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats.help.4.2.pdf)>. Acesso em : 26/09/2016.

MERCATOR, A. C. V. **A ciência Humboldtiana e a Geografia Física** (humboldtian science and physical geography), Fortaleza, v. 10, n. 23, set./dez. 2011. Universidade Federal do Ceará. p. 71-82.

MAXIMIANO, L. A. **Considerações sobre o conceito de paisagem**. R. RA'É GA, Curitiba, n. 8, p. 83-91, 2004. Editora UFPR.

METZGER, J.P. 2003. **Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas?**. In: P. Kageyama; R.E. Oliveira; L.F.D. Moraes & F.B. Gandara 412 (orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Fundação de Estudos e Pesquisa Agrícolas e Florestais - FEPAF, Botucatu. p. 49-76.

METZGER, J.P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.71 (3-I). p. 445-463. 1999.

METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagens?** *Biota Neotropica*, Rio Claro: v.1, n. 1/2, 2001.

MONTEIRO, C. A F. **A Questão Ambiental no Brasil (1960-1980)**. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo - IGEO-USP, 1981. (Série Teses e Monografias, nº42).

MORSELLO, C. **Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo.** São Paulo. Editora Annablume: Fapesp, 2001.

NAVEH, Z. **Multifunctional, self-organizing biosphere landscapes of our total human ecosystem.** Taylor & Francis (Inc). World Futures. v. 60. p.469–503, 2004. Disponível em: <[http://www.technion.ac.il/technion/agr/members/naveh/Multi functional%20Self-organizing%20Biosphere%20Landscapes.pdf](http://www.technion.ac.il/technion/agr/members/naveh/Multi%20functional%20Self-organizing%20Biosphere%20Landscapes.pdf)>. Acesso em: 17 jul. 2015.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. **Landscape Ecology: theory and application.** New York: Springer Verlag, 1994.

NEGREIROS, O. C. de et al. **Recomendações para o manejo do Parque Estadual do Jaraguá.** Coordenadoria de Pesquisa de Recursos Florestais. IF: 1975.

NUCCI, J.C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano.** São Paulo, 2001. Humanitas/FAPESP, 236 p.

NUCCI, J. C. **Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem.** Revista Eletrônica Geografar. Curitiba, v. 2, nº 1, p.77-99, jan./jun. 2007. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/geografar/article/view/7722>>. Acesso em: 20 Out. 2015. 413

OLIVEIRA, P. P. **Estudo da paisagem para subsídio e conservação de fragmentos florestais nos Distritos do Parque do Carmo, José Bonifácio e Cidades Tiradentes, Município de São Paulo (SP).** 2012. 188 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

PEIXOTO, C. A. B; THEODOROVICZ, A. **Geodiversidade_SP.** 2009. Disponível em: <www.cprm.gov.br/>. Acesso em 20 fev. 2015.

PICK-UPAU. **Comportamento inicial de espécies arbóreas nativas na revegetação de área da Mata Atlântica degradada por incêndio no Parque de Ciência e Tecnologia da Universidade de São Paulo.** Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. Parque de Ciência e Tecnologia da Universidade de São Paulo – USP

Darwin Society Magazine | Série Científica v.7 - n.7 - Março de 2013 | Agência Ambiental Pick-upau.

PIRES, A.S., LIRA, P.K., FERNANDEZ, F.A.S., SCHITTINI, G.M. & OLIVEIRA, L.C. 2002. **Frequency of movements of small mammals among Atlantic Coastal Forest fragments in Brazil**. Biol. Conserv. 108(2):229-237.

PIVELLO, V. R.; PECININI, A. A. **A vegetação do PEFI**. In: Bicudo, D. C; Forti, M. C.; Bicudo, C. E. M. Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. São Paulo: Editora Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2002. 351 p.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO **Projetos e ações não estruturais do sistema de drenagem da bacia do córrego Aricanduva**. Grupo Sustentabilidade e Uso do Solo, 2010.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO SVMA. **Caracterização preliminar do Morro do Cruzeiro e considerações sobre a criação do Parque Natural Municipal (PNM)**. São Paulo 2004. Disponível em <<https://pt.slideshare.net/chicomacena/relatorio-morro-do-cruzeiro>> Acesso em: 18 março 2017. 414

PROJETO BIOTA-JARAGUÁ. São Paulo: Instituto Florestal: Secretaria de Esporte e Turismo: PPGERN/UFSCAR: Ciências Biológicas UFSCAR: Movimento Ecocultural, 1999. 129p. (Relatório)

RAMOS, A. W. **Fragmentação do espaço da/na cidade de São Paulo: Espacialidades diversas do bairro da Água Branca em questão**. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2001.

RAIMUNDO, S. **A Paisagem Natural Remanescente na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo em Perspectiva, v. 20, p. 19-31, 2006.

REIS, L. A. M. **Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): estudo das nascentes com base numa perspectiva conservacionista**. 115 f. Dissertação de Mestrado Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2002.

RIBEIRO, R.S., EGITO, G.T.B.T. & HADDAD, C.F.B. 2005. **Chave de identificação: anfíbios anuros da vertente de Jundiá da Serra do Japi, Estado de São Paulo**. Biota Neotrop. 5(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?identification-key+bn03005022005> (último acesso em 20/12/2016).

RICCOMINI, C. 1989. **O rift continental do Sudeste do Brasil**. São Paulo. 256p. (Tese de Doutorado, IGUSP).

ROCHA, Y.T; CAVALHEIRO, F. **Aspectos históricos do Jardim Botânico de São Paulo**. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, V.24(4), 2001. p.577-586.

RAPIDEYE. **Satellite Imagery Product Specifications**. Disponível em: <www.RapidEye.com>. Acesso em: 20 jan. 2015.

RODRIGUES, E. **Edge Effects on the regeneration of forest fragments in south Brazil**, 1998. 172f. Tese (Doctor of Philosophy in the subject of Biology) Harvard University Cambridge, Massachusetts, 1998. 415

RODRIGUES, E. A.; VICTOR, R. B. M.; PIRES, B. B. C. A reserva da biosfera do cinturão verde na cidade de São Paulo como marco para a gestão integrada da cidade seus serviços ambientais e o bem estar humano. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 2, p. 71-89, 2006.

ROLNIK, R. Exclusão territorial e violência. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, Fundação SEADE, v.13, n.4. p.121-129, 1999.

ROSS, J. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Editora Contexto. São Paulo, 1991.

ROSS, J. L.; MORROZ J. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1997. Escala 1: 500.000.

SÃO PAULO (Cidade). Lei nº 13.430, de 13 de setembro de 2002. Essa lei institui o Plano Diretor Estratégico e o Sistema de Planejamento e Gestão do Desenvolvimento Urbano do Município de São Paulo. 2002b. Disponível em:< http://www.camara.sp.gov.br/central_de_arquivos/noticia/13dfe4a5-3762-4098-83ceaae865fe3faa/ArqDown1/lei13430.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2016.

SÃO PAULO (cidade) Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014 Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002. Disponível em:<<http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/texto-da-lei-2/>>. Acesso em 11/05/2015

SÃO PAULO (cidade). Projetos e ações não estruturais do sistema de drenagem da bacia do córrego Aricanduva. GT Sustentabilidade, 2010.

SÃO PAULO. Decreto nº 25.341, de 04 de junho de 1986. Aprova O Regulamento dos Parques Estaduais Paulistas. São Paulo, **Diário Oficial, São Paulo**. Disponível em:<[http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_estadual/leg_est_decretos/Decreto nº 25341-86.htm](http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_estadual/leg_est_decretos/Decreto_nº_25341-86.htm)>. Acesso em: 20 Ago. 2015.

SÃO PAULO. Decreto nº 37.678, de outubro de 1993. Aprova o regulamento da Área de Proteção Ambiental do Parque e Fazenda do Carmo. **Diário Oficial, São Paulo**, 416 v.103, n.197, 21 out. 1993. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/apas/37678.htm>>. Acesso em 13 abr. 2011.

SÃO PAULO. Decreto nº 52.281, de 12 de agosto de 1969. Cria O Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. São Paulo, **Diário Oficial, São Paulo**. Disponível em:<<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1969/decreto-52281-12.08.1969.html>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente (SMA). **Plano de manejo do Parque Estadual do Jaraguá**. Vol. Principal. 2010. 426 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente (SMA). Proposta de Implantação da APA do Carmo. São Paulo 1991.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente (SMA). Regulamentação da Área de Proteção Ambiental do Parque e Fazenda do Carmo – APA do Carmo. São Paulo, 1992.

SÃO PAULO. Lei nº 6.409, de 05 de abril de 1989, declara área de proteção ambiental a Região do Parque e Fazenda do Carmo. **Diário Oficial, São Paulo**. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/186934/lei-6409-89-sao-paulo-sp>>. Acesso em: 13 mar. 2014.

SÃO PAULO. Lei nº 14.944, de 09 de janeiro de 2013. Autoriza A Fazenda do Estado a Desafetar as Áreas que Especifica, Integrantes do "Parque Estadual das Fontes do Ipiranga", e Dá Providências Correlatas. **Diário Oficial**, São Paulo, SP, Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2013/lei-14944-09.01.2013.html>>. Acesso em: 20 out. 2015.

SÃO PAULO. Lei Estadual nº 10.353, de 17 de janeiro de 1969. Dispõe Sobre A Preservação dos Bosques e Matas Que Constituem O Parque da Agua Funda, **Diário Oficial**, São Paulo, Situado Nesta Capital. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1969/lei-10353-17.01.1969.html>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

SÃO PAULO. SECRETARIA DO ESTADO DOS NEGÓCIOS DA AGRICULTURA. **Levantamento da Cobertura Vegetal Natural e do Reflorestamento no Estado**
417

de São Paulo. São Paulo: Coordenadoria da pesquisa de Recursos Naturais. Instituto Florestal, 1975.

SÃO PAULO, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de. (SMA – SP). **Plano de Manejo do Parque Estadual Fontes do Ipiranga: Resumo executivo.** São Paulo: SMA - SP, 2008. 38p.

SANTOS, ROSELY FERREIRA. **Planejamento Ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE (São Paulo, SP) SECRETARIA MUNICIPAL DO PLANEJAMENTO (São Paulo, SP). **Atlas Ambiental do Município de São Paulo.** São Paulo, 2004.

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE E PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (São Paulo, SP). **A questão ambiental urbana,** São Paulo, 1993.

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE E PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (São Paulo, SP). **Diagnóstico da APA do Carmo, São Paulo,** 2003.

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE E PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (São Paulo, SP). **História Ambiental das Bacias do Rio Aricanduva e do Itaquera**. São Paulo, 2005.

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE E PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (São Paulo, SP). **Invasão da Mata do Carmo. Boletim S.O.S Mata do Carmo**. São Paulo, 1991.

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE E PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (São Paulo, SP). **Plano para o Parque Ecológico do Carmo**. Memorial Descritivo, São Paulo, 1993.

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE E PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (São Paulo, SP). **Subsídios Técnicos para a Implantação do Parque Ecológico na APA do Carmo**. São Paulo, 1993. 418

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE E PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (São Paulo, SP). **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo. Volume I. Diagnóstico**. São Paulo. 2014. Disponível em: <
http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/publicacoes/Volume_I_Diagnostico_all.pdf>.

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE E PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (São Paulo, SP). **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo. Volume II. Planejamento**. São Paulo. 2014. Disponível em: <
http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/publicacoes/Volume_II_Planejamento_all.pdf>.

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE E PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (São Paulo, SP). **Caracterização preliminar do Morro do Cruzeiro e considerações sobre a criação do Parque Natural Municipal (PNM)**. São Paulo 2004. Disponível em <
<https://pt.slideshare.net/chicomacena/relatorio-morro-do-cruzeiro>> Acesso em 18/03/2017.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Mapa de Geodiversidade do Estado de São Paulo**. Brasília: CPRM, 2006. Escala 1: 500.000. Disponível em:

<http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_sao_paulo.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2015.

SCHIER, R. A. **Trajetórias do conceito de paisagem na Geografia. R. RA'E GA**, Curitiba, n. 7, p. 79-85. Editora UFPR, 2003.

SILVA, L. S. **A cidade e a floresta: o impacto da expansão urbana sobre áreas vegetadas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP)**. 2013. 269 p. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação da Universidade de São Paulo, 2013.

SILVA, LUCIA SOUSA E. **A cidade e a floresta: o impacto da expansão urbana sobre áreas vegetadas na Região metropolitana de São Paulo (RMSP)**. 2013. 419f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/T.90.2013.tde-01112013-162410. Acesso em: 2017-07-08.

SILVA, M.M. **Conquistas e Desafios de uma Área de Proteção Ambiental inserida na zona leste de São Paulo**. 2003. 116 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, V. R. **Ocupação territorial e qualidade da água subterrânea em maciço fraturado na Região de Itaquera, São Paulo – SP**. 2000. 127 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

SOUZA, F. M, et. al., Flora arbustivo-arbórea do Parque Estadual do Jaraguá, São Paulo – SP. **Biota Neotropica**. 2009, 9(2): 187-200.

SOUZA, J. W.B. **O regime de propriedade e sua relação com a integridade ecológica dos fragmentos florestais urbanos**. 2013. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Unidades Climáticas Urbanas da Cidade de São Paulo (primeira aproximação). In: **Atlas Ambiental do Município de São Paulo**. fase I. São Paulo: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente e Secretaria de Planejamento, Prefeitura Municipal de São Paulo, 2001.

TRICART, J. L. F. Paisagem e Ecologia. São Paulo: **Igeo/USP**, 1981.

TROPPEMAIR, H.; GALINA, M. H. Áreas Verdes. **Território & Cidadania**. Rio Claro: ano III, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/territorioecidadania/Artigos/helmut%201.htm>>. Acesso em: 30 mai. 2007.

TROPPEMAIR, H. **Ecologia da Paisagem: uma retrospectiva**. In: I Fórum de debates Ecologia da Paisagem e planejamento ambiental, 1999. Disponível em <<http://seb-ecologia.org.br/forum/art24.htm>> Acesso em: 15 Out. 2015. 420

TROPPEMAIR, H. Ecologia da paisagem: uma retrospectiva. I Fórum de debates: Ecologia da Paisagem e Planejamento Ambiental. **Anais da Sociedade de Ecologia do Brasil**. Rio Claro: Unesp. 4 a 8 de junho de 2000.

TURNER, M. Landscape Ecology: the effect of pattern process. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v. 20, p. 171 – 197, 1989.

TURNER, M. Landscape Ecology: What is the State of the Science? **Annual Review of Ecology and Systematic**. v. 36, p. 319 - 44, 2005. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ecolsys.36.102003.152614>>. Acesso em 17 jul. 2012.

TURNER, M et al. **Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process**. New York: Springer-Verlag, 2001.

TURNER, M. G., GARDNER, R. H., O'NEILL, R. V. **Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process**. New York. Springer-Verlag New York, 2001. 406 p.

VALERI, S. V. SENÔ, M. A. A. F. **A Importância dos Corredores Ecológicos para a Fauna e a Sustentabilidade de Remanescentes Florestais**. São Paulo, 2003.

VANWEY, L. K.; OSTROM E.; MERETSKY, V. Teorias subjacentes ao estudo de interações homem-ambiente. In: MORAN, E.; OSTROM, E. (Org) **Ecossistemas Florestais: interações homem-ambiente**. Tradução Diógenes S. Alves e Mateus Batistella. São Paulo: Editora Senac São Paulo: Edusp, 2009.

UNIVERSIDADE CRUZEIRO DO SUL. Projeto APA Nascentes do Aricanduva. Relatório de Campo, 2011.

VELOSO, H. et al. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e ambientais, 1991. 421

VIANA, V. M., PINHEIRO, L. A. F. V. 1998. **Conservação da Biodiversidade em Fragmentos Florestais, 1998**. São Paulo: v. 12, n. 32, p. 25-42, dez. 1998. (Série técnica IPEF). Disponível em <<http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr32/cap03.pdf>> Acesso 23 mar. 2011.

VICTOR, M. A.M. et. al. **A devastação florestal**. Sociedade Brasileira de Silvicultura, São Paulo, 1975. 48 p.

VICTOR, M. A. M. et. al. **Cem anos de devastação: revisitada 30 anos depois**. Brasília. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 72 p, 2005. Disponível em: <www.historiaambiental.org/biblioteca/ebooks/cem_anos_de_devastacao_2005>. Acesso em: 08 set. 2015.

VOLOTÃO, C.F.S. **Trabalho de análise espacial Métricas do Fragstats**. Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais/INPE. São Jose dos Campos, 1998.

WILLIS, E.O. **The composition of avian communities in remanescents woodlots in southern Brazil**. Papéis avulsos do Museu de Zoologia. 1979. v.33, n.1, p.1-25.

WILLIS, E. O. & Y. ONIKI. Birds of Santa Teresa, Espírito Santo, Brazil: do humans add or subtract species? Papéis Avulsos Zoologia. 42 (9): 193-264. 2002.

Sites Consultados:

<<http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br>>. Acesso 15 fev. 2015.

<<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2012/09/icone-da-independencia-rio-ipuranga-corre-poluido-e-vira-ponto-de-drogas.html>> Acesso em 14 dez. 2016.

<<http://g1.globo.com/sao-paulo/sao-paulo-mais-limpa/noticia/2012/04/aterros-desativados-recebem-monitoramento-ambiental-em-sp.html>> Acesso em 07 out. 2016.

<www.sosmataatlantica.org.br>. Acesso em 15 fev. 2015.

<<http://www.ambiente.sp.gov.br/2013/05/10/parque-estadual-jaragua-ganhara-r-852-mil-em-melhorias/>> 09 out. 2016.

<<http://www.gazetasaomateus.com.br/historia-do-bairro/>> Acesso 25 fev. 2016.

<http://www.pick-upau.org.br/ong/noticias/noticias_2016/2016.03.26_materia-condepefi/materia-conselheiros-condepefi.htm> Acesso em: 17 jul. 2016. 422

<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/parques/programa_100_parques/> Acesso em: 03 mai.2017.

<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/parques/programacao/index.php?p=5730> Acesso em: 03 mai.2017.

<<https://pt.slideshare.net/chicomacena/relatorio-morro-do-cruzeiro>>

<<http://www.wikiparques.org>> Acesso em: 03 mai.2017.

<www.cprm.gov.br> Acesso em 14 dez. 2015.

<www.prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em 02 out. 2015.