

ADRIANA AFONSO SANDRE

# **O Planejamento Ambiental à luz da Ecologia da Paisagem**

Estudo Aplicado da Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Cantareira

Versão original

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da  
Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre em Ciências.

Área de concentração: Paisagem e Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Paulo Renato Mesquita Pellegrino

São Paulo

2017

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

E-MAIL DA AUTORA: *adriana.sandre@gmail.com*

Sandre, Adriana Afonso

S219p O planejamento ambiental à luz da ecologia da paisagem:  
estudo aplicado da zona de amortecimento do Parque Estadual da  
Cantareira / Adriana Afonso Sandre. -- São Paulo, 2017.  
235p. : il.

Dissertação (Mestrado - Área de Concentração: Paisagem e  
Ambiente) – FAUUSP.

Orientador: Paulo Renato Mesquita Pellegrino

1.Ecologia da paisagem 2.Planejamento ambiental 3.Parques  
estaduais 4.Infraestrutura verde 5.Parque Estadual da Cantareira – São  
Paulo (SP) I.Título

CDU 504.001.1

Nome: **SANDRE, Adriana Afonso**

Título: **O planejamento ambiental à luz da ecologia da paisagem:** Estudo aplicado da Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Cantareira

Dissertação apresentada a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre em Ciências.

Aprovada em: \_\_/\_\_/2017

Banca Examinadora

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_



À família Afonso Sandre e seu novo membro oficial, Marco, pelo nosso amor incondicional.

# AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Paulo que me orientou pautado na confiança e diálogo crítico, ensinando-me horizontes acadêmicos transdisciplinares.

Aos professores do Exame de Qualificação, Profa Catharina por todas as conversas, palavras doces mais assertivas que me fazem ser uma bióloga/arquiteta e, também, uma pessoa melhor, e Prof. Jean Paul Metzger por compreender o desafio de estudar uma área complexa, transdisciplinar e me abrir oportunidades de crescimento acadêmico.

Aos Profs da Área de Paisagem e Ambiente pelo conhecimento acadêmico, conversas inspiradoras e por me ensinar e aos demais alunos o que é ser e a importância do Arquiteto Urbanista e Paisagista.

Aos Senseita, André, Carol e Gabi, arquitetos urbanistas de madrugadas trabalhosas da FAU. Amigos que eu nunca pensei que fosse encontrar nessa idade. Inteligentes e que me inspiram a ser positiva e mais jovem.

À Julia Assis pela parceria acadêmica construída e por me ensinar os conhecimentos de sua área com precisão, paciência e generosidade e ao Pedro Mendonça pela capacidade excepcional de um arquiteto urbanista.

A todos do Movimento do Parque Brasilândia, que este trabalho possa contribuir com a luta pela sua concretização institucional.

Aos amigos da Bio por me lembrarem sempre em nossas conversas o que é ser cientista.

Aos amigos da Pós-Graduação, pelas nossas conversas e aprendizado do cotidiano da profissão.

À Cecília e ao Mário por me abrirem seu conhecimento e horizontes internacionais.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro e técnico.

À Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo por me possibilitar abrir novos rumos acadêmicos e toda a equipe de funcionários que dá o subsídio para formação de estudantes críticos e competentes.

À The Swedish University of Agricultural Sciences e ao Prof Per Berg pela oportunidade de participar da GCUA conhecer o que é ser urbanista, paisagista, arquiteto ao redor do mundo.

À minha Mãe, pela paciência, doçura e compreensão, ao meu Pai por seu apoio cotidiano e sua força para lutar pelo que sonha e à minha Irmã por me ensinar a ser mais forte. Por todo suporte em minha dupla jornada acadêmica.

Aos meus Avós Gege e Landinho, em memória, lembrarei sempre das cantorias matutinas e noturnas.

Ao Marco pelo verdadeiro companheirismo e amor sem precedentes.

# RESUMO

A dissertação discute o tema do planejamento ambiental a partir do referencial da Ecologia da Paisagem e da Infraestrutura Verde. Para tanto, admite que os impactos da urbanização devem ser compatibilizados a um planejamento que considera os espaços livres a partir de sua multifuncionalidade – abarcando as questões de infraestrutura urbana, sociais, econômicas e ambientais. Diante deste contexto, a pesquisa sustenta que é preciso ter uma abordagem sistêmica, abrangente e transdisciplinar capaz de produzir uma análise diferencial entre conservar a biodiversidade, fornecer serviços ecossistêmicos e prover locais para habitação urbana. A pesquisa tem como objetivo relacionar os conteúdos dos campos disciplinares da Ecologia e Arquitetura da Paisagem no planejamento ambiental de um território não idealizado, visando a caracterização e conformação de uma rede de espaços livres urbanos. Para tanto, aplicam-se esses conceitos a uma investigação sobre como o planejamento ambiental pode contribuir à gestão da Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Cantareira.

As análises multivariadas contemplam a inserção social e ambiental do Parque, em específico, as áreas de conflito entre a ocupação urbana e a proteção jurídico administrativa dos recursos naturais. Verificou-se que a área apresenta alta diversidade de formas de relevo, muitas nascentes de rios, expressivas áreas ainda cobertas por vegetação em diversos estágios de sucessão, diferentes usos do solo e aspectos culturais e de lazer diversificados. O entorno do Parque é marcado por uma grande complexidade territorial que contribui para seu isolamento e fragmentação, sua face sul é circundada por áreas densamente ocupadas, pedreiras e aterros sanitários, enquanto a norte, por chácaras e zonas agrícolas. Após a contextualização, foram propostas diretrizes de planejamento ambiental para a rede de espaços livres, por meio de dispositivos de infraestrutura verde.

**PALAVRAS-CHAVE:** Paisagem; Infraestrutura Verde; Ecologia da Paisagem; Planejamento Ambiental; Parques Estaduais

# ABSTRACT

The dissertation discusses the issue of environmental planning from the perspective of Landscape Ecology and Green Infrastructure. The research admits that the assessments of the impacts of urbanization must be considered within the landscape planning, that accounts the multifunctionality of open spaces – deals with urban, social, economic and environmental infrastructure issues from the debate about green infrastructure. Regarding this context, the research argues the importance of a systemic, comprehensive and transdisciplinary approach to produce a differential analysis between conserving biodiversity, providing ecosystem services and providing places for urban housing. The aim is to debate how to integrate the contents of the of Ecology and Landscape Architecture into the environmental planning through a study case about the characterization and conformation of a network of urban open spaces. These concepts are applied to an investigation about how environmental planning can contribute to the management of the buffer zone of Cantareira State Park.

The multivariate analyzes of the case study contemplate the social and environmental integration of the Park, specifically, the areas of conflict between urban occupation and the legal administrative protection of natural resources. The study verified that the area presents a high diversity of forms of relief, many river springs, expressive areas that are still covered by vegetation in several stages of succession, different uses of the soil and diversified cultural and leisure aspects. The surroundings of the Park are marked by a great territorial complexity that contributes to its isolation and fragmentation, in addition the south part is surrounded by densely occupied areas, quarries and sanitary landfills, while in the north part by farms. Finally, the research proposes some environmental planning guidelines for the network of free spaces per green infrastructure devices.

**KEYWORDS:** Landscape; Green Infrastructure; Landscape Ecology; Environmental Planning; State Parks

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>PARTE I - ESTUDO DA PAISAGEM</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO 1: BASES CONCEITUAIS</b>	<b>20</b>
1.1 OS CONCEITOS DE PAISAGEM	21
1.1.1 INTRODUÇÃO À ECOLOGIA DA PAISAGEM	27
1.1.2 TRANSDISCIPLINARIDADE E INTERLOCUÇÃO ENTRE DIFERENTES CAMPOS	28
1.2 A FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL	32
1.3 PAISAGEM: FRONTEIRA ESTÁTICA OU DINÂMICA?	37
1.3.1 QUANTIDADE DE HABITAT	45
1.3.2 EFEITO DE BORDA	50
1.3.3 CONECTIVIDADE	56
1.3.4 A TEORIA DOS GRAFOS	66
1.4 E O ENTORNO, IMPORTA?	68
1.5 E O PADRÃO, IMPORTA?	74
1.6 A IMPORTÂNCIA DAS MÉTRICAS	78
<b>CAPÍTULO 2: DIFERENTES CENÁRIOS DE PRESERVAÇÃO DA PAISAGEM</b>	<b>82</b>
2.1 PARÂMETROS PARA MANUTENÇÃO, PRESERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DOS FRAGMENTOS	83
2.2 CASOS FREQUENTES EM GRANDES CIDADES: CENÁRIO 3	86

<b>PARTE II - ESTUDO APLICADO À ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE ESTADUAL DA CANTAREIRA</b>	<b>101</b>
<b>CAPÍTULO 3: MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>102</b>
<b>CAPÍTULO 4: CONTEXTUALIZAÇÃO DA ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE ESTADUAL DA CANTAREIRA</b>	<b>112</b>
4.1 O PARQUE ESTADUAL DA CANTAREIRA	113
4.1.1 QUEM VIVE NO PARQUE?	117
4.2 QUEM VIVE NO ENTORNO DO PARQUE?	120
4.3 A CONFIGURAÇÃO DOS ESPAÇOS LIVRES	136
4.3.1 BARREIRAS AO FLUXO DE ANIMAIS: AS ESTRADAS QUE CORTAM O PARQUE	137
4.3.2 AS ÁGUAS DO ENTORNO	144
4.3.3 DISTRIBUIÇÃO E OFERTA DE ÁREAS VERDES	151
4.3.4 A ESTRUTURA DA PAISAGEM	163
4.4. CRÍTICAS E EMBASAMENTO ÀS DIRETRIZES	178
<b>CAPÍTULO 5: PROPOSTA DE DIRETRIZES</b>	<b>184</b>
5.1 PARA O PARQUE ESTADUAL DA CANTAREIRA	185
5.2 PARA O ENTORNO DO PEC	191
5.2.1 PARTE NORTE	193
5.2.2 PARTE SUL	200
5.2.2.1 REDE DE ESPAÇOS LIVRES, UMA APROXIMAÇÃO A BRASILÂNDIA	208
<b>CONCLUSÕES</b>	<b>215</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>222</b>



*A cidade é parte da natureza  
e deve ser reconhecida como tal*

# INTRODUÇÃO

A expansão urbana não planejada de muitas das cidades brasileiras desconsidera as exigências mínimas necessárias à preservação do meio ambiente e da vida em sociedade. A perda de biótopos ocasionada por esse processo histórico de expansão ocasiona impactos ambientais no meio biofísico, muitos dos quais de difícil reversão.

A cidade de São Paulo é um exemplo desse processo. Com muitas de suas áreas verdes perdidas e os remanescentes de vegetação residuais isolados pela ocupação do solo não controlada e desigual, associada ao aumento populacional expressivo<sup>1</sup> do último século. Basta verificar no levantamento realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais que o município apresentou apenas 18% de sua cobertura de vegetação original preservada.<sup>2</sup>

Diante desse contexto a dissertação discute a importância do planejamento sistêmico da paisagem para encaminhar os diversos problemas da cidade. Para tanto quatro premissas, abaixo relacionadas, são admitidas pela pesquisa.

Primeiro, admite-se ser inerente ao processo de urbanização, seja no meio urbano ou rural, a produção de impactos e alterações na paisagem (tanto biofísicas quanto socioeconômicas). A pesquisa defende que os impactos – em sua grande maioria negativos – devem ser compatibilizados a um planejamento da paisagem que entenda os espaços livres a partir de sua multifuncionalidade – abarcando as questões de infraestrutura urbana, sociais, econômicas e ambientais.

Esses espaços livres são um “tecido pervasivo” sem o qual não se concebe a existência das cidades, ao

---

1 Embora a população continue aumentando, o ritmo de crescimento vem diminuindo, com quedas das taxas de 5,6% a.a. no período de 1950-1960 para 0,8% a.a. entre 2000-2010 (IBGE, 2010).

2 Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2011-2012 (relatório técnico). Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/14622/divulgados-novos-dados-sobre-a-situacao-da-mata-atlantica/>> Acesso em: 02 jan. 2015. Em estudo sobre a Mata Atlântica, Ribeiro et al. (2009) verificou uma quantidade de 11,7% restantes sendo a grande maioria (83,4%) em fragmentos menores que 50 ha; as diferenças entre as estimativas anteriores estão relacionadas principalmente à inclusão de florestas intermediárias secundárias e pequenos fragmentos (<100 ha), que correspondem a cerca de 32-40% do restante.

permeiar todo o espaço urbano e constituir, quase sempre, o maior percentual do solo das cidades brasileiras, mesmo entre as mais populosas (Lima, 1996). Nesse sentido a pesquisa mobiliza o importante conceito de Infraestrutura Verde (IEV), para enfatizar a importância do estudo dos espaços livres a partir da sua múltipla funcionalidade. Entende-se a IEV como uma rede conectada de espaços livres multifuncionais em zonas urbanas, mas também rurais, que promovem serviços ambientais capazes de beneficiar as populações.

Segundo, admite-se que o grande desafio da Arquitetura da Paisagem e do Urbanismo contemporâneo é saber como articular os diferentes pontos de vista da sociedade e da ciência, desde as disciplinas sociais aplicadas até as ciências ambientais e exatas. Tal dificuldade deve-se em muito às fragmentações da produção do conhecimento especializado e da ausência de uma abordagem capaz de lidar com a complexidade dos assuntos.

Terceiro, para o planejamento e aplicação eficiente da IEV – enquanto ferramenta projetual – a pesquisa sustenta que é preciso ter uma “abordagem sistêmica, abrangente e transdisciplinar” (Herzog & Rosa, 2010, p.99). Nesse sentido a pesquisa defende que cabem aos planejadores – arquitetos e urbanistas, biólogos, geógrafos, entre outros – realizar uma análise diferencial entre conservar a biodiversidade, fornecer serviços ecossistêmicos e prover locais para habitação urbana.

Quarto, a pesquisa está situada no campo disciplinar da Ecologia da Paisagem compreendida a partir da interlocução com o Planejamento da Paisagem, em específico a IEV. A Ecologia da Paisagem não é vista como uma disciplina distinta ou simplesmente um ramo da Ecologia, mas sim, a intersecção de muitas disciplinas afins. Compreender as paisagens exige que lidemos com impactos humanos contribuintes da sua constituição, sem a tradicional distinção entre ciência ecológica básica e aplicada ou ignorando as ciências sociais (Risser et al. 1984).

Considerando essas premissas, as principais questões da pesquisa são: quais e como os preceitos ambientais da Ecologia da Paisagem podem ser vinculados ao planejamento e projetos urbanos? Como articular as diferentes demandas, a fim de prover diretrizes de infraestrutura verde que alie as demandas sociais à proteção ambiental, tanto em termos de conservação da biodiversidade quanto na provisão de serviços ecossistêmicos?

Tais questionamentos permeiam o desenvolvimento da dissertação, em especial no estudo da viabilidade

da relação entre os conteúdos do campo disciplinar da Ecologia da Paisagem, do Planejamento Ambiental e da Infraestrutura Verde visando a caracterização e conformação de uma rede de espaços livres urbanos.<sup>3</sup> Segundo Cormier & Pellegrino (2008) estes espaços, na escala regional, podem compor uma rede composta de parques, corredores verdes e espaços vegetados preservados que, se associada aos princípios de ecologia da paisagem e do planejamento de bacias, pode ser a base para um sistema de infraestrutura verde. Nesse cenário, a Infraestrutura Verde, também chamada de “infraestrutura ecológica” (Ignatieva et al., 2011), ganha relevância ao pensar os espaços em sua multifuncionalidade, contemplando a manutenção dos processos ecológicos que ocorrem na paisagem concomitantemente às suas questões sociais.

Admite-se aqui que a ponte entre as disciplinas permite pensar de forma sistêmica em todos os objetivos que se pretende atingir ao planejar a paisagem, considerando os serviços ecossistêmicos prestados e não desvencilhando a questão ecológica da qualificação do espaço social. Cumpre esclarecer que a dissertação não possui pretensão de adentrar nas especificidades dos debates de cada disciplina e esgotar os temas. Ao contrário, a dissertação defende um diálogo amplo entre as áreas, proporcionando uma complementação e evitando reduzir as questões ao ecletismo automático.

Para verificar a viabilidade da utilização dos conceitos da Ecologia da Paisagem em um território não idealizado é realizado um estudo aplicado, de forma a integrar as variáveis físicas, ecológicas e sociais na requalificação da Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Cantareira (PEC), por meio de uma proposta de diretrizes de Infraestrutura Verde para a área, em especial naquilo que concerne ao planejamento e manejo dos remanescentes de vegetação próximos a áreas urbanas. O Parque é uma Unidade de Conservação (UC)<sup>4</sup> que conta com instrumentos jurídico-administrativos que protegem e regularizam critérios e normas para sua proteção. Devido à alta ocupação – urbana e agrícola – do entorno das UCs muitas delas apresentam alto grau

---

3 Isso não significa que se deva buscar esse objetivo mediante a transformação de milhões de quilômetros quadrados de terra em parques ou reservas ecológicas, sem considerar as necessidades das populações locais e o potencial de desenvolvimento dessas áreas (Sachs, 1993).

4 Instituídas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), sob Lei Federal nº 9.985/2000 que prevê a criação de zonas de amortecimento. E, em seu capítulo I a define como “o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”.

de isolamento, não cumprindo a função de manutenção da biodiversidade, um dos objetivos pelos quais foram criadas.

A Zona de Amortecimento (ZA) do Parque Estadual da Cantareira foi delimitada por município considerando o uso da terra no entorno da unidade de conservação e a legislação territorial e ambiental incidentes. A sua área total é de 35.704 hectares e abrange os municípios de São Paulo, Guarulhos, Mairiporã, Caieiras e Nazaré Paulista. A escolha desta área deu-se em razão da ZA apresentar pressão para construção de novas habitações, muitas vezes, em remanescentes de vegetação e córregos. Além do recorte possuir uma diversidade de formas de relevo, nascentes de rios, expressivas áreas ainda cobertas por vegetação em diferentes estágios de sucessão, diferentes tipos de uso e ocupação do solo e aspectos culturais e de lazer diversificados, ou seja, uma expressiva riqueza de possibilidades para um trabalho de planejamento ambiental.

Ademais, o principal objetivo da pesquisa é investigar como o planejamento ambiental atrelado às ferramentas de Ecologia da Paisagem pode contribuir com a requalificação da ZA do Parque. A dissertação foca na discussão sobre a importância das análises multivariadas e sistêmicas no planejamento ambiental.

A principal hipótese é que o planejamento ambiental, quando pensado e feito conjuntamente por diversos atores, pode requalificar o espaço social por meio da infraestrutura verde, capaz de integrar demandas sociais e ambientais.

A dissertação é estruturada em duas partes principais.

Na primeira parte, Estudo da Paisagem, é abordado os conhecimentos necessários à proposição de diretrizes de planejamento e infraestrutura verde e uma breve problematização da transdisciplinaridade e interlocução entre os campos disciplinares da arquitetura e ecologia da paisagem. O texto está estruturado a partir dos seguintes questionamentos: Como espacializar os conceitos da Ecologia da Paisagem? Qual escala a ser adotada para o estudo, levando em conta os limiares críticos para os processos ecológicos (alguma resposta das espécies prevê este limiar)? Qual a percepção das diferentes espécies em um modelo territorial não estático? E, em um segundo momento, como relacionar a manutenção dos processos ecológicos ao padrão da paisagem na prática e quais configurações seriam ideais enquanto base inicial para planejamentos e projetos? Afinal,

quais cenários são prioritários para conservação e quais diretrizes estratégicas deverão ser tomadas para a conservação do habitat urbano?

Desta forma, são componentes do capítulo a conceituação e aplicação do conhecimento até então produzido em Ecologia da Paisagem, com um panorama sobre o histórico da disciplina e problematização acerca da preservação ambiental aliada à expansão urbana. A partir da revisão de bibliografia, definem-se três cenários de preservação dos fragmentos florestais, com destaque para o cenário 3 sobre estudos da Ecologia da Paisagem relacionados às estratégias de planejamento e projeto do ambiente urbano. Esta parte não é um “livro de receitas” para o projeto da paisagem, mas sim um facilitador no entendimento dos conceitos de ecologia para os arquitetos. Para aplicação prática, são feitas inferências dentro da metodologia proposta, dadas as lacunas de conhecimento e a necessidade do ensino e transposição dos conhecimentos entre disciplinas.

Na segunda parte, o Estudo aplicado à Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Cantareira, é apresentado a metodologia, a delimitação da área de estudo e sua contextualização, bem como os resultados alcançados. Admite-se aqui que todo e qualquer trabalho científico deve apresentar de forma clara seu embasamento e proposta metodológica para que sejam possíveis a compreensão e o diálogo com a comunidade científica. Optou-se por apresentar os resultados das análises junto à discussão, dada a melhor compreensão que o leitor obterá ao expor a interpretação dos resultados junto a seus mapas, tabelas e figuras. A partir da identificação de áreas potenciais para preservação, é proposto um plano de IEV com diretrizes gerais para a rede de espaços livres do recorte. Os dados obtidos serão criticados e comparados com literatura pertinente.

Ao final são apresentadas as conclusões, retomando o encadeamento lógico da pesquisa, com a sugestão de desdobramentos. Cumpre lembrar que todos os capítulos desta dissertação são construídos de forma a oferecer subsídios à construção de um diálogo entre diversas disciplinas que permeiam a área da Ecologia da Paisagem e o propósito maior é a produção de novas metodologias capazes de lidar e resolver os problemas ambientais e sociais das cidades brasileiras.

# PARTE I - ESTUDO DA PAISAGEM

# CAPÍTULO 1: BASES CONCEITUAIS

Esta parte apresenta uma consideração sobre os conceitos de Ecologia da Paisagem, a partir do qual é feita uma reflexão teórica que subsidiará os demais capítulos da segunda parte, e acerca da aplicação metodológica na contextualização e proposição de diretrizes de IEV.

Como trata-se de uma área de conhecimento externa à do arquiteto da paisagem, objetiva-se, por meio de uma linguagem acessível, estabelecer uma ponte entre os campos disciplinares.

## **1.1 Os conceitos de Paisagem**

Esta seção apresenta uma breve consideração sobre o conceito de paisagem. Não se tem a pretensão de esgotar o estudo do conceito e estabelecer um sentido único e rígido para o termo, dado seu dinamismo e pluralidade, mas sim contextualizá-la conforme o quadro de conhecimento construído.

Nas ciências, conforme novos estudos são feitos, conhecimentos são acumulados e os conceitos solidificados, modificados e reformulados. Portanto, os conceitos científicos são continuamente reconsiderados e – em nenhum momento – a ciência deve assumir a posição de produzir a última palavra final.

Os conceitos são dinâmicos, variam culturalmente e ao longo do tempo e, portanto, é importante ser entendidos em uma perspectiva histórica – o que não significa que venham a ser superados, mas são “inacabados”, já que refletem compreensões limitadas ao grau de conhecimento do momento em que foram formulados e incorporam construções culturais (Schlee, 2009).

Os diferentes conceitos de paisagem são apropriados por diversas disciplinas, como pelos geógrafos, arquitetos, ecólogos, designers. Nesse universo, existem duas vertentes, uma que relaciona a paisagem à sua essência física, funcional e espacial, categorizável; e outra que relaciona a paisagem à sua essência simbólica e histórica, à sua experimentação (Leite, 1992).

Na primeira vertente, o conceito de paisagem está associado a uma extensão de território ao alcance da vista (como no dicionário Aurélio), segundo Metzger nessa visão a paisagem não estaria no primeiro plano, seria

o que se vê de longe, um “pano de fundo” (2001, p.2).<sup>5</sup> Segue a mesma linha o entendimento de Forman e Godron (1986), compartilhado por muitos ecólogos americanos, que consideram ser a paisagem uma área heterogênea composta de um agrupamento de ecossistemas interativos que se repetem de modo similar por todas as partes. De acordo com esses autores, essa concepção difere do conceito tradicional de ecossistema por focalizar os ecossistemas e as interações entre eles.

Pellegrino (1995) se contrapõe a esta vertente colocando que a paisagem, enquanto estrutura física que se manifesta através de sua imagem, não deve ser só entendida por sua percepção visual, mas também pela olfativa, tátil, sonora e cinética. Essa visão nos leva ao entendimento da segunda vertente, em que a paisagem é concebida a partir da inserção do sujeito no espaço, dotada de um dinamismo inerente a cada momento histórico, mas também do seu cotidiano. Como acrescenta Bertrand (1971), a paisagem não é uma simples junção de elementos geográficos, mas deve ser compreendida como uma combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, que interagindo uns sobre os outros formam um conjunto único e indissociável em perpétua evolução. Em breve síntese, a paisagem não é apenas natural, mas é um conjunto produzido por todas as implicações da participação humana, sendo relevante considerar a espacialidade e a heterogeneidade do espaço onde o homem habita (Troll, 1971).

Nesta acepção, o conceito remonta à importância do olhar e da percepção visual de cada observador que é interpretada dentro na sua escala, de acordo com o seu campo visual e segundo as suas limitações físicas, caracterizando-a como o modo de ver projetado na superfície da terra (Macedo, 1993). Novamente, a paisagem não é só entendida a partir de seus elementos físicos, mas pelos sistemas de objetos e ações.

Outras acepções que podem integrar a segunda vertente são aquelas que indicam um ideal pictórico da paisagem, como descrito pelo filósofo Maurice Merleau-Ponty ao afirmar que a paisagem é uma prosa do mundo, composta de elementos estéticos e simbólicos, construída pelo e para o homem.

Uma importante contribuição da ideia de paisagem como construção do olhar também é discutida por

---

5 Relacionada a pinturas do período da Renascença: daquilo que o olhar abrange em um golpe de vista. A partir do século XIX, por ser capaz de expressar as características de um lugar, a paisagem é considerada como um objeto a ser estudado por naturalistas e geógrafos (Christofolletti, 1999).

Schenk (2008), a autora afirma a partir do exame das obras de Olmsted que o paisagista conseguiu unir a dimensão do sensível na experiência estética, refletindo nos projetos o interesse da coletividade.<sup>6</sup>

Em proposta unificadora dos conceitos de paisagem, Metzger propõe entendê-la como “um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação” (2001, p.4).

No âmbito das discussões relacionadas ao planejamento ambiental dos espaços livres, “a paisagem pode ser pontuada como produto que incorpora os processos biofísicos e os processos sociais nela refletidos, em diversos tempos e escalas, e apresenta elementos de integração ou fragmentação territorial, criando e recriando formas, funções e fluxos” (Schlee et al., 2009, p 235). Trata-se do resultado das relações entre processos sociais e naturais. Enquanto reflexo direto da dinâmica da natureza e dos sistemas sociais que aí ocorrem, não sendo um produto e sim um processo em constante transformação.

Considera-se o homem como produtor e parte integrante da paisagem, não sendo possível desvincular seu estudo das intervenções e os modos de vida do homem e a cultura dos povos que ressignificam constantemente os espaços. Prevalece uma interação dinâmica e constitutiva entre o homem e o meio, que se reflete no conceito de paisagem discutido. Em outras palavras, a paisagem é fruto dos processos socioeconômicas e biofísicos, que estão imbricados.

Ademais, a paisagem urbana pode ser compreendida como o resultado das expressões econômicas, culturais e sociais dentro da conjuntura histórica e que se reflete em conflitos urbanísticos, apresentando-se claramente através da forma como as ocupações urbanas se consolidaram no espaço (Vieira, 2012).

A partir dessas diferentes acepções, a pesquisa indica que não se deve entender a paisagem como um conceito unívoco, mas verificar que existem vários modos apropriados para defini-la e conceituá-la. É um conceito múltiplo que depende do fenômeno considerado, não apenas determinado por suas dimensões físicas, mas sim

---

6 Inevitavelmente, na história da constituição de um campo de estudo da paisagem, há a predominância de um dilema entre a natureza e o artificial, ou mesmo entre símbolos familiares e criativos. Discutindo a historiografia no final do século XX, Schenk explica: “o dilema que se apresenta diz respeito a propor inventivamente questões reconhecidas pela sociedade a partir de símbolos culturalmente conhecidos, ou lançar mão do inusitado, do que subverte, daquilo que endereçado ao novo evoca mais complexos significados, e com isso correr riscos” (2008, p. 152).

por um mosaico interativo de partes relevantes ao fenômeno considerado, em qualquer escala (Mcgarigal & Marks, 1995).

Considerando os objetivos da pesquisa, adota-se a aceção dos autores da segunda vertente, referindo-se à paisagem a partir de sua heterogeneidade, dinamismo temporal e espacial construído a partir da visão e de um processo cognitivo do sujeito.

Esta superação da postura ingênua – da “natureza intocada” – não recai, no entanto, no extremo domínio dos sistemas tecnológicos, mas sim, no entendimento da paisagem enquanto fruto das questões socioeconômicas e processos biofísicos.

Aliás, é possível afirmar que são determinantes para a construção da paisagem as finalidades ou a destinação que o homem ou qualquer outro animal estabelecem naquele espaço. Em uma última palavra, destaca-se a visão ecológica de McGarigal e McComb (1995), em que as paisagens são consideradas como mosaicos de remendos de habitat e não-habitat, suficientemente grandes para serem relevantes para a variável resposta e o organismo focal. Tal perspectiva é importante para compreender a percepção da escala da paisagem.

## PERCEPÇÃO DA PAISAGEM

*Qual é a percepção da paisagem para diferentes espécies? Como um molusco percebe variações na paisagem? E o sapo? Ou até mesmo um gavião-pombo-pequeno?*

*A escala de percepção refere-se à escala espacial e temporal na qual a espécie percebe ou interage com a paisagem, em função de suas capacidades de deslocamento, exigências de habitats específicos e interações com outras espécies (Metzger, 2001). Portanto, o tamanho do fragmento florestal é relativo, o que constitui uma grande mancha de habitat para uma espécie de besouro pode ser pequena se considerarmos uma ave ou um mamífero (Lindenmayer et al., 2008).*

*Para uma abelha jataí (Tetragonisca angustula) podem existir diferentes componentes da paisagem em apenas 500 m de raio (sua capacidade de voo diária para coleta de néctar, pólen e resina em torno da colônia), já se considerarmos gavião-pombo-pequeno (Leucopternis lacernulatus) teremos uma escala de percepção semelhante à do ser humano. A percepção da paisagem pelo homem correlaciona-se com conjuntos de espécies, quantidade e estrutura da vegetação, prevalência de bordas, o grau de conectividade estrutural da paisagem e a estrutura e heterogeneidade das áreas modificadas do*

*entorno do fragmento (Fisher & Lindenmayer, 2007). No entanto, a percepção humana da estrutura da paisagem não necessariamente reflete seus processos ecológicos. A homogeneidade ou heterogeneidade da paisagem e a relação entre seus padrões e processos é ligada à questão da escala e do recorte temporal. Espécies com menor capacidade de deslocamento vão perceber a paisagem em um contexto mais local, ao contrário de espécies com maior capacidade de dispersão; ou ainda espécies com habitats especializados tenderão a ver a paisagem com um grau maior de detalhamento em relação a espécies mais generalistas (Metzger, 2001).*

*Outro exemplo são as mariposas esfingídeas e lagartos neotropicais. Ainda que ambos possam apresentar alta taxa de dispersão, podendo percorrer diversos fragmentos pelo entorno antrópico (o réptil pode atravessar plantações, mas pode ser atropelado ao atravessar estradas) – o que as torna espécies não sensíveis ao meio antropizado; a especialização de micro-habitat da mariposa, cuja língua é proporcional ao tamanho da flor da orquídea Angraecum sesquipedale, restringe seu habitat (especializado) a presença da orquídea. No entanto, se considerarmos a questão do tamanho do fragmento para sobrevivência e procriação, os lagartos da espécie Enyalius catenatus também podem ser espécies sensíveis.*



**Figura 1.** Diferentes percepções da escala da paisagem. Nota-se a mudança da escala de estudo, de local a da paisagem.

### 1.1.1 Introdução à Ecologia da Paisagem

Após discutir o conceito da paisagem, é importante se aprofundar no campo disciplinar que examina a paisagem a partir de sua múltipla funcionalidade, a Ecologia da Paisagem.

O termo “Ecologia da Paisagem”<sup>7</sup> foi cunhado em 1939 por Carl Troll ao estudar questões relacionadas ao uso da terra por meio de fotografias aéreas e interpretação das paisagens. As diferentes perspectivas de seu objeto de estudo – a relação entre paisagem e ecologia – nascem primordialmente de duas escolas da Ecologia da Paisagem, a Europeia e a Norte-americana. Tal divisão é oriunda da visão de autores de diferentes campos disciplinares (Risser *et al.*, 1984; Urban *et al.*, 1987; Turner & Gardner, 2015) com uma bifurcação no foco de interesse.

O desenvolvimento na Europa ocorreu como resultado de uma abordagem holística adotada pela área da geografia (paisagem, lugar, território, escala, distância, hierarquia espacial), da ecologia (ecossistemas, nichos, habitat, cadeias tróficas) e do planejamento da paisagem, procurando uma ponte entre os sistemas naturais, agrícolas e urbanos (Nucci, 2010; Freitas, 2013). Segundo Metzger a Ecologia da Paisagem, nessa escola, é menos centrada nos estudos bioecológicos (relações entre animais, plantas e ambiente abiótico), ao visar a compreensão das paisagens fundamentalmente modificadas pelo homem e do seu ordenamento territorial, ao definir limites e potencialidades de uso econômico das “unidades da paisagem”. A paisagem é fruto da interação homem-natureza. Em contrapartida, a escola Norte-Americana,<sup>8</sup> influenciada pela Teoria de biogeografia de ilhas, foca-se em estudos de “paisagens naturais” para conservação da diversidade biológica e manejo de recursos naturais, com a escala dependente da espécie em estudo. Seu início foi marcado pelos estudos de Forman & Godron (1981, 1986) que consideram no estudo da paisagem o padrão espacial (estrutura, função e dinâmica) de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos e a influência destes fatores nos processos ecológicos.

Admitindo ser o campo uma associação entre a análise espacial da geografia e o estudo funcional da ecologia, a dissertação adota a definição da Associação Internacional de Ecologia da Paisagem (do inglês,

---

7 Para um panorama histórico da Ecologia da Paisagem ver Risser (1984), Rempel *et al.* (2009) e Turner & Gardner (2015).

8 Impulsionada pelo workshop realizado em Allerton Park, Illinois, EUA, 1983. Ao pensar na história da ecologia da paisagem, Allerton Park foi certamente um evento de destaque. Veja Wu, 2013.

*International Association for Landscape Ecology* – IALE) como: “o estudo da variação espacial em paisagens, em uma variedade de escalas. Ao incluir as causas biofísicas e sociais e as consequências da heterogeneidade da paisagem, seu núcleo teórico vincula ciências naturais às humanas”.<sup>9</sup>

Atualmente, são seus temas centrais: o padrão espacial ou estrutura de paisagens, desde os desertos às áreas urbanas; a relação entre o padrão, os processos ecológicos (como espacializar dinâmicas ecológicas?) e a viabilidade de espécies (tamanho e persistência); a relação da atividade humana com o padrão paisagem, processos e mudanças e o efeito de escala e da perturbação na paisagem. Ademais, é possível perceber diante destas caracterizações e indicações de temas que tal disciplina conserva na sua base um caráter transdisciplinar, destacado na sequência.

### **1.1.2 Transdisciplinaridade e Interlocação entre Diferentes Campos**

No planejamento e projetos da paisagem é obrigatória a interlocação entre os diferentes atores e campos, de forma a estabelecer as melhores estratégias para conservação e restauração da paisagem e de seus processos ecológicos. A Ecologia da Paisagem é um campo disciplinar que busca encaminhar essas interlocações.

Para atingir seus objetivos transdisciplinares fundantes, a Ecologia da Paisagem não deve apenas conectar o conhecimento teórico ao prático, mas sim examinar a relação entre os estudos dos processos ecológicos e padrões às influências sociais – como a investigação da qualidade do entorno do fragmento, ou o questionamento de quem são os atores que usam, planejam e gerem a paisagem.

Ademais, na expansão de sua origem acadêmica, um dos maiores desafios é incorporar a complexidade dos sistemas sociais, ecológicos e sócio-ecológicos a uma estrutura espacial coesa. Sabendo que padrões espaciais nas sociedades e economias são mais difíceis de mapear e são mais dinâmicos que padrões espaciais de cobertura da terra, o que dificulta a integração entre a Ecologia da Paisagem a sociologias de lugar e geografia humana (Cumming, 2011).

O desafio da integração e diálogo, pautados na necessidade de enfrentar cientificamente as questões

---

<sup>9</sup> Disponível em: <<http://www.landscape-ecology.org/index.php?id=13>> Acesso em 12 ago. 2016

ambientais do desenho urbano, impõe aos profissionais considerar um universo de questões de maneira não fragmentada e, sim, transdisciplinar<sup>10</sup> – articulando e integrando diversas esferas do conhecimento pela flexibilização de fronteiras entre as disciplinas.

Tal abordagem permite que os pesquisadores promovam uma ciência colaborativa, que seja debatida em grupo e em diferentes opções ao projetar e desenvolver uma estrutura de paisagem capaz de suportar funcionalmente – ao possuir os pré-requisitos – os processos ecológicos exigidos pelas diferentes paisagens (Termorshuizen & Opdam, 2009). Para tanto, é necessário que estabeleçam um diálogo que complemente suas lacunas, de forma a promover diversas leituras da realidade ao buscar a compreensão do meio em sua totalidade. Essa interface não promove um prejuízo de suas identidades; pelo contrário, amplia seu conhecimento pela troca de saberes entre os pares. É possível lembrar aqui que a disciplinaridade e interdisciplinaridade não são categorias incontestáveis (Klein, 2002) para a multiplicidade necessária à formação do arquiteto paisagista.

Em projetos transdisciplinares, sobretudo parcerias com as universidades e governos, muitas vezes são contratados diferentes profissionais para cada fase, sendo os ecólogos raramente mantidos no processo execução e planejamento, mas apenas restritos às análises e avaliações iniciais. Com a não contratação de todos os profissionais para todas as fases de projeto, muitas vezes devida a limitações orçamentárias não justificáveis, aumenta-se a responsabilidade e dever do arquiteto quanto ao entendimento e articulação das distintas contribuições disciplinares (vale dizer, da Geografia, das Ciências Sociais, da Biologia, da Ecologia, entre outras) na análise e tomada de decisões de projeto.

Esse desafio se dá em outros âmbitos, mesmo dentro do ambiente acadêmico brasileiro, em que a barreira simbólica entre as diferentes graduações levanta questionamentos sobre a real potencialidade da transdisciplinaridade da Ecologia da Paisagem. É necessário um esforço adicional para estudantes, projetistas, planejadores e cientistas terem a plena comunicação em um espaço democrático de ensino e prática profissional. Muitos dos gestores não têm nem o tempo de espera para a ciência produzir certezas aceitáveis, nem a

---

10 A transdisciplinaridade, cunhada por Piaget em 1970 durante o encontro promovido pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico de Países Desenvolvidos defende serem as fronteiras das disciplinas praticamente inexistentes. O conhecimento ultrapassa a dimensão das disciplinas e não há uma preocupação em delimitar qual seu objeto de estudo.

formação necessária para extrair e interpretar dados técnicos. Ao mesmo tempo, muitos dos cientistas estão compreensivelmente relutantes em abandonar as nuances de estudos complexos para fornecer mensagens simples, e muitas vezes eles não têm as habilidades de comunicação para fazê-lo (Wiens, 2009).

Ainda, o contexto de todo esse debate não faz sentido se desconsiderar a dimensão político-participativa deste campo disciplinar e dos seus profissionais. Enquanto disciplina que pretende identificar e propor soluções práticas e integradoras aos problemas, a Ecologia da Paisagem deve ser concretizada em um espaço democrático de participação na vida pública do Brasil.

Em um regime democrático, a atuação projetual no ambiente, concretizada nos espaços livres, deve considerar os diferentes pontos de vista da sociedade.

O contexto desse breve debate acerca da formação do arquiteto paisagista ocorre dentro de um espaço democrático da vida. Vale dizer, desde a gestão pública até os projetos dos espaços livres deve-se marcar os diversos pontos de vista da sociedade, aliados às diferentes formas de participação, sempre atendendo os programas e metas traçadas pela Constituição. Assim, é inevitável e indispensável ao arquiteto paisagista envolvido neste processo que considere os demais participantes e alcance um consenso das melhores decisões por meio do diálogo com a sociedade.

Basta aqui pensar nos exemplos das audiências públicas com as comunidades, ou nos conselhos ou associações de bairros, que junto com as subprefeituras, debatem as melhores decisões, por exemplo, para os espaços livres públicos.<sup>11</sup> É nesse contexto que se insere o arquiteto paisagista. Seja como gestor de políticas públicas ou como cidadão, as soluções devem ser alcançadas por meio do diálogo fundamentado pelo procedimento comunicativo, sem consensos forçados, que assegura a melhor justificação, afastando, portanto, um fundamento arbitrário imposto de maneira ilegítima, sob força ou coação da autoridade.

O interesse é desnaturalizar práticas prejudiciais à emancipação imbuídas nas instituições e produzir

---

11 Os espaços livres públicos podem ser também espaços democráticos, espaços para a participação e para a realização das demandas sociais. Conforme posto por Queiroga: "Compreender o papel dos espaços livres públicos na atualidade contribui para o entendimento de algumas espacialidades concretas de vida pública, tarefa possível à Área de Paisagismo, trabalho mais profícuo, porém, se aberto a contribuições de outras áreas do conhecimento. Base para o projeto de espaços livres público mais atentos à sua dimensão sistêmica, às demandas e potencialidades dos lugares contemporâneos" (2007, p.85).

avaliações contundentes acerca das práticas. Para a arquitetura paisagística isto se refere ao modo como ocorrem, de maneira democrática, o planejamento e o projeto de espaços livres, considerando os diferentes pontos de vista.

É por meio de uma visão transdisciplinar, promovida pela atuação de uma equipe de múltiplos profissionais, que é possível compreender a complexidade dos temas apresentados por uma sociedade brasileira tão diversificada e com demandas distintas. A ideia se baseia na constatação de que, em um ambiente democrático, marcado por sociedades plurais, os desafios para o arquiteto paisagista são muitos e, por isso, qualquer tipo de solução depende, em primeiro lugar, da construção de uma visão transdisciplinar dos problemas.

A pesquisa tem como objetivo relacionar os conteúdos dos campos disciplinares da Ecologia e Arquitetura da Paisagem no planejamento ambiental de um território não idealizado, visando a caracterização e conformação de uma rede de espaços livres urbanos. Para tanto, aplicam-se esses conceitos a uma investigação sobre como o planejamento ambiental pode contribuir à gestão da ZA do Parque.

Verifica-se a possibilidade de realizar as interlocuções entre ecólogos das paisagens, arquitetos, urbanistas e paisagistas e a sociedade (do qual são parte). O interesse é construir uma ponte entre os profissionais ao promover a releitura e aplicação dos conhecimentos ecológicos à Arquitetura da Paisagem.

Novamente, importante destacar que o foco deste tópico é que arquitetos, urbanistas e paisagistas entendam o campo transdisciplinar da Ecologia da Paisagem para poder aplicá-lo aos seus projetos, ampliando seu universo tradicional de referências.

A dissertação não pretende esgotar todos os conceitos relativos à disciplina, mas destacar os que auxiliam no estabelecimento de critérios científicos que devem ser atendidos ao realizar o planejamento da paisagem – conhecimento necessário para se projetar em Arquitetura<sup>12</sup>. Caso contrário, serão projetos que pouco auxiliam na manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos, ainda que possam contribuir em outras esferas ambientais e sociais.

---

12 A amplitude de considerações e conceitos foi deliberadamente pensada para abranger as questões relativas ao projeto da paisagem e para a compreensão da Ecologia da Paisagem por profissionais de disciplinas exteriores à Biologia ou Ecologia.

As próximas seções serão destinadas à relação entre os conceitos de Ecologia da Paisagem com o planejamento, conservação e gestão de projetos de arquitetura paisagística. Nesse sentido mobilizam-se seus questionamentos centrais. Qual é a importância da configuração da paisagem; que configuração é estratégica para a manutenção da biodiversidade; e com base em que critérios ela é estratégica. Ademais, qual o montante de vegetação necessário para manutenção das espécies e dos processos ecológicos, sabendo-se ser o maior fragmento alvo e condição primeira na conservação?

Tais indagações são encaminhadas ao apresentar os conceitos que auxiliam a compor o quadro de análise e diretrizes da paisagem no entendimento de sua estrutura, entendida a partir de parâmetros de configuração espacial (como fragmentação, isolamento e conectividade) e de composição (como riqueza, abundância e distribuição de espécies).

Ao final de cada seção, para tanto, estabelecem-se diretrizes gerais e sua territorialização em cenários e, depois, tais cenários são retomados na parte final para o debate das diretrizes específicas de conservação para cada área, dada a não linearidade dinâmica da paisagem.

## **1.2 A Fragmentação Florestal**

Diante da contribuição do caráter transdisciplinar da Ecologia da Paisagem no planejamento e gestão do território, tanto advindo da Escola Europeia – com padrões calcados na estrutura da paisagem humana –, quanto da Americana – com enfoque nos padrões ecológicos –, é inerente que seus estudos almejem centrar-se na transposição entre os conhecimentos teóricos e sua aplicação prática, influenciados diretamente pela atuação e inserção humana na paisagem.

Por tratar-se de uma ciência em constante construção, a Ecologia da Paisagem apresenta entendimentos contraditórios com relação à melhor estratégia de conservação da paisagem – expressa muitas vezes quanto ao controle da perda biodiversidade, em termos de riqueza e abundância. Considerando a problemática da aplicação prática dos conhecimentos teóricos, exprimidos sobretudo por meio dos esforços e recursos econômicos para conservar e restaurar a floresta, um dos questionamentos dessa disciplina é saber se há alguma influência da

estrutura da paisagem na biodiversidade e integridade dos fragmentos florestais. Em outras palavras, questiona-se, o padrão da paisagem é diretamente relacionado aos processos ecológicos?

Nesse sentido, no estudo da paisagem por esta disciplina, destacam-se três de suas vertentes principais, segundo Forman & Godron (1986):

- Estrutura: relacionamento espacial entre os ecossistemas ou os elementos presentes – especificamente, como o arranjo espacial ou padrão da paisagem (tamanhos, formas, números, tipos e configurações dos ecossistemas) atua na distribuição de energia, materiais e espécies;
- Função: interações entre os elementos espaciais, isto é, os fluxos de energia, materiais e espécies entre os ecossistemas componentes;
- Mudança: alteração na estrutura e função do mosaico ecológico ao longo do tempo.

Alguns autores defendem ser o padrão da paisagem intimamente ligado à biodiversidade e outros valores ecológicos das paisagens (Uuemaa et al., 2013). Nesse sentido, esta linha entende que uma interrupção nos padrões de paisagem pode comprometer sua integridade funcional, interferindo nos processos ecológicos críticos à persistência e viabilidade da população e à manutenção da biodiversidade do ecossistema (With, 1997; Kupfer, 2012). Os processos ecológicos são os fluxos de energia e matéria, taxas de erosão, dispersão e competição.

Essa interrupção dos fluxos ecológicos se dá pela fragmentação do habitat.

Os fragmentos florestais, parte do padrão da paisagem, sofrem constantes reduções de sua área e isolamento progressivo, seja por eventos de origem natural – como mudanças climáticas, edáficas e eventos geográficos, ocasionando no tempo evolutivo a especiação alopátrica –, ou por ações antrópicas, com a supressão da floresta:

- Em processos de urbanização ou avanço da mancha urbana em um processo de urbanização e espraiamento das infraestruturas;
- Para implantação de infraestrutura cinza, como linhas de energia, construção de barragens, mineração, estradas (exemplo do Rodoanel trecho sul e norte de São Paulo);
- Na expansão agrícola com plantio de monoculturas, sem uma concepção agroflorestal;
- Na pecuária extensiva para plantio de pastagens;
- Em plantio de espécies exóticas, como eucaliptais;
- Na supressão da floresta para extração de recursos naturais.

A fragmentação de habitat é usualmente definida como o processo que envolve a quebra e a perda de

habitat, com a crescente distância entre os fragmentos, agora isolados pela matriz (Wilcove et al. 1986; Andrén, 1994). No entanto, Fahrig (2003) defende ser importante considerar a “fragmentação” como a quebra de habitat, independente<sup>13</sup> da sua diminuição – na escala da paisagem. Tal posição é sustentada pela pesquisa.

Em vista disso, a relação entre a diminuição do tamanho do fragmento e a fragmentação é ambígua, porque ambos os processos geram manchas menores. Logo, não se pode afirmar diretamente, em uma análise local, se foi a fragmentação e/ou a diminuição do tamanho que diminuiu a viabilidade da população em estudo. A fragmentação pode ser entendida como o processo através do qual o habitat de uma espécie focal é “quebrado” (Fahrig, 2003).

A dificuldade expressa é que muitas vezes, na prática, a fragmentação se dá concomitante à perda de habitat. A diferenciação é necessária em análises precisas quanto ao efeito negativo da perda de habitat frente a sua possível fragmentação. Nesse caso, trata-se o processo de fragmentação independente da diminuição dos fragmentos, portanto, a quantidade de habitat não é diretamente relacionada ao número de fragmentos, somente ao seu tamanho. Estudos empíricos sugerem que os efeitos negativos da perda de habitat excedem os da fragmentação, tal como apontado por Fahrig (2003).

Veja que, quando nos referimos à fragmentação, ela se dá a partir da criação de tipos de cobertura do solo inadequados para a reprodução de uma espécie focal e menos permeáveis aos movimentos das espécies em comparação com o seu habitat (Villard & Metzger, 2014). Trata-se de um conceito espécie específico.

Os efeitos da fragmentação nas espécies podem variar segundo múltiplos e sobrepostos fatores: se elas são generalistas ou especialistas<sup>14</sup> e sua capacidade de dispersão por entre manchas; histórico de perturbações do fragmento e grau de impacto antrópico, seja em razão de seu tamanho ou também de seu isolamento; ou qual o uso do solo do entorno. Além disso, pequenos eventos no interior da mata podem ocasionar fragmentação de

---

13 Diferentes efeitos do processo de fragmentação no padrão e configuração de habitat não afetam a biodiversidade da mesma forma. Para Fahrig (2003, p.492): The assertion that habitat fragmentation means something more than habitat loss depends on the existence of effects of fragmentation on biodiversity that can be attributed to changes in the pattern of habitat that are independent of habitat loss.

14 Espécies especialistas são exigentes quanto aos recursos que necessitam e costumam viver em áreas de floresta primária ou secundária em avançado grau de regeneração, são exemplos a onça-pintada e o muriqui-do-sul.

habitat para determinados táxons, como a abertura de uma clareira pela queda de uma árvore.

Cada espécie responde à fragmentação de seu habitat de formas diferentes, dependendo de suas características biológicas (tais como tamanho e história de vida). Segundo Metzger, não obstante, a principal preocupação na Biologia da Conservação é com a manutenção da biodiversidade como um todo, incluindo todas as espécies de uma região, suas interações e a diversidade de habitats nos quais elas estão presentes (2006).

Diante destas considerações, entende-se a fragmentação como um processo de mudança da estrutura da paisagem a partir da percepção do táxon e não da perspectiva dual habitat vs. não-habitat. Ademais, a viabilidade de determinadas populações não está circunscrita à existência de formações florestais.

Para algumas espécies:

**Formação florestal ≠ não é habitat**  
**Entorno = é habitat**

E para outras, também,

**Formação florestal e entorno = habitat**

Cumprir lembrar que algumas espécies têm na mata seu local de maior permanência; outras, em busca de recursos, cruzam pelos fragmentos e, eventualmente, podem até se manter no entorno por grandes períodos (como os exemplos de permanência em canaviais, principalmente os mecanizados, pelos tuiuiús, aves migratórias do Pantanal).

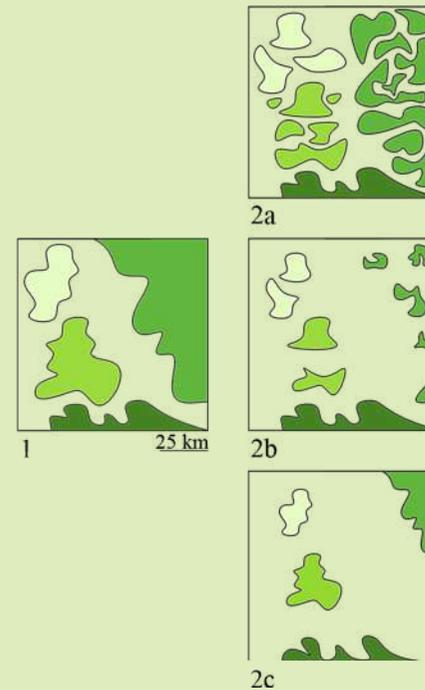
Em última análise, o isolamento das espécies ocasionado pela fragmentação pode impedir seu fluxo gênico, aumentar as taxas de endogamia e a deriva genética, ocasionando erosão da variabilidade genética de determinadas populações. A percepção desses efeitos sofre um período de latência (Jonsoon, 2001) em que modificações – na diversidade genética refletidas no fenótipo com a fixação de alelos, na estrutura e na abundância de determinadas espécies – não são detectadas por um curto período de tempo. Essas modificações variam conforme o tempo do ciclo de vida de cada espécie.

As espécies podem declinar como resultado da fragmentação, mas também da interação de ameaças exógenas e endógenas, incluindo a perda, degradação e isolamento de habitat, alterações na biologia, comportamento e interações de espécies, bem como ameaças estocásticas (Fisher & Lindenmayer, 2007).

## TEORIAS DE PAISAGENS FRAGMENTADAS

Destacam-se duas teorias para a compreensão das paisagens fragmentadas, a Teoria do Equilíbrio da Biogeografia de Ilhas<sup>15</sup> (MacArthur & Wilson, 1967) e a Dinâmica de Metapopulações (Levins, 1969). Segundo Metzger (2006), a primeira se refere à relação entre a riqueza da comunidade com a área e isolamento dos fragmentos de habitat, tal qual a separação geográfica de ilhas oceânicas. Ao estender as ilhas para sistemas terrestres, o conceito de isolamento deve ser entendido como resultado da perda de habitat e não da sua subdivisão (Fahrig, 2003; Haila, 2002).

Na segunda corrente a ênfase muda das comunidades para populações, de fragmentos para redes de fragmentos heterogêneos conectados por fluxos biológicos. A manutenção de uma espécie em uma paisagem fragmentada é então vista como o equilíbrio entre processo de extinção local (condicionado a área e qualidade do habitat) e as possibilidades de recolonização (conectividade entre os fragmentos) (Kupfer, 2012; Moilanen & Hanski, 2001 apud Metzger, 2006;).



**Figura 2.** Modificação da paisagem ao longo do tempo pela fragmentação e/ou diminuição do montante de habitat (2c). A fragmentação é entendida como a quebra de habitat para determinada espécie e independente de sua diminuição e de isolamento (2a). O processo mais comumente encontrado é a fragmentação associada a perda de habitat, com aumento do isolamento entre os fragmentos (2b). A medida do tamanho do fragmento como reflexo da fragmentação pode levar a medidas equivocadas. Os fragmentos encontram-se circunscritos por um entorno (habitável ou não a depender da espécie). Veja que a fragmentação se dá a partir da espécie em estudo, ou seja, não somente a partir da perspectiva humana. Fragmentação para um grande mamífero como a suçuarana pode ser semelhante à percepção humana do processo. Para determinadas espécies, até pequenos eventos no interior do recorte estudado podem ocasionar fragmentação de habitat, como a abertura de uma clareira, por exemplo.

15 Para revisão da Teoria da Biogeografia de ilhas (MacArthur & Wilson, 1967), ver Whittaker (1998) e Haila (2002).

### 1.3 Paisagem: fronteira estática ou dinâmica?

A fragmentação da paisagem gera diferentes padrões – estrutura, configuração e composição – que podem ser entendidos a partir do modelo “matriz-mancha-corredor”<sup>16</sup> (Forman, 1995) ou do “contínuo” (Fisher e Lindenmayer, 2006).<sup>17</sup> Como veremos, o enfoque pode se dar em seus aspectos estruturais biofísicos (quantidade e tipo de vegetação) e em seus atributos funcionais (tipos de habitats para cada espécie, ecótopos).

Muito se discute sobre a validade dos conceitos de matriz, corredor e mancha – enquanto fronteira estática – para o estudo da paisagem, dado que os conceitos avançaram para o entendimento de uma fronteira paisagística dinâmica.

O modelo mancha-matriz-corredor reconhece manchas de habitat (do inglês, *patches*) espalhadas pela matriz de “não-habitat” (Haila, 2002). Apesar dos progressos alcançados na compreensão e gestão de paisagens com base no modelo de manchas, há muitas situações em que o modelo não consegue representar a heterogeneidade espacial contínua (Mcgarigal e Cushman 2005; Mcgarigal et al., 2009) dada sua forte ênfase no padrão de paisagem, mas com uma consideração limitada aos processos ecológicos, sendo pouco provável que seja satisfatório em todas as situações. Segundo Fisher e Lindenmayer (2006) a vegetação nativa é importante para muitas espécies, numerosos autores a interpretam como “habitat” (a exemplo de Andrén, 1994). Esta classificação binária de “habitat” (vegetação nativa) e “não-habitat” (demais coberturas de solo) ignora os gradientes de adequação de habitat entre as diferentes espécies, ou seja, seus requisitos (Andrén, et al. 1994; Fisher & Lindenmayer, 2007).

Adota-se neste trabalho a aceção do termo “habitat” – como “fragmentação do habitat” – como o definido

---

16 Trabalhos seminais a estruturavam a partir desses três elementos. Forman & Godron (1986), ao estudar a estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos, definiram: a matriz como a maior área em termos funcionais do recorte, formada pelos espaços de “não-habitat”; os corredores (com atributos ligados à forma e ao tamanho) seriam a área linear que pode proporcionar o fluxo e conexão entre manchas ou enquanto barreiras; as manchas seriam uma área homogênea de um ecossistema inserida na matriz da paisagem, com configuração referente a sua forma, tamanho, distribuição espacial e conexão.

17 Um outro exemplo é a classificação desenvolvida por Christian & Stewart (1953), que tem como base o sítio (superfície terrestre uniforme pelo relevo, solo e vegetação). Diferentes sítios compõem uma unidade de paisagem (determinação dada pela bacia hidrográfica) que por sua vez compõem um sistema de paisagem. Já Forman & Godron (1986) denominam os elementos da paisagem como os que possuem relativa homogeneidade, de origem natural ou humana, considerados como ecossistemas.

por Fisher e Lindenmayer (2007), no uso apenas em um contexto único da espécie, de forma, a potencializar o valor do habitat para diferentes populações em ambientes modificados. Portanto, habitat é um conceito espécie específico.

Muitas vezes os elementos da paisagem são tão heterogêneos (diferentes usos do solo) que é difícil delinear onde começa e onde termina (perímetro) as manchas e a respectiva matriz. A qualificação enquanto mancha não a torna um todo homogêneo, nem com relação à sua composição, nem quanto ao entorno – uma mancha também pode funcionar como *stepping zones* para outras manchas.

Nesse sentido, é difícil definir o que seria uma “mancha” e como seu perímetro no espaço e tempo refletiria nos processos ecológicos. Nesse sentido, Fahrig (2003) questiona: qual a distância mínima entre manchas para considerá-las dois entes separados? Se o conceito de “habitat” implica em componentes específicos para determinados táxons, subdividir-se-iam as manchas para cada espécie? Quais seriam as características ecológicas e sociais definidoras das bordas limiáres de uma mancha, além da percepção humana? Se os animais fazem movimentos entre áreas de “não-habitat” da paisagem, suas populações não deveriam ser delimitadas por eles?

A dualidade classificatória da paisagem em manchas (“não mancha” = não habitat vs. mancha = habitat) é aplicável somente para entendimento inicial dos componentes da paisagem já que, conforme mencionado, cada espécie a entende conforme sua percepção.<sup>18</sup> Portanto, na análise do grau de fragmentação do habitat deve ser considerado o entorno e de qual grupo de espécie trata-se o estudo.

Fato é que a “fronteira” entre os componentes da paisagem não tem divisão exata e fixa (portanto contínua, não discreta). Por não ser estática, ela é um estado, uma condição que pode ser modificada ao longo do tempo por perturbações naturais ou antrópicas. A depender da classificação, seus elementos podem ser justapostos.

Na busca por outra compreensão conceitual classificatória da paisagem que refletisse e apresentasse maior fidedignidade relacional com processos ecológicos, Fisher e Lindenmayer (2006) propuseram o

---

18 Espécies generalistas podem responder a habitats fragmentados de forma habitat-matriz binária, enquanto mais as especializadas podem responder a um mosaico, tendências que são facilmente confundidas se o habitat é definido por percepções humanas em vez de considerar a biologia das espécies (Foley & Holland, 2010). Espécies diferentes respondem de forma desigual a padrões espaciais de habitat semelhantes (Fahrig, 2003; Banks-Leite, Ewers & Metzger, 2010).

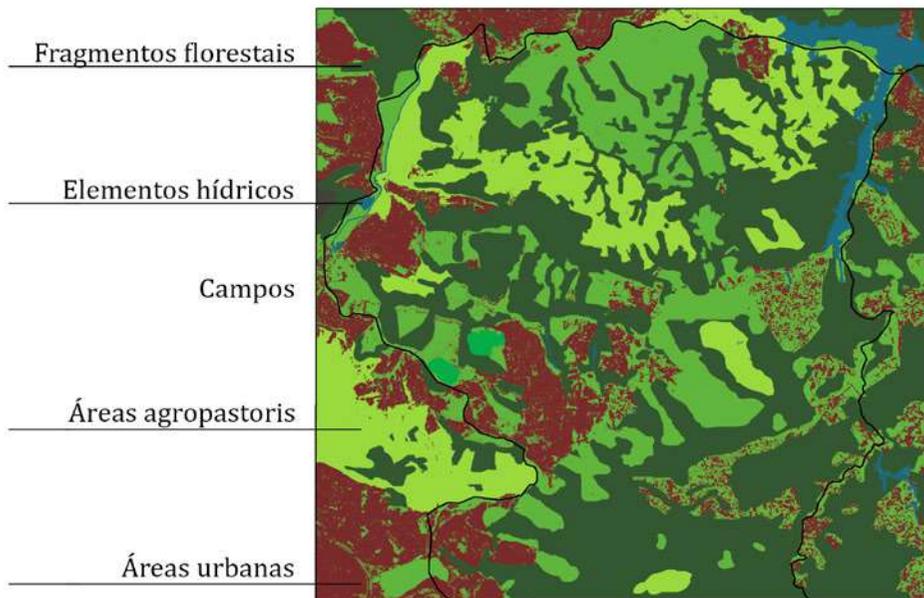


2,5 km



Modelo Matriz-mancha-corredor

**Figura 3.** A análise da paisagem a partir da imagem de satélite georreferenciada pode se dar tanto a partir do modelo de áreas de floresta x não floresta pela dicotomia de habitat x não habitat (para determinadas espécies) quanto pela representação dos diversos elementos da paisagem. Veja que o primeiro modelo desconsidera as diferentes coberturas do solo do entorno dos fragmentos: agricultura e áreas agropastoris, áreas urbanas (e sua complexidade inerente) e elementos hídricos. O maior número de classes pode variar também conforme a escala de estudo.



Fragmentos florestais

Elementos hídricos

Campos

Áreas agropastoris

Áreas urbanas

Paisagem heterogênea

“modelo contínuo”<sup>19</sup> (do inglês *Continuum model*), de forma a estabelecer ligações entre processos ecológicos e a distribuição das espécies por meio do espaço. Em outras palavras, defende-se o levantamento dos recursos ligados a processos ecológicos que afetam uma grande variedade de espécies animais e que, portanto, devem estar relacionados com seus padrões de distribuição.

Cada espécie responde de maneira individual a seu ambiente, com discrepâncias nos requisitos para sua sobrevivência e pré-produção (alimentos, abrigo, espaço e clima)

O modelo contínuo não sugere que os processos ecológicos relacionados à fragmentação sejam irrelevantes, mas, em vez disso, destaca o potencial de uma complexidade ecológica adicional em paisagens modificadas pelo ser humano que não estejam adequadamente capturadas pelo “modelo de fragmentação” (Fisher & Lindenmayer, 2006). Todavia, ele impõe uma dificuldade de representação gráfica espacial da análise e contextualização da paisagem.

Esse modelo conceitual é centrado no habitat, ou seja, propõe um modelo de gradiente de “habitat” e não fornece um modelo de uso geral da estrutura da paisagem (Mcgarigal et al., 2009), diferente do modelo de “gradiente de paisagem” (Mcgarigal & Chushman, 2005) centrado no entendimento da heterogeneidade espacial contínua (em superfície tridimensional) em vez de discreta. Um exemplo é uma superfície de elevação digital (modelo digital do terreno) com a representação dos atributos ecológicos.

Há um enfoque também no estudo de paisagem orientado para espécies (do inglês *species oriented*), centrado muitas vezes em torno de espécies individuais. Uma limitação é a dificuldade de estudar todas as espécies de um recorte.

---

19 Derivado da teoria do continuum (Manning et al., 2004) que reconhece a importância de variáveis ecológicas espaciais junto à análise da disponibilidade de alimentos, abrigo, espaço e condições climáticas.

**Tabela 1.** Comparação entre os modelos de fragmentação e o contínuo. No modelo contínuo (Manning et al., 2004) os habitats são específicos para cada espécie e regidos por processos ecológicos de uma forma contínua (reformulado por Fischer e Lindenmayer, 2006). Reconhecem-se modelos alternativos como o “variado” (McIntyre e Barrett, 1992), onde o habitat é visto como um gradiente contínuo. (Conceitos baseados nos estudos de Haila, 2002; Manning et al., 2004; Fisher & Lindenmayer, 2006).

Modelos	
Fragmentação	Contínuo
Manchas inseridas na matriz (“menos habitável”). Elementos definidos pela percepção humana.	Mudança gradual na paisagem Diferenças em resposta a processos ecológicos entre as espécies
Relação entre o padrão de paisagem e distribuição de espécies, enquanto variável para mensurar os processos ecológicos	A distribuição das espécies pelo espaço é complexa e em formas contínuas Estudo dos processos ecológicos
Manchas grandes são mais importantes que pequenas e que a matriz Corredores podem aumentar a conectividade Matriz densa de manchas é preferível a espaçada	Valor da heterogeneidade e da complexidade estrutural da paisagem para a conservação da biodiversidade

A partir dos entendimentos divergentes sobre os componentes da paisagem – conceito matriz-mancha-corredor, continuum – e de qual a influência nos processos ecológicos da quantidade de habitat contra a fragmentação, questiona-se quais desses conceitos podem ser aplicados à prática do planejamento, projeto e manejo da paisagem.

Importante também fazer uma ressalva em relação à formação dos arquitetos, urbanistas e paisagistas; sendo educados na linguagem gráfica pautada por formas, acabam por privilegiar no estudo da paisagem e na sua prática a divisão estática “matriz-mancha-corredor” enquanto artefatos de mapeamento. Mas que não podem ser entendidas enquanto elementos estáticos em correlação direta com os processos ecológicos.

Considerando as limitações apontadas, este modelo estático precisa ser superado em prol de novos conceitos, agora adaptados ao estudo de projeto em arquitetura paisagística.

Em vista dos diferentes modelos de classificações da estrutura da paisagem (entendida a partir de parâmetros de configuração e de composição) é importante adotar uma metodologia de análise capaz de

relacionar uma contextualização analítica por meio da representação gráfica, dado que este trabalho é voltado à pesquisa em arquitetura da paisagem.

A dissertação defende ser possível adotar um modelo híbrido que reflita e entenda a necessidade de espacialização na linguagem arquitetônica. Tal modelo também deve considerar a complexidade ecológica, no reconhecimento de que a estrutura, degradação e condição são indissociáveis no estudo da perturbação, a quantidade de habitat e o conteúdo do fragmento, de forma que a análise, em um nível local, pode ser feita a partir de uma “mancha” ou de um “processo contínuo” (Lindenmayer et al., 2008).

A classificação refere-se a uma contextualização analítica por meio da representação gráfica, em uma “gramática da forma”<sup>20</sup> aplicada agora não somente ao edifício, mas à análise da paisagem. A principal vantagem do método de classificação pela “gramática da forma”, segundo Celani et al. (2006) é que ele é sistemático e objetivo, caracterizando um exemplar como pertencente ou não a uma linguagem, após a definição de sua gramática.

Para esses autores, a principal crítica à “gramática da forma” é ser uma análise meramente formalista. No caso das obras arquitetônicas, argumenta-se que levando em conta apenas os aspectos gramaticais das composições, é ignorado totalmente a semântica, a funcionalidade, a adequação ao sítio, enfim, todos os demais aspectos importantes para que se tenha uma boa obra arquitetônica.

É possível transpor essa crítica funcionalista à descrição formalista dos elementos da paisagem ao não entendê-la como restrita à sua materialidade mas, sim, fruto de uma construção dinâmica que se reflete espacialmente. Muitas das classificações de seus componentes são vinculadas à percepção visual humana e não explicitam os processos ecológicos que ocorrem nos seus elementos. Defende-se aqui ser possível associar diferentes classificações, de modo que uma complemente a outra, ainda que se adote maior enfoque formalista.

A partir desta ressalva, pode-se apreender alguns dos componentes da paisagem selecionados em um recorte temporal, na escala da região metropolitana de São Paulo, bioma da Mata Atlântica:

- Remanescentes de vegetação (por exemplo, em formações florestais): com formatos e tamanhos distintos,

---

20 Para “gramática da forma” na análise dos edifícios, ver Mitchell (1990) e Celani et al. (2006).

variando em um recorte de predominantes (acima de 50%), médios (em torno de 30%), escassos (menos de 10%) a não presentes.<sup>21</sup>

Destaca-se que a classificação dos remanescentes de vegetação varia conforme o foco do estudo, sabendo-se que a estrutura da vegetação, diversidade e estágio de regeneração podem influenciar na abundância de determinadas espécies e complexifica ainda mais a decisão sobre que fragmentos conservar e/ou restaurar.

É possível lembrar que um ambiente altamente perturbado com vegetação em estágios iniciais de sucessão pode ser o principal habitat para alguns táxons, incluindo os de interesse de conservação, mas as espécies secundárias tardias podem estar ausentes por períodos prolongados nestas áreas, segundo Lindenmayer, 2007. Interferem nessas classificações também os diferentes usos da terra humana (por exemplo, pastagem e silvicultura) que alteram significativamente a condição da vegetação (Foley et al., 2005). Avaliar a estrutura da vegetação e sua condição é uma tarefa difícil, já que toda e qualquer mudança na condição da vegetação podem beneficiar algumas espécies em detrimento de outras.

- Entorno do fragmento:

Agropastoril (por exemplo, plantações das mais variadas culturas – canaviais, milharais, laranjais, eucaliptais, etc. – e pastagens), com diferentes graus de produção, variando de agricultura intensiva a métodos agroflorestais.

Ou urbano, com diferentes análises e classificações, por exemplo, àqueles referentes ao modelo urbano espraiado<sup>22</sup> com mancha urbana descontínua e ao adensado) em edificações em diferentes padrões de ocupação e uso do solo, Zonas industriais e mineração e o Sistema viário.

---

21 Em referência aos estudos de Andrén (1994) e Pardini et al. (2010).

22 Em um modelo de urbanização disperso em que a mancha urbana ocupa uma vasta área do território, possibilitado, no Brasil, pelo modelo rodoviarista iniciado na década de 1950. O IBGE (2005) classifica as manchas urbanizadas três categorias: muito densa (grandes aglomerações urbanas, alta densidade construtiva e normalmente alta verticalização e quase ausência de solo não impermeabilizado), densa (ocupação urbana contínua, baixa verticalização, predominância de casas horizontais, pouco espaçamento entre as construções e com maior presença de solo não impermeabilizado) e pouco densa (presença de feições urbanas e uma ocupação esparsa com loteamentos ainda em processo de ocupação ou uma transição entre as paisagens urbana e rural, situando-se, geralmente, nas bordas da mancha densa).



**Figura 4.** Modelo hipotético dos elementos da paisagem, com presença de elemento linear conectando fragmentos de vegetação.

Em suma, a divisão em elementos discretos de um recorte urbano é vista nesta dissertação enquanto um facilitador modelar do estudo da paisagem, mas não enquanto representante fiel de um indicativo de seus processos ecológicos. Defende-se aqui que a superação do entendimento estático das manchas nasce da compreensão da importância de estudar a paisagem em sua heterogeneidade, sua configuração (o arranjo espacial a um dado recorte e momento) e as diferentes respostas das espécies a sua fragmentação.

### 1.3.1 Quantidade de Habitat

Alguns fragmentos de habitats são tão pequenos que não são capazes de sustentar determinadas populações locais, ou nem mesmo um território individual. Neste caso, as espécies incapazes de cruzar pela matriz serão confinadas a um grande número de fragmentos muito pequenos e, em última análise, a viabilidade da população seria colocada em risco.

Em vista disso, cada espécie requer um tamanho de habitat mínimo para sua sobrevivência (Gibbs, 1998). Se em um determinado fragmento de estudo não havia o tamanho mínimo da população necessário à reprodução daqueles espécimes (impossibilidade de encontrar parceiros férteis), ou se o recurso do qual se alimentam não está disponível em quantidade necessária (principalmente se forem espécies especialistas), os indivíduos podem ser reduzidos ou até se extinguirem nesta determinada mancha.

Para uma determinada espécie florestal, se ocorre o isolamento dos fragmentos de vegetação pela construção de um empreendimento urbano (por exemplo, um loteamento residencial em um entorno com baixa permeabilidade) aumenta-se a distância entre um fragmento e outro. Portanto, diminui-se sua mobilidade/dispersão e, em última análise, seu “habitat”. Quanto mais distantes e inacessíveis os fragmentos do habitat inicial, menor a quantidade de habitat.<sup>23</sup>

A condição da vegetação também pode influenciar os níveis de diferenciação com as zonas circundantes com implicações para as estimativas da quantidade de habitat em uma paisagem, dos mosaicos, efeitos de borda e conectividade. Por exemplo, se a árvore for climáxica e tiver dispersão zoocórica e as espécies da fauna que o realizam sofrem um declínio populacional com a fragmentação, após um período de tempo (tempo de latência), necessariamente a população da arbórea sofrerá diminuição, inicialmente visível pela diminuição do número de plântulas. Para um polinizador (por exemplo, uma abelha jataí) uma área pequena com recursos florísticos pode ser suficiente; já para um animal topo de cadeia alimentar (por exemplo, uma onça parda), são necessários de 22 a 150 km<sup>2</sup> para sobreviver (quantidade de alimento no fragmento) e procriar (encontrar parceiros). Por onde a

---

23 Na literatura sobre fragmentação, o isolamento de uma mancha é quase universalmente interpretado como uma medida de configuração de habitat. No entanto, o isolamento é visto de forma mais precisa como uma medida de falta de habitat na paisagem em torno do fragmento (FAHRIG, 2003 p. 509, tradução nossa).

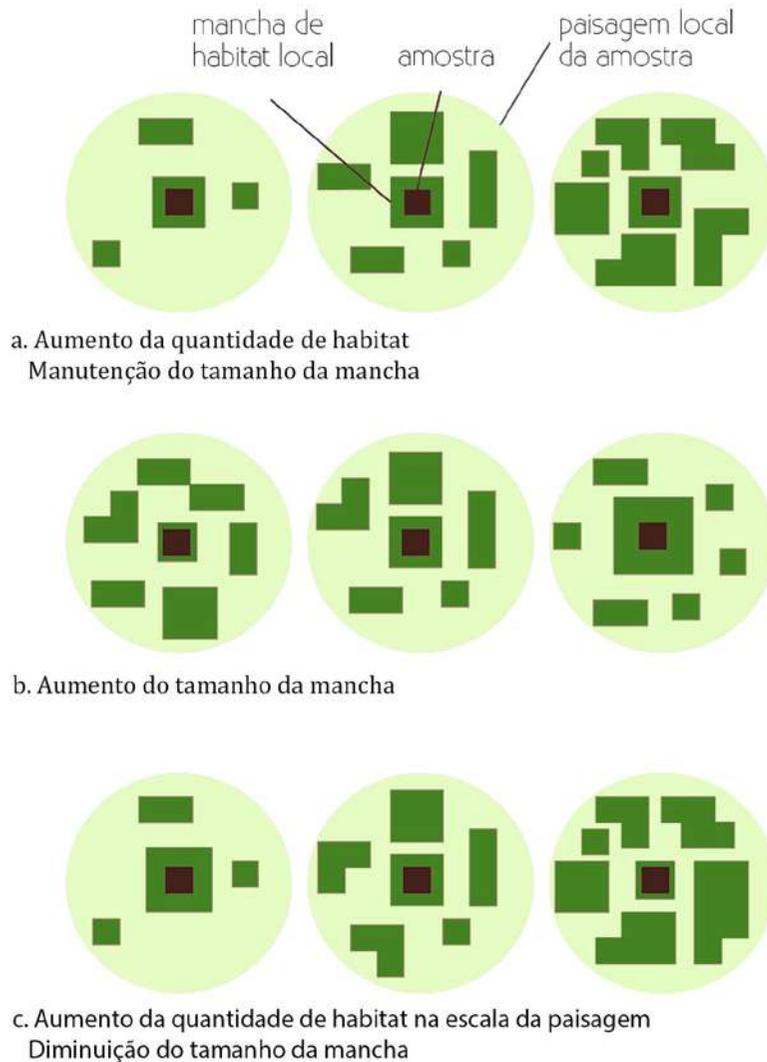
onça teria que percorrer para sua sobrevivência? Próxima as estradas, campos abertos, residências?

Destaca-se que apenas grandes fragmentos com florestas maduras são capazes de preservar espécies sensíveis, especialmente aqueles com grandes exigências de área (Ferraz et al., 2007) ou com requisitos de habitat rigorosos (Ribeiro et al., 2009). Grandes fragmentos florestais maduros são vitais para suportar sementes e permitir recolonização dos pequenos fragmentos ao redor (Ribeiro et al., 2009).

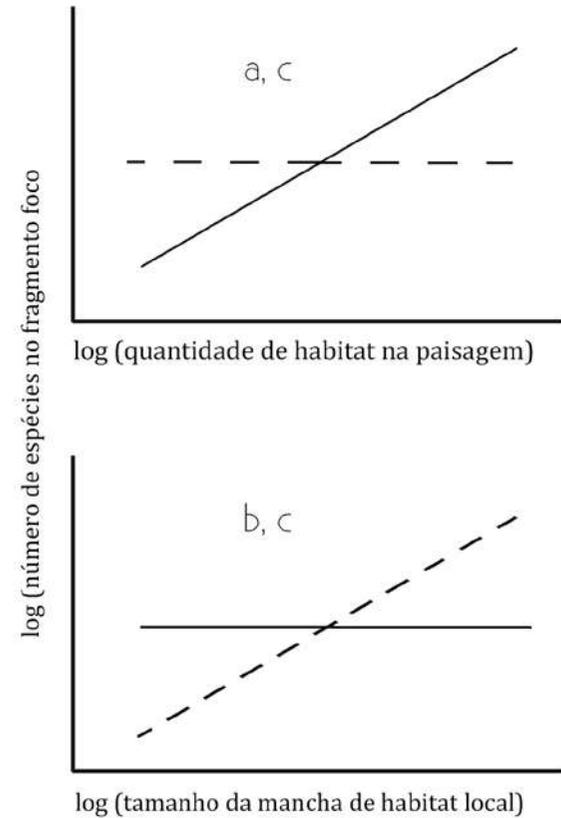
Dado esse processo de fragmentação, considerando a riqueza de espécies, Fahrig (2013) propôs a Teoria da Quantidade de Habitat (do inglês *Habitat Amount*) questionando a real relevância de se estudar os fragmentos individualmente e defendendo considerar apenas a proporção de habitat.

Tal corrente defende ser o número de espécies de uma mancha função tanto do seu tamanho quanto da área de habitat na paisagem circundante, já que é o entorno que afeta a taxa de colonização da mancha. Segundo essa teoria, quando a riqueza de espécies é medida em locais de igual tamanho de amostra em vez de fragmentos de habitats de desigual porte, apenas a variável quantidade total de habitat na paisagem importaria para a biodiversidade – e não os tamanhos de manchas singulares e seu isolamento. Ao considerar o habitat como um conceito espécie específico, a ocorrência e abundância das espécies deve aumentar com a quantidade de habitat, dado que a probabilidade de se achar mais locais equivalentes a mais espécies é maior conforme aumenta-se sua quantidade (desconsiderando entorno). A hipótese prevê que a riqueza de espécies em uma amostra é independente da área da mancha, exceto a contribuição de sua área a quantidade de habitat na paisagem local (Fahrig, 2013). A teoria de Fahrig, todavia, não aborda como a configuração do habitat afeta a riqueza e abundância de espécies, mas sim, a relação direta entre a quantidade de habitat e a riqueza de espécies.

Os testes da hipótese montante habitat geralmente dependem da dualidade habitat vs. não-habitat. Não há uma discussão da permeabilidade (e uma suposta “qualidade” ambiental, uma habitabilidade) da área de “não-habitat”. Contrapontos a esta teoria serão apresentados ao final, com a problematização se há processos ecológicos relacionados somente ao tamanho do fragmento, mesmo quando quantidade habitat na paisagem permanece constante, ou ainda, se a riqueza é menor nas manchas menores, mesmo quando a quantidade de habitat na paisagem local é a mesma.



— consistente com a teoria do montante de habitat  
- - não consistente com a teoria do montante de habitat



**Figura 5.** Previsões da hipótese da quantidade de habitat em que a riqueza de espécies em uma amostra (quadrados pretos) aumenta com a quantidade de habitat na paisagem local (a e c) e não com o aumento do tamanho da mancha dada a quantidade de habitat na paisagem constante (b). Portanto, a riqueza de espécies no local da amostra deve ser independente do tamanho da mancha de habitat local. Observe que não há previsão para o tamanho da mancha no cenário (a) ou para a quantidade de habitat no cenário (b), uma vez que não variam (Modificado de Fahrig, 2013).

## ESTUDOS SOBRE A QUANTIDADE DE HABITAT

*Em estudo sobre a quantidade de Mata Atlântica, Ribeiro et al. (2009) verificou ser a grande maioria dos fragmentos (83,4%) menores que 50 ha em estágio inicial e médio de sucessão. Para os autores, ainda que sejam pequenos, esses fragmentos reduzem o isolamento de grandes áreas contíguas, como no caso da Serra do Mar com áreas de cerca de 100.000 ha cada (Parque Nacional da Serra do Mar e da Bocaina; Jacupiranga e Superagui; Paranapiacaba; Parque Estadual Serra do Tabuleiro e Mosaico Juréia-Itatins), já que fragmentos pequenos podem ser pontos temporários estratégicos para aves.*

*Como recursos podem ser menores em tamanhos limitados (Zanette et al., 2000), a depender do histórico do fragmento encontrou-se correlação positiva entre seu tamanho, a abundância em espécies arbóreas do cerrado (ver levantamento bibliográfico de Scariot et al., 2003) e a riqueza em mamíferos (Vieira, et al. 2003) e aves (ver levantamento bibliográfico de Laps et al., 2003).*

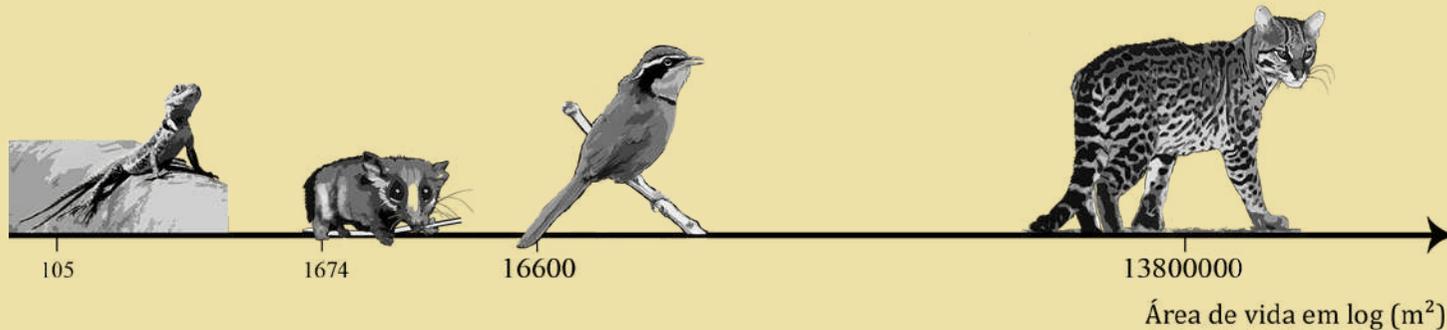
*Em outros estudos, a redução do fragmento não levou à perda de espécies de mamíferos (marsupiais, roedores e morcegos (a comunidade tende a ser mais rica e abundante nos fragmentos menores) (Pardini, 2001; Vieira, 2002) e nem para anfíbios e répteis, seja na Mata Atlântica ou no Cerrado (Silvano, 2003). Algumas vezes,*

*a somatória dos fragmentos tem maior riqueza que áreas florestais maiores e contínuas. Essa “contradição” ocorre devido às espécies de áreas abertas nas bordas (Vieira et al., 2003). Nesse sentido, é importante levantar também a abundância de espécies.*

*Com relação às comunidades arbóreas, devido a sua variedade e resposta desigual a fragmentação, para Scariot et al. (2003) poucos trabalhos discutem os efeitos da fragmentação sobre estas comunidades, sendo a maioria com enfoque descritivo, portanto, generalizações devem ser analisadas com cautela. Williams et al. (2009) defende que as plantas sofrem diminuição de sua população a partir de alguns processos associados a fragmentação da paisagem, com alterações no microclima local associado a efeitos de borda, alterações ao regime de perturbação, mudanças para ciclagem de nutrientes e na dinâmica populacional de espécies.*

## DIRETRIZES PROJETUAIS PARA QUANTIDADE DE HABITAT

- Avaliar o estado de conservação da paisagem: quantidade e qualidade do habitat considerando as especificidades territoriais e de recursos das espécies locais (principalmente dos táxons vulneráveis, Fahrig, 2001), sabendo-se ser os grandes fragmentos – com florestas maduras – prioritários para conservação.
- Conhecer as espécies alvo da conservação (se são especialistas ou generalistas, sua capacidade de dispersão, necessidade de área e sensibilidade às mudanças do meio, ou outras classificações que se sobrepõem como de “interior de floresta”, “sensíveis a urbanização”, “espécies urbanas”); as diretrizes decorrentes do modelo contínuo se concentram na proposição de uma heterogeneidade de habitats em múltiplas escalas espaciais para aumentar o número de nichos disponíveis para diferentes espécies (Fisher & Lindenmayer, 2006). Controle de táxons invasivos com a redução da competição e predação por espécies indesejáveis que poderiam afetar negativamente espécies desejáveis (Fisher & Lindenmayer, 2007).
- Aumento da quantidade de habitat atenuando efeitos prejudiciais do entorno e proximidade com as bordas. Considerando áreas que suportam populações mínimas viáveis, ou áreas mínimas para se manter populações viáveis de grandes predadores. Uma estratégia é pela agregação de Reservas Legais do Código Florestal (Lei nº 12.651, 2012) de diferentes propriedades em uma única área, aumentando a representatividade da heterogeneidade ambiental (Metzger, 2010). Segundo o autor, em regiões onde a vegetação já está consideravelmente reduzida e fragmentada, RL formadas por sistemas que intercalam espécies plantadas de interesse econômico com espécies nativas teriam reduzido valor conservacionista e esta opção deveria ser evitada, ainda que fragmentos pequenos possam, em conjunto, possuir maior riqueza do que um fragmento grande, por representarem áreas com características e composição heterogêneas. Veja que se defende a manutenção destes fragmentos pequenos, mas coloca-se como prioridade a proposição e conservação dos maiores. Ressalta-se que os pequenos fragmentos podem manter alguns táxons em áreas com limitada concentração de habitat.
- Conservar as áreas verdes urbanas com grande extensão de vegetação em UC dividindo suas bordas conforme uso restrito, semi-restrito e social (em ambientes sucessionais no entorno dos fragmentos).



**Figura 6.** Área de vida mínima para *Tropidurus torquatus* ( $132 \pm 104,87 \text{ m}^2$ ), *Gracilinanus microtarsus* ( $2128 \pm 1674 \text{ m}^2$ ), *Melanopareia torquata* ( $17500 \pm 16600 \text{ m}^2$ ) e *Leopardus pardalis* ( $27 \times 10^6 \pm 13,8 \times 10^6 \text{ m}^2$ ). A área de vida é o local onde eles passam grande parte do tempo realizando suas atividades. Dentro dela existem locais para fuga de predadores (Odum, 1983) e para deslocamento por busca por recursos como alimento, parceiro e demarcação de território (Passamani et al., 2007), variando conforme a espécie, seu tamanho e sexo e o deslocamento. Veja que quanto maior o fragmento, maior a probabilidade de conservar diferentes habitats e, portanto, espécies, beneficiando principalmente espécies que têm como área de vida somente a mancha, e, portanto, mais vulneráveis à fragmentação. Como a variação é grande e não depende somente do tamanho da espécie, em cada estudo devem ser levantadas as necessidades das espécies focais para proposição de estratégias do tamanho necessário a cada reserva (Fonte dos dados de área de vida: Passamani et al. 2007; Felappi, 2009; Kanegae, 2009; Oliveira, 2012). Há uma dificuldade em selecionar as espécies focais residente na necessidade de pesquisas que guiem a escolha estratégica para conservação.

### 1.3.2 Efeito de Borda

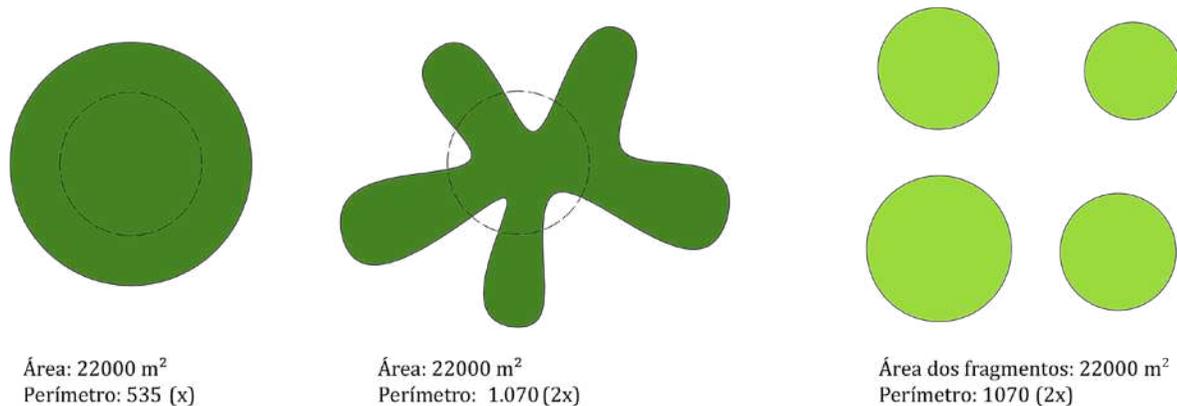
O formato do fragmento do habitat pode afetar sua dinâmica ecológica. Quanto maior for essa relação, maior será a superfície perimetral de contato entre a floresta e seu entorno, portanto, maior o efeito de borda e menor a área central.

O efeito de borda causa alterações bióticas e abióticas, as principais alterações abióticas são aumento da radiação solar e temperatura, risco de erosão e assoreamento, redução da umidade relativa e da resistência à ação do vento (ASSIS, 2014). Dentre as alterações bióticas, destacam-se as mudanças na estrutura e dinâmica da comunidade vegetal, na diversidade e abundância da fauna e nas interações entre ambas.

Em outras palavras, quanto maior o perímetro, maior a influência dos fatores externos sobre o

fragmento, com mudanças no microclima local e distribuição e abundância de espécies (Murcia, 1995), mas não necessariamente menor a abundância de todos os táxons (Fisher & Lindenmayer, 2007). Nesse sentido, considera-se a variação ecológica em resposta a diferentes tipos de bordas – entre táxons, tipos de vegetação, regiões (Lindenmayer et al., 2008) e diferentes escalas (Laurance et al., 2001).

Por exemplo, espécies de árvore não tolerantes a incidência solar direta podem não sobreviver, favorecendo que pioneiras heliófitas ou espécies tolerantes a áreas abertas (que realizam aclimação das folhas) tenham vantagem competitiva nestes ambientes. Muitas vezes, as espécies arbóreas localizadas nas diferentes bordas não são as mesmas que no centro do fragmento, a população e biodiversidade arbórea não é a mesma em toda área.



**Figura 7.** Esquema ilustrativo da relação perímetro sobre área. Quanto maior esta relação, maior o efeito de borda, ainda que se mantenha em todos os casos a mesma área do fragmento (ou sua somatória). A primeira mancha com formato circular tem seu centro mais distante das bordas e menor superfície perimetral que as demais. A variável entorno foi mantida constante.

## ESTUDOS SOBRE EFEITO DE BORDA

Os efeitos de borda modificam o comportamento e distribuição de um vasto espectro de populações de animais (Laurance et al., 2004; Potts & Lewis, 2016) e a alteram a comunidade arbórea. Em um fragmento de Floresta Semidecidual de Lavras (MG), constatou-se fortes variações na composição, estrutura e dinâmica da comunidade de árvores correlacionadas com o efeito de borda (Oliveira Filho, 1997 apud Scariot et al., 2003), sendo que após a fragmentação da área vegetada verificou-se o aumento da mortalidade de árvores adultas (Lovejoy, 1983; Laurance, 1997).

A riqueza e abundância de sapos na Mata Atlântica não variou a partir da relação entre o efeito de borda dos diferentes tipos de entorno dos habitats (plantação de café, plantação de eucalipto e pastagens). Para distribuições de rãs, o tipo de matriz não teve nenhum efeito nas bordas da floresta ou no interior da mata; no entanto, a menor riqueza e abundância de bromélias e de serapilheira na matriz em comparação com o interior da floresta influenciaram na população de rãs. O fato de que três espécies foram encontradas exclusivamente no entorno da mata mostra que esses habitats também são importantes para a manutenção da diversidade de anfíbios (Ferreira et al., 2006).

Para avifauna, alterações microclimáticas, especialmente o aumento na luminosidade e diminuição da umidade expulsam espécies de sub-bosque, seja pela sua sensibilidade ou pela necessidade de espaços para construção de ninhos (Laps et al., 2003). O autor constatou que parte da comunidade de aves (patinho, do sabiá-coleira e da choquinha-lisa) da região de Viçosa tendeu a ser mais abundante nas áreas dos fragmentos florestais em estágio avançado de regeneração. Outras espécies, entretanto, mostraram associação com vegetação em estágio inicial de regeneração ou bordas, como o formigueiro-da-serra (*Formicivora serrana*) e a maria-verdinha (*Hemitriccus nidipendulus*), ambas endêmicas da Mata Atlântica.



**Figura 8.** *Hemitriccus* sp., no Parque Estadual da Cantareira (Fonte: <<http://hotspotbirding.com>> Acesso 29 fev. 2016).

*Diversos estudos mostram que os pequenos mamíferos são afetados pela fragmentação da Mata Atlântica, já que raramente dispersam por áreas abertas (Pires et al., 2002). A maioria das espécies endêmicas é incapaz de ocupar habitats antropogênicos (Umetsu e Pardini, 2007). Por outro lado, a maioria das espécies é capaz de ocupar florestas secundárias (Pardini e Umetsu 2006; Pardini et al. submetido), como as comumente encontradas em paisagens fragmentadas. E há um efeito de borda sobre a riqueza e a abundância de espécies não-endêmicas que aumentam nas bordas em comparação aos interiores de remanescentes (Pardini, 2004; Pires et al., 2005). Ainda assim, alguns estudos têm refutado a correlação positiva entre a forma mais “arredondada” do fragmento florestal (e com provável “menor” efeito de borda) e a abundância de espécies (biodiversidade).*

## **DIRETRIZES PROJETUAIS PARA EFEITO DE BORDA**

Contribui à discussão metodológica considerar o comportamento do animal em termos de procura por recursos (uma variável seria a distância de deslocamento entre habitats) enquanto fator relevante no planejamento ambiental, em específico na escolha do tamanho dos fragmentos e de qual a menor magnitude dos efeitos de borda desejada.

Considerando o espectro do efeito das diferentes bordas para os táxons, sugere-se no entorno da área de amortecimento considerar que há uma diminuição do efeito de borda a 50 m para aves e plantas (Murcia, 1995), de 25 a 35 m para anfíbios (Demaynadier & Hunter, 1998 na região de Maine) e de até 25 m para as variáveis abióticas (temperatura do ar, incidência luminosa e umidade do solo) (Murcia, 1995).

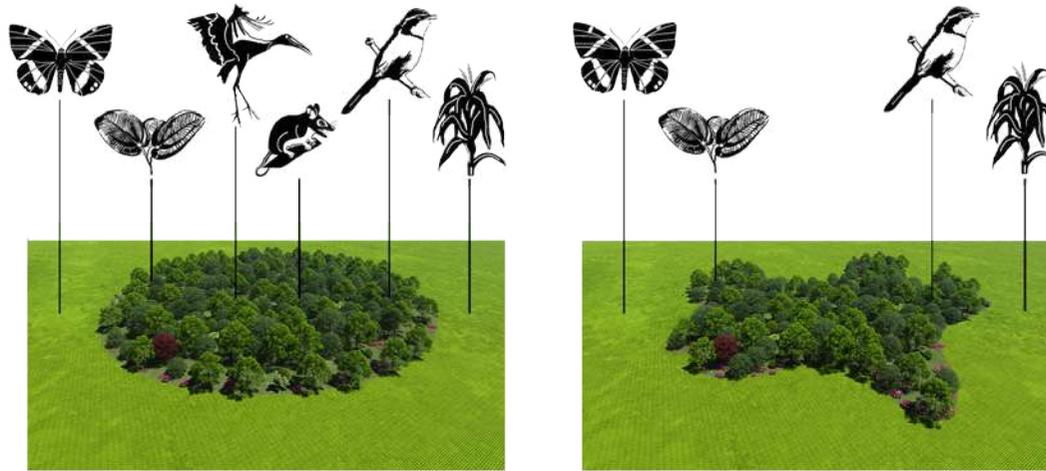
Dada a literatura, em suma, os efeitos de borda mais intensos ocorrem nos 100 primeiros metros (Laurance et al., 2002). Faz-se a ressalva de que efeitos de borda de 200 m a 600 m podem ocorrer para determinadas espécies (Wilcove et al., 1986; Temple & Cary, 1988).

Assim, sugere-se para os grandes fragmentos áreas de amortecimento com uso do solo controlado (a depender do entorno) em uma transição gradual (com preservação do sub-bosque) entre fragmento e entorno.

Na escolha exata de qual tamanho do *buffer* deve-se estudar qual a composição do entorno e as pressões externas a que o fragmento está submetido.



**Figura 9.** Esquema demonstrando o efeito de borda para quatro espécies diferentes (os quadros verdes são áreas onde as espécies são encontradas). A espécie 2 é mais afetada pelo efeito de borda do que a espécie 1. Já a espécie 3 apresenta ampla distribuição tanto do interior do fragmento quanto nas suas bordas. A espécie 4 beneficia-se do efeito de borda, a exemplo das invasoras. Verifica-se que o efeito de borda é diferente conforme o entorno do fragmento, neste caso agrícola (escalonamento menor) ou urbano (alto contraste, mudança brusca).



**Figura 10.** Esquema ilustrando o efeito de borda em diferentes espécies. Nota-se que, com a diminuição do núcleo central, *Mycteria* sp. e o *Marmosops* sp. diminuem em abundância. Muitas vezes algumas populações chegam a se extinguir pelos efeitos ocasionados pelo aumento do perímetro da borda, dada a maior exposição aos ventos, altas temperaturas, radiação solar e baixa umidade, além da mudança da interação entre as espécies (predação, parasitismo, competição, dispersão de sementes e polinização). Considerando os diferentes tipos de entorno, há diferentes tipos de efeito de borda, e o alto contraste estrutural ocasiona a maior presença de espécies pioneiras, além das invasoras que podem se beneficiar desses ambientes (Harper et al., 2005). Nesse sentido, comumente o centro é mais preservado e apresenta estágios de regeneração maiores. A forma como os organismos percebem e respondem às bordas, muitas vezes, diferem dos seres humanos.

Embora sejam conhecidos os efeitos negativos sobre os ecossistemas do aumento da borda, nem todas são necessariamente prejudiciais para as espécies nativas (Yahner, 1988), sobretudo quando as bordas do fragmento não apresentam grande contraste estrutural (Tubelis et al., 2004). Diferente situação ocorre com as bordas de fragmentos próximas a áreas densamente povoadas e construídas, a exemplo das relativas ao PEC em seu setor sul, conforme apontado na parte 3.

Com enfoque no comportamento das espécies e não somente na estrutura observada, estudos recentes (Potts et al., 2014) apontam que a noção de tamanho da mancha, isolamento e borda pode ser pensada por meio da incorporação de movimento individual na seleção de recursos em paisagens heterogêneas. Afinal, os animais não são capazes de avaliar toda a paisagem antes de decidir onde residem, pois eles são limitados pela

sua capacidade de se mover e perceber a paisagem circundante. Nesse sentido, a distância e a frequência dessas decisões terão um efeito sobre os locais em que eles tendem a ser observados (Potts & Lewis, 2016).<sup>24</sup>

### 1.3.3 Conectividade

Quando o habitat original se encontra disperso em inúmeros fragmentos, isolando e reduzindo o tamanho das populações nativas, a sobrevivência das espécies depende de suas habilidades de se deslocarem (Metzger, 2010), pelos diferentes usos do solo do entorno, como áreas agropastoris, urbanas, estradas, entre outros.

Nesse sentido, estabelece-se o conceito chave da ecologia das paisagens: estabelecer a conectividade entre os fragmentos para manutenção da dinâmica populacional e também do fluxo de gênico, de energia e matéria. Este é um processo primário que influencia no funcionamento do ecossistema e da distribuição, abundância e persistência de toda a biota (Lindenmayer et al., 2008). A conectividade<sup>25</sup> pode ser considerada como a capacidade da espécie focal de se locomover através de diferentes componentes das paisagens, mantendo seus processos ecológicos. É a taxa de circulação de uma dada espécie em toda a paisagem, considerando movimentos inter e intra mancha (Pascual-Hortal & Saura, 2006).

A promoção da conectividade facilita movimentos entre fragmentos isolados que não seriam viáveis a várias populações, reduzindo os efeitos negativos da perda e fragmentação dos habitats sobre a biodiversidade (Metzger, 1999; Bennett, 2003; Martensen et al., 2008) e o aumento da diversidade genética. Em outra ponta

---

24 Em trabalho sobre ligação analítica entre as decisões comportamentais de movimento dos animais individuais perto de bordas e o tipo de padrões de abundância da população, Potts & Lewis (2016) verificaram que animais que tomam decisões localmente irão apresentar efeito de borda mínimo em comparação com aqueles que tomam decisões com base em distâncias maiores do movimento.

25 Algumas teorias procuraram explicar quais fatores afetam a conectividade, como a Teoria da Percolação do Habitat (Stauffer, 1985) que confronta padrões espaciais com sistemas construídos randomicamente. Seu uso aplicado à ecologia da paisagem cria probabilidades da possibilidade de conexão entre áreas de habitat, sendo possível fazer inferências para ambientes heterogêneos e não estáveis ao longo do tempo, enquanto um protótipo estimado da eficiência de corredores ecológicos (Oborny et al., 2007). Esta dicotomia (habitat vs. non-habitat) apresenta a base para modelos de dispersão de espécies, em uma avaliação mais facilmente apreendida da conectividade do habitat em paisagens fragmentadas (With, 2002). O limiar de percolação é de 59,28% em paisagens homogêneas geradas por modelos (Stauffer, 1985), indicando a necessidade de se manter 60 a 70% do habitat original para que a paisagem tenha uma estrutura adequada para fins de conservação (Metzger, 2010). Para o autor, o limiar de percolação, portanto, é a quantidade mínima de habitat necessária em uma paisagem para que uma espécie (não capaz de sair do seu habitat) possa cruzar a paisagem de uma ponta a outra.

pode-se investigar seus efeitos negativos. É possível questionar se a conectividade deve ser objetivo primeiro em qualquer projeto que trabalhe os fragmentos. Afinal, será que a conectividade pode promover a disseminação da taxa invasiva, viabilizando a colonização de espécies invasoras, pestes e doenças<sup>26</sup>? Ou ainda há possibilidade de que corredores facilitem a movimentação de espécies que já são relativamente móveis e que não funcionem para aumentar os movimentos de espécies mais sedentárias, justamente as que se prejudicam com a fragmentação (Hobbs, 1992 apud Candia-Gallardo, 2011)? Tais questões são apenas encaminhadas conforme a casuística, não existe uma única resposta.

Destaca-se a distinção em três tipos de conectividade de Lindenmayer & Fischer (2007):

- da paisagem: conexão física de um determinado tipo de cobertura do solo com a perspectiva humana;
- do “habitat”: conexão de “manchas” de habitat para um determinado táxon, perspectiva da espécie;
- ecológica: conexão dos processos ecológicos em múltiplas escalas espaciais, perspectiva do ecossistema.

Uma outra diferenciação entre tipos de conectividade refere-se a ser “estrutural ou funcional” (Wiens et al. 1997). A conectividade estrutural está relacionada ao padrão da paisagem, distância entre fragmentos, quantidade e complexidade dos corredores (With et al., 1997; Uezu et al., 2005) e pela permeabilidade do entorno (KUPFER et al., 2006). Já a conectividade funcional é definida pela capacidade de uma espécie para mover-se através de uma paisagem (Uezu et al., 2005), considerando todos os tipos de habitats e de matriz e o arranjo espacial da paisagem (Villard & Metzger, 2014). Trata-se de um atributo espécie-específico e do indivíduo não necessariamente relacionado à presença de corredores que conectem estruturalmente dois fragmentos. A capacidade de cruzar por entre fragmentos de habitat varia conforme sua capacidade de dispersão, da permeabilidade do entorno (ou em espécies com capacidade de voar, da sua autonomia de voo).

Deve ainda ser pontuado que o conceito de conectividade não pode ser confundido com o de corredores. Para ser funcionalmente conectado, o habitat, para determinado táxon, não tem que ser ininterrupto. Veja que é abordada aqui a conectividade em sua acepção geral, e não somente enquanto sinônimo de corredores.

Em outras palavras, pode haver conectividade funcional entre dois fragmentos de mata mesmo sem o

---

26 O impacto de corredores na expansão de espécies exóticas, doenças e pestes necessita de mais pesquisas (Levey et al., 2005), e o custo-benefício da implantação de corredores frente a outras ações de conservação, tal como a proteção de áreas isoladas ou o aumento da área e qualidade de manchas de habitat, permanece em aberto (Candia-Gallardo, 2011).

estabelecimento de um “corredor formal” estruturado entre eles.

A conectividade da paisagem, estrutural e/ou funcional, pode se dar pelo estabelecimento elementos lineares em corredores florestais contínuos, em *stepping stones* (“trampolins” fragmentados) ou por um entorno circundante permeável.

Especificamente com relação aos corredores, a sua diferenciação em corredor funcional dependerá da espécie estudada e do uso efetivo deste elemento. Reforça-se que não se defende uma divisão e representação gráfica estática entre mancha, enquanto habitat, e corredor, enquanto passagem. Entende-se tratar de um fragmento florestal (de variadas composições) com formato linear que beneficia a movimentação de indivíduos para as demais formações florestais disponíveis (podendo ser inclusive habitat e refúgio para determinadas populações, conforme Lindenmayer e Franklin 2002; Metzger, 1999).

### **A diferentes acepções dos corredores estruturais**

Os corredores estruturais (a depender da espécie, também funcionais) podem localizar-se ao longo de rios e córregos ou em áreas não alagáveis com declividades não acentuadas.

No primeiro caso, ao longo destes elementos hídricos ou no entorno imediato é possível observar tanto formações florestais quanto manchas urbanas. Cumpre lembrar que a presença de matas ripárias é importante para filtragem de sedimentos, controle da erosão e redução do assoreamento além de fornecer recursos e abrigo à fauna. Ademais, elas são protegidas pelo Código Florestal Brasileiro que prevê sua manutenção, conservação e restauração enquanto Áreas de Preservação Permanente (APP). Além de reduzirem a erosão, a entrada de compostos químicos e nutrientes nas bacias, contribuindo com a qualidade e fluxo da água (Laurence, 2004; Metzger, 2010), os corredores melhoram o microclima local e, a depender do projeto, podem controlar a expansão da mancha urbana concomitante à arborização urbana.

Já os corredores não associados a águas podem ser planejados em componentes do sistema viário,

ferroviário,<sup>27</sup> parques lineares e linhas de alta tensão,<sup>28</sup> podendo ser associados a elementos estratégicos de fluxo contínuo para integração da mobilidade urbana. Reside aí o carácter multifuncional dos corredores associados aos serviços ecossistêmicos. Um exemplo são as trilhas urbanas, que são um percurso – tanto de circulação como de aprendizagem e autorreflexão ligando pontos de interesse – sociais e/ou ambientais –, no trajeto (Sandre et al., 2015). Para estes, o termo trilha carrega uma simbologia histórica de caminho e conexão, podendo, portanto, ser aplicado à ligação entre os espaços e equipamentos urbanos. É possível interpretar a trilha como uma alegoria de processo de descobrimento do viajante, em uma autorreflexão com relação ao espaço físico que percorre.

Na nomenclatura usada em arquitetura da paisagem<sup>29</sup>, dado o formato linear, chamam-se os parques localizados em córregos de parques lineares ou corredores verdes.<sup>30</sup> Entendidos enquanto redes de território que contêm elementos lineares planejados, eles são projetados e gerenciados para vários fins, incluindo os ecológicos, recreativos, culturais, estéticos ou outros fins compatíveis com o conceito de uso sustentável da terra (Ahern, 1995).

Na prática, corredores verdes e parques lineares, usualmente utilizados por arquitetos em projetos, não necessariamente mantêm e promovem processos ecológicos na paisagem. Portanto, só podem ser chamados de corredores funcionais (os chamados “ecológicos”) e serem considerados enquanto verdadeiros objetos de “manutenção de fluxo gênico” se forem feitos estudos científicos. Ainda que a conectividade seja fator relevante em um universo de fragmentos desconexos, a simples ligação por meio de parques lineares<sup>31</sup> – com cobertura

---

27 A transformação de estruturas de infraestrutura abandonadas, como as ferrovias, em corredores verdes deu-se a partir da década de 1960, originando o movimento *rails to trails* (trilhos a trilhas) nos EUA (Ignatieva, 2011).

28 Na faixa de segurança pode ser plantada vegetação rasteira, como hortaliças e plantas ornamentais com altura inferior ou igual a 1,5 m (a exemplo das realizadas em São Paulo e Maringá).

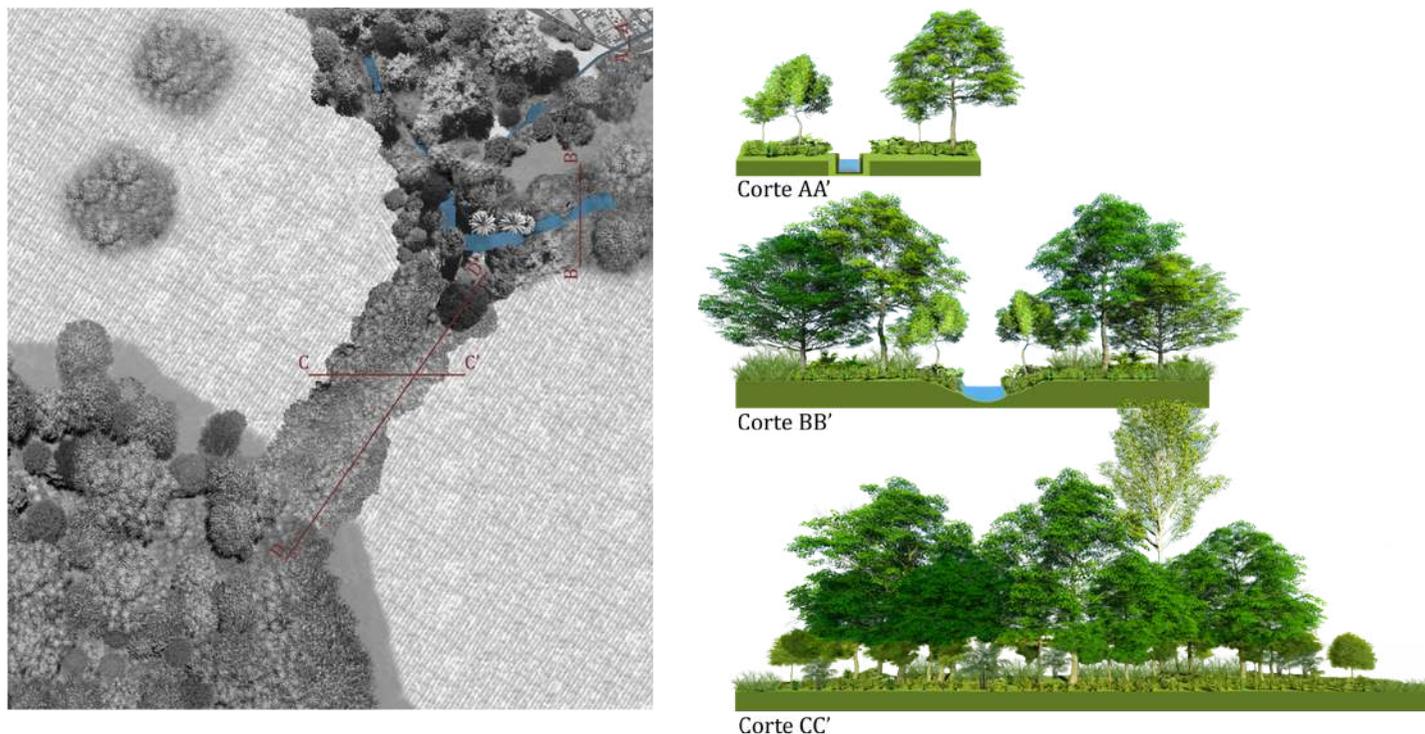
29 O termo tem visões distintas nos países europeus e nos Estados Unidos. Os primeiros assumem uma tendência em caracterizar os corredores verdes com sua finalidade ecológica, já no último assumem-se características multifuncionais. No Brasil, parece haver um consenso de que os corredores verdes são dissociados de suas funções ecológicas, assumindo carácter paisagístico geralmente associado a funções de mobilidade, estética e recreação (Hannes & Suassuna, 2016).

30 Ainda que a depender do relevo são meandricos e/ou anastomosados.

31 A simplicidade do conceito corredor e a facilidade relativa com que os corredores podem ser implementados em exercícios de planejamento pode levar a uma falha de considerar a função de conectividade das áreas circundantes (Hannon & Schmiegelow, 2002).

do solo e projeto de plantio sem critérios científicos – não necessariamente atinge os objetivos funcionais de permitir a movimentação de espécies e, conseqüente, viabilidade populacional.

Ainda que sua presença possa implicar em maior potencial de conexão entre populações, a conectividade não garante, por si só, a persistência da espécie, dada a área mínima requerida pela espécie para manter uma população com um tamanho mínimo viável (With, 2002).



**Figura 11.** Esquema ilustrando diferentes tipos de conexão e entornos. No corte AA' verifica-se um corredor verde em um parque linear inserido em um entorno urbano; no BB' um corredor ecológico associado a um elemento hídrico; no CC' um corredor ecológico cuja funcionalidade associada será uma variável dependente da espécie. Destaca-se a esquerda *stepping stones* conectando fragmentos (segundo Forman, 1995 são manchas de vegetação espalhadas em um recorte de uma determinada paisagem que podem contribuir para a conectividade da paisagem, mas não necessariamente serão utilizados por todas as espécies, podendo não contribuir para a conectividade do habitat). As diferentes estruturas e composição da paisagem dos entornos pode influenciar na capacidade das espécies de se locomover por entre os fragmentos, promovendo diferentes níveis de conectividade. O isolamento estrutural de fragmentos não implica em isolamento funcional. Ainda que tenha baixa funcionalidade, se no corte AA' for mantida a vegetação ripária, esta pode manter temperaturas mais baixas das águas ao fornecer sombra.

Corte DD'



**Figura 12.** Declividade enquanto uma das variáveis da funcionalidade de um corredor. Ao realizar o corte longitudinal do corredor CC' verifica-se que a alta declividade diminui o número de espécies que dele podem utilizar para sua dispersão. Não só a composição florística, mas a declividade, largura e tamanho influenciam no potencial conectivo entre fragmentos, além da permeabilidade do entorno.

## ESTUDOS SOBRE A CONECTIVIDADE

*A riqueza e composição de espécies de aves da Mata Atlântica foram maiores em corredores largos (> 100 m, onde em uma redução de 60 para 30 m de largura perde-se cerca de 30% das espécies de aves florestais), mas não em relação com o tipo de corredor (Candia-Gallardo, 2011). Esclarece-se que muitas das aves que vivem em florestas, ainda que voem, não conseguem transpor ambientes alterados, por não possuírem autonomia de voo (Laps et al., 2003).*

*Ainda que se possa discutir a possibilidade de apresentar efeito de borda às espécies especialistas, atualmente, em levantamento feito por Naxara (2008), a funcionalidade dos corredores para a movimentação de indivíduos (Lima e Gascon, 1999, Bolger et al., 2001; Machtans et al., 2002; Vákonyi et al., 2003; Selonen e Hanski, 2003; Hilty e Merenlender, 2004; Shirley, 2006; Castéllon e Sieving, 2007 apud Naxara, 2008) e como habitat (Hannon e Schmiegelow, 2002; Monkkonen e Mutanen, 2003; MacDonald et al., 2005; Horkins et al., 2006; Lussier et al., 2006, Less e Peres, 2008 apud Naxara, 2008) já foi evidenciada empiricamente para diversos táxons.*

*Naxara (2008) em estudo de uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica do Planalto Atlântico Paulista, verificou que os corredores ripários são funcionais*

*e provêm habitat para os pequenos mamíferos; não facilitam a proliferação de espécies generalistas e/ou não-endêmicas; apresentam menor efeito de borda que as dos fragmentos; possuem, tal qual as bordas e interiores dos fragmentos, a mesma disponibilidade de recursos e estrutura da vegetação – ou seja, a mesma qualidade do habitat para a fauna.*

*Segundo estudos feitos por Metzger, Goldenberg & Bernacci na Mata Atlântica (Metzger, 2010), corredores com apenas 30 m têm capacidade muito limitada de manutenção da biodiversidade.*

## DIRETRIZES PROJETUAIS PARA CONECTIVIDADE

Sabe-se que há várias abordagens para fornecer conectividade para as espécies e processos ecológicos. Neste momento enfoca-se nos corredores para, na próxima seção, discutir o entorno.

Diante do crescente uso de recursos investidos em corredores, de um lado, e da escassa base empírica que sustenta sua eficiência, de outro, torna-se necessário avaliar sua eficácia como estratégia de conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas (Candia-Gallardo, 2011). Em qual recorte e momento a conectividade é desejável? Qual a escala de estudo?<sup>32</sup> Como aferir se o padrão estrutural proposto no projeto promove a conectividade funcional?<sup>33</sup> Adicione-se a dificuldade de considerar, por exemplo, as diferentes capacidades de movimento entre as espécies.

Um corredor efetivo deve facilitar a sobrevivência da maior quantidade possível de espécies sensíveis em uma paisagem (Laurance, 2004), portanto, é necessário controlar a composição florística, além também da sua largura, extensão, topografia e tipo (ripário ou não ripário) (Candia-Gallardo, 2011). Neste contexto, a disponibilidade de habitat ou sua acessibilidade para determinada espécie (Pascual-Hortal & Saura, 2006) é uma medida útil de conectividade funcional, além da verificação das rotas comuns de dispersão.

Considerações projetuais:

- Podem ter como foco o aumento de permeabilidade da matriz, o projeto de corredores e/ou de stepping stones (rurais ou urbanos)
- Projeto em várias escalas espaciais e temporais. Com redundância de corredores, criando uma rede multifuncional de múltiplos caminhos
- Variedade composicional, evitando corredores com poucos tipos de árvores e espécies arbustivas.

---

32 Dado que efeitos de escala são significativos para a conectividade ecológica, especialmente na dispersão de sementes (Levey et al., 2005).

33 Para averiguar a eficácia de corredores em promover conectividade não basta apenas demonstrar que estes são usados para movimentos – é preciso demonstrar que em sua ausência os movimentos não ocorrem ou ocorrem em frequência muito baixa (Beier e Noss, 1998 apud Candia-Gallardo, 2011).

- Seleção de áreas estratégicas<sup>34</sup>

Verificar condições biofísicas (topografia, altitude e declividade, tipo de solo, composição florística), econômicas (uso do solo e custos da aquisição de terras), sociais (histórico de uso da terra), legislativas (Código Florestal). Os corredores ripários em matas ciliares podem se dar pela aplicação da legislação brasileira.<sup>35</sup> Os não ripários podem se dar em divisão de áreas produtivas, além da promoção de fragmentos menores, não necessariamente estruturalmente ligados, chave destas conexões,<sup>36</sup> por exemplo, com o plantio de árvores que podem agir como *stepstones*, aumentando a conectividade funcional (Fischer & Lindenmayer, 2002).

- Controle do tamanho (largura e extensão)

A largura afeta diretamente a qualidade do habitat do corredor dado o efeito de borda. Como vimos, em florestas tropicais a maior intensidade dos efeitos de borda ocorre nos 100 primeiros metros (Laurance et al. 2002), o que implica que corredores com menos de 200 m seriam formados essencialmente por ambientes de borda, altamente perturbados (Metzger, 2010).

Em vista da literatura e do entendimento do efeito de borda, do tipo de entorno, composição e comprimento, sugere-se que os corredores inseridos em entorno agropastoril tenham, no mínimo, uma largura de 200 m. Em outro extremo, se inseridos em uma matriz urbana, cabe considerar estudos sobre a diferença na magnitude do efeito de borda em grandes adensamentos populacionais e sua pertinência para manutenção dos processos ecológicos no recorte em específico.

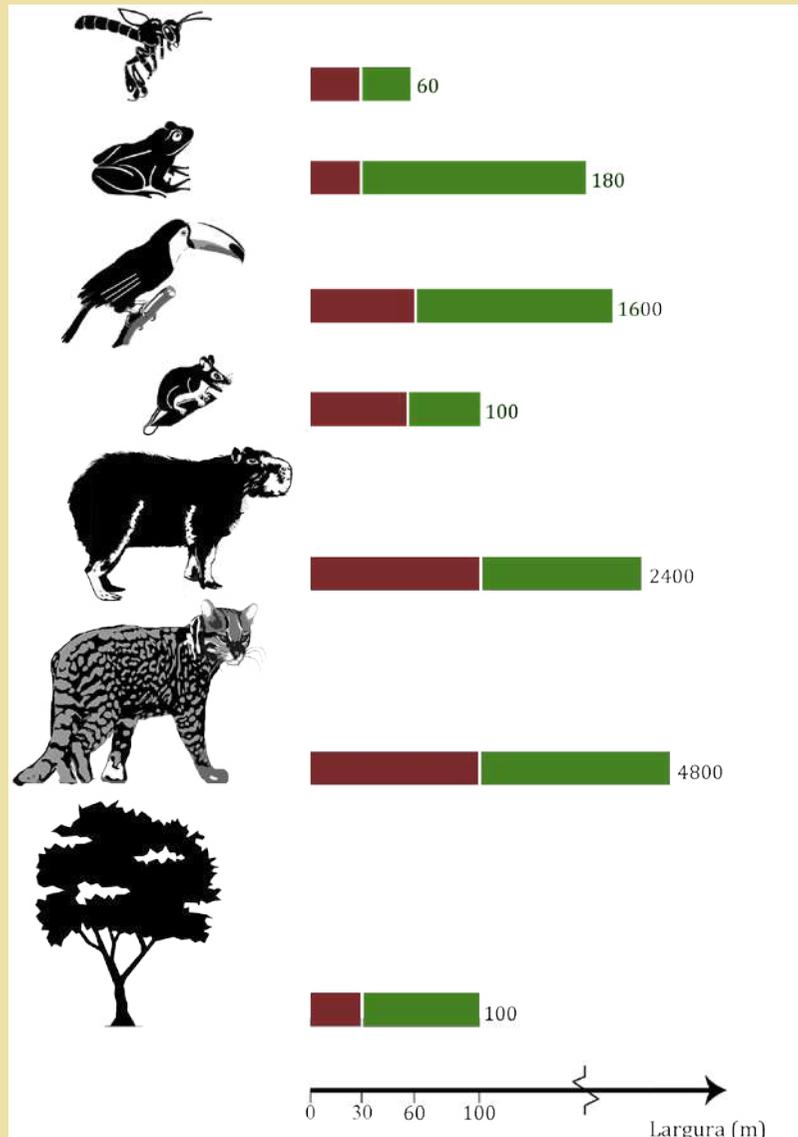
---

34 Para análise de áreas para corredores ecológicos ver Pereira & Cestaro (2016).

35 Segundo Resolução CONAMA nº 9, de 24 de outubro de 1996 e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei 9.985/2000) conceitua o Corredor ecológico como a faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação primária em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar habitat ou servir de área de trânsito para a fauna residente nos remanescentes, sendo que sua largura é fixada previamente em 10% (dez por cento) do seu comprimento total, mínima de 100 m. O conhecimento científico permite não apenas sustentar os valores do antigo Código Florestal de 1965 em relação às APPs, mas indicar a necessidade de expansão para limiares mínimos de 100 m (50 m de cada lado do rio), independentemente do bioma, grupo taxonômico, solo ou tipo de topografia (Metzger, 2010). Para análise da legislação ver Candia-Gallardo (2011).

36 Os fragmentos pequenos constituem uma grande parte dos remanescentes de vegetação da Mata Atlântica (83,4%, com <50 ha) (Ribeiro et al., 2009).

Contudo, sua proposição é válida ainda que não haja um conhecimento conclusivo sobre seus benefícios para a biota urbana (mesmo que fosse como aceitar uma falsa hipótese nula – de que os corredores não têm efeito –, em um erro tipo II segundo Niemelä, 2009).



Além disso, não se desconsidera os benefícios sociais provenientes da implantação de parques lineares. Nestas áreas urbanas consolidadas indicam-se corredores verdes (não necessariamente ecológicos) multifuncionais. Desta forma, compreender e medir a conectividade funcional para animais com habitats que foram fragmentados requer que se considere vários fatores, evitando assim possíveis generalizações equivocadas. No encaminhamento destas perguntas reside a reiteração da necessidade do estudo de diferentes profissionais da paisagem – como o biólogo – para uma contextualização com embasamento científico do território em questão.

**Figura 13.** Distinção entre a largura média necessária dos corredores (metros) suficiente para ter uma área central livre de efeitos de borda para os grupos de espécies (parafiléticos) de insetos, anfíbios, aves, pequenos, médios e grandes mamíferos. Verifica-se que há grande variação dentro dos grupos (em vermelho o mínimo necessário a sobrevivência), dada a variabilidade de espécies componentes. Essa variação é espécie específica e depende da sua sensibilidade à fragmentação, ao efeito de borda e da sua capacidade de dispersão. (Dados e figura baseados no estudo de Bentrup, 2008).

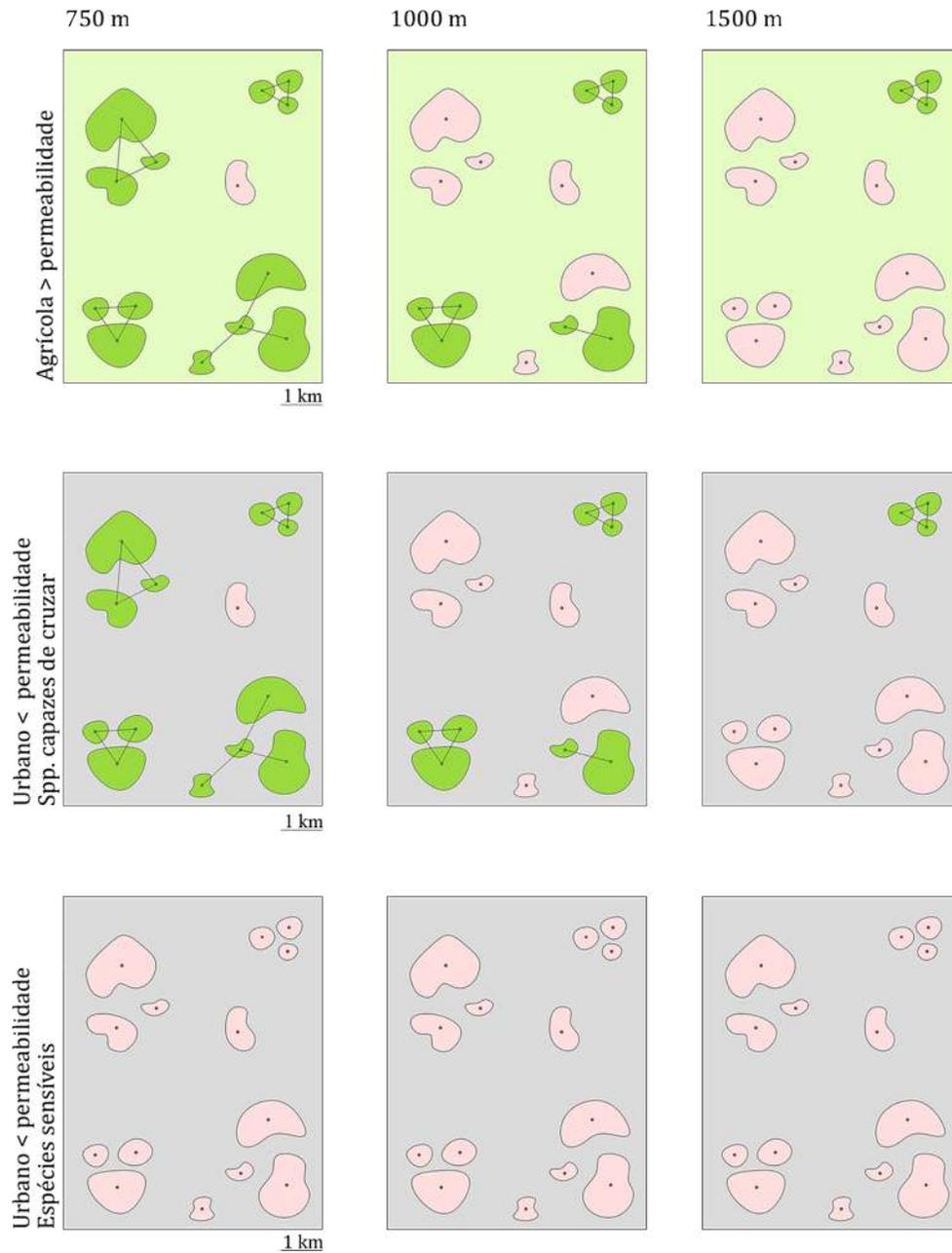
### 1.3.4 A Teoria dos Grafos

Desenvolvida no século XIX por Lenhard Euler, a Teoria dos Grafos estuda as relações entre os objetos de um determinado conjunto a partir de estruturas chamadas de grafos. A Teoria dos Grafos foi aplicada à ecologia por Urban & Keitt (2001) e refere-se à relação entre a locomoção das espécies e padrões ecológicos. Seu uso oferece uma análise da paisagem funcional, para além de seus elementos estruturais.

A paisagem é representada como uma rede de nós que são conectados pelas ligações (por exemplo através da dispersão), tendo por resultado uma caracterização da paisagem (Cantwell e Forman, 1993). Os grafos conceitualizam uma entidade da paisagem em um conjunto de pontos, os 'nós' que representam os fragmentos de vegetação conectados por linhas que são os fluxos dos organismos e sua capacidade de deslocamento de um nó a outro pelo entorno. Para diferentes deslocamentos das espécies há diferentes grafos. As medidas comumente utilizadas relacionam os nós e links e seu papel no padrão da rede, como: o número de ligações conectadas a um determinado nó (grau de nó), que serve como um indicador de acessibilidade e importância do nó (Kupfer, 2012) e sua centralidade que quantifica a importância da posição de um nó em um caminho de outros pares (Newman, 2005). Os pesos podem ser atribuídos a nós ou ligações com base em características qualitativas ou quantitativas (exemplo, para nós: medidas da área ou qualidade do habitat, para ligações: fluxo de organismos ou probabilidade de movimento) de acordo com a provisão de habitats e manutenção da conectividade (Kupfer, 2012). Para a autora, os exemplos incluem medidas do número ou densidade de nós, ligações ou componentes que fornecem informações sobre o número de manchas de habitat e seu grau de ligação; como as propriedades dos componentes ou da rede mudam com a remoção do nó ou da ligação indicando vulnerabilidade à sua remoção.

Assim, a Teoria permite fazer questionamentos sobre a rede, tais como: qual a consequência à conectividade da paisagem se for removido um nó, seu grau de importância para o grafo. Além da possibilidade de considerar que a matriz não é uniforme para todas as espécies, com levantamento de deslocamento pelo menor custo, considerando a distância a ser percorrida, uso do solo neste trajeto, barreiras e declividade.

Estas medições representam ponto intermediário, pois requerem informações do usuário do que as métricas de paisagem estrutural, e, portanto, podem preencher a lacuna entre estrutura e função (Kupfer, 2012).



**Figura 14.** Paisagem representada pela capacidade de dispersão das diferentes espécies (750, 1000 e 1500 m) com variação da permeabilidade do entorno (agrícola e urbano). No segundo caso, para espécies capazes de cruzar o entorno, estratégias como stepping stones, aumentam a permeabilidade da matriz e são mais efetivas. No terceiro caso, para as espécies não tolerantes (sensíveis) ao ambiente urbano, tanto a quantidade de habitat quanto sua proximidade não influenciam positivamente na sua riqueza (em uma amostra). Portanto, somente um aumento importante das áreas dos fragmentos associado a permeabilidade da matriz poderiam beneficiar tais espécies.

## DIRETRIZES PROJETUAIS PARA TEORIA DOS GRAFOS

A teoria dos grafos pode ser usada para as áreas urbanas, em especial na provisão de mobilidade urbana, ao conectar pontos de interesse (nós) formando uma rede. Ao planejamento e formação dessa rede de espaços livres (em parques, praças, arborização urbana, entre outros) contribuem a pré-existência de vegetação (seu tamanho, composição) e seu acesso (declividade das vias, oferta de transporte público).

### 1.4 E o entorno, importa?

Muito do foco da agenda ambientalista se dá exclusivamente na preservação de fragmentos legalizados em áreas protegidas (definidas pelo SNUC), ainda que contenham zonas de amortecimento estabelecidas por lei. Todavia, o tipo de entorno do fragmento pode afetar a biodiversidade em diferentes espécies, tipos de paisagem e escalas espaciais (Wiens, 2008; Prevedello & Vieira, 2010), podendo ser também habitat para muitos táxons. Condições da matriz e heterogeneidade da paisagem são de fundamental importância em paisagens modificadas e merecem igual atenção na pesquisa e gestão como manchas de vegetação nativa (Fisher & Lindenmayer, 2007).

Outro ponto é que a capacidade de dispersão de cada espécie é relacionada, para além do fragmento, com as condições de uso do solo de seu entorno, considerado como dinâmico e espécie-específico. Explica-se: se o indivíduo apresenta maior capacidade de dispersão pelo entorno, maiores perdas de habitat podem ser toleradas. Pelo contrário, se a espécie foco que não se locomove mais do que, por exemplo, 1 km (e somente em áreas florestadas), ocorre sim uma diminuição na riqueza relacionada à diminuição do fragmento, mesmo que este tenha um entorno mais permeável. A espécie restrita a áreas florestadas (baixa dispersão) afeta-se pela diminuição de um único fragmento.

Veja que a divisão segundo graus de permeabilidade é um conceito espécie-específico e se fosse dividido conforme a percepção da fauna incorrer-se-ia em uma generalização equivocada. Por exemplo, se uma onça estivesse com fome provavelmente entraria em um campo, já um inseto (por exemplo o *Aedes aegypti aegypti*) vive na cidade, então para ele, áreas urbanas são “permeáveis”, mas não matas fechadas. Em uma divisão detalhada,

seria necessário definir o que é o entorno para cada espécie e se é permeável.

Entornos urbanos, ao formar “barreiras” ao movimento de grande número de espécies – principalmente as especialistas – afetam em uma série de processos ecológicos – como a diminuição da dispersão – que culminam no declínio da viabilidade de alguns táxons. Estas áreas também são mais susceptíveis a poluentes atmosféricos, mudanças bruscas de temperatura e estresses hídricos. Já a permeabilidade do entorno agropastoril varia conforme o tipo e extensão da plantação, proximidade a área de habitat preferencial e a elementos hídricos e ao táxon. Destaca-se serem os sistemas agroflorestais os mais favoráveis aos movimentos de espécies (Pardini et al., 2009).

## ESTUDOS SOBRE O ENTORNO

*Em revisão quantitativa de estudos (1985 a 2008) sobre efeitos de diferentes tipos de matriz sobre os indivíduos, populações e comunidades, Prevedello & Vieira (2010) verificaram que o entorno circundante dos fragmentos influenciou em 95% os parâmetros estudados, mas estes efeitos são menores se comparados ao tamanho dos fragmentos ou a seu isolamento. No levantamento, verificou-se que há evidências de que o grau de contraste de borda (entre entorno e fragmento) está inversamente relacionado com a qualidade da matriz para as aves (Aberg et al., 1995; Sieving et al., 1996; Renjifo, 2001; Castellon and Sieving, 2006), mamíferos (Vieira, 2003; Goheen et al., 2003; Pardini, 2004; Revilla et al., 2004; Selonen and Hanski, 2004; Anderson et al., 2007), insetos (Haynes and Cronin, 2003; Baum et al., 2004; Schtickzelle*

*& Baguette, 2003) e plantas (Mesquita et al., 1999). Em anfíbios e aves migratórias, menor riqueza é encontrada quando estão situadas em paisagens urbanas (Gagn & Fahrig, 2007).*

*A maior parte dos estudos do efeito da fragmentação na riqueza e abundância de espécies – em sua dinâmica populacional – foram realizados em áreas rurais ou periurbanas, com a matriz de pastagens e plantações agrícolas, ambientes onde predominam os processos ecológicos. Um fator importante é a capacidade de locomoção das diferentes espécies no meio urbano; local que, conforme Nucci (2010), em sua maior parte, não fornece abrigo para fauna de médio e grande porte. Não se desconsidera aqui os roedores, insetos e aracnídeos que vivem na área urbana e se beneficiam dos recursos dela. Os únicos nichos de maior extensão são parques e praças, isolados pelo entorno asfaltado.*

*Para Hahs et al. (2009) os principais impulsionadores de*

*extinção de plantas em áreas urbanas são: transformação histórica do habitat; uso do solo; contexto ambiental; tipo de ambiente; ações humanas e interações bióticas. Segundo levantamento de dados de taxa de extinção para 22 cidades ao redor do mundo, verificou-se que dois terços da variação das taxas de extinção foram explicadas por uma combinação do desenvolvimento histórico da cidade e a proporção de vegetação nativa. Como uma única variável, o remanescente de vegetação nativa influenciou positivamente na diminuição das taxas de extinção.*

*Se mantida a qualidade do entorno, o modelo de simulação da taxa de mortalidade constata a persistência de populações mesmo com até 58% menos habitat, em comparação com paisagens com a menor qualidade da matriz. Já reduzir a fragmentação de alta a baixa só reduziu o limite a apenas 17% (Fahrig, 2001).*

*Em estudo sobre o efeito do entorno composto por estradas nos táxons, Fahrig & Rytwinski (2009) verificaram que anfíbios, répteis, aves (a exceção de abutres) e mamíferos de grande porte tendem a mostrar efeitos negativos; já pequenos mamíferos, tanto efeitos positivos quanto nenhum efeito; e de médio porte, efeito negativo ou nenhum efeito. Para as autoras, as espécies que respondem negativamente às estradas, tanto pela poluição quanto as que morrem atropeladas, são: as atraídas pelas estradas e incapazes de evitar carros e as pequenas, cujas populações não estão limitadas por predadores afetados pela estrada. Já as espécies previstas para responder positivamente*

*às estradas são: as que tem nas estradas recursos e são capazes de evitar carros, e as que evitam estradas, cujo predador mostra efeito negativos. Algumas espécies, incluindo rãs (Mazerolle et al., 2005) respondem ao trânsito na estrada parando, aumentando assim o tempo gasto na estrada e tornando-as ainda mais suscetíveis de serem mortas.*

*A Estação Ecológica do Taim, no Rio Grande do Sul, com 33 mil ha de banhado é cortada pela BR 471 – que liga o Brasil ao Uruguai. A fragmentação ocasionada pela estrada limita o potencial de dispersão e colonização dos espécimes, que ao tentarem cruzá-la muitas vezes acabam morrendo atropeladas. Visitando o local, no dia 30 de dezembro de 2015, avistou-se mais de 20 animais mortos, ainda que haja projetos locais como o telamento parcial da fronteira entre a estrada e a Estação, túneis subterrâneos à estrada objetivando conectar seus dois fragmentos da Estação e alguns poucos radares de velocidade. São cerca de 15 animais/segundos mortos no Brasil (CBEE, 2015).*

## DIRETRIZES PROJETUAIS PARA O ENTORNO

Considerando que a composição e a estrutura da paisagem do entorno do fragmento afetam a biodiversidade de alguns táxons e seus processos ecológicos, deve se levar em conta sua permeabilidade, se sua presença pressiona a viabilidade da mancha (como a pressão da mancha urbana em fragmentos de vegetação, a exemplo da Serra da Cantareira) e seus efeitos de borda.

Nesse sentido, é importante diminuir a drástica diferença estrutural entre o fragmento e o entorno ao reduzir o efeito de borda e buscar mecanismos para aumentar sua habitabilidade (para alguns táxons possíveis, veja que não se defende aqui a permanência de, por exemplo, mamíferos de grande porte nessas áreas). Pode-se aumentar a quantidade de habitat potencial ao diminuir o isolamento funcional pela gestão adequada do entorno do fragmento (Prevedello & Vieira, 2010).

O controle do uso do solo deve atentar ao acesso dos diferentes fragmentos de vegetação (maior acesso e maior probabilidade de avanço da mancha urbana), ao ordenamento fundiário, à fiscalização e aos instrumentos econômicos de proteção da floresta. Cumpre lembrar que o sistema jurídico brasileiro protege o uso do solo desde o artigo 182 e 183 da Constituição Federal, que define os elementos básicos da política urbana, até leis federais como a lei n. 10.257/01, que regulamentam os dispositivos constitucionais ou leis municipais que especificam e determinam a ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar a deterioração das áreas urbanizadas, a poluição e a degradação ambiental. A regeneração florestal em áreas próximas às reservas deve ser estimulada pelo seu potencial de regeneração natural, aumentando a cobertura florestal nessas regiões e reduzindo a atual distribuição desequilibrada da cobertura florestal em relação à proximidade das reservas naturais (Ribeiro et al., 2009).

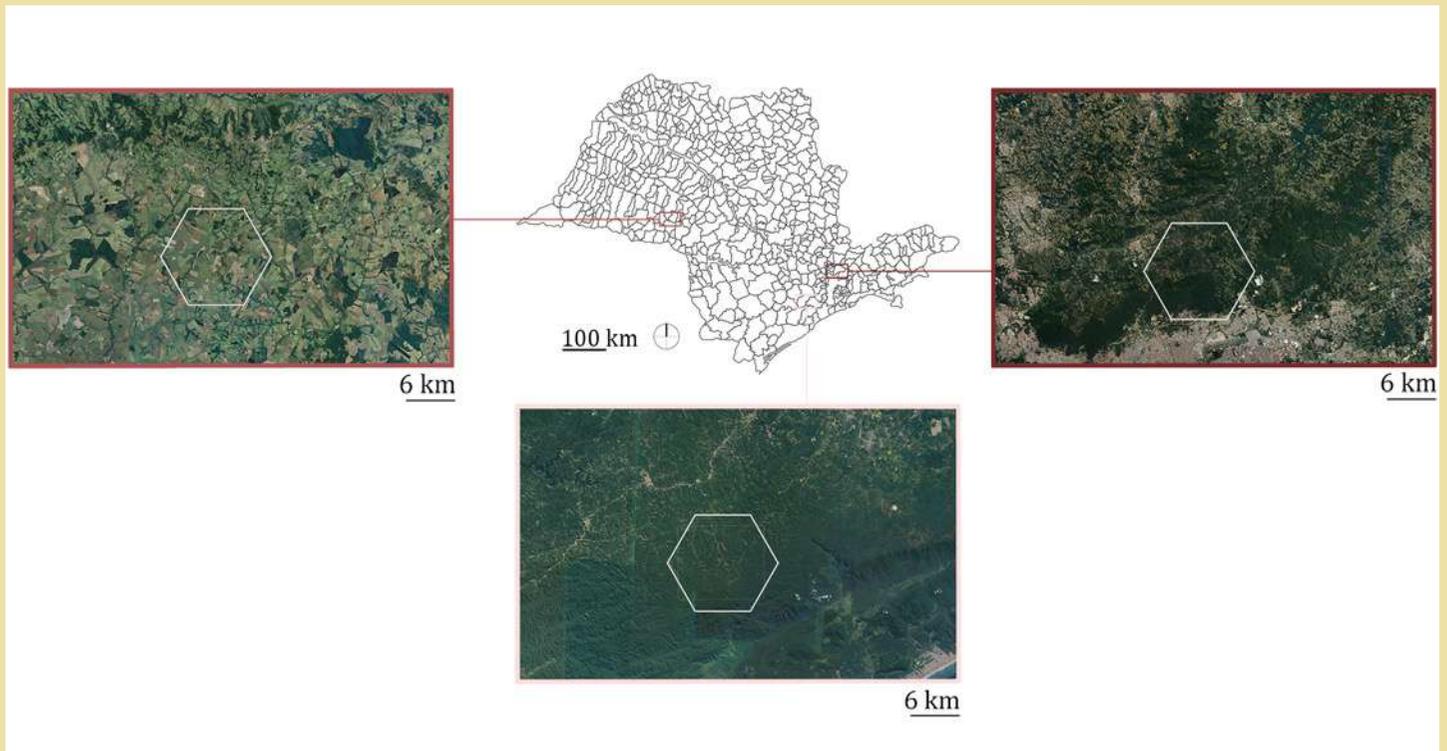
Nesse sentido defende-se manter uma variabilidade de habitats. Com grande variedade de diferentes tipos de cobertura do solo (heterogeneidade composicional) e/ou uma complexidade espacial (heterogeneidade configuracional) (Fahrig & Nettle, 2005). A descrição e medição da heterogeneidade funcional deve ser baseada nas funções esperadas (por exemplo, fornecimento de alimentos, locais de nidificação, rotas de dispersão) tendo em vista as espécies de interesse, não a perspectiva humana (Fahrig et al., 2011). Heterogeneidade aumenta a

probabilidade de encontrar recursos. Veja que a proposta depende da natureza do habitat inicial: heterogeneidade crescente em um habitat altamente modificado em campos agrícolas intensivos é diferente de fazê-lo em florestas primárias. A heterogeneidade pode produzir efeito negativo para espécies especialistas que precisam de grandes territórios de habitat contíguo para a persistência da população, dado seu desaparecimento em áreas com tipo de cobertura inadequados. Mas, por exemplo, muitos anfíbios precisam de ambos os habitats aquáticos e terrestres em diferentes fases da vida, portanto, eles são mais prováveis de ocorrer em paisagens contendo um mosaico dos dois (Papa et al., 2000).



Figura 15. Que elemento da paisagem influencia na heterogeneidade funcional de habitats? A diferença entre a funcionalidade dos diferentes habitats varia não só conforme a estrutura da paisagem, mas também a partir da capacidade de oferecer abrigo e recursos para a espécie focal. Diferentes tipos de cobertura (tanto florestais, a exemplo dos diferentes biomas, quanto agrícolas, a exemplo das diferentes culturas) oferecem habitats diversos para as diferentes espécies (complementaridade). Veja que a heterogeneidade de habitats varia conforme a escala e a paisagem: mudar elementos em locais altamente modificados (áreas urbanas e campos agrícolas intensivos) é diferente de fazê-lo em florestas primárias. Embora tanto a heterogeneidade composicional quanto a configuracional dos fragmentos florestais possam afetar a biodiversidade, na prática elas são muito mais difíceis de controlar independentemente do que a heterogeneidade composicional e configuracional das coberturas de terras agrícolas (Fahrig et al., 2011). A figura também levanta a discussão do entendimento controverso da dualidade exclusiva entre urbano (não habitat) x fragmento florestal (não urbano, habitat).

Especificamente nas estradas, o uso de cercas e travessias para animais e as sinalizações devidas podem mitigar os seus efeitos negativos, além da diminuição da velocidade dos veículos automotivos e fiscalização eficiente. Tais medidas podem contribuir para a redução da mortalidade, ainda que não seja uma solução permanente ou única.



**Figura 16.** Diferentes tipos de entorno dos fragmentos florestais (majoritariamente agrícola, florestal e urbano densamente construído), com concentrações distintas de floresta. A habitabilidade e permeabilidade destes entornos difere para cada espécie. Pode-se, assim, distinguir padrões nas paisagens a partir da quantidade de floresta e de seu entorno, como no exemplo das três figuras: Centro-Oeste (pequenos fragmentos esparsos de Floresta estacional semidecidual entremeados por canaviais e milharais), a Serra do Mar (com grande fragmento de mais de 2,8 mil hectares de floresta ombrófila densa) e a Serra da Cantareira (com o Parque e fragmentos esparsos em um entorno urbano). A paisagem com maior quantidade de floresta tende a ter maior riqueza de espécies nativas e endêmicas, no entanto, mesmo áreas urbanas podem ser habitat para algumas espécies. Veja que desta análise é importante conservar tanto grandes fragmentos quanto os menores, pensando na paisagem em sua totalidade. Tendo em conta as diferenças específicas da espécie, nenhuma ação de conservação única pode beneficiar todas as espécies (Fisher & Lindenmayer, 2006). Como já discutido, a matriz pode fornecer habitat para algumas espécies, especialmente se é estruturalmente semelhante à vegetação remanescente (Pardini, 2004). (Fonte: Adriana Sandre, em base do Google Earth)

37 A presença de uma espécie em um fragmento pode ser uma função não apenas de seu tamanho e isolamento, mas também dos habitats adjacentes, espécies generalistas podem sobreviver em pequenas manchas porque podem também utilizar os recursos dos arredores (Andrén, 1994).

Em suma, o entorno importa porque determinadas espécies podem se locomover por entre os fragmentos florestais, portanto, o isolamento estrutural de dois fragmentos não implica em isolamento funcional de organismos.

## 1.5 E o padrão, importa?

Como visto, a quantidade de habitat<sup>38</sup> é a consideração primeira para a conservação (Fisher, 2003; Lindenmayer et al., 2008; Ribeiro, 2009; Pardini et al, 2010; Villard & Metzger, 2014), ao passo que o controle da configuração do habitat – ou mais amplamente a estrutura da paisagem com o número de fragmentos, tipo de bordas, conectividade e entorno – tem o potencial para reduzir ou mitigar os efeitos da perda de habitat. Essa seção discute a importante questão da relação entre a quantidade e qualidade do habitat e sua configuração.

O estudo seminal de Andrén (1994) propôs a existência de um limite de fragmentação que, se atingido, impossibilita a conectividade entre os fragmentos<sup>39</sup> na escala da paisagem. Nesse limiar, a riqueza local (diversidade *alpha*) e abundância das espécies se tornariam dependentes do tamanho e/ou isolamento dos fragmentos, contrariando a generalidade da “teoria do montante de habitat” (Fahrig, 2013).

Com menos de 30% de habitat, a complementariedade entre o tamanho da mancha, isolamento e a perda de habitat no declínio populacional de espécies é maior do que o causado somente pela perda de habitat. Neste limiar, portanto, a configuração importa. Em montante de habitat específicos, a configuração influenciaria nos processos ecológicos, persistência da população e integridade ecológica.

Pardini et al. (2010), em expansão ao estudo de Andrén, propõe um modelo conceitual de limiar de

---

38 O fato de que os efeitos da fragmentação por si só são geralmente pequenos sugere que as ações de conservação que tentam minimizar a fragmentação podem ser muitas vezes ineficazes (Andrén, 1994).

Segundo Pardini et al. (2010), a cobertura total de habitat não é linearmente relacionada nem à mancha (por exemplo, número de manchas, tamanho da maior mancha, e percolação na paisagem), nem à estrutura (por exemplo, distância média para a mancha mais próxima e lacunaridade, a variabilidade no tamanho dos gaps) em paisagens fragmentadas.

39 O estudo foi centrado em mamíferos e aves. Quando o habitat cobre menos que 59% da paisagem, a mancha de habitat maior diminui abruptamente e não se estende a paisagem. Além disso, a distância média entre fragmentos vizinhos cai drasticamente abaixo de cerca de 40% habitat (Andrén, 1994). Por exemplo, se o número de fragmentos é mantido constante, a distância entre os fragmentos tende a aumentar com a perda de habitat. Mas não há uma relação linear entre perda de habitat e estrutura da paisagem, dadas as diferentes capacidades de cruzar estas distâncias (Swift & Hannon, 2010).

fragmentação que assume ser a distribuição e abundância de espécies especialistas em paisagens fragmentadas mediada por dois fatores principais: disponibilidade de recursos locais (determinada pelo tamanho do fragmento) e taxas de imigração (determinada pela conectividade, na escala da paisagem, entre manchas de vegetação habitáveis). Segundo os autores, a capacidade de se recuperar de perdas de espécies locais (redução na diversidade *alpha*) é dependente do pool de espécies do total de paisagem (diversidade *gama*). Assim, a correlação entre a configuração do habitat – área do fragmento – e abundância e riqueza de espécies especialistas se dá em torno do limiar de 30%.

Nesse sentido, pode-se inferir que diferentes configurações dessa determinada quantidade de habitat (Pardini et al., 2010, Villard & Metzger, 2014) podem afetar a conectividade funcional ou persistência de espécies (FAHRIG, 1998). Assim, assumindo uma matriz homogênea, a configuração do habitat terá uma influência maior sobre as espécies sensíveis em valores intermediários de montante de habitat, em que a configuração tem potencialmente a maior variabilidade (Villard & Metzger, 2014). Segundo os autores, há uma dependência da tolerância da espécie à fragmentação e perda de habitat. Desta forma, reduzir a perda de habitat deve ser uma prioridade para os planejadores de conservação, já que se espera que as espécies tolerantes à fragmentação do seu habitat exibam uma faixa mais larga de interação entre quantidade e a configuração, em comparação com as espécies menos tolerantes à fragmentação.

Acima do limiar, indicado por volta de 30% de habitat remanescente, os efeitos sobre a redução populacional ou a perda de diversidade biológica seriam devidos à perda do habitat, enquanto que abaixo deste limiar haveria também um efeito forte da distribuição espacial do habitat, em particular de sua subdivisão (Metzger, 2010).

Essa correlação não é presente em paisagens altamente degradadas, tal como nas altamente florestadas (Pardini et al., 2010). Veja que o entorno não é a variável foco, mas sim qual o limiar de quantidade de vegetação onde há relação direta entre o tamanho da mancha e a biodiversidade.

Em suma, este modelo conceitual assume que limiares de extinção de uma determinada espécie irão variar em função da configuração do habitat e a configuração não importará acima de uma certa quantidade de habitat.

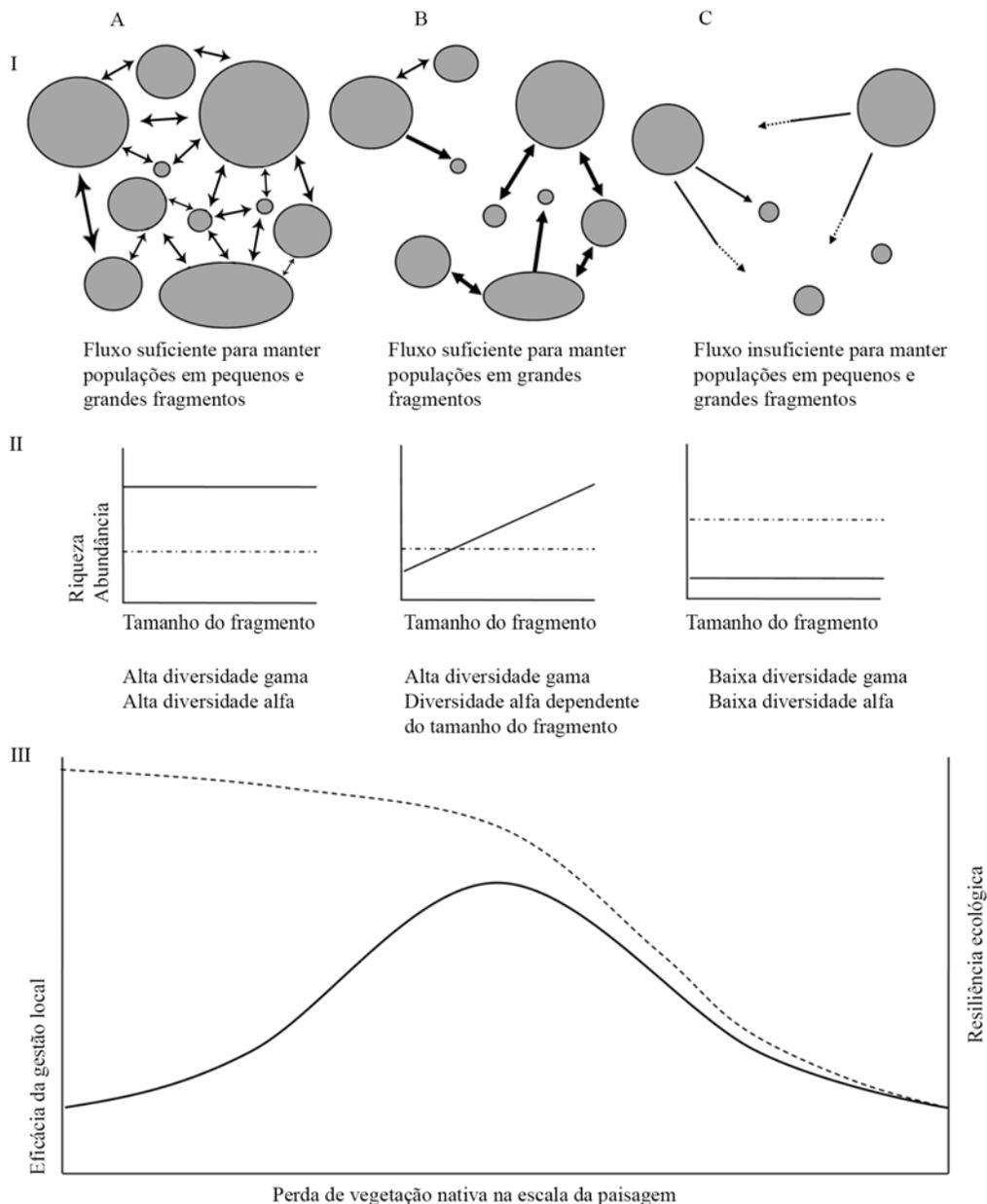


Figura 17. Biodiversidade ao longo de um gradiente de perda de vegetação nativa (A, B, C). (I) Representação da distribuição de manchas e taxas de imigração. (II) Relação esperada entre tamanho do fragmento e riqueza ou abundância (por unidade de área) de espécies especialistas (linha contínua) e generalistas (linha pontilhada). (III) Relação esperada entre a eficácia da gestão (linha contínua) e a resiliência ecológica da biota nativa (linha pontilhada) para a perda de vegetação em toda a paisagem. Assim, em paisagens com grande cobertura vegetal (alta proporção de habitat) a configuração é menos importante, dado que o favorecimento do fluxo pela proximidade entre os fragmentos permite a rápida recuperação de perdas de espécies locais (ou seja, alta resiliência ecológica – capacidade da biota de se recuperar de perdas de espécies locais em um fragmento). Portanto, a abundância e riqueza de espécies e indivíduos independe do tamanho do fragmento. Com a perda de vegetação, a conectividade entre os fragmentos diminui (e a taxa de imigração) a tal ponto que a persistência de espécies individuais dentro de uma dada mancha torna-se dependente do seu tamanho. (Fonte: Pardini et al., 2010). Destaca-se que no gradiente dois, poderia se ter também a mesma quantidade de vegetação só que agregada.

## ESTUDOS SOBRE LIMIAR DE FRAGMENTAÇÃO

*Limiares de fragmentação foram encontrados em pequenos mamíferos não voadores (Pardini et al., 2010) e aves (Martensen et al., 2012). Em um alto nível de*

*cobertura florestal a diversidade gama e alpha eram altas, enquanto que um baixo nível de cobertura florestal a diversidade alpha era baixa, e, portanto, uma queda abrupta na diversidade gama e resiliência ecológica associada (PARDINI et al. 2010).*

## DIRETRIZES PROJETOAIS PARA LIMIARES DE FRAGMENTAÇÃO

Defende-se aqui, para além da conservação de grandes fragmentos com vegetação nativa, o uso do limiar de fragmentação (entorno de 30%) enquanto ferramenta analítica de planejamento ambiental e orientadora das diretrizes em regiões com fragmentos remanescentes alvo de projeto. Se houver um limiar de fragmentação com o levantamento das espécies focais a depender da sua sensibilidade a perda de habitat e da tolerância a fragmentação. Para uma dada quantidade de habitat – intermediárias, conforme constatado – cabe estudar e propor configurações da paisagem que resultem em maior conectividade funcional.

Destaca-se que à questão do limiar – centrada na magnitude de resposta entre a quantidade de habitat, sua qualidade, a configuração e a paisagem circundante<sup>40</sup> – soma-se a análise local para planejamento e manejo ambiental. Ainda que não se encontre um modelo único aplicável a todas as situações, é necessário estabelecer um parâmetro inicial para manejo dos remanescentes.

---

<sup>40</sup> A qualidade da matriz – “non-habitat” ou habitat “menos preferidos” na paisagem – podem ter um efeito maior no nível do limiar que a configuração de habitat (Swift & Hannon, 2010).

## 1.6 A Importância das Métricas

O estudo da paisagem tem na quantidade de habitat, configuração (isolamento e conectividade entre os fragmentos) e estrutura da vegetação, além da característica das espécies (generalistas ou especialistas) fatores relevantes a serem estudados quando se procura realizar o planejamento e gestão de paisagens modificadas.

Muitos dos estudos de ecologia das paisagens tiveram e têm como foco o estudo de métodos para quantificação dos padrões da paisagem, principalmente o estudo de metodologias para aplicação de métricas da paisagem. As métricas de paisagem são índices que descrevem aspectos composicionais e espaciais de paisagens com base em dados de mapas (Kupfer, 2012).

Os elementos da paisagem são definidos como entidades discretas e seu padrão é descrito por meio de métricas classificatórias do fragmento (quanto ao tamanho, forma, isolamento) e do entorno (estrutura, composição, conectividade). Desde 2005 houve uma diminuição do uso irrestrito de métricas devido às suas desvantagens<sup>41</sup>, como a dependência da escala e a questionabilidade dos dados.

As métricas não dão respostas diretas de como planejar e projetar a paisagem. Devem ser entendidas como ferramentas para estudo da paisagem, ao procurar medir e informar de que forma a sua estrutura e elementos podem influenciar nos processos ecológicos e, em uma segunda análise, na viabilidade das espécies. Desta forma, seu uso metodológico é importante na contextualização do território ao oferecer subsídios científicos – tecnicamente acessíveis – para o planejamento e gestão da paisagem<sup>42</sup>.

Busca-se promover e facilitar o acesso aos diferentes profissionais atores da paisagem não só por meio de métricas, mas da transposição dos conhecimentos teóricos da Ecologia da Paisagem à prática metodológica de projeto em arquitetura e urbanismo.

As métricas informam a situação da estrutura da paisagem, mas não como planejá-la, mas nem tão pouco

---

41 Para tendências, ver Uuemaa et al., 2009; Kupfer, 2012. Há questionamentos sobre a relevância das métricas para avaliar a estrutura da vegetação e os processos ecológicos.

42 Pesquisas são necessárias para determinar quais e se as métricas de paisagem são úteis para o planejamento e gestão da paisagem. Segundo Uuemaa et al., 2009, a maioria dos trabalhos que utilizam métricas de paisagem são dedicados à biodiversidade e análise de habitat. Há poucos artigos relacionados aos aspectos sociais e percepção da paisagem. Trata-se, portanto, de um campo potencial de pesquisa.

devem ser simplificadas a apenas uma descrição quantitativa do padrão espacial estudado (área de fragmento, por exemplo). Veja que não se desconsidera a importância do levantamento da estrutura da paisagem, mas faz-se uma ressalva para o cuidado de entender como o resultado de sua mensuração é relacionado aos processos ecológicos. Um exemplo é analisar a conectividade entre fragmentos e seus tamanhos, propor um parque linear e concluir, somente com estes dados, ser o projeto proposto promotor de biodiversidade.

Medidas de heterogeneidade configuracional incluem métricas como média do tamanho da mancha, densidade de borda, dominância do maior fragmento, variabilidade da forma da mancha (Cushman et al., 2008). Separar os efeitos da quantidade de habitat, configuração e composição da matriz na biota é tarefa desafiadora (Villard & Metzger, 2014). As respostas biológicas às mudanças na estrutura da paisagem são complexas e nem sempre fáceis de detectar, porque podem variar entre espécies, qual entorno (Prevedello & Vieira, 2010) e escala (Banks-Leite, Ewers & Metzger, 2013) estão envolvidos.

## **ESTUDOS SOBRE MÉTRICAS**

*Em estudo sobre a comunidade de pássaros da Mata Atlântica, com uma amostragem de treze subconjuntos*

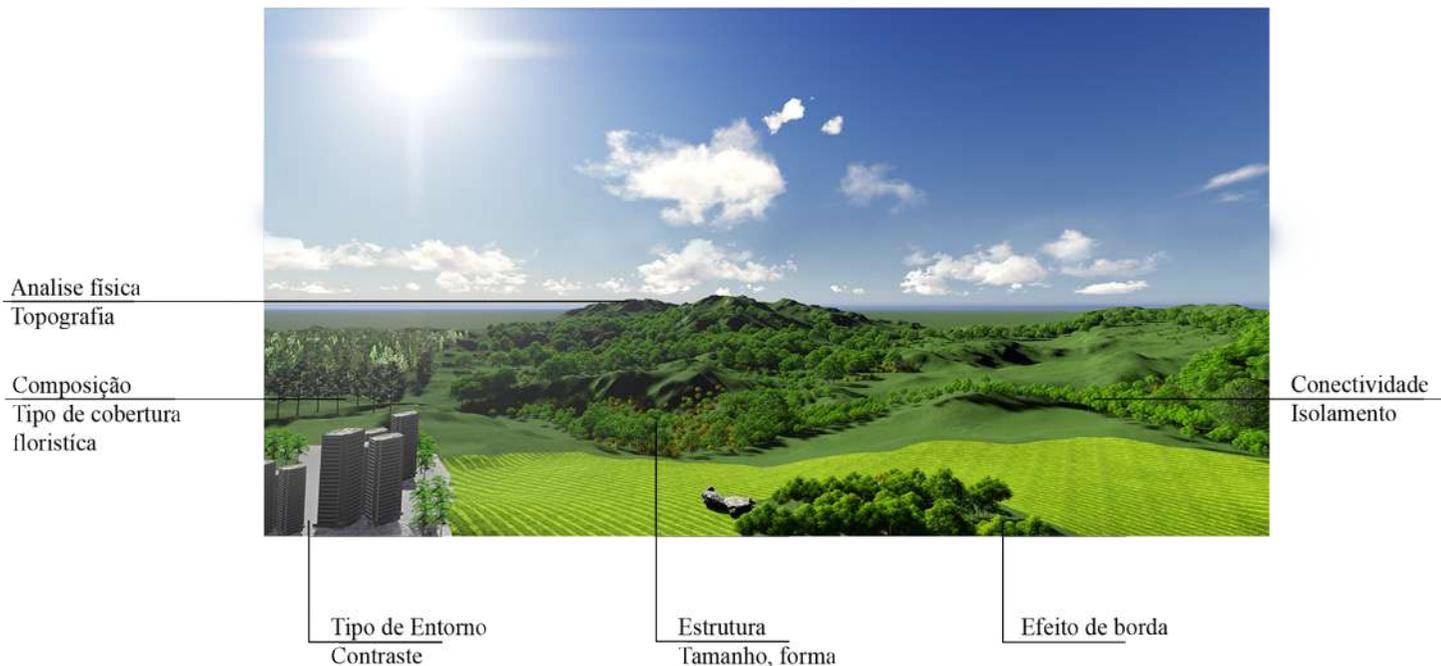
*de métricas de paisagem, Banks-Leite et al. (2011) explicaram uma média de 90% da variação na integridade da comunidade de aves, em comparação com apenas 70% utilizando espécies indicadoras.*

## DIAGNÓSTICO DA PAISAGEM POR MÉTRICAS

Estabelecem-se parâmetros gerais para a análise da paisagem por métricas. A metodologia deve ser estabelecida conforme a finalidade e escala do planejamento. Se tratar-se de um parque com caráter de preservação, inicialmente é necessário fazer a análise para entendimento do fragmento, levantar sua composição florística e as espécies da fauna, qual seu entorno imediato (ocupação e uso do solo, equipamento e infraestrutura) e proximidade dos demais fragmentos de vegetação usando critérios biofísicos, sociais e econômicos.

Tabela 2. Diagnóstico ecológico da paisagem

Configuração	Perímetro/área Características Forma Isolamento
Tipo de cobertura do solo	Floresta ou cultivo agropastoril
Composição	Variedade e abundancia de tipos de manchas Proporção do fragmento, uniformidade Estágio sucessional da cobertura florestal Espécies raras Capacidade de abrigo e habitat Levantamento de biodiversidade (índices) Padrões de migração da fauna
Tipo de borda do entorno	Perturbação (estradas, áreas urbanas) Permeabilidade Clareiras Barreiras
Entorno	Tipo de entorno Permeabilidade
Conectividade	Funcional ou estrutural
Análise física	Edáfica, topografia, declividade, altitude, corpos de água, susceptibilidade a inundações



**Figura 18.** Representação esquemática de algumas das métricas da paisagem. Veja que a análise da composição florística é relevante pois pode tratar-se de um eucaliptal.

Diretriz	Benefício à conservação de quais espécies?
Aumento do tamanho do fragmento	Espécies sensíveis ao entorno, preferencialmente encontradas no interior da mata
Diminuição do efeito de borda	
Corredores	O uso pelas espécies, com comportamento dispersivo, dependerá da sua largura e extensão, topografia e barreiras do entorno
<i>Stepping stones</i> rurais	O uso pelas espécies dependerá da distância entre eles, ausência de barreiras e tipo de cultura agrícola ou pastagem
<i>Stepping stones</i> urbanos	Espécies não sensíveis ao meio urbano, capazes de percolar a matriz
Aumento da permeabilidade da matriz	

**Tabela 3.** Quadro síntese das diretrizes

# **CAPÍTULO 2: DIFERENTES CENÁRIOS DE PRESERVAÇÃO DA PAISAGEM**

## 2.1 Parâmetros para Manutenção, Preservação e Restauração dos Fragmentos

Como visto no capítulo precedente, nos últimos anos a Ecologia da Paisagem tem sido cada vez mais vista como uma área pluralista de pesquisa que pode contribuir para a gestão e desenvolvimento de paisagens sustentáveis. A partir das discussões apresentadas anteriormente, sobretudo as relacionadas à influência do padrão nos processos ecológicos, este capítulo objetiva apresentar como elas podem ser tratadas e aplicadas a diretrizes territorializadas de planejamento e manejo da paisagem.

Definir parâmetros adequados pode ser difícil, dado que os ecossistemas, além de serem dinâmicos, podem existir em vários estados, apoiando diferentes combinações de espécies (Lindenmayer et al., 2008). Como selecionar os elementos da paisagem para preservação sem enviesar o processo pela perspectiva humana do que seria apropriado considerar? É possível selecionar alguns elementos da paisagem que são importantes devido à sua provisão de recursos, como água ou nutrientes, ou pelo seu contexto espacial de aumento da conectividade, ou ainda por abrigar espécies, quer seja ameaças de extinção ou devido ao seu impacto desproporcional em um ecossistema. As escolhas e recortes são extremamente delicados e implicam em diferentes encaminhamentos para a pesquisa e para o projeto.

Nesse sentido, assumem-se parâmetros de estrutura e composição da paisagem, quantidade de habitat e sua heterogeneidade como fatores relevantes a serem estudados no planejamento e gestão de paisagens modificadas, como analisados anteriormente. Cumpre lembrar que se deve considerar as diretrizes gerais – separadas para fins didáticos no capítulo anterior em quantidade de habitat, efeito de borda, conectividade e entorno – a partir de uma visão da paisagem em sua totalidade, necessárias ao planejamento e ao raciocínio sistemático dos assuntos.

Considerando o modelo conceitual de limiar de paisagem apresentado no capítulo anterior, apresentam-se diretrizes gerais de conservação.

Estas considerações não se traduzem em diretrizes diretas para a gestão, mas devem ser reconhecidas por pesquisadores e gestores como um conjunto de considerações para orientar a conservação da paisagem, independentemente da localização ou do sistema gerenciado (Lindenmayer et al., 2008), bem como debatidas

pela sociedade em processos deliberativos. A dissertação defende que é indispensável a elaboração de estudos criteriosos por equipes multidisciplinares, em diversas escalas e exclusivos para cada região<sup>43</sup>, que indiquem a prioridade de conservação e conexão de quais fragmentos e o conhecimento das espécies que dela fazem parte. A aplicação desses conceitos não é uma tarefa fácil e de imediata realização, haja a vista da complexidade das questões aqui tratadas.

Tais cenários têm como variável primeira a quantidade de vegetação e o número de fragmentos do recorte, mas não desconsidera-se outras importantes variáveis como as socioeconômicas e de uso e ocupação do solo (como barreiras do sistema viário). A dissertação sustenta que essas variáveis devem ser levantadas ao não entender ser a avaliação do espaço urbano desvinculado da análise ambiental. Eles auxiliam na primeira identificação de áreas estratégicas para ações preservação e restauração.<sup>44</sup> De forma que, as variáveis sociais são importantes complementos do estudo e permitem sua aplicação em ao caso concreto.

Esta abordagem em cenários tem aplicações importantes para a avaliação da multifuncionalidade da paisagem, dado que permite uma ponderação entre seu potencial desempenho na manutenção de processos ecológicos e/ou das funções sociais, culturais e econômicas, e a possibilidade de usos simultâneos do espaço livre. Para além da configuração também é importante levantar as espécies focais.

---

43 Sabendo serem os sistemas ecológicos únicos em função de sua localização, ambiente físico-químico, contexto espacial, histórico e tipo de uso do solo humano (Lindenmayer et al., 2008).

44 Entende-se a restauração da paisagem a partir da restauração de sua estrutura, dinâmica ou função (por exemplo, melhorando a conectividade da paisagem, permeabilidade da matriz ou reduzindo o isolamento do habitat), restabelecendo processos ecológicos, serviços do ecossistema, ou aumentando a resistência a novos distúrbios (Metzger & Brancalion, 2013).

A restauração é a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original (Lei nº 9.985/2000), já a recomposição é restituição de ecossistema ou de comunidade biológica nativa degradada ou alterada à condição não-degradada, que pode ser diferente de sua condição original (Decreto nº 7830/12) e a recuperação é a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não-degradada, que pode ser diferente de sua condição original (Lei nº 9.985/2000).

CENÁRIO	Estrutura	Diretrizes Gerais
1: acima de 50% cobertura florestal	Alta conectividade entre os fragmentos.	Manutenção e conservação condicionadas à sua raridade. Não são consideradas prioritárias para restauração, por não resultar em melhoria efetiva na biodiversidade.
2: em torno de 30% de cobertura florestal	Conectividade suficiente para manter populações em grandes fragmentos.	São prioritárias para restauração, dado o menor custo financeiro e maior benefício para a biodiversidade. Estratégias de gestão e conservação duradouras por meio da alocação eficiente de recursos. Este poderia ser considerado como um limite mínimo de cobertura florestal de uma paisagem modificada. Os stepping stones tendem a serem mais efetivos
3: Menos que 10% de cobertura florestal	Alto grau de isolamento entre os fragmentos. Comumente pequenos fragmentos com baixa diversidade biológica. O entorno em ambiente urbano pode apresentar alto grau de isolamento em uma matriz não favorável a conexão e não permeável.	Restauração condicionada ao aumento expressivo da cobertura florestal (em um processo de redestinação dos espaços livres selecionados/destinados). Recursos altos para aumento da cobertura arbórea e projetos de conectividade funcional. Os fragmentos provavelmente não têm potencial para responder às intervenções de conservação de biodiversidade, ainda que possam haver exceções de que apresentem alta biodiversidade, dada a variação entre o histórico de perturbações e condições ambientalmente favoráveis. Se verificar que algum fragmento – a depender do histórico de perturbação e entorno – apresentar alta diversidade ( <i>alpha</i> ) e abrigar espécies ameaçadas de extinção, nesses casos, estratégias de conservação também deverão ser adotadas.

**Tabela 4.** Parâmetros para conservação e restauração dos fragmentos florestais estabelecidos segundo os estudos de Pardini et al. (2010), Villard & Metzger (2014) e Tambosi et al. (2014), Sartorello (2014)

Em estudo das paisagens da Mata Atlântica, procurando responder à questão de quais paisagens conservar, Tambosi (2014)<sup>45</sup> classificou os fragmentos segundo grau de prioridade para recuperação em função da conectividade e cobertura florestal. Esta abordagem em cenários se baseou neste estudo e nos de Pardini et al. (2010) e Villard & Metzger (2014).

## ESTUDOS SOBRE RESTAURAÇÃO DE CENÁRIOS

*Um importante exemplo da conciliação entre conservação da fauna silvestre e dos sistemas de produção é a Usina São Francisco. Segundo Miranda & Ariedi (2105), o local passou por processos de restauração ecológica das APP e de outros ambientes circunvizinhos das áreas de plantio de cana-de-açúcar. A ampliação da biodiversidade de fauna silvestre se deu por meio da previsibilidade da*

*oferta de recursos disponíveis.*

*O Corredor Ecológico da Mantiqueira (MG) adotou estratégias para promover a conectividade entre os remanescentes significativos de vegetação nativa, criação de reservas naturais, adoção de técnicas sustentáveis de uso e ocupação do solo e recuperação de áreas degradadas (HERMANN, 2011).*

*Destacam-se também os projetos do Ministério do Meio Ambiente para o Corredor Central da Amazônia e o Corredor Central da Mata Atlântica (MMA, 2007).*

## 2.2 Casos Frequentes em Grandes Cidades: Cenário 3

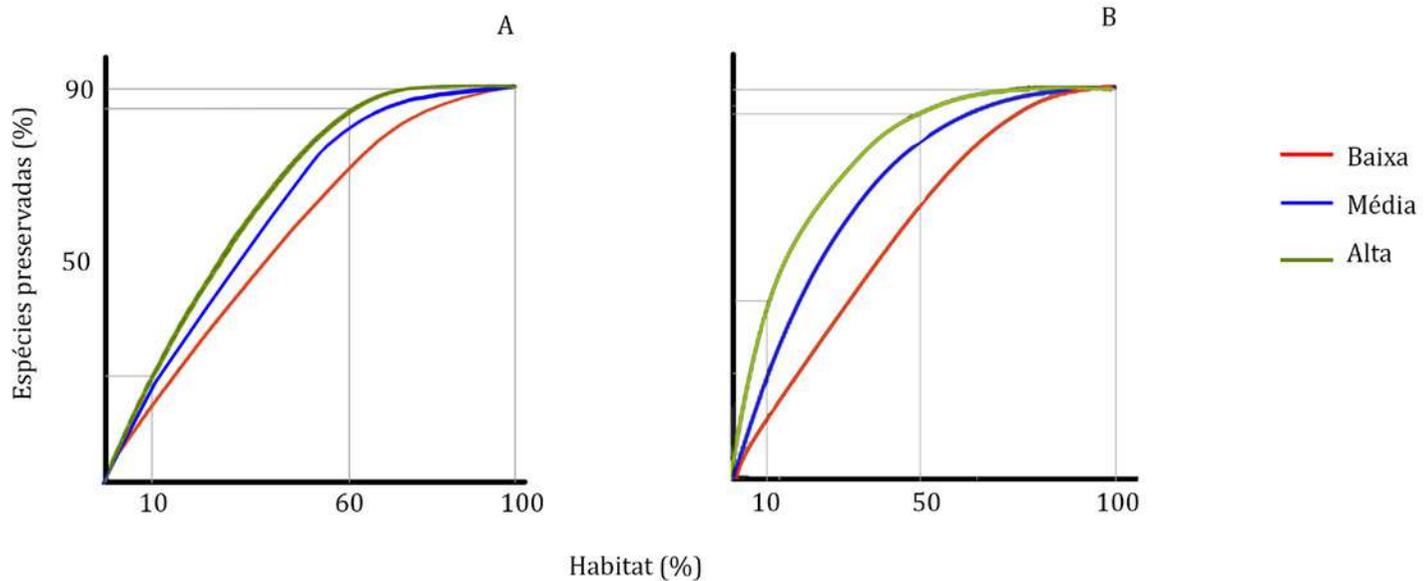
Acredita-se que a maior parte dos recortes de paisagem localizados em áreas urbanas estejam enquadrados no cenário 3 (tabela 4). É dizer, situação caracterizada pela baixa diversidade *alpha* e *gama*, onde mesmo as manchas maiores estariam sujeitas à extinção local dada a incapacidade das espécies – principalmente especialistas – tanto de se manterem quanto de cruzarem o entorno para atingir outros fragmentos. A baixos níveis de habitat, os efeitos negativos da fragmentação somam-se a perda de habitat, de tal modo que a taxa de mudança na resposta ecológica é maior do que somente a perda de habitat sozinha (Andrén, 1994).

Cabe ressaltar que ao fixar a predominância urbana do entorno e modificar somente as variáveis do

---

45 Para mais detalhes verificar Proposta Metodológica (Tambosi, 2014), com descrição dos critérios PFOREST para definição das resiliências da paisagem. As paisagens média/alta resiliência foram avaliados segundo a quantidade e configuração (conectividade) da vegetação remanescente.

montante de vegetação – 10, 30 e 50% – acredita-se que o limiar de fragmentação não se manteria semelhante ao encontrado no entorno agropastoril.



**Gráfico esquemático 1.** Comparando a porcentagem de espécies preservadas (A) no entorno exclusivamente urbano e (B) em um mosaico (agrícola, urbano, elementos hídricos) ao longo de um gradiente de vegetação (% de habitat). No cenário A, mesmo com o acréscimo da quantidade de vegetação na paisagem a 30 %, não há uma considerável preservação de espécies diferindo entre as conectividades alta, média e baixa. Como muitas delas são sensíveis ao entorno urbano e não conseguem o percolar, o fluxo seria insuficiente para manter as populações em pequenos e grandes fragmentos. Os corredores projetados teriam que ter largura suficiente para diminuir o efeito de borda e possibilitar que tais espécies possam utilizá-lo. Já, se aumentarmos a proporção de habitat para estas espécies a um limiar próximo a 50 a 60%, acredita-se que haveria fluxo o suficiente para manter as populações em grandes fragmentos e a configuração e o tamanho dos fragmentos importaria. Próximo a 100% de habitat não haveria diferenciação entre a riqueza de espécies nos fragmentos pequenos e grandes e seria semelhante ao previsto por Pardini (2010), com a configuração menos importante à riqueza de espécies. No cenário B ocorre tal como o previsto por Pardini (2010, figura 17) com a matriz agrícola. Com a quantidade de habitat (vegetação a 100%) não são todas as espécies beneficiadas, visto que algumas são sinantrópicas. (Fonte: dados e Cenário A. Adriana Sandre; Cenário B. Metzger)

Importante destacar que uma das críticas aos estudos de limiares de fragmentação é ser o entorno majoritariamente agropastoril, dado que o limiar varia entre espécies e tipos de paisagem, não podendo generalizar escalas (Lindenmayer et al., 2005).

A seção faz uma ponderação entre o objetivo potencial dos fragmentos de vegetação deste cenário: manter processos ecológicos e/ou prestar serviços ecossistêmicos. Em relação à exposição de diretrizes de planejamento, optou-se por realizar a análise crítica na parte II da dissertação, dado que devem ser específicas para cada área, dada a não linearidade dinâmica inter e intra diferentes recortes e a importância de se realizar uma análise multi-escalar.

Tal análise é importante por não ser sempre claro qual a escala apropriada para averiguar a estrutura, degradação e condição da vegetação. Por exemplo, a justaposição de áreas de vegetação densas e clareiras que cria uma combinação adequada de acolhimento e forrageamento para um pássaro não necessariamente estará na escala necessária por mamíferos de grande porte (Lindenmayer et al., 2008).

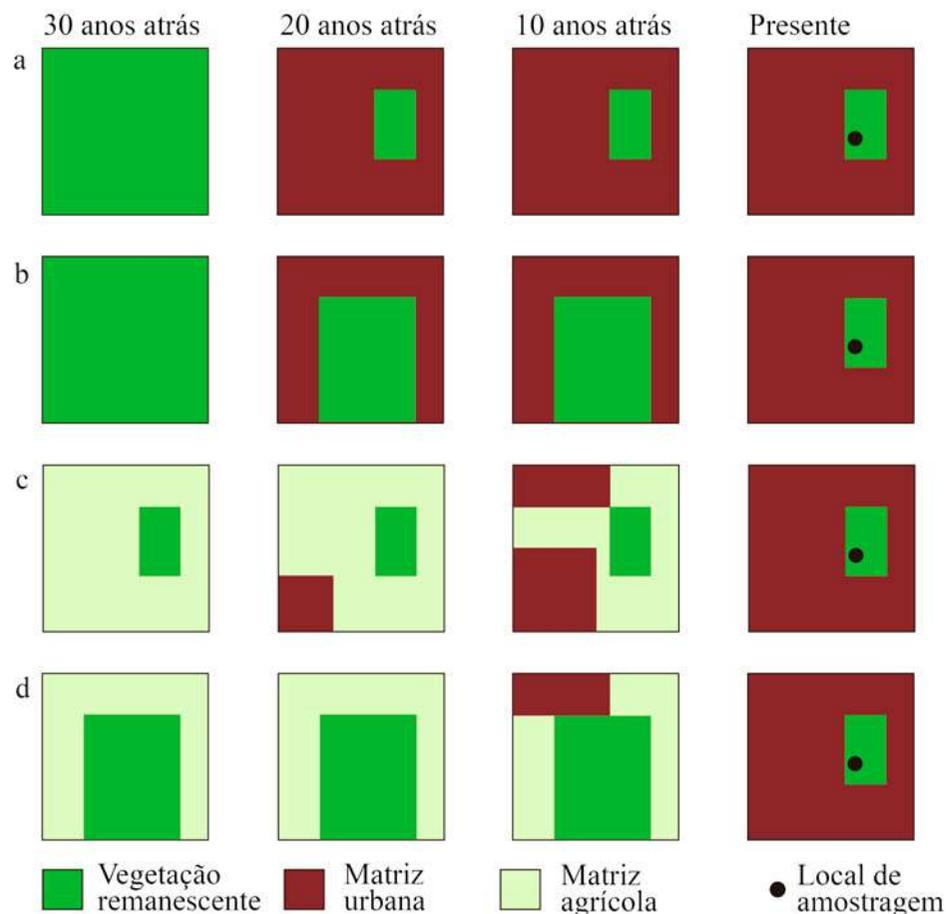
Em linhas gerais, este cenário ocorre por um processo de mudança do uso do solo, por exemplo pela supressão da vegetação nativa para plantação de outras culturas ou para construção de novos assentamentos urbanos, como visto no capítulo precedente.

Ainda que as áreas urbanas sejam muitas vezes negligenciadas por estudos em Ecologia da Paisagem, um corpo da pesquisa expressivo concluiu que os processos ecológicos não estão ausentes no mosaico urbano (Cadenasso & Pickett, 2008).

É evidente que as áreas verdes urbanas têm menor capacidade de suporte a um número variado de táxons se comparadas as extensas massas vegetadas em ambientes menos antropizados (e com menor densidade construtiva e populacional). Todavia, não se desconsidera que nessas áreas vivem espécies tolerantes a esta configuração e quantidade de habitat. Muitas delas generalistas e/ou sinantrópicas, algumas em maior abundância por se beneficiarem das condições antrópicas (maior quantidade de recursos alimentares e possível ausência de predadores).

Inúmeros estudos demonstram alta diversidade alfa e maior variação (diversidade beta) em fragmentos urbanos pela grande variedade de habitats (Niemelä, 2009; Uslu & Shakouri, 2013), com a proliferação de espécies generalistas, capazes de explorar com sucesso áreas urbanas. Muitas espécies, inclusive, se beneficiam da diminuição de habitats exclusivos às especialistas (Pardini et al., 2010).

Cabe apontar que reside uma dificuldade de especificar e quantificar a biodiversidade urbana, especialmente no aumento de espécies exóticas e invasoras. Segundo Pellegrino (2006), alguns trabalhos reconhecem que a manutenção da biodiversidade no ambiente urbano aumenta a viabilidade populacional nos fragmentos de vegetação em áreas urbanas e também nas áreas circundantes de sua influência.



**Figura 19.** O crescimento urbano é um processo dinâmico no espaço e no tempo. Esquema da dinâmica temporal de mudanças da paisagem em quatro remanescentes diferentes (a, b, c, d) ao longo de um período de 30 anos. Uma abordagem somente pautada no momento presente classificaria esses remanescentes na mesma categoria, no entanto, a intensidade de exposição aos processos de perturbação originados nas áreas urbanas circundantes é diferente nos quatro casos (Fonte: Modificado de Ramalho & Hobbs, 2012).

Na tentativa de preservar a biodiversidade dos fragmentos florestais urbanos, os planejadores fazem inferências dos conceitos de ecologia para as cidades, principalmente os relacionados à conectividade. Muitos dos parques lineares urbanos têm este condicionante como um dos objetivos de sua criação.<sup>46</sup>

Como já discutido, é possível questionar se a conexão dos fragmentos de vegetação nas cidades é funcionalmente imprescindível às espécies e qual seria a consequência de realizá-la, por exemplo, na disseminação de distúrbios como doenças por capivaras infestadas por carrapato estrela? Ou ainda, pensando em limiares, com uma concentração de fragmentos abaixo de 10% (com possível baixa biodiversidade), qual a efetividade de sua conexão para viabilidade populacional de alguns táxons e qual o investimento que teria que ser feito para realmente restaurá-los?<sup>47</sup>

Dentro desta crítica, ao considerar qual a importância de conservação dos fragmentos de vegetação urbanos, deve-se considerar mais do que a preservação de uma biodiversidade local. Destacam-se nos objetivos responsabilidades éticas e a provisão de serviços ecossistêmicos. Como alertam Szlávecz, Warren & Pickett (2010, p. 78): “as razões para estudar a biodiversidade em áreas urbanas são muitas. Talvez a razão mais óbvia seja uma estética ou ética” (2010, p. 78, tradução nossa). Para esses autores, as áreas urbanas não são uma sopa uniformemente homogênea e hostil, mas um mosaico heterogêneo que afeta de forma diferenciada o desempenho do organismo e as funções prestadas pelo ecossistema.

Schilthuizen (2016) complementa a ideia, questionando sobre onde encontrar uma seleção natural tão forte do que no coração de uma grande cidade. O ambiente urbano é extremo com temperaturas variando até 10 graus, ruído de tráfego, poluição da água, solo e do ar e barreiras ao movimento para qualquer animal que não possa voar ou escavar.

Todavia, contrapõe o autor, com os ambientes urbanos em expansão, os habitats originais de muitas

---

46 Para a Secretaria do Verde e Meio Ambiente (2010), os parques lineares podem ser importantes mecanismo de integração entre as diferentes áreas de vegetação significativa da cidade, desempenhando a função de corredores urbanos e caracterizando-se como uma ação de recuperação ambiental e urbanística.

47 Muitos estudos de gradiente rural-urbano levantam respostas aos questionamentos do impacto da urbanização na abundância e riqueza dos animais sem, no entanto, avaliar as variáveis relacionadas a condição de urbanização dispersa, encontrada em muitas das regiões urbanas brasileiras.

espécies estão sendo espremidos na aniquilação, assim para eles, é adaptar ou morrer. E assim conclui a cidade é emocionante para estudo da evolução, com novas formas de vida estão evoluindo sob o nosso nariz. E apresenta estudos para comprovar, Jason Munshi-Sul ao estudar as populações dos ratos branco em parques de New York City verificou que foram encontrados diferentes genes a depender do local do parque, ou mariposas, por sua vez, desenvolvendo uma resistência à atração de lâmpadas, já espécies de lagartos da cidade porto-riquenha com pés que melhor aderem superfícies urbanas como concreto.

Sabendo-se que a perda de biodiversidade pode influenciar em quase todos os serviços prestados pelos ecossistemas (Oliveira et al., 2011), é fundamental incluir nos estudos urbanos os efeitos da fragmentação relacionados a estes serviços, incluindo também a dimensão social na análise.

Muitos desses serviços ecossistêmicos das cidades são originários de seus espaços livres<sup>48</sup> – fornecidos em diferentes graus, sejam os públicos ou privados ou em pequenas áreas (teto ou parede verde), médias (córregos, praças ou jardins residenciais) e em extensos maciços vegetais. Mesmo que em áreas urbanizadas a vegetação destes espaços possa ser valorada, com distintos indicadores, quanto aos serviços que presta.

Como coloca Pellegrino et al. (2006), os espaços abertos podem exercer várias funções, ao associar junto às infraestruturas urbanas a condução das águas e melhorias microclimáticas, a conexão de fragmentos de vegetação e ao atendimento dos usos relacionados à moradia, trabalho, educação e lazer.

Ao realizar um planejamento ambiental coerente com um transporte público de qualidade, ao proteger e/ou recuperar áreas verdes, ao realizar o saneamento básico, enfim, com políticas públicas que atendam à demanda ambiental e da sociedade, o ser humano presta um serviço ambiental ao ecossistema, do qual é parte componente. O planejamento urbano pode (e deve) estruturar a questão social e estética da cidade atrelada à

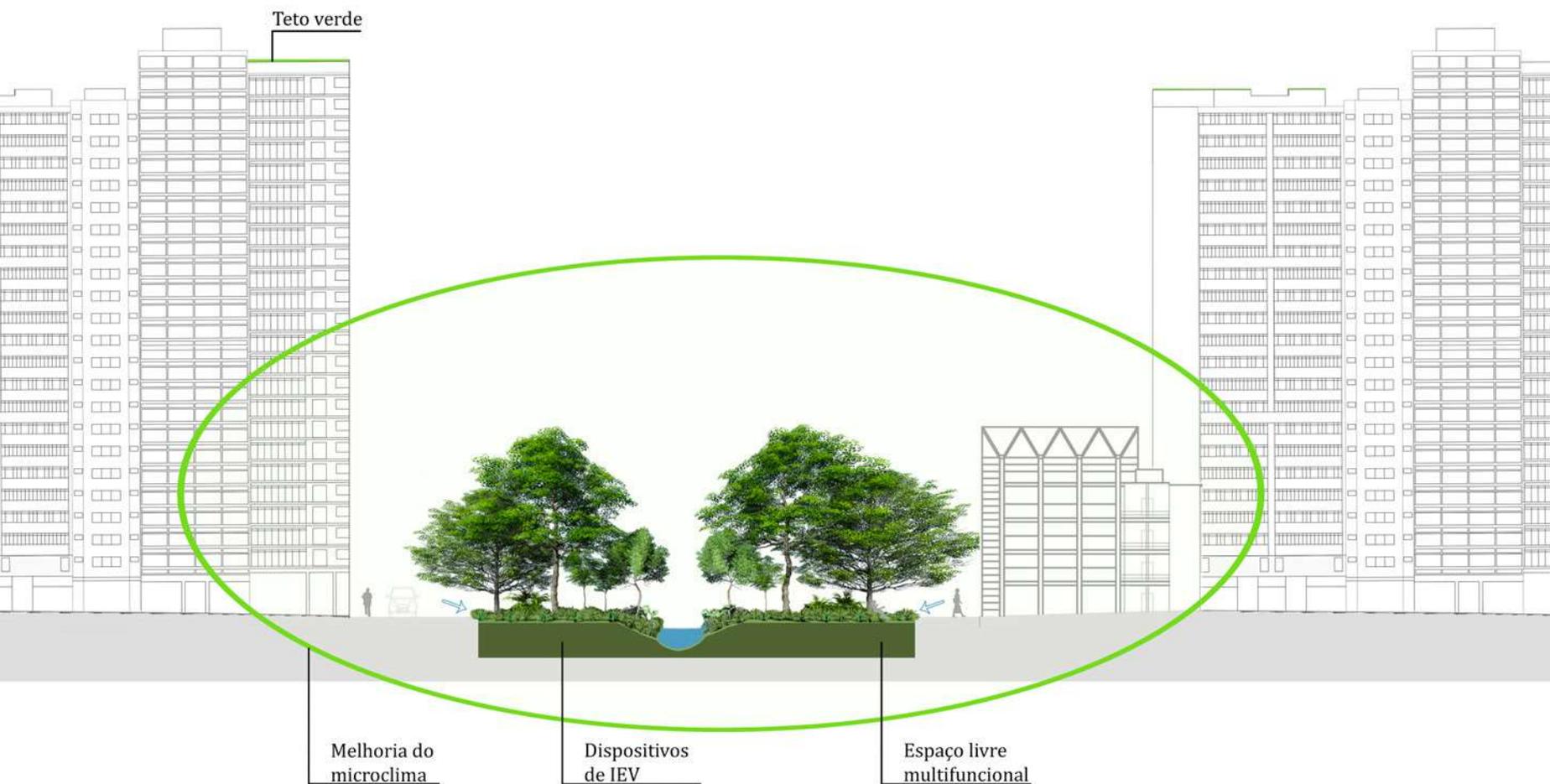
---

48 São nesses espaços que se dão as relações dinâmicas entre o meio social e biofísico. Ao descrever a especificidade de espaço não edificado, adjetivando-o enquanto “livre”, o conceito não carrega valor qualitativo ambiental intrínseco. Todavia, a depender do contexto de emprego deste termo e da função que o espaço livre exerce, agregar-se-á a ele uma qualificação que pode ser social, física e ambiental. É parte constituinte e não primeira do EL às questões relativas à ecologia, como a proteção, restauração, reabilitação e redesignação de áreas verdes. Destaca-se a não obrigatoriedade da vegetação nos EL e do cumprimento de uma função ligada à área ambiental. Um exemplo é a Piazza del campo (Siena), com pavimento impermeável e sem uma árvore sequer. Essa ausência não a desqualifica enquanto espaço livre, portanto, o conceito não carrega valor qualitativo ambiental, descreve apenas sua especificidade de espaço não edificado, ao adjetivá-lo enquanto livre. Todavia, a depender do papel do espaço livre (que pode ser múltiplo), pode agregar-se a ele uma função e uma qualificação social, física e ambiental.

proposição de serviços ambientais, preocupados com a qualidade de vida das populações (não só humanas).

Destaca-se que o Planejamento Ambiental entra como importante mecanismo para atrelar as diversas áreas do conhecimento, como explica Franco:

Entende-se por Planejamento Ambiental o planejamento das ações humanas (da antropização) no território, levando em conta a capacidade de sustentação dos ecossistemas a nível local e regional, sem perder de vista as questões de equilíbrio das escalas maiores, tais como a continental e a planetária, visando a melhora da qualidade de vida humana, dentro de uma ética ecológica. O Planejamento Ambiental é portanto também um Planejamento Territorial Estratégico, Econômico-ecológico, Sociocultural, Agrícola e Paisagístico (Franco, 2008, p.36).



**Tabela 5.** Serviços ecossistêmicos. A Avaliação Ecossistêmica do Milênio (*Millenium Ecosystem Assesment, 2005*) divide os serviços ecossistêmicos em quatro categorias, segundo os serviços que podem prestar ao bem-estar humano: serviços de provisão (ou abastecimento), de regulação, de suporte e culturais.



**Figura 20.** Provisão de serviços ecossistêmicos no entendimento da multifuncionalidade dos espaços livres públicos que, associados a dispositivos de infraestrutura verde, podem prover melhoria da qualidade das águas pluviais e fluviais, drenagem urbana, melhoria do microclima e espaços de encontro e lazer.

Fato é que a maioria dos fluxos de serviços ecossistêmicos dependem da distribuição e circulação de organismos, de matéria e de pessoas entre as diferentes coberturas do solo (de florestas e antropogênica)<sup>49</sup> (Mitchell et al., 2005). O estudo deve procurar a compreensão de como a fragmentação da vegetação afeta a oferta de serviços e o fluxo dos diferentes componentes ecológicos e sociais do ecossistema (Mitchell et al., 2005), por exemplo, a abertura de uma estrada aumenta o fluxo e acesso de pessoas às áreas verdes, mas possivelmente gerará um efeito de borda. Um parque linear<sup>50</sup> urbano que apresente baixa biodiversidade pode não ser um corredor ecológico funcional para determinadas espécies, mas proporcionar aumento do fluxo de pessoas (em modais não motorizados), local de lazer, recreação, tratamento das águas pluviais, melhoria do microclima, tratamento da poluição difusa, etc.

Ainda, muitas das espécies arbóreas são parte do imaginário da população – de um simbolismo associado à história e identidade do local – que vai desde o reconhecimento e declaração do dossel formado pelas tipuanas da Rua Gonçalves de Carvalho enquanto Patrimônio Histórico, Cultural, Ecológico e Ambiental até a apropriação de árvores à frente da sua calçada ou mesmo o imaginário de ouvir pássaros cantando em sua rua, dando uma noção de pertencimento.<sup>51</sup>

---

49 Por exemplo, a extração de madeira, construção de estradas, ou a expansão agrícola e urbana podem alterar a composição de espécies de plantas, afetando negativamente a regulação da qualidade da água e sequestro de carbono. Simultaneamente, esta fragmentação pode melhorar o acesso da floresta, aumentando a extração de madeira, caça selvagem, procura por alimento e visitas a parques (Peres, 2003 apud Mitchell et al., 2005). Melhora-se o fluxo de serviços ecossistêmicos, mas diminui-se a provisão (oferta).

50 É qualidade intrínseca aos espaços livres vegetados, ainda que apresentem diferentes graus de planejamento urbano, a relação com serviços ecossistêmicos que podem prestar. Mesmo que localizadas em áreas urbanizadas, a vegetação pode ser valorada, com distintos indicadores, quanto aos serviços que presta, como a regulação do microclima, melhoria da qualidade do ar, proteção do solo contra erosões, melhoria da qualidade das águas pluviais, recurso e abrigo à fauna urbana, espaços para lazer e recreação, valores culturais e históricos.

51 Vivem, no meu pequeno quintal paulistano, duas cambacicas em uma amoreira, há alguns anos plantada por um outro pássaro. Não podemos desvincular as espécies exóticas da herança de uma população, nem que a economia e grande parte da nossa qualidade de vida seja dependente delas (IGNATIEVA et al., 2008).

## Teorias sobre o Ambiente e o Projeto Urbano

A acepção funcional dos espaços tem na proposta norte-americana do Park Movement<sup>52</sup> uma de suas origens, cujo precursor foi Frederick Law Olmsted.<sup>53</sup> De 1851 a 1895, o arquiteto da paisagem foi responsável pela inserção de parques urbanos dos quais o Central Park (Nova Iorque, 1858) foi um dos exemplos pioneiros. Olmsted influenciado pelos parques ingleses, desenvolveu seu próprio pensamento a respeito da função social e inserção estrutural dos espaços verdes no planejamento urbano (Ignatieva et al., 2011).

Segundo Lima (2007) seu sistema de áreas verdes interligadas por parkways reflete seu pensamento sistêmico de organização da cidade, com o parque como elemento estruturador. Esse movimento foi fundamental para o desdobramento dos corredores verdes nas grandes cidades dos Estados Unidos e atualmente, das reedições em novos modelos, como os parklets.

Uma outra contribuição para a acepção funcional ocorreu nas décadas de 60 e 70 com os estudos de Ian McHarg sobre a influência antrópica no suporte natural (biofísico). Sua obra seminal *Design with Nature* (1969) foi um marco na incorporação dos valores ecológicos aos planos e projetos. Para Lima & Schenk (2016) ele se é um dos profissionais que inaugura em escala regional as questões ambientais, contribuindo para o debate sobre a necessidade de compatibilizar a ocupação urbana com os atributos físicos naturais que caracterizam o território.

Muito embora o método apresentado por McHarg seja uma referência no Brasil, muitas vezes é desconsiderado pelos planejadores, urbanistas e arquitetos, que acabam por utilizar apenas critérios socioeconômicos, desconsiderando a base natural e as relações ecológicas (Pellegrino et al., 2006).

Segundo Pellegrino (2014), mesmo com todos os conhecimentos científicos e técnicos os espaços abertos ainda continuam a ser projetados num enfoque reducionista, quase sempre visto como um aspecto de luxo e não englobando práticas socioambientais.

Nesse sentido tem-se que IEV, ao considerar a relação funcional entre os espaços livres, promove uma

---

52 Movimento ligado ao *Conservation Movement*, com o objetivo de criar parques e reservas nacionais de proteção aos recursos naturais, através de políticas públicas promovidas pelo Estado americano.

53 Para uma apresentação de Olmsted ver Schenk (2008).

superação conceitual e projetual do desenho urbano, por meio de intervenções de alto desempenho em diversas escalas.

Entende-se a IEV como uma rede conectada de espaços livres multifuncionais em zonas urbanas, mas também rurais, que promovem serviços ambientais capazes de beneficiar as populações. Cormier & Pellegrino (2008) descrevem a IEV como uma tapeçaria que é resultado de um movimento de criação de paisagens urbanas que mimetizam funções ecológicas e hidrológicas dos ambientes naturais. Os autores sublinham que a IEV

(...) deve ser compreendida a partir de uma estratégia de implantação de espaços abertos urbanos paisagisticamente tratados para serem mais do que meras ações de embelezamento urbano, mas para desempenharem também funções infraestruturais relacionadas ao manejo das águas urbanas, conforto ambiental, biodiversidade, alternativas de circulação, acessibilidades e imagem local” (p. 128).

A pesquisa admite que o planejamento associado à infraestrutura verde é um recurso básico e imprescindível em projetos urbanos, concebidos enquanto um sistema de base, da mesma forma que os espaços destinados à infraestrutura obrigatória para a rede de esgoto, para a pavimentação das ruas, para telefonia, entre outros. As áreas verdes devem ser entendidas como parte da infraestrutura urbana (Pellegrino et al., 2006, p. 61).

O termo é também reconhecido como infraestrutura verde e azul, referindo-se às contribuições dos “espaços azuis” à gestão das águas pluviais atreladas às “verdes”, em uma rede multifuncional de ordenamento do território urbano. A concepção propõe, através do uso de diferentes dispositivos, uma contribuição aos sistemas convencionais (a exemplo do hídrico, viário e de energia) ao atrelar sua infraestrutura à adjetivação do “verde” e “azul”.

A paisagem em si, pode ser considerada infraestrutura quando atua como uma rede de condução e distribuição, capaz de mover pessoas, materiais e funções ecológicas (Pellegrino, 2014, p.5).

Para além da infraestrutura verde, segundo o estudo de Steiner (2011), existem duas outras vertentes do estudo da ecologia relacionadas ao ambiente e projeto urbano: landscape urbanism (Waldheim, 2006) e

ecologia urbana. A primeira evolui da teoria do projeto da arquitetura e das lições de planejamento regional de Ian McHarg (1969), tendo como alicerce a integração entre as pessoas e a natureza (relação interdependente) no espaço da cidade. Já a ecologia urbana nasce da aplicação de métodos ecológicos, em grande parte desenvolvidos em lugares não-urbanos, para as regiões metropolitanas, em territórios que refletem processos culturais e naturais. O ecólogo Forman expandiu esse campo ao abordar o planejamento articulado à ecologia de paisagens, reorientando essa ciência para dentro da cidade ao reconhecer os ecossistemas urbanos pela complexidade, heterogeneidade e hibridismo.

Wu (2013), na tentativa de propor uma disciplina que abordasse as questões relativas à dimensão social, econômica e ambiental, propôs a ciência da paisagem sustentável centrada na relação dinâmica entre serviços ecossistêmicos (ou da paisagem) e o bem-estar humano. Para o autor, essa ciência e a Ecologia da Paisagem se sobrepõem em elementos de pesquisa ao enfatizar os efeitos da heterogeneidade espacial (ou padrão da paisagem) nos processos ambientais, socioeconômicos e culturais. Mais do que adjetivar o urbanismo ou a paisagem dentro de terminologias, deve-se entender a premissa e os objetivos de relacionar a Ecologia da Paisagem ao planejamento e desenho urbano. Almeja-se a proposição de territórios que, ainda que necessariamente impactem o ecossistema, sejam minimamente questionados quanto à sua dimensão dual entre o natural e o social.

Na sequência é apresentado o estudo aplicado à ZA do Parque, enquanto região periurbana que ainda apresenta fragmentos de vegetação e possibilidades de conexão. O estudo é um caso representativo de aplicação dos conceitos discutidos na dissertação e com o propósito final de formular diretrizes tanto para o Parque, como para o entorno.

## EXEMPLOS DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL

*Nucci (2010) acrescenta que o planejamento ambiental constitui um importante instrumento para a organização do espaço utilizado em diversos países, principalmente na Alemanha – onde é uma atividade prevista em leis, que definem seus objetivos de proteção e manejo da natureza e da paisagem em áreas urbanizadas ou não.*

*Aplicações do conceito de infraestrutura verde podem ser encontradas na região do Noroeste Pacífico, nos Estados Unidos em Washington, Oregon e no Canadá na Província Columbia Britânica; Medellín, Colômbia; na Alemanha, em Emscher e Berlim; na Suécia, em Malmö, como será destacado na sequência; na Dinamarca, em Copenhague, entre outros lugares.*

*No Brasil, primeiramente no século XIX, com a recomposição da Mata Atlântica da Tijuca<sup>54</sup>, no Rio de Janeiro pelo Major Manuel Gomes Archer que inspirou a recuperação da Serra da Cantareira em São Paulo, com a desapropriação das fazendas de café. Posteriormente com*

---

54 Segundo Herzog & Rosa (2010) a floresta, que se regenerou ao longo do tempo, é multifuncional com atividades esportivas, lazer e recreação e abrigo de sítios histórico-culturais. Fornece serviços ecológicos, como contenção de encostas, diminuição de enchentes e abrigo de grande biodiversidade urbana.

*os projetos pioneiros de Fernando M. Chacel<sup>55</sup>, na Barra da Tijuca, no Rio de Janeiro. Um projeto pioneiro de aplicação de dispositivos de infraestrutura verde foi o córrego das Corujas em São Paulo, concluído em 2012.*

*Segundo Oliveira et al. (2012), o projeto do parque contempla usos múltiplos em seus objetivos com a melhoria da drenagem, evitando que as casas do entorno sofressem com enchentes nas fortes chuvas e o uso para lazer e circulação não motorizada da gleba remanescente, até então degradada e com aspecto de abandono. Em entrevista sobre o seu projeto, Pellegrino coloca que “nem 50% do nosso projeto foi executado, nem mesmo o projeto de plantio que foi detalhado, sendo executado um plantio fora do nosso controle. O meu consolo é que, mesmo com todos esses problemas, a praça ficou como uma indicação do que poderia ter sido feito, fora do padrão convencional. E que também conseguimos obrigá-los a fazer mais do que eles estavam dispostos inicialmente a fazer (...). Esta experiência nos faz suspeitar que a baixa qualidade de*

---

55 Arquiteto paisagista pioneiro em planejamento ambiental e paisagístico, fez um planejamento de corredores verdes em torno das lagoas da Tijuca, Camorim e Marapendi, na baixada de Jacarepaguá. São parques multifuncionais, onde desenvolveu a “ecogênese”, um ecossistema de substituição projetado com vegetação autóctone para recompor a flora e fauna local, com objetivos estéticos e destinados a ser usados pelas pessoas. Alguns projetos de Chacel na Barra da Tijuca, Rio de Janeiro: Parque em torno da lagoa da Península, Parque de Educação Ambiental Professor Mello Barreto; Fazenda Parque da Restinga Rio Office Park, parque Municipal Ecológico Marapendi (Herzog, 2010, p.26)

*implantação dos projetos de espaços públicos que nós temos na cidade não se dá pela ausência de bons projetos, mas sim à existência de um grande leviatã – o sistema dominante da administração pública, de execução de obras, de subestimação da expectativa da população – que se nutre à custa da trituração de projetos, do desperdício dos recursos técnicos e financeiros”. Pellegrino et al. (2006) em estudo sobre a aplicação dos conceitos de ecologia, conservação e recuperação ambiental, desenvolveu um programa de recuperação ambiental e da paisagem para o Parque Estadual da Cantareira, que constitui a maior reserva florestal localizada em uma área urbana do planeta, abarcada pela Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo. O trabalho procurou atrelar o planejamento ambiental e o desenho urbano com o objetivo de proposição de espaços livres multifuncionais capazes de aliar a manutenção e/ou recuperação de fragmentos de vegetação – e sua conexão – com os demais usos urbanos, ao conduzir as águas com segurança, oferecer melhorias microclimáticas, atender os usos relacionados à moradia, trabalho, educação e lazer, acomodar as funções das demais infraestruturas urbanas como transporte e abastecimento, além de atender os objetivos de recreação e melhorias ambientais e estéticas.*



**PARTE II - ESTUDO APLICADO À ZONA DE  
AMORTECIMENTO DO PARQUE ESTADUAL DA  
CANTAREIRA**

## **CAPÍTULO 3: MATERIAL E MÉTODOS**

Considerando os referenciais teóricos expostos na parte precedente, optou-se por investigar como o planejamento ambiental pode contribuir à gestão da ZA do Parque. Com o objetivo de requalificar a rede de espaços livres por meio de diretrizes de Infraestrutura Verde.

A ZA do Parque foi delimitada pelo seu Plano de Manejo (2009), considerando o uso da terra no entorno desta unidade de conservação e a legislação territorial e ambiental incidentes. Dentre seus objetivos destacam-se: proteger e recuperar os remanescentes florestais e os mananciais, tanto os atuais quanto os anteriormente formados pelas Represas do Engordador e Barrocada; manter a integridade da paisagem do local com a manutenção e recuperação da biodiversidade, da conectividade existente e do patrimônio histórico, étnico e cultural com controle do uso do solo. Deve-se lembrar também que um importante serviço ecossistêmico prestado na região da ZA é a produção de água para o maior manancial da Região Metropolitana de São Paulo (46% do total do abastecimento).

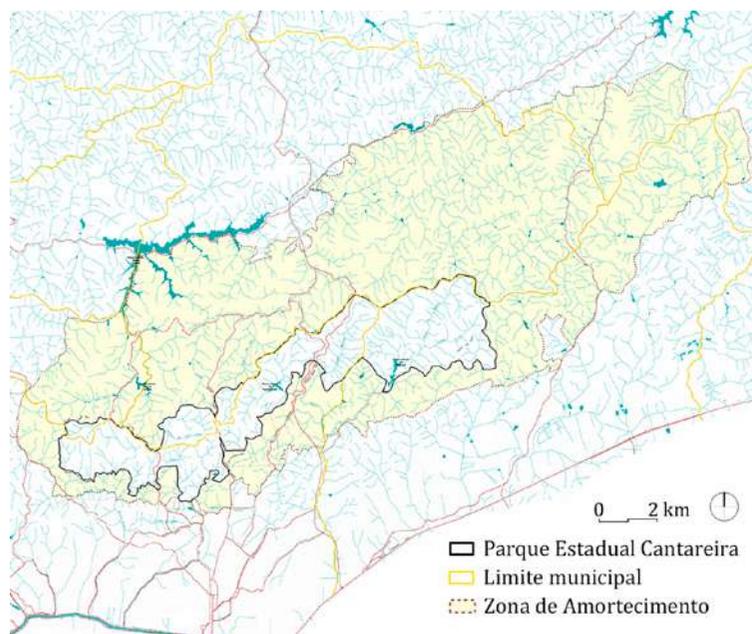
A ZA localiza-se no Maciço da Cantareira que se estende na direção nordeste-sudoeste por cerca de 30 km e ocupa uma área de cerca de 320 km<sup>2</sup>. A área total da ZA é 35.704 ha e abrange os municípios de São Paulo (9,95%); Guarulhos (20,03%); Mairiporã (54,2%), Caieiras (7,01%); Santa Isabel (1,39%) e Nazaré Paulista (7,42%). O estabelecimento de seus limites justifica-se pelos diferentes planejamentos territoriais e zonas dos planos diretores destes municípios.

De forma a facilitar a contextualização da ZA e problematizar as ameaças e oportunidades de conservação tanto do PEC quanto das áreas verdes lindeiras, optou-se por recortar a área de estudo no envoltório imediato do Parque.

O recorte A envolve os municípios de Mairiporã nas Unidades de Informação Territorializadas (UITs): Paiva Castro, Mairiporã e Pirucaia e os distritos de São Paulo que apresentam maior sobreposição territorial com o PEC: Brasilândia, Cachoeirinha, Mandaqui e Tremembé.

O recorte se justifica, sobretudo, pela alta diversidade de formas de relevo, muitas nascentes de rios, expressivas áreas ainda cobertas por vegetação em diferentes estágios de sucessão, diferentes tipos de uso e ocupação do solo e aspectos culturais e de lazer diversificados. Percebe-se, ademais, um cenário rico de

possibilidades de estudo, com uma série de fatores ambientais e sociais relevantes e de importante dimensão regional.

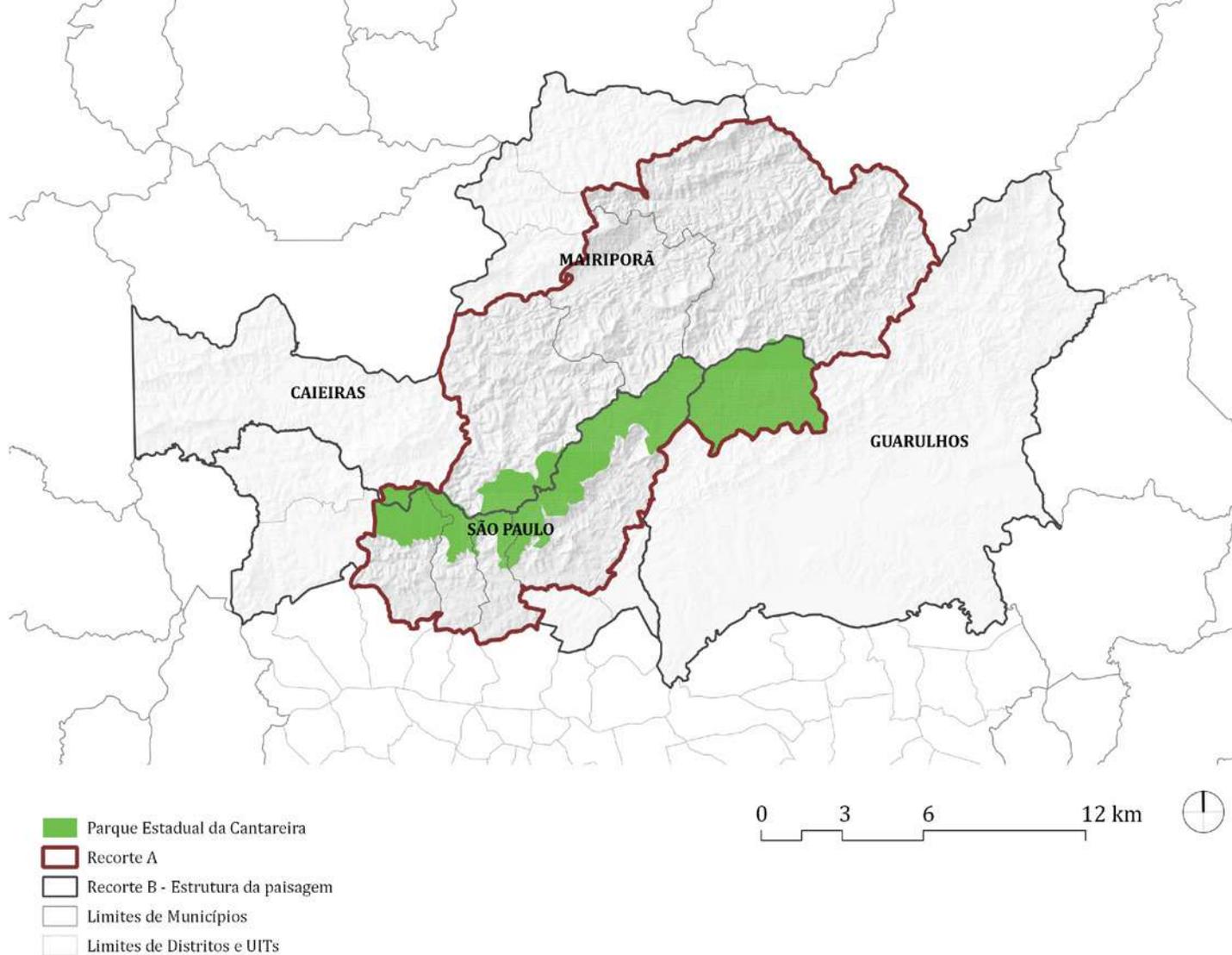


Dada a busca pela concisão, diálogo e a presença de estudos anteriores optou-se em destinar maior enfoque na parte norte do parque, em Mairiporã, e na parte sul, aos distritos de São Paulo. Segundo, para análise do uso do solo adotou-se como recorte temporal as medições recentes (de 2010 em diante) sem, no entanto, desconsiderar dados relevantes sobre o histórico de ocupação, identificados em revisão de bibliográfica de pesquisas.

**Figura 21.** Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Cantareira (Fonte: modificado do Plano de Manejo, Instituto Florestal, 2009).

#### Quadro de classes para análise da estrutura da paisagem (baseado em Assis, 2014)

Classes	Detalhes
Cobertura florestal nativa	Floresta ombrófila densa, em diversos estágios de sucessão Incluindo eucaliptos esparsos misturados à vegetação natural
Campo	Campos naturais ou antrópicos, áreas de cerrado, culturas não arbóreas
Silvicultura	Áreas com cultivo de espécies exóticas de <i>Eucalyptus ssp.</i> e <i>Pinus ssp.</i>
Solos expostos	Terra batida ou solos preparados para plantio
Área urbanizada	Qualquer tipo de aglomeração urbana ou áreas construídas e sistema viário
Elementos hídricos	Lagos, córregos e rios com largura detectável



**Figura 22.** Recortes do estudo. Amplia-se o recorte B para estudo da estrutura da paisagem (Fonte: Adriana Sandre em base do Geosampa, 2016).

Cumprе lembrar que o Parque é uma UC e, portanto, possui uma série de instrumentos jurídico-administrativos que protegem e regularizam critérios e normas para sua proteção. No entanto, por ser alvo de pressão da mancha urbana, que tende a isolá-lo no tecido urbano, é de suma importância entender onde, de que forma e por quê ocorrem estas ameaças ao PEC.

Para tanto, a pesquisa é destinada aos assuntos que possuem vínculo direto com a abordagem que contempla a inserção social e ambiental do Parque, em especial as áreas de conflito entre a ocupação urbana e a proteção dos fragmentos de vegetação. Em vista desta escolha, a divisão das seções e sua análise foi realizada com o enfoque nas ameaças à integridade do parque e às oportunidades de sua conservação, divididas em quem vive no entorno do PEC e levantamento da configuração e oferta de espaços livres do recorte.

### **Caracterização de quem vive no entorno do Parque**

Para esta análise levantou-se quem vive neste território; a evolução e tendências do crescimento demográfico; caracterização do uso do solo por predominância e das precariedades habitacionais, tanto ocupações clandestinas quanto irregulares em áreas de preservação permanente.

A evolução histórica da área enfocou nos estudos já realizados sobre as dinâmicas de urbanização e conformação urbana, que explicitam como se deu a ocupação do território a partir de seus elementos estruturadores – em um histórico territorializado. Para viabilidade projetual, a pesquisa investigou a legislação que incide sobre o território, no entanto, não foi o objetivo fazer uma análise extensa sobre as mesmas.

Por fim, algumas entrevistas semiestruturadas foram feitas com lideranças de movimentos sociais e representantes do governo e de órgãos públicos relacionados com a pesquisa. Nos devidos momentos, alguns trechos destas entrevistas são transcritos e indicados ao longo do texto.

## **3.1 Métodos para a análise dos espaços livres**

Os espaços livres foram avaliados tanto por levantamento de bibliografia quanto a partir de imagens de satélite e visitas a campo realizadas ao longo de 2015 a 2017.

A seção foi dividida pelos espaços livres: no sistema viário (com destaque as barreiras ao fluxo de animas pelas estradas cortam o parque), em águas do entorno do PEC e em áreas verdes (com análise de sua distribuição e oferta). Com enfoque nas ameaças e oportunidades a preservação do PEC, como citado.

Em relação à parte “Como é a estrutura da Paisagem”, optou-se por ampliar o recorte para englobar os

demais fragmentos de vegetação próximos, englobando agora os municípios de Caieiras, Mairiporã, Guarulhos e os distritos de São Paulo: Tremembé, Tucuruvi, Jaçanã, Mandaqui, Cachoeirinha, Brasilândia, Jaraguá e Perus. Trata-se do recorte nomeado B.

No mapa do uso e ocupação do solo, foi utilizada a imagem de Satélite Rapideye do projeto TOPODATA,<sup>56</sup> data 2014/2015, em escala 1:20.000, georreferenciadas e classificadas no software Quantum Gis 2.18.3 Las Palmas. O sensor foi escolhido pela adequação da escala e resolução das imagens. A classificação contou com a parceria do graduando em Arquitetura e Urbanismo, Pedro Rezende.

Foi calculado o Coeficiente Kappa, que indica a concordância entre observações e mapeamento, levando em conta os erros e acertos de mapeamento, descartando os acertos esperados ao acaso (Santos, 2006). Foram gerados 150 pontos aleatórios distribuídos dentro da área de estudo B. Este índice varia entre 0 e 1, sendo 1 o máximo de concordância possível.

Foi feita a conversão da base vetorial para matricial (*raster*), com eliminação dos polígonos menores que 0,5 ha. O programa Arcgis 10.5, *Fragstats* 4.2<sup>57</sup>, R e extensão V-LATE foram utilizados para calcular as métricas de área, perímetro e proximidade. As métricas da análise da estrutura da paisagem do recorte foram produzidas em colaboração acadêmica com a bióloga Julia Camara de Assis.

Os valores para as métricas, ainda que não sejam específicos para um grupo de espécies, apresentam embasamento biológico baseado na bibliografia lida (destacada nos capítulos precedentes).

---

56 Iniciativa do INPE que fornece dados geomorfométricos tratados a partir das imagens do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) da NASA.

57 *Fragstats* 4.2 (disponível em: <<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>> Acesso em: 14 ago. 2016) e R (disponível em: <<https://www.r-project.org/>> Acesso em: 18 jan. 2017)

**Tabela 6.** Síntese das métricas utilizadas para a avaliação do entorno do Parque Estadual da Cantareira (Fonte: McGarigal e Marks (1995); Fragstats Help, 2015 e Assis, 2014)

<b>Métrica</b>	<b>Unidade</b>	<b>Detalhes e valores adotados</b>
Área da mancha	Hectares	Calcula o tamanho dos fragmentos florestais
Área da classe (CA)	Hectares	Área ocupada pelas classes. Maior valor da classe de cobertura florestal corresponde a maior cobertura na paisagem pelos fragmentos.
Contraste de borda (ECON)	Adimensional varia de 0 a 1	Contraste entre as bordas das diferentes de classes a partir de uma Matriz de valores estabelecida. Com 0 (sem contraste de borda) e 1 (máximo contraste). Um fragmento com um índice de 20% tem pouco contraste com seu entorno. Por sua vez índices próximos a 1 possuem alta porcentagem do seu perímetro contrastando com o entorno.
<i>Moving Window</i>	Adimensional	Calcula-se a métrica a partir de uma janela, neste caso, de 300 m de raio. O resultado da sua aplicação gera um gradiente de porcentagem de habitat, onde para cada pixel é atribuído o valor resultante do cálculo feito na janela que envolve o próprio pixel.
Porcentagem da classe (PLAND)  $P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$ <i>P<sub>i</sub></i> proporção da paisagem ocupada pela classe	Porcentagem	Distribuição da área ocupada pelas classes como uma porcentagem do recorte. Maior valor da classe cobertura florestal corresponde a maior cobertura na paisagem pelos fragmentos.

$a_{ij}$ área do fragmento		
Índice do maior fragmento (LPI)	Porcentagem	Porcentagem da paisagem ocupada pela maior classe. Se a classe florestal for a maior, tem-se uma fonte de propágulos para fragmentos menores.
Índice de forma (SHAPE)	Adimensional varia de 1 a $\infty$	Complexidade geométrica do fragmento de vegetação. Quanto mais próximo de 1, menor é a área sob efeito da borda do fragmento. O índice de forma de mancha média ponderado por área (Shape_AM) fornece uma perspectiva centrada na paisagem ao refletir as condições médias de um pixel escolhido aleatoriamente ou as condições que um animal deixado cair aleatoriamente na paisagem experimental.
Índice de Proximidade (PROX) $Prox = \sum_{s=1}^n \frac{a_{ijs}}{h_{ijs}^2}$ $a_{ijs}$ área dos fragmentos $h_{ijs}$ distância entre os polígonos de vegetação medidos de borda a borda	Adimensional varia de 0 a 1	Mede a conectividade dos fragmentos florestais ao calcular a proximidade entre a mancha e seus vizinhos em um raio de busca. Quanto mais próximo a 1, maior conectividade Quanto mais fragmentos a mancha tiver no raio de busca (300 m), maior será a conectividade e o valor do índice. Já se mancha tiver um menor número de fragmentos próximos e se forem pequenos o índice tende a 0, indicando menor conectividade e maior isolamento. O valor será zero para a mancha que não tiver nenhum vizinho da mesma classe dentro do raio de busca. O aumento do valor do índice varia de acordo com o raio de busca, aumento das áreas dos fragmentos e a distância entre as manchas.
Adjacências semelhantes (PLADJ)	Porcentagem	PLADJ é igual a zero quando o tipo de mancha correspondente é desagregado (ou seja, cada célula é uma mancha diferente) e não existem adjacências. Esta condição só pode ser conseguida quando a proporção

$PLADJ = \left( \frac{g_{ii}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) (100)$ <p>Gii número de adjacências semelhantes entre pixels de classe i Gik número de adjacências entre pixels de classes i e k</p>		<p>da paisagem composta da classe focal é menor que 50%. Quando a porcentagem é maior que 50%, começa a aumentar as adjacências. O valor do índice mede o contágio e agregação para a paisagem.</p>
<p>Interpenetração e justaposição (IJI)</p> $IJI = \frac{-\sum_{k=1}^m \left[ \left( \frac{e_{ik}}{\sum_{k=1}^m e_{ik}} \right) \ln \left( \frac{e_{ik}}{\sum_{k=1}^m e_{ik}} \right) \right]}{\ln(m-1)} (100)$ <p>m número de tipos de classes da paisagem</p>	<p>Porcentagem</p>	<p>Estimativa do grau de agregação dos fragmentos componentes das classes de paisagem. Quanto maior o valor, mais a classe esta igualmente adjacente uma a outra.</p>
<p>Agrupamentos funcionais</p>	<p>-</p>	<p>Para espécies capazes de cruzar o entorno do fragmento para acessar outras manchas de vegetação, a conectividade pode ser representada por agrupamentos de diferentes distâncias. Estes agrupamentos configuram manchas funcionais de habitat pelas quais um dado grupo de organismos é capaz de se locomover. Neste estudo foram utilizados os valores hipotéticos de deslocamento: 50, 100 e 150 m. Veja que esta métrica não diferencia o entorno, nem sua topografia.</p>

Ressalta-se que, como nesta pesquisa não foi escolhida especificamente nenhum grupo funcional e/ou espécie focal, optou-se por escolher uma dispersão mais restritiva para o PROX de 300 m. Para a métrica ECON foi estabelecida uma matriz de dados para estabelecer graus de contraste entre as classes do uso do solo.

A matriz estabelece valores usados na determinação da magnitude do contraste para cada tipo de borda (isto é, cada combinação de pares de tipos de mancha).

**Tabela 7.** Matriz de dados da métrica ECON com os pesos das classes

Classes	Elementos hídricos	Campo	Silvicultura	Cob. Florestal	Área Urbanizada	Solo exposto
Elementos hídricos	0	0,5	0,7	0,9	0,1	0,1
Campo	0,5	0	0	0,3	0,9	0,7
Silvicultura	0,7	0	0	0,1	0,7	0,8
Cob. florestal	0,9	0,3	0,1	0	1	0,9
Área Urbanizada	0,1	0,9	0,7	1	0	0,1
Solo exposto	0,1	0,7	0,8	0,9	0,1	0

A leitura e análise dos dados têm como objetivo fornecer um embasamento para identificação de áreas potenciais para o estabelecimento de diretrizes de infraestrutura verde para a rede de espaços livres. Estas áreas são selecionadas, de forma a considerar não só a proteção ao PEC, mas também aos remanescentes de vegetação integrando no espaço social, as demandas sociais e ambientais.

Segue o encadeamento do estudo apresentado na sequência.

**Quadro encadeamento de estudo**

Contextualização e Análise da área de estudo	Análise do recorte A, considerando sua inserção regional, dinâmicas sociais e ambientais, bem como os reflexos no espaço construído
	Configuração do espaço livres
	Diagnóstico da estrutura da paisagem (composição e configuração)
Diretrizes de infraestrutura	Definição de uma rede de espaços livres estratégicos para conservação (ambiental e social) por meio de diretrizes de IEV.

# **CAPÍTULO 4: CONTEXTUALIZAÇÃO DA ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE ESTADUAL DA CANTAREIRA**

## 4.1 O Parque Estadual da Cantareira

O PEC encontra-se inserido em grande parte na bacia hidrográfica do rio Tietê, nas escarpas e reversos da Serra do Mar e da Mantiqueira – no denominado Planalto Atlântico (Instituto Florestal, 2009). Com 7.916,52 ha e 90,5 km de perímetro, abrange parte de quatro municípios do estado de São Paulo: Mairiporã, Caieiras, Guarulhos e São Paulo (em quatro subprefeituras: Freguesia-Brasilândia; Casa Verde-Cachoerinha; Santana-Tucuruvi e Jaçanã-Tremembé).

A delimitação de sua área em muito se reflete aos esforços de proteção e tombamento da mata realizado no final do século XIX. O Governo adquiriu as fazendas da Serra com o objetivo de recuperar a mata nativa e suas nascentes e, assim, garantir o abastecimento de água da cidade de São Paulo pelas represas do Cabuçu, Engordador e Barrocada, subsequentemente tais represas foram substituídas pela inauguração em 1973 do novo Sistema Cantareira – um dos maiores mananciais de abastecimento de água do mundo.<sup>58</sup>

### FICHA TÉCNICA PARQUE ESTADUAL DA CANTAREIRA

**ÁREA** 7.916,52 ha

**PERÍMETRO** 90,5 km

**VARIAÇÃO ALTITUDINAL** 775 a 1.215 m

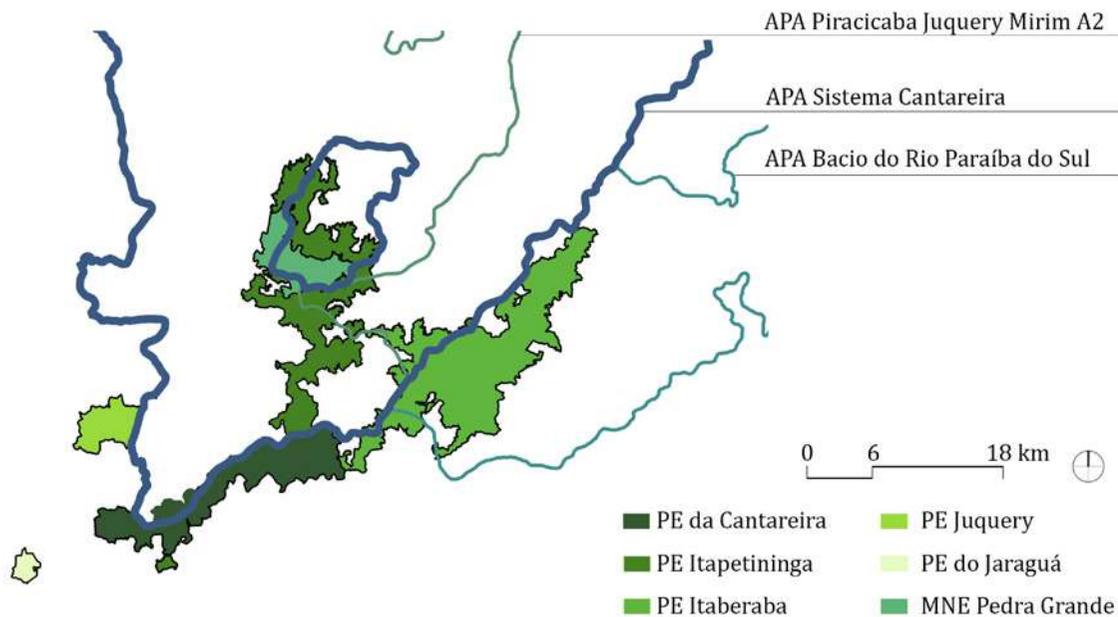
**COORDENADAS GEOGRÁFICAS** latitude 23°35' e 23°45' Sul e Longitude 46°70' e 46°48' Oeste

#### LEGISLAÇÃO E PLANOS DE PROTEÇÃO

- Criação em 1963 com base na Lei Nº 6.884/62, regularizado por decreto-lei nº 41.626/63
- Em 1983 o Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo (CONDEPHAAT) declarou seu tombamento
- Zona Núcleo da Reserva da Biosfera do Cinturão

Verde da Cidade de São Paulo (integrante da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica) reconhecida pela UNESCO em 09/06/1994 com o objetivo de preservar os remanescentes florestais. Sendo que o setor do parque localizado em Mairiporã é parte da Área de Proteção Ambiental (APA) da Cantareira.

- Planos de Manejo: O primeiro foi realizado em 1974, ainda que não aplicado em sua totalidade, norteou a administração do Parque no desenvolvimento das atividades ao uso público, proteção e fiscalização (Silva, 2005). Como instrumento dinâmico, foi atualizado em 2009, momento em que estabelece o limite da ZA e incorpora as diretrizes do SNUC e do roteiro metodológico de implantação de Planos de Manejo do IBAMA (2002).



**Figura 23.** Unidades de conservação do contínuo Cantareira: Parque Estaduais da Cantareira, de Itapetininga e Itaberaba (criados pelo Decreto Lei nº. 56.662/10, com Plano de Manejo em elaboração), Monumento Natural Estadual Pedra Grande e Floresta Estadual de Guarulhos. Juntos, eles passam a proteger uma área total de 28,6 mil ha, quase quatro vezes a área do PEC (Assis, 2014). O contínuo da Cantareira em direção a Serra da Mantiqueira é considerado como uma das áreas consideradas prioritárias para a conservação da biodiversidade pelo Programa Biota FAPESP (Mapa de Áreas Prioritárias para a Conservação, Portaria MMA nº 09/2007) e pelo Mapa de Áreas Prioritárias para Conectividade do Estado de São Paulo (Fonte: organizado pela autora com base em mapa Emplasa, 2010).



**Tabela 8.** Análise dos fatores de ameaça e positivos à proteção do Parque Estadual da Cantareira (Fonte: Adriana Sandre, com base nos estudos, Plano de Manejo e visitas).

<b>Ameaças a integridade do Parque</b>	<b>Pontos positivos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de mapeamento das áreas de risco e fiscalização da ocupação irregular do entorno; de políticas públicas de manejo das bordas; de técnicos para gestão do parque e da ZA; e do perímetro exato do PEC</li> <li>• Frequência baixa de uso pela população</li> <li>• Fogo e depósito irregular de resíduos sólidos</li> <li>• Pressão do avanço da mancha urbana</li> <li>• Atividades agrícolas e mineradoras na ZA</li> <li>• Falta de articulação das subprefeituras SP e dos municípios da ZA</li> <li>• Assoreamento dos córregos e falta de saneamento básico</li> <li>• Desmatamento irregular dos fragmentos do entorno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestação de serviços ecossistêmicos</li> <li>• Parque com alta beleza cênica e núcleos com espaços de recreação, encontro e educação ambiental</li> <li>• Alta biodiversidade</li> <li>• Parques em planejamento e projeto na parte sul do PEC</li> <li>• Participação ativa da Comunidade em processos participativos</li> <li>• Articulação entre o Estado de SP e os municípios na elaboração de políticas públicas e PDUI.</li> <li>• Articulação entre os Planos diretores dos municípios e regional estratégico das subprefeituras de SP</li> <li>• Projetos integrados de infraestrutura verde (rede de espaços livres vegetados)</li> </ul>

Destacam-se também as ameaças a integridade do parque e as potencialidades de manutenção da viabilidade da população pela proteção dos fragmentos e dos fluxos biológicos já existentes.



**Figura 24.** Núcleo Pedra Grande: mirante da cidade de São Paulo a 1.010 m de altura (Foto: Marcelo Kussunoki).



**Figura 25 e 26.** Núcleo Engordador. Destaca-se como uma de suas forças sua beleza extraordinária e potencialidades de mirantes tanto com vista para São Paulo quanto para Mairiporã (Foto: Adriana Sandre).

Para além da sua biodiversidade, dentre os serviços ecossistêmicos prestados pelo PEC destacam-se as paisagens maravilhosas conformadas pelo parque, com alta beleza cênica, o que proporciona uma oportunidade para desenvolvimento econômico, ao conformar espaços de recreação, encontro e educação ambiental. Além do controle da qualidade e temperatura do ar com amenização das temperaturas e potencial para produção de cosméticos e remédios de suas árvores.

Quanto as ameaças ao Parque, destaca-se a poluição do ar na região da Serra da Cantareira. A direção preferencial dos ventos na região faz com que a poluição atmosférica produzida pelo complexo urbano e industrial da Grande São Paulo sejam carreados para a Serra da Cantareira o que se revela uma ameaça à integridade da floresta (Mattos et al., 2010).

Outras ameaças a integridade física do parque são os riscos de fogo<sup>59</sup>, a exemplo dos ocorridos no bairro

---

<sup>59</sup> O Parque é parte da Operação Mata Fogo da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Mas em outubro de 2014 sofreu um incêndio em uma área aproximada de 300 mil m<sup>2</sup>.

Hortolândia (Mairiporã), e o depósito de resíduos irregulares, ocasionando uma poluição difusa, envenenamento de animais e comprometendo a beleza cênica. Em um único mutirão de limpeza, em setembro, foram retiradas 20 toneladas de resíduos em um ponto da Estrada Santa Inês.<sup>60</sup>

A constatação dessas ameaças é importante fator que o estudo mapeia para futura problematização. A dissertação compartilha o entendimento que as diretrizes de IEV só podem ser fixadas após a compreensão efetiva dos problemas ambientais vivenciados pelo PEC. Caso contrário, padece um risco acerca da elaboração de estratégias ineficazes, que não equacionem de maneira sistemática os problemas diários que o Parque enfrenta.

#### 4.1.1 Quem vive no Parque?

Um ponto que deve ser constatado, para ações efetivas e planos, é o conhecimento das espécies de fauna e de flora que vivem no PEC.

A vegetação do Parque é constituída predominantemente por Floresta Ombrófila Densa Montana (Velooso et. al, 1991) com 14 unidades fitofisionômicas.<sup>61</sup> Trata-se de uma floresta em que a maior parte das árvores (678 já catalogadas), altas de folhas largas, não são caducifólias. São exemplos os tapiás-mirins, embaúbas, jequitibás, xaxim, as famílias de mirtáceas – com destaque para as goiabeiras.

Segundo Tabarelli (1994), o Parque possui poucos trechos significativos de floresta em estágios avançado de regeneração. Sua vegetação reconstituiu-se a partir do século XVIII, mediante decreto que tombava esta parte da Serra da Cantareira e proibia as atividades agropecuárias, principalmente a cafeicultura.

Ainda, segundo levantamento realizado pelo Instituto Florestal (2009), as áreas constituídas por vegetação em estágio avançado de regeneração (4,5% da área do PEC) encontram-se no Morro do Pavão, Fundo do Cabuçu, Pau Furado e Pinheirinho. Nas demais formações prevalecem o estágio secundário com porte arbóreo médio e estrutura de dossel desuniforme. A porção com maior alteração encontra-se na parte sul, em São Paulo. Há também a presença de plantios de espécies nativas e exóticas, situadas no núcleo Águas Claras.

---

60 Disponível em: <<http://fflorestal.sp.gov.br/2016/09/13/20-toneladas-de-residuos-sao-retiradas-em-estrada-as-margens-do-parque-estadual-cantareira/>> Acesso em: 08 fev. 2016

61 Para detalhes sobre levantamento florístico da área ver Mattos et al., 2010.

Destaca-se também a presença de espécies exóticas invasoras, muitas provenientes de jardins ornamentais do entorno do PEC. Há de se ter um cuidado na seleção de espécies para os projetos de arquitetura da paisagem de residências e comércios, principalmente em terrenos próximos a UCs para evitar o plantio de espécies invasoras. Para além das exóticas e do risco de desmatamento de sua borda por ocupações urbanas, algumas das espécies são cortadas para extração de madeira e venda de palmito (*Euterpe edulis*), xaxim (*Dicksonia sellowiana*), bromélias e orquídeas.

Com relação a fauna, no parque vivem quatis, jacus, bugios, jaguatirica e uma grande diversidade de espécies da avifauna. São 388 espécies de vertebrados (97 mamíferos, 233 aves, 28 anfíbios, 20 répteis e 10 peixes) e 478 de invertebrados (91 abelhas, 303 aracnídeos, 62 formigas e 22 culicídeos) catalogadas. Segundo o levantamento, das 53 espécies de ocorrência conhecida em São Paulo 24 (45%) ocorrem no parque.



**Figura 27.** Quatis (*Nasua nasua*). De ampla distribuição na América Latina, é ameaçado pela destruição do habitat e a caça (Fonte: Celi Onofre)

A presença de felinos, com necessidade de grandes áreas, como a onça-parda *Puma concolor* e a jaguatirica *Leopardus pardalis* caracteriza a presença de uma estrutura que mantém sub-populações de outras espécies parte de suas dietas. A existência de outros carnívoros, como a lontra *Lontra longicaudis* e o furão *Galictis vittata* também é surpreendente, dado as constantes ameaças a suas populações pelas estradas que cortam o Parque (Instituto Florestal, 2009).

Segundo o levantamento do IF, as espécies de anfíbios como *Aplastodiscus arildae* e *Proceratophrys boei* corroboram a indicação de bom estado de preservação e da maior continuidade florestal do PEC, no entanto, não são encontradas em áreas próximas a urbanização, dada sua sensibilidade.

Para avifauna, destacam-se as espécies ameaçadas de extinção: pichochó *Sporophila frontalis* (categoria vulnerável) e a pararu-espelho *Claravis godefrida* (criticamente ameaçada).<sup>62</sup> Por serem especializadas em sementes de taquara, essas espécies se deslocam por extensas áreas da Mata Atlântica em busca de populações de bambusóides frutificadas (com redução de distribuição devido à degradação do bioma). Outros exemplos da avifauna que sofreram declínio populacional ocasionado pela fragmentação e redução de habitat do PEC são o cuiú-cuiú *Pionopsitta pileata*, o barbudinho-do-sul *Phylloscartes eximius* e a tesourinha-da-mata *Phibalura flavirostris*.

**Tabela 9.** Número de espécies de mamíferos, aves, anfíbios, répteis e peixes estimados para o Brasil, Mata Atlântica e Parque Estadual da Cantareira (Fonte: Instituto Florestal, 2009)

<b>Localidade/Grupo</b>	<b>Mamíferos</b>	<b>Aves</b>	<b>Anfíbios</b>	<b>Répteis</b>	<b>Peixes</b>
Brasil	654	1.767	814	684	2.500
Mata Atlântica	234	1.020	370	---	350
PEC	97	233	33	20	10

62 Segundo Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>> Acesso em: 02 fev. 2017

Em relação a abertura para visitação o PEC conta com quatro núcleos: Pedra Grande (criado em 1989, local da sede do Parque, SP), Engordador (1992, SP) Águas Claras (2000, Mairiporã) e Cabuçu (2008, Guarulhos), com equipes para gestão operacional que se reportam à administração do Parque e seu gestor.

A Pedra Grande é uma das trilhas principais, com trajeto de 9,5 km e acesso ao Mirante de São Paulo e Lago das Carpas. Os 60 mil de visitantes/ano é um número baixo se comparado com os demais parques da cidade de São Paulo, a exemplo do Parque do Carmo: com 3 mil (seg. à sex.) e 10 mil (sab. e dom.) e do Parque Ibirapuera com 20 mil (seg. à sex.), 70 mil (sab.) e 130 mil (dom.). O número justifica-se porque são parques com objetivos diferentes de criação: o PEC é voltado à preservação e o Ibirapuera ao uso social urbano. Por este motivo, o Cantareira só abre ao público aos finais de semana já que, em dias de semana, é restrito a grupos de escolas e universidades previamente agendados.

## 4.2 Quem vive no entorno do Parque?

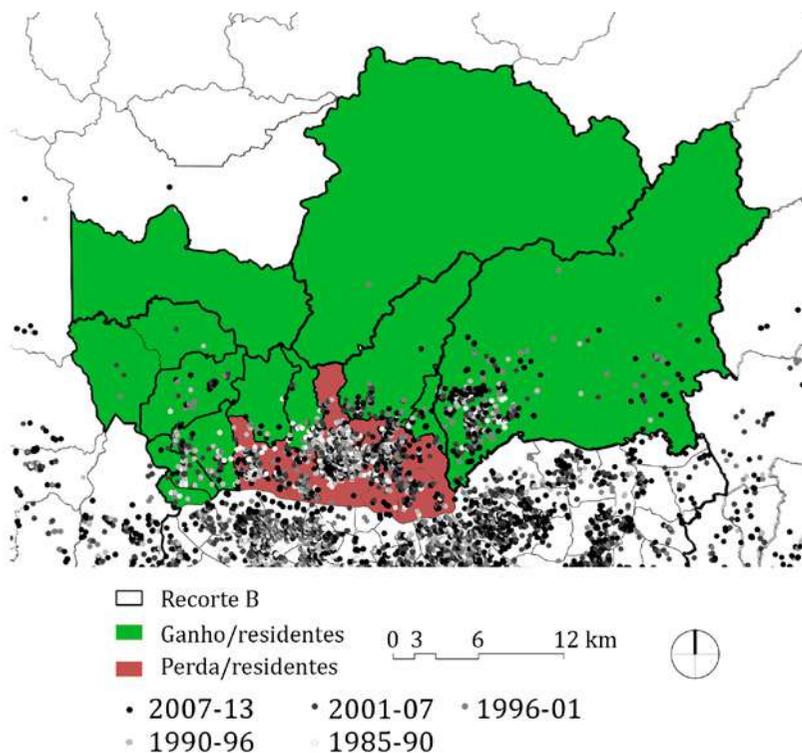
Na caracterização de quem vive neste recorte, verifica-se grande complexidade territorial, com classes sociais distintas e tendências de crescimento demográfico discrepantes entre os municípios. O PEC é circundado tanto por áreas densamente ocupadas, pedreiras, aterros sanitários quanto por zonas agrícolas que contribuem para seu isolamento e fragmentação. Fato é que com o passar do tempo as pressões antrópicas tendem a se intensificar e o PEC, cada vez mais, se torna uma ilha cercada por bairros, estradas e infraestrutura urbana.



**Figura 28.** Quem vive e como se constrói um território. Ao lado do córrego Bananal (Fonte: Adriana Sandre).

**Tabela 10.** Caracterização dos municípios que abrange o Parque Estadual da Cantareira (Fonte: IBGE, 2016 e Fundação SEADE).

Região	Área (km <sup>2</sup> )	População em 2016 (estimada)	Taxa geométrica de crescimento anual (2010/16) % a.a.
Caieiras	97,64	97.016	1,6
Guarulhos	318,68	1.337.087	1,6
Mairiporã	320,68	93.981	2,15
Brasilândia	21,15	275.198	0,65
Cachoeirinha	13,47	144.977	0,16
Mandaqui	13,23	108.822	0,2
Tremembé	57,48	213.683	1,37



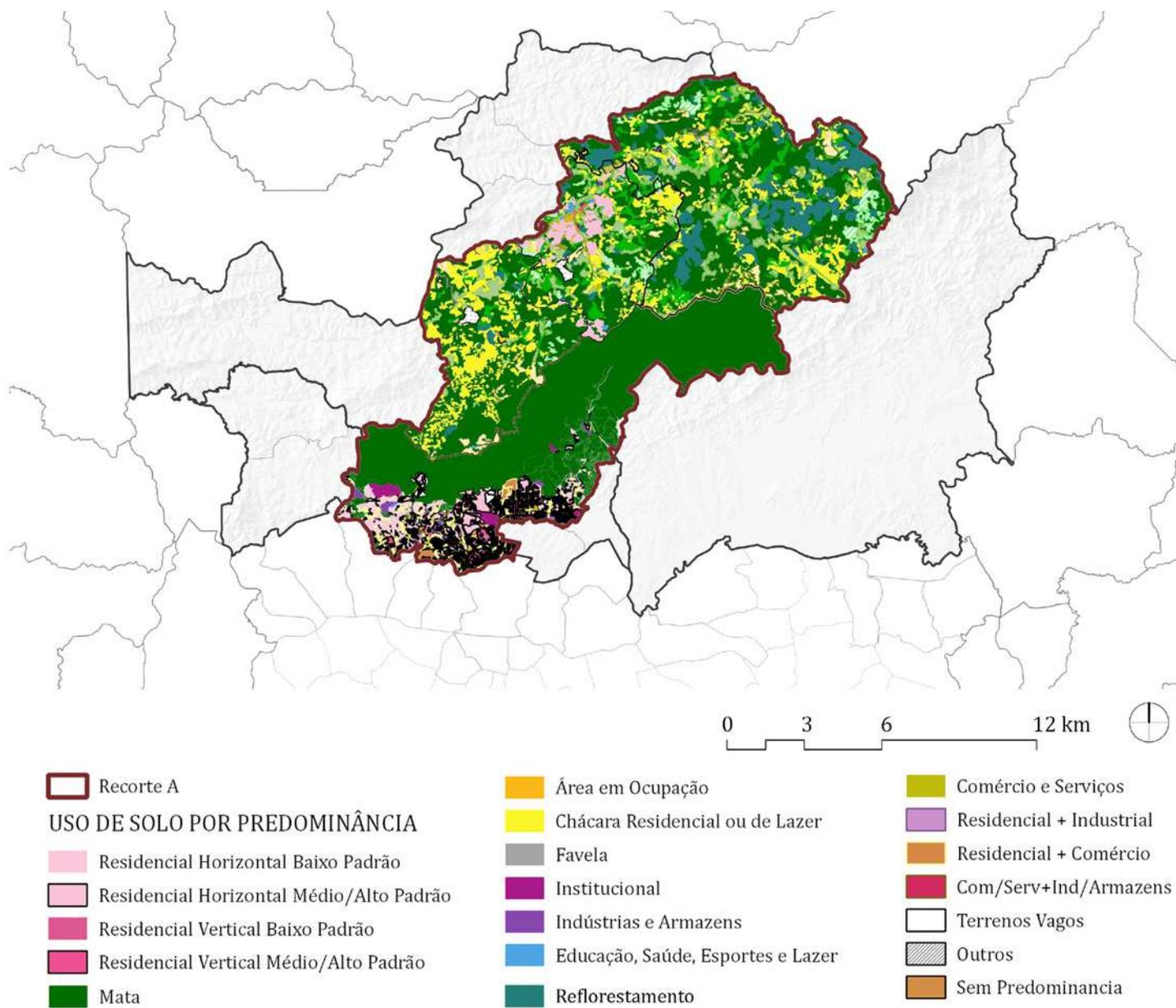
**Figura 29.** Taxa geométrica de crescimento de 2000 a 2010 e Empreendimentos do recorte B de 1985 a 2013 (Fonte: organização Adriana Sandre, dados IBGE 2000, 2010 e Centro de Estudos da Metrópole, lançamentos imobiliários residenciais da RMSP).

As taxas de crescimento de Caieiras, Guarulhos, Mairiporã e do Tremembé são superiores as médias da RMSP (0,96 a.a.). Vê-se que a questão das habitações tanto clandestinas quanto irregulares gera precariedades de infraestrutura que atingem diretamente a preservação do PEC, como analisadas a seguir.<sup>63</sup>

Como a Serra da Cantareira marca a divisão administrativa entre São Paulo e Mairiporã, imposta por declividades acentuadas em uma transição urbano-rural, optou-se por dividir esta análise em parte Norte e parte sul do PEC. Com enfoque as pressões urbanas, definindo sua origem e dimensão em Mairiporã e pela parte sul, em São Paulo nos distritos limítrofes do parque.

---

63 Cumpre pontuar que a falta de moradia adequada e a falta de acesso universal a certos serviços básicos é um problema histórico estrutural da metrópole paulista. Tema este extremamente relevante e de urgente necessidade de políticas públicas efetivas, mas que não é alvo central de discussão da dissertação.



**Figura 30.** Uso do solo por predominância do recorte A: UITs de Mairiporã e dos distritos de São Paulo, Brasilândia, Cachoeirinha, Mandaqui e Tremembé (Fonte: Organização Adriana Sandre, dados do Emplasa, 2010).

## Parte Norte

Nas três UITs de Mairiporã verifica-se a ocupação do solo em forma dispersa, pouco densa (253 ha/km<sup>2</sup>, IBGE, 2010), onde predominam os condomínios fechados de médio e alto padrão, sítios de recreio e chácaras<sup>64</sup> (por exemplo, pesqueiro Recanto da Truta e Chalé Aldeia Pitoresca) e loteamentos clandestinos. A maior parte da região classifica-se como de baixa vulnerabilidade social (Índice Paulista de Vulnerabilidade Social – IPVS, 2010), uma exceção é a comunidade próxima a Pedreira Mantiqueira (Dib) com vulnerabilidade média.

Ainda que o município possua Plano Diretor Estratégico (Lei n° 297/06, alterado o Capítulo VII pela Lei complementar n° 386/14) e esteja coberto pela Lei de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto do Juquery (Lei n° 15.790/15) – enquanto instrumentos aditivos de proteção aos fragmentos de vegetação de Mata Atlântica –, verifica-se a presença de loteamentos irregulares e clandestinos<sup>65</sup> na Zona de Uso Sustentável.

Conforme definida pelo Capítulo VII de Uso e Ocupação do Solo e pelo Plano de Manejo do PEC, nesta Zona não se permite o corte raso de vegetação em um quilômetro de raio do limite do Parque, ampliação de áreas de plantio de *Pinus ssp.* e implantação de novos loteamentos urbanos ou condomínios.

Todavia, por ser o Plano de manejo de 2009, ele estava em acordo ao capítulo da lei anterior, alterado em 2014. Destaca-se que na redação do texto atual as ZUS são impróprias para adensamento urbano, mas são permitidas para os usos residenciais no parcelamento destinado as chácaras e sítios de recreio e agricultura. Nas UTIs Paiva Castro, Mairiporã e Pirucaia são 36 loteamentos irregulares e 9 clandestinos. Destaca-se a UIT Paiva Castro (PEC compõe 9,84% de sua área) que está totalmente inserida na área de proteção aos mananciais. Com

---

64 Considera-se chácaras as “pequenas áreas de terra destinadas ao lazer de famílias de classe média urbana, geralmente inferiores a 2 ha, localizadas nas periferias dos grandes centros urbanos, na orla marítima ainda não densamente povoada ou em áreas próximas a rios, lagos, represas ou reservas florestais, e com fácil acesso através das principais rodovias asfaltadas do país” (Graziano da Silva, 1997, p.12).

65 Pinto (2007) verificou no IPTU Municipal de 2006 442 loteamentos, mapeando 289 em 37 bairros (restando 153 ou por cadastro em duplicidade ou por insuficiência de dados), destes 85 são irregulares e clandestinos, 45 considerados de alto padrão, 58 de médio padrão e 101, de baixo padrão ou popular.

Em averiguação no Cartório local, ela verificou que dos 442 loteamentos, em torno de 100 são legalizados com registro de imóvel.

Segundo a autora, a grande maioria dos loteamentos e “condomínios” de alto e médio padrão, dispersos na Serra da Cantareira, Roseira, Represa e à margem da Rodovia Fernão Dias tem seu próprio sistema particular de poços artesianos e fossa séptica. Ela conclui que as principais características sócio espaciais detectadas são forte grau de segregação espacial no tecido urbano, enfraquecimento do papel do poder local, fortalecimento de formas condominiais para resolução dos serviços e perda do sentido de identidade do lugar para seus habitantes.

a presença de dois loteamentos caracterizados enquanto ZEIS 1<sup>66</sup> e Subárea de Ocupação diferenciada,<sup>67</sup> sendo o condomínio Lareira um loteamento irregular e o “Vila Hípica 22” clandestino, ambos com população de renda baixa e ausência de sistema de esgoto e abastecimento de água.<sup>68</sup>

Porém são predominantes os condomínios residenciais de médio e alto padrão.<sup>69</sup> Onde encontra-se um dos maiores o valor do m<sup>2</sup> construído do município. Um exemplo é o Alpes da Cantareira (Mairiporã), que utiliza para consumo as águas tratadas do Ribeirão Águas Claras.

Tais condomínios, por estarem localizados nas áreas caracterizadas como com Severas Restrições, pela Carta de Aptidão ao Assentamento Urbano, têm por obrigatoriedade manter grandes lotes e baixo coeficiente de ocupação entremeados a fragmentos de mata. Isso se justifica em alguma medida diante da expansão urbana em direção sul, estimulada pela Rodovia Fernão Dias.<sup>70</sup>

Já na UIT Pirucaia, a nordeste do PEC, como o relevo dificulta a ocupação urbana, é caracterizada por núcleo urbanos isolados, geralmente chácaras. Dada sua quase sobreposição territorial e ausência de saneamento básico, os maiores riscos a integridade do PEC são os loteamentos irregulares (por exemplo, “Conjunto residencial Mantiqueira” e “Paraiso da Cantareira”) e os clandestinos (por exemplo, “Toca da Onça” e “Jardim samambaia I”).

Considerando que tais ocupações possuem menor densidade de ocupação, menos infraestruturas e não ser considerada como zona urbana, acreditava-se que próprio terreno dos lotes rurais absorveriam os impactos de uma ocupação pouco densa e dispersa. No entanto, dada a ameaça de expansão de usos urbanos, a escassez de saneamento básico e a presença de lotes menores que o mínimo exigido por lei, em Mairiporã, esta premissa não ocorre. Como acrescenta Santoro (2014):

A implantação de formas de ocupação urbanas mais densas (com lotes menores que o módulo rural); precárias, por não necessitarem da urbanização primária (infraestruturas

---

66 O artigo 63 do diploma determina que as ZEIS 1 são áreas ou porções do território destinadas à recuperação urbanística, regularização fundiária, produção e manutenção de habitações de interesse social.

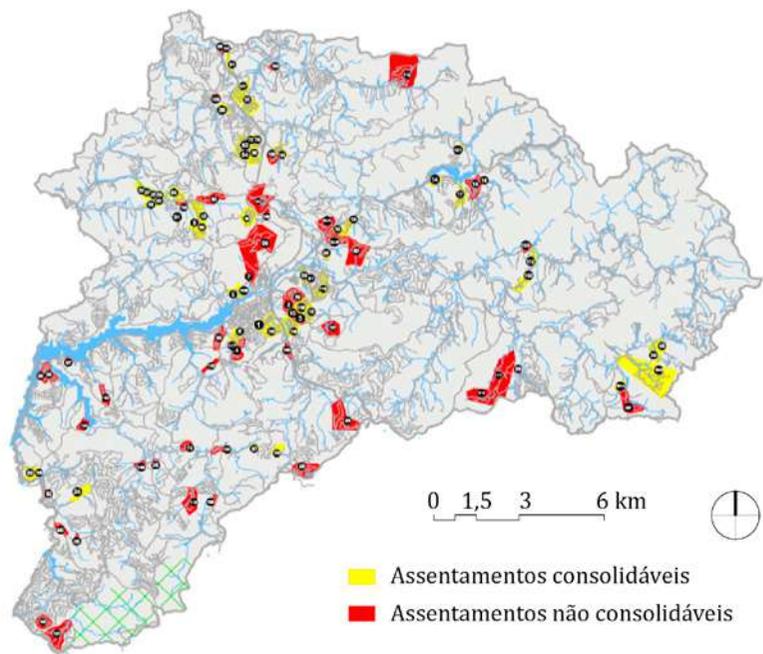
67 Zona que deve atender segundo a Lei de Mananciais a taxa de permeabilidade mínima de 0,6 e lotes mínimo de 1.500m<sup>2</sup>.

68 Segundo o Plano Municipal de Habitação de Interesse Social (Decreto nº 6.665, de 12 de abril de 2013).

69 Segundo relatório das UITs de Mairiporã (Emplasa, 2010).

70 Idem.

urbanas) ou urbanificação secundária (equipamentos, serviços e outros usos), que tornam estas áreas urbanas com todos os seus atributos; sem qualidade ambiental, face ao maior adensamento sem infraestrutura urbana, mas também por se darem sobre áreas de preservação permanente ou reserva florestal, não qualificando a ocupação em relação ao meio ambiente (p.3).



**Figura 31.** Classificação dos Assentamentos de Mairiporã em Função do Tipo de Intervenção Necessária (Fonte: Plano Municipal de Habitação de Interesse Social, 2013, Oliver Arquitetura)

Em suma, a maior parte dos loteamentos não possui infraestrutura de saneamento adequada, sendo alguns localizados em áreas próximas a nascentes, recursos aquíferos e UCs. A questão recorrente dos conflitos de direito entre preservar e habitar resulta em poluição do sistema hídrico, que incide indiretamente na qualidade da água do reservatório Eng. Paulo de Paiva Castro.



**Figura 32.** Vista da cidade de Mairiporã. Nota-se que a presença de trechos urbanizados intercalados a vazios de diferentes dimensões, fragmenta ainda mais os trechos de mata do território. Ao fundo a Serra da Cantareira recobrendo a cidade de São Paulo (Foto: André Silva).

## Parte Sul

Em São Paulo tem-se diferentes usos do solo, variando desde loteamentos irregulares<sup>71</sup>, clandestinos até condomínios de alto padrão e chácaras.

A região do recorte, que engloba os distritos de Brasilândia, Cachoeirinha, Mandaqui e Tremembé é caracterizada por ser um dos eixos de expansão urbana da cidade, sobretudo devido à alta demanda de habitação e a visão da mata enquanto “terra disponível”. Não se deve também desconsiderar a expansão dos condomínios fechados.

Na Brasilândia, por exemplo, no perímetro do entorno do parque, há predomínio de área habitacional, predominantemente de assentamentos residenciais horizontais (67,3% de sua área) e de loteamentos pequenos destinados a famílias com baixa renda, como o conjunto habitacional Vila Brasilândia da CDHU. O distrito é o mais vulnerável do recorte (IPVS de 29,8, Fundação Seade, 2010) com 23,7% de seus domicílios em 96 favelas. Majoritariamente localizadas no Jardim Damasceno, Vista Alegre e Jardim Paraná.

Fato é que a população da Brasilândia vem sendo negligenciada em relação ao acesso de serviços fornecidos pelo Poder Público, sobretudo pela falta de uma política pública de habitação duradoura, que fosse adequada com a proteção ambiental do PEC e dos fragmentos de vegetação do perímetro.

Ainda que exista uma alta demanda por moradia e o município justifique a dificuldade financeira de suprir o déficit, trata-se diretriz de primeira ordem regularizar a população residente no entorno das APP. Trata-se de área que sofre com constantes inundações e problemas graves de saneamento básico.

Manter as pessoas a espera de futuros projetos de urbanização, condicionada apenas a possibilidade de regularização daquele espaço, é uma política excludente, dissociada do acesso aos serviços e equipamentos de infraestrutura. Veja que não se defende a retirada da população de seus bairros, mas sim, a formulação de ações para realocação em locais adequados a moradia com o avanço de programas habitacionais de baixa renda, atendendo efetivamente a demandas e necessidade da população.

---

71 Do total de lotes irregulares da capital, 30% estão localizados na região da Cantareira. Disponível em: < <http://opinioao.estadao.com.br/noticias/geral,a-ocupacao-da-cantareira-imp> > Acesso em: 24 jan. 2017

Muitas regiões de São Paulo apresentam urbanização dispersa com residências em gabaritos baixos. Não há, portanto, “falta de terra” (dadas as possibilidades de verticalização) que justifique a não obrigatoriedade e demanda ambiental de se manter a faixa destinada a conservação de APPs em áreas urbanas (não se considera aqui os rios que estão em galeia ou em calha de concreto).

Não se pode aceitar também que morar na informalidade seja a única opção existente a essa parcela da população, que sem alternativa é forçada a ocupar áreas não adequadas para moradia e improvisar sua sobrevivência, muitas vezes de forma criativa e mais responsiva ao ambiente.

Cachoeirinha, semelhante a região da Brasilândia, possui loteamentos clandestinos e irregulares, em alta declividade e na divisa com o Parque (Jardim Peri, Eucaliptos em área de risco geológico). Com 21% de seus domicílios em 35 favelas. Há também bairros de médio e alto padrão, a exemplo do loteamento Parque Itaguaçu da Cantareira, em uma área equivalente à metade do Parque Ibirapuera, onde foram construídas habitações para 20 mil moradores.<sup>72</sup> Apresenta maior número de residências verticais (22,9% de seu território) se comparado a Brasilândia (4%).<sup>73</sup>

Diferente dos outros distritos, na região do Mandaqui e do Tremembé predominam o uso residencial em loteamentos de médio e alto padrão entremeados a favelas (3% e 12,7% de seus domicílios em favelas, respectivamente) como as da região do Jardim Guapira. Nessa área, a proximidade e as vistas da Cantareira são vendidas como um atrativo imobiliário para loteamentos em condomínios fechados e verticais.

Uma prática observada neste caso é a aquisição a baixo custo de terrenos pelas incorporadoras e a transformação em edificações de alto poder aquisitivo. Um exemplo é o bairro de Palmas do Tremembé com casas de alto padrão em lotes grandes, se comparados ao tamanho médio dos demais distritos do recorte A. Outro condomínio fechado de alto padrão é o Itatinga 1 e 2, cujas casas chegam a ser limítrofes ao PEC, onde foram instaladas redes de proteção para evitar entrada de animais no loteamento.

---

72 De acordo com reportagem da Folha, 2006. Disponível em:  
<<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff0204200621.htm>> Acesso em: 02 fev. 2017

73 Caderno das Subprefeituras (Prefeitura de São Paulo, 2016)



**Figura 33.** A circulação de fauna no entorno do PEC é recorrente, principalmente as aves e pequenos mamíferos.  
*Os tucanos sempre vem visitar o jardim da casa, relato do morador do distrito de Tremembé, Guilherme Sanches, em entrevista feita em setembro de 2016. Ele complementa que a aparição dos animais foi reduzida com a construção do Rodoanel, o que reforça a importância do parque enquanto refúgio para fauna e a necessidade de não o isolar dos demais fragmentos (Foto: Emplasa, 2010).*

No Tremembé, estes condomínios fechados de alto padrão possuem prédios que destoam pelo padrão verticalizado das pequenas casas com lotes de variados tamanhos e das chácaras rurais.

Aliás, as chácaras de produtos hortifrutigranjeiros, frequentemente lutam para sobreviver a especulação imobiliária e de invasões para construção de moradias. Tal é o caso das localizadas no Jardim das Pedras, parte do cinturão verde (o chamado cinturão caipira).<sup>74</sup> Infelizmente, como diagnosticou Herling (2002), considerando que os proprietários rurais não vislumbram rentabilidade econômica em suas propriedades, tanto pela produção agrícola ou criatória, quanto pela desvalorização imobiliária, acabam por destinar, direta ou indiretamente, estas terras para o mercado imobiliário informal. Padrão que se confirma pelo número de favelas triplicado de 2000 para 2010 (de 4,2 para 12,7% do total de domicílios do distrito, SEHAB, 2010).

No sentido contrário, fomentando uma economia solidária, não predatória, e um uso sustentável do espaço, destaca-se a qualidade projetual do conjunto habitacional do Jardim Apuanã que, inclusive, tem uma moeda local para comercialização de produtos, a “Apuanã Jardim filhos da terra”.

---

74 Para um histórico da modificação do uso do solo da área ver Silva (2004) e Herling (2002).



**Figura 34.** Habitações irregulares do distrito da Brasília (Foto: Adriana Sandre)

Em breve síntese, é possível perceber que esses distritos apresentam problemas referentes ao adensamento urbano não planejado, enfrentando problemas advindos da ocupação urbana irregular muitas vezes em áreas de preservação permanente e em morros com altas declividades.

Em São Paulo, a ocupação de assentamentos clandestinos e irregulares em áreas de preservação permanente em córregos a céu aberto ocupa 18% da cidade (Pereira, 2009). Sendo que muitas das APPs também são ocupadas por equipamentos sociais. A exceção dessa lei se dá apenas em vista do Programa Minha Casa Minha Vida (Lei nº 11.977/09), pelo qual a supressão de vegetação é autorizada para obras habitacionais, inseridas em projetos de regularização fundiária, em áreas urbanas consolidadas.

Este tipo de expansão urbana, em encostas íngremes, é sujeito a desabamentos que geram riscos à vida e à saúde. Além da contaminação e assoreamento de córregos com poluição das águas de mananciais de abastecimento público por lançamento de esgotos domésticos. O desmatamento de terrenos com alta declividade também impacta na estabilidade do solo, modificando hidrologicamente a bacia hidrográfica com a impermeabilização do solo e aumento da velocidade de escoamento da água para o seu curso principal, contribuindo para o agravamento das inundações (Guedes, 2005; Lima & Pellegrino, 2015).<sup>75</sup> Muitas destas ocupações, por estarem limítrofes ao Parque, contribuem para os efeitos de borda e afugentamento da fauna tanto pelo desmatamento das árvores do PEC e dos remanescentes de vegetação, quanto pela poluição e ruído.

Já quantos aos usos institucionais – não residenciais –, destacam-se os aterros domiciliares do Centro de Gerenciamento de Resíduos Pedreira (Sítio Barrocada), Quitaúna (Guarulhos), Central de Tratamento e Valorização Ambiental da Essensis (Caieiras), Vila Albertina (Tremembé, em projeto de lei 60/2009 para tornar-se um Parque) e industriais da antiga Pedreira Itaberaba (Brasilândia), Morro Grande, Anhanguera (Brasilândia), Basalto e Santana (Tremembé). As pedreiras, ainda em atividade na área, segundo Gaspareto (2014) causam também danos expressivos, caracterizados por explosões e ruídos, liberação de partículas sólidas em suspensão

---

75 A região da Zona Norte de SP possui afloramentos de rochas cristalinas, demarcando os limites da Bacia Sedimentar de São Paulo e, são locais de difícil ocupação humana, devido às altas declividades e seus solos que se tornam frágil quando se é removida a vegetação predominantemente florestal (Gaspareto, 2014).

no ar atmosférico, tráfego intenso de veículos pesados, assoreamentos de cursos d'águas e lançamento de fragmentos rochosos.

Por fim, é possível notar uma atuação contraditória do Poder Público na área com a instalação de equipamentos públicos em áreas livres vegetadas, entendido como um dos vetores de urbanização. É o caso do CEU da PAZ no loteamento Jardim Paraná construído em 2004, que segundo Angileli (2007), contribuiu para ocupação da região com a instalação de infraestrutura e serviços, como a pavimentação de ruas.

Segundo Boucinhas & Lima (2013), a luta é por reconhecimento e exercício do direito de comunidades periféricas por agendas públicas, que atendam suas necessidades - considerando a abrangência do significado do morar. Não colocando em trincheiras opostas os moradores que reivindicam o uso do solo para a construção de equipamentos comunitários, e os que defendem a adequação desses usos à sensibilidade ambiental da área. Os autores complementam afirmando que diante de necessidades urgentes e de prioridades de sobrevivência, a população da periferia acredita ter que optar por uma de suas reivindicações, para não ficar sem nenhuma, o que concorre para um imaginário de que as ambientais, parecem, então, secundárias.

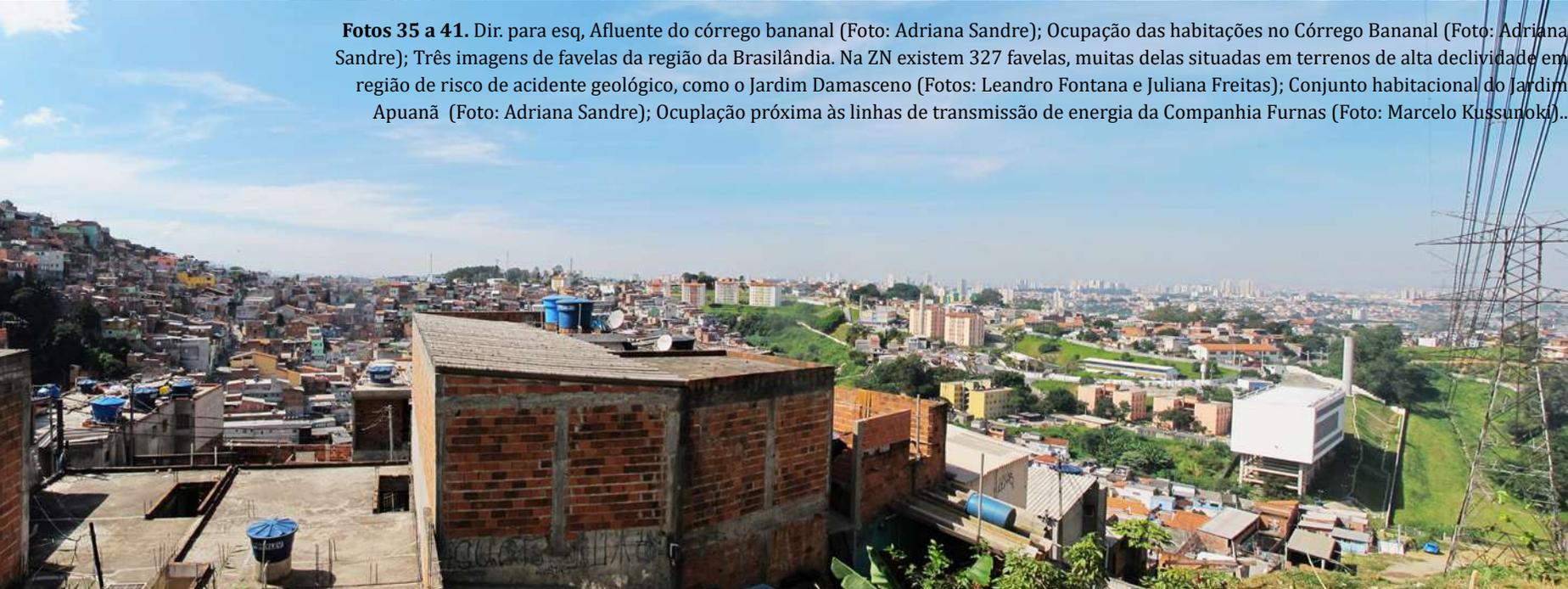
Não se nega aqui a importância da promoção de infraestrutura para comunidades de baixa renda, no entanto, reforça-se que essa população tenha ao mesmo tempo acesso aos serviços básicos essenciais e acesso adequado a moradias dignas. Lembrando que o conceito de moradia digna, segundo o Comitê de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais das Nações Unidas, envolve entre outros aspectos boas condições do terreno e localização, segurança jurídica da posse; disponibilidade de serviços de infraestrutura, custo acessível e, inclusive, qualidade ambiental do entorno.

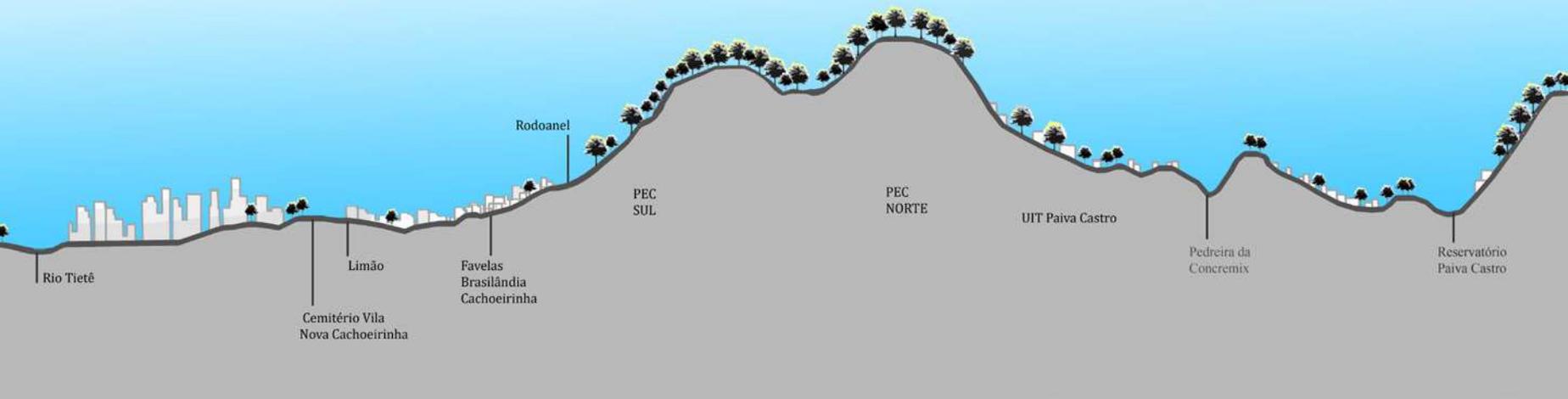
Outro caso famoso de problema na região é a expansão do Trecho Norte do Rodoanel – que é abordado na sequência –, considerando que o Jardim Paraná é uma ZEIS 1 do Plano Municipal de Habitação. Segundo Romeira e Frota “a proposta de remoção de parte da comunidade decorrente da implantação do Rodoanel Trecho Norte é por si só um desrespeito à legislação urbanística, tanto o Plano Diretor Estratégico, Lei Municipal 13.430/02, como do Plano Regional Estratégico da Subprefeitura Freguesia/Brasilândia” (2015, p. 165). A construção ocasionará barreiras, seccionando o distrito em dois grandes núcleos segregados e também suas áreas verdes.





**Fotos 35 a 41.** Dir. para esq, Afluente do córrego bananal (Foto: Adriana Sandre); Ocupação das habitações no Córrego Bananal (Foto: Adriana Sandre); Três imagens de favelas da região da Brasilândia. Na ZN existem 327 favelas, muitas delas situadas em terrenos de alta declividade em região de risco de acidente geológico, como o Jardim Damasceno (Fotos: Leandro Fontana e Juliana Freitas); Conjunto habitacional do Jardim Apuanã (Foto: Adriana Sandre); Ocupação próxima às linhas de transmissão de energia da Companhia Furnas (Foto: Marcelo Kussunoki)..





**Figura 42.** Corte esquemático da região de Região da Brasilândia e Cachoeirinha a Mairiporã.

### 4.3 A Configuração dos Espaços Livres

Essa seção aborda a análise dos espaços livres do recorte. Tais espaços tendem a se infiltrar e difundir pelos entremeios dos espaços edificados ao compor as ruas, avenidas, estacionamentos, ciclovias, parques, praças, florestas urbanas ou não, elementos hídricos, cemitérios, jardins e quintais de residências, pátios, dunas, praias, fazendas agrícolas, aterros, entre outros.

Cumprir apontar que os espaços livres podem ser públicos ou privados, podendo ser categorizados conforme sua acessibilidade, função, forma e usos.<sup>76</sup> A estes acrescentam-se a variação conforme a disciplina e referências do sujeito classificador do espaço. Prevalece uma complexidade ao procurar classificar os espaços

<sup>76</sup> Para espaços livres ver Magnoli, 2006; Macedo, 1999; Macedo et al., 2012; Queiroga, 2012.

livres, a divisão não deve ser estanque ao fixar um único parâmetro temporal e funcional.<sup>77</sup>

Para além das diferentes caracterizações, a seção analisa as ameaças à integridade e oportunidades de conservação tanto do PEC quanto das áreas verdes do entorno. Desta forma, optou-se por separar os espaços livres em sistema viário, córregos e rios e ao final áreas verdes, com seu levantamento e caracterização.

### **4.3.1 Barreiras ao Fluxo de Animais: As Estradas que Cortam o Parque**

O sistema viário pode ser compreendido como uma ameaça ao PEC por estimular a expansão urbana, a especulação imobiliária no seu entorno e facilitar o acesso a suas áreas internas.

Se por um lado, isto representa a expansão econômica e a possibilidade de estruturação e acesso a serviços e bens públicos, por outro lado, caso não seja fiscalizado e planejado com cautela, certas obras rodoviárias podem comprometer a preservação do Parque. Além de contribuir para a fragmentação da mata, ocasionando modificações na fisionomia da vegetação,<sup>78</sup> atropelamento de animais e dividindo populações e gerando ruídos e poluição. Além disso, as estradas são uma barreira física a passagem de animais.

Na região destacam-se a Rodovia Fernão Dias (BR 381), o Rodoanel Mário Covas (SP-21 Trecho Norte), Estrada de Santa Inês, da Roseira, Av. Coronel Sezefredo Fagundes, Av Senador José Ermínio de Moraes, ruas e trilhas. Tais vias foram construídas em superfície, que são atualmente proibidas pelo Plano de Manejo do Parque, em consonância a legislação de uso e ocupação do solo nos trechos sobrepostos a São Paulo, Guarulhos, Mairiporã e Caieiras.

Um exemplo representativo dos problemas envolvidos nas obras viárias no PEC é o recente Trecho Norte do Rodoanel. A rodovia corta a região em áreas caracterizadas pelo Plano Diretor Estratégico de São Paulo (Lei

---

77 Dividir os espaços livres segundo sua acessibilidade requer analisar seu caráter público ou privado e qual sua localização. Segundo sua função requer abordar qual papel que desempenham em determinado período de tempo, para qual sociedade, qual sua escala e forma e se há alguma sobreposição de atividades. Segundo sua forma requer estudar suas variações, a que período histórico pertence, se foi fruto de planejamento, suas adequações temporais, conservação e quais seus agentes sociais. Segundo seu uso requer compreender quem são seus usuários, em que momento e como utilizam o espaço, como se dá sua utilização e apropriação ao longo do tempo, quem o conserva etc.

78 Observa-se a descontinuidade do dossel, a maior quantidade de lianas, presença de espécies invasoras em alta densidade (Mattos et al., 2010).

16.050/2014) como de fragilidade ambiental e partes de propriedades rurais pequenas, áreas importantes para o amortecimento na zona de transição entre a floresta da Cantareira e a mancha urbana.

A construção da estrada está gerando perda de suporte para uma agricultura urbana voltada ao abastecimento local, e até a perda de potenciais projetos de incentivo ou pagamento por serviços ambientais, responsáveis pela conservação floresta e preservação de nascentes – como é o caso da Fazenda Santa Maria.<sup>79</sup>

Outro problema é a indução de ocupação do seu entorno, mesmo que tenha controle total de seu acesso, por ser uma rodovia de classe 0. Não só por empresas de logística, mas também por assentamentos irregulares abaixo do platô (faixa *non aedificandi*) realizado para corte e aterro das obras. Como confirma o Plano Regional da Zona Norte 1 (2016, p.7): “ (...) sendo difícil o equilíbrio entre a provisão de habitação de interesse social e a preservação ambiental. As obras de instalação do Trecho Norte do Rodoanel, cruzando toda a região à beira da Serra da Cantareira, tampouco contribui neste sentido, já que abrem novos terrenos e possibilidades de ocupação irregular – inclusive devido ao não cumprimento das compensações ambientais exigidas em lei”.

Ferreira (2013) acrescenta que os fatores restritivos para a escolha do traçado do Rodoanel foram somente a presença de UCs e de cobertura vegetal nativa, aspectos geoambientais, áreas de proteção aos mananciais e de ocupação urbana consolidada. Não foram consideradas no traçado a importância dos fragmentos no contexto da paisagem e nem conectividade do contínuo Cantareira. Segundo o estudo do autor, ainda que a alternativa selecionada da manutenção da conectividade tem menor impacto no contínuo da Cantareira, deve-se levar em conta o efeito de isolamento nos fragmentos florestais das franjas da Cantareira, principalmente na porção sul.

O licenciamento ambiental e as audiências públicas da obra também foram marcadas por uma série de tumultos tendo em vista a resistência de organismos ambientais e sociais com a proposta de traçado, bem como a preocupação e falta de informações claras com a remoção da população de baixa renda em razão da obra, que em muitos casos não possuem nenhuma proteção legal da propriedade que ocupam. Segundo Romeiro e Frota “as remoções relacionadas à implantação do projeto do Rodoanel consideram tanto a obra em si, como também a

---

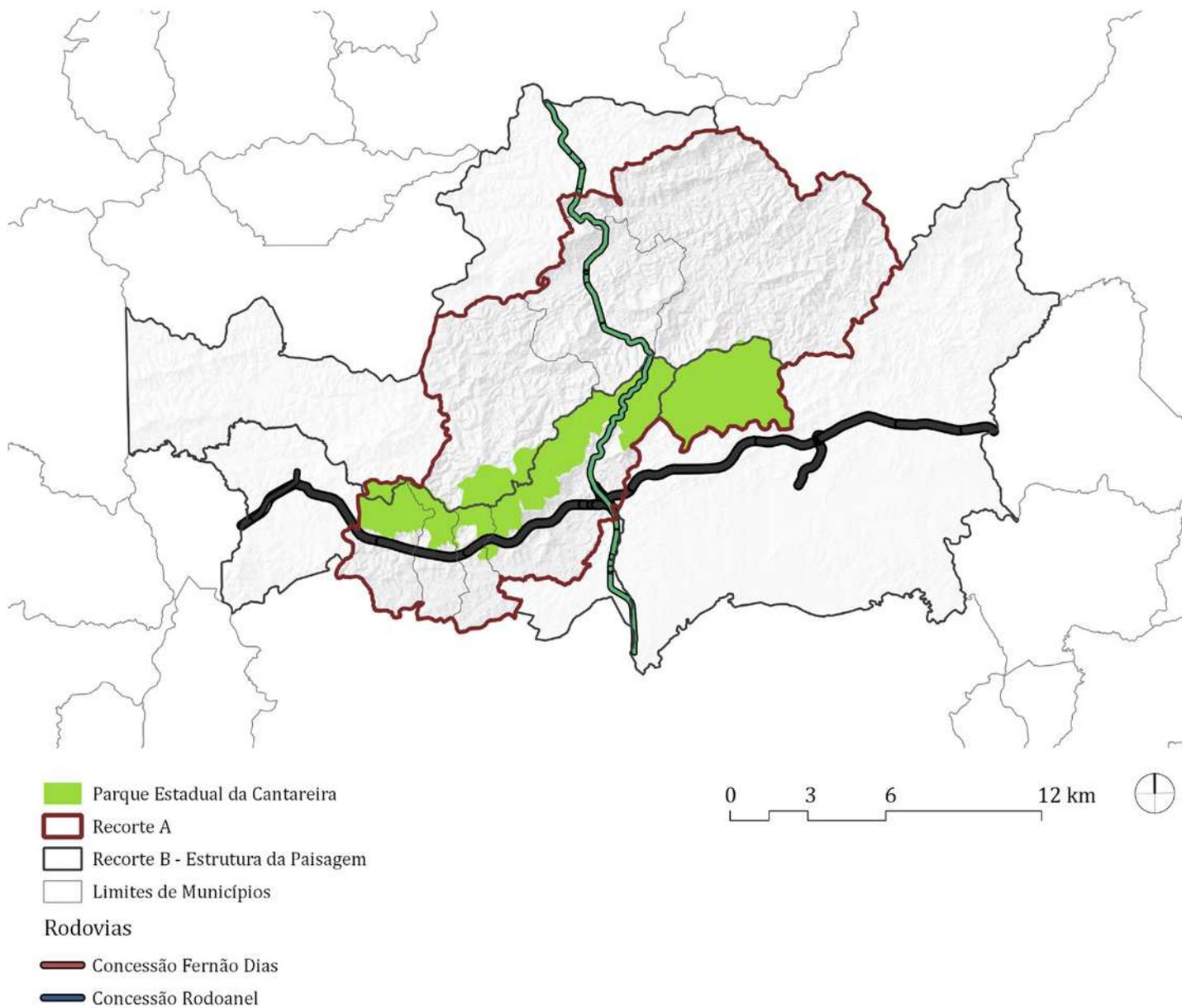
79 Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/saopaulo/1131694-rodoanel-cortara-fazenda-de-agricultores-portugueses-na-zona-norte.shtml>> Acesso em: 08 jan. 2017

faixa de domínio, que segundo o EIA foi estimada em 560 ha. Segundo o EIA do projeto do Rodoanel a estimativa é de que ocorram 2.722 remoções” (2015, p. 151).

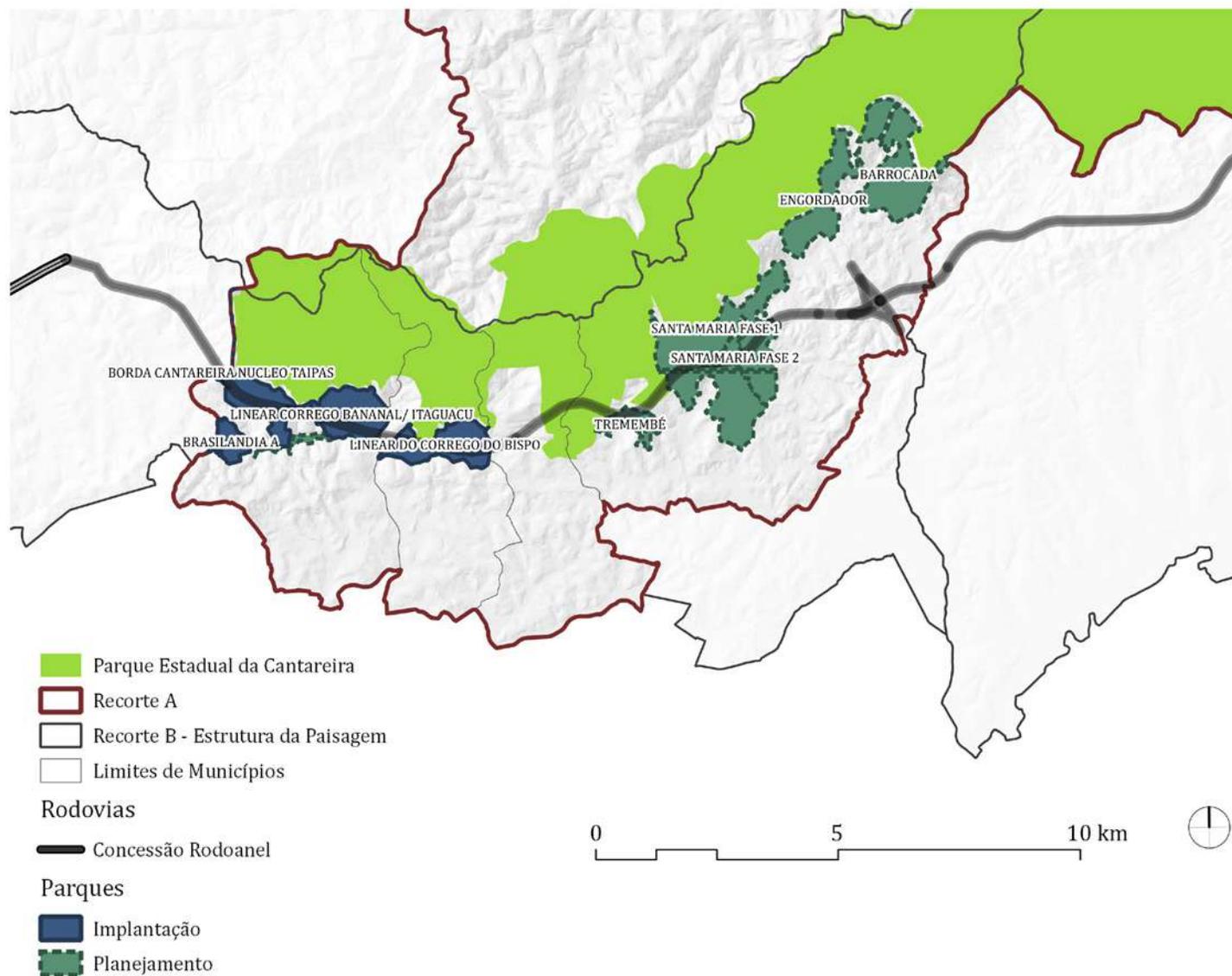
Para além do problema da construção e delimitação do traçado da rodovia, em tese serão realizadas medidas de prevenção, mitigação e compensação de impactos que ainda não se concretizaram por problemas administrativos, financeiros e judiciais. Porém, segundo os Romeiro & Frota, já é possível identificar uma série de violações relacionadas à implantação da obra do Rodoanel, sobretudo o direito à participação popular, planejamento da política urbana e direito à moradia.

Romeiro & Frota denunciam que “a ausência de uma política de urbanização e regularização fundiária e a iminente remoção da de parte dos moradores do Jardim Paraná configuram uma violação ao direito à moradia pelo total desrespeito à segurança jurídica da posse dos moradores que não tem calculado nas indenizações o valor da terra em que ocupam, não sendo, portanto, equiparados a proprietários do imóvel que ocupam a anos” (2015, p. 159). Nesse sentido alguns inquéritos estão sendo conduzidos pelo Ministério Público e, individualmente, alguns moradores já ajuizaram pleitos para assegurarem seus direitos de moradia. Um dos principais problemas é saber o destino das famílias que serão reassentadas, considerando que na região não há estoque de terra suficiente para todos, sobretudo em razão da delimitação do PEC.

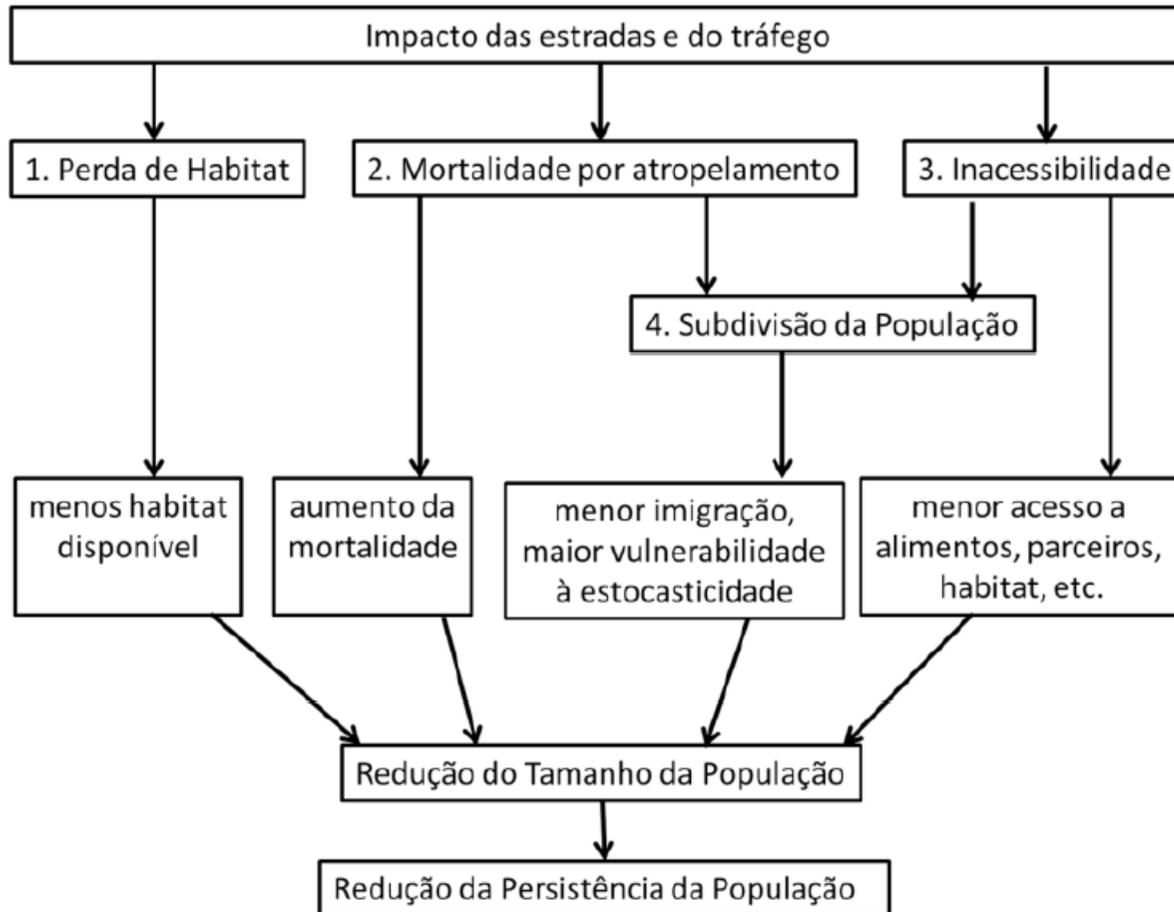
A supressão aprovada pela CETESB em anuência com o IBAMA será de 120 ha, com a compensação de 1,6 milhões de espécies nativas em uma área de 1000 ha.



**Figura 43.** Sistema viário, rodovias que cortam o recorte A (Organização Adriana Sandre, base do Geosampa, 2016)



**Figura 44.** Detalhe do Rodoanel Trecho Norte (preto) e dos parques sugeridos para sua compensação ambiental. A rodovia terá trechos em túneis e destaca-se a previsão de ligação entre o Rodoanel e a Marginal Tietê pela Avenida Inajar de Souza (Fonte: Organização Adriana, base Geosampa e Emplasa, 2016).



**Figura 45.** Representação de possíveis formas de impacto das estradas e do tráfego na persistência das populações. (Traduzido e adaptado de Jaeger et al, 2005 por Julia Assis, 2013.)



**Figura 46.** Construção do Rodoanel. Trecho próximo à Avenida Inajar de Souza. (Foto: Adriana Sandre) contígua a Bacia de detenção Bananal. Em entrevista com um morador do local, em junho de 2016, ele informou que a lateral de terra (Rua Cornélio Procópio) é caminho para uma cachoeira não oficial do PEC frequentada por habitantes da região.

### 4.3.2 As Águas do Entorno

A Serra da Cantareira é o divisor de águas que separa em sua face norte os canais de drenagem que fluem para o rio Juquery e na face sul aqueles que se dirigem para o Tietê (Silva, 2005). Nesse mesmo sentido, a topografia do Parque e de seu entorno imediato diferencia-se em dois lados.

O lado norte, possui estrutura granítica maciça e suave composta por um conjunto de morros, já o sul apresenta frente escarpada com relevo acidentado, em altitudes que atingem 1250 m nas áreas montanhosas (como no Morro do Pavão no interior do Parque) (Instituto Florestal, 2009).

O PEC está na área de influência das sub-bacias do Alto do Tietê, Juquery-Cabeceiras, Penha-Pinheiros e Cabeceiras. Quanto as microbacias ao norte, encontram-se as do Ribeirão Santa Inês, Ribeirão Águas Claras e São Pedro que desaguam seus rios no reservatório Paiva Castro e ao sul as bacias do Cabuçu de Baixo, Cabuçu de Cima e Baquirivu.<sup>80</sup>

---

<sup>80</sup> Microbacias estabelecidas pelo Plano de Manejo do PEC.

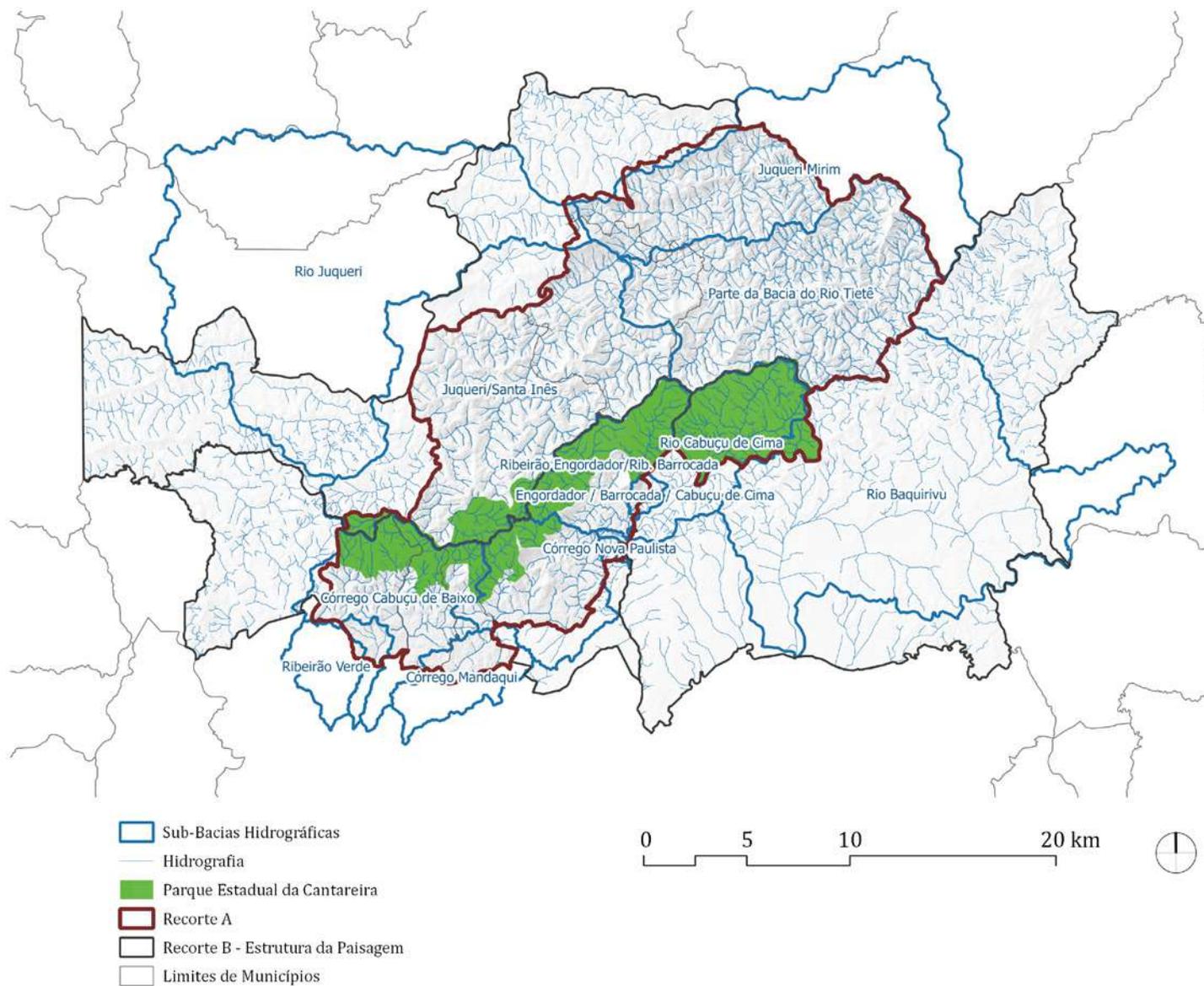


Figura 47. A região de estudo (recorte A) abrange microbacias hidrográficas, com suas nascentes localizadas dentro do Parque Estadual da Cantareira. (Fonte: Organização Adriana Sandre, base do Geosampa, 2016).

**Tabela 11.** Bacias hidrográficas do PEC (Fonte: Modificado de Instituto Florestal, 2009).

<b>Bacia Hidrográfica</b>	<b>Área total (ha)</b>	<b>Área inserida na UC (%)</b>
Córrego Cabuçu de Baixo	4.203,25	34,6
Ribeirão Santa Inês	1.212,86	13,5
Ribeirão das Águas Claras	988,54	49,8
Ribeirão São Pedro	2.662,82	8
Rio Baquirivu	1.813,76	1,5
Rio Cabuçu de Cima	13.073,34	38,3

Da junção dos córregos Itaguaçu e Bananal nasce o córrego Cabuçu de Baixo (que faz a divisa entre Brasilândia e Cachoeirinha) que somado ao Bispo e ao Guaraú são parte da bacia do rio Cabuçu de Baixo. Muitos dos rios da bacia não são tamponados.

O Parque compreende cerca de metade da bacia, somando cerca de 20 km<sup>2</sup>, em 40% de sua área. Já a outra metade encontra-se quase que totalmente urbanizada, em grande parte por ocupações irregulares, em margens de córregos, como analisado na seção anterior. A bacia apresenta uma hidrografia rica, com grande parte das nascentes dos rios e córregos localizados no Parque Estadual da Cantareira, desta forma, é importante preservar o fragmento de vegetação para manutenção da perenidade dos leitos dos rios.

O córrego Bananal, nascido da junção entre o Corumbé e o da Onça, apresenta urbanização densa na sua margem direita, onde ocorrem problemas de inundação, quadro agravado com a intensificação das ocupações em sua margem esquerda. Já o Rio Cabuçu de Baixo encontra-se tamponado perto do Tietê e em galeria aberta próximo ao Parque Estadual, ambas as suas margens em vias da Av. Inajar de Souza.

O córrego do Bispo, não canalizado, tem sua margem esquerda ocupada em sua maior parte pelas favelas da Comunidade Futuro Melhor, Encosta do Córrego do Bispo e Jardim Peri Novo. Algumas casas chegam a ser construídas em cima do leito do córrego onde é jogado, muitas vezes, o esgoto não tratado. Com inúmeras vielas e passagens de servidão entre vias paralelas com longa extensão, sem transversais, pavimentação e rede de

esgoto (Plano Regional das Subprefeituras, 2016, p.32).

O Córrego desagua no Rio Cabuçu de Baixo (neste trecho o rio encontra-se a céu aberto em galeria concretada), carreando sedimentos. O projeto de Parque Linear, parte do Programa Parque Lineares (Prefeitura de São Paulo) para contenção da expansão irregular no Parque encontra-se “parado” desde 2008 (ano de seu decreto) devido a interferências das obras do Trecho Norte do Rodoanel.<sup>81</sup>

Outros córregos, embora ainda não ocupados por favelas, apresentam, do processo de parcelamento do solo, várzeas abandonadas no fundo de lotes edificadas, com construções precárias que lançam esgoto não tratado nos cursos d’água.

Foram construídos na área da bacia dois reservatórios de retenção (chamados popularmente de “piscinões”) para contenção das inundações no local, uma delas no córrego Bananal e outra na foz do córrego Guaraú (com o afluente Índio Peri). O Projeto Plano de Bacia Urbana (2005) coloca que devido a E.T.A. Guaraú localizar-se a montante da bacia, ao sub-dimensionamento da galeria existente e à ocupação intensa do vale a jusante, inclusive das margens do córrego Guaraú, ocorrem inundações sérias na região. Quanto ao piscinão do Bananal, agora próximo a ponte do Rodoanel Trecho Norte, trata-se de uma cicatriz no território de borda do PEC, dada a ausência de um projeto paisagístico.

---

81 Segundo reportagem da Folha realizada em junho de 2014. Disponível em: [www1.folha.uol.com.br/2014/06/1464984-comunidade-em-sao-paulo-e-sintese-de-problemas-ambientais.shtml](http://www1.folha.uol.com.br/2014/06/1464984-comunidade-em-sao-paulo-e-sintese-de-problemas-ambientais.shtml). Acesso em: 15 jan. 2017.





**Figura 49.** Parque do Canivete (Foto: Adriana Sandre).

A bacia do Tremembé/Ribeirão Piqueri localiza-se majoritariamente no distrito do Tremembé. Destacam-se os córregos Tremembé e Piqueri, com suas cabeceiras protegidas pelo PEC e pelo Parque Estadual Alberto Löfgren (Horto Florestal). O Córrego Tremembé e seus afluentes contribuintes (Horto, Cantareira, Esmaga Sapo, IPESP, Lavrinha e Cassununga) desaguam no Rio Cabuçu, que faz limite com os municípios de São Paulo e Guarulhos.

A região apresenta topografia acidentada, com parte da implantação do tecido urbano tanto ao longo dos córregos quanto em encostas íngremes. Nestas encostas, em pontos com declive acentuado, podemos encontrar

a presença de cobertura vegetal preservada.<sup>82</sup> A bacia, portanto, encontra-se em grande parte impermeabilizada, a exceção do PEC e do Horto, o que ocasiona sérias inundações.

A bacia é alvo de obras para Controle de Inundações da Bacia do Córrego Tremembé, com a construção de seis piscinões. Um dos objetivos importantes da obra é a criação de Parques Lineares e recuperação da mata ciliar de parte dos córregos que não será canalizada. Para além dos serviços ecossistêmicos e controle de inundação, ainda que não possa se afirmar ser um corredor funcional, o Parque Linear pode contribuir como refúgio para avifauna. Destaca-se haver uma crítica quanto ao uso de piscinões, dada a manutenção constante e a cicatriz no território.<sup>83</sup>



**Figuras 50 e 51.** Rio Tremembé, margens canalizadas e ocupação às margens do Córrego Piqueri (Fotos: Marcelo Kusunoki).

---

82 A declividade também impõe grande discontinuidade do traçado viário marcado por poucas conexões radiais entre os bairros. Nesta região segundo, Lima & Pellegrino (2015) há conexões mais sólidas com as regiões centrais do que entre si, basta uma análise rápida das linhas de ônibus do bairro para constatação desse fenômeno.

83 A ordem de serviço foi iniciada em 2015 do projeto executivo das obras do córrego Tremembé que, atualmente, encontra-se ainda em fase de desapropriação. Disponível em:

<http://www.diariosp.com.br/noticia/detalhe/94749/haddad-e-doria-lancam-planos-contras-enchentes> Acesso em: 12 fev. 2017.

### 4.3.3 Distribuição e oferta de áreas verdes

Para além dos aspectos apresentados do PEC, é importante apresentar a composição de suas áreas verdes<sup>84</sup>. Veja que, nesta seção, descrevem-se as áreas verdes para, na próxima, descrever a estrutura da paisagem – agora com classes que consideram os diferentes tipos de vegetação.

Em um primeiro momento, são destacados onde estão localizadas as UCs, parques, praças do recorte. No final, a paisagem é classificada quanto as classes de cobertura florestal nativa, campo e silvicultura, com o objetivo de analisar a importância dos fragmentos para manutenção dos processos ecológicos.

Nos últimos anos, a pressão do avanço da mancha urbana sobre espaços livres do entorno e da Cantareira foi expressiva. Basta ver o levantamento do INPE, onde em um raio de 10 km do entorno do PEC foram desmatados 52 ha de florestas, 28 em Mairiporã.

Em São Paulo, segundo Atlas Ambiental do Município 1991 a 2000, perderam-se cerca de 5.345 ha de matas, cerca de 6,5% da área verde da cidade. Deste montante, 1170 ha (22%) foram nos distritos lindeiros ao Parque Cantareira.<sup>85</sup>

O avanço do desmatamento em grande medida decorre da falta de vigilância sobre as áreas protegida. Dado que muitas vezes o fogo e a derrubada de árvores precedem a ocupação. Processos esses passíveis de prevenção, bem como de controle por radares.

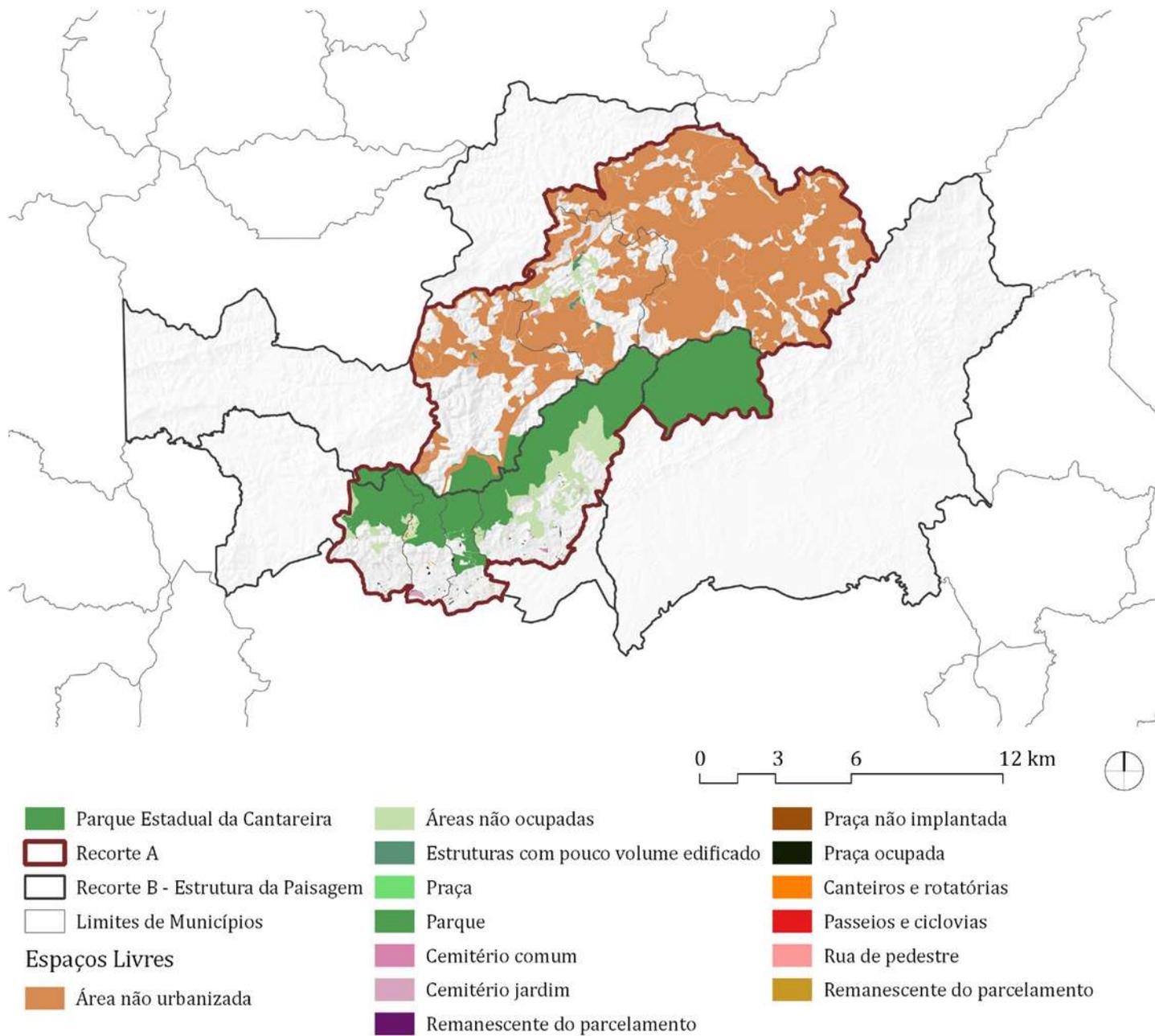
---

84 Segundo a Resolução CONAMA n.º 369/2006, considera-se área verde “o espaço de domínio público que desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização”.

85 Entre 1962 e 1994, as matas no entorno do PEC (faixa de 2km do perímetro nos seus quatro municípios) sofreram perda de área de 170,8 ha e as capoeiras, em igual período, de 1.442,75ha, o que totaliza uma taxa de desmatamento destas coberturas de 50ha/ano (Silva, 2000).

Tabela 12. Áreas verdes públicas das UITs Paiva Castro, Mairiporã, Pirucaia e dos distritos de Brasilândia, Cachoeirinha, Mandaqui e Tremembé. Em vermelho os parques ainda não concretizados (Fonte PDE, 2014; Quadro de Paisagismo no Brasil, QUAPA, 2016).

<b>Região</b>	<b>Nome</b>	<b>Categoria</b>
<b>Mairiporã</b>	Itapetinga	Parque Estadual
	Sistema Cantareira Lei nº 10.111/98	APA
	Linear de Mairiporã Não foi encontrado decreto	Parque Municipal
	7 em pequenos lotes	Praças
<b>Mandaqui</b>	Alberto Löefgren Lei nº 335/96 e nº 18/83 (Cultura)	Parque Estadual Área Natural Tombada
	17	Praças
<b>Brasilândia</b>	Linear do Córrego Bananal/Canivete	Parque Municipal
	Linear do Córrego do Canivete fase 2 (em implantação)	
	Linear Córrego do Bananal (em planejamento)	
	Linear córrego do Bananal/Itaguaçu (em implantação)	
	Brasilândia A (em implantação)	
7 em pequenos lotes	Praças	
<b>Cachoeirinha</b>	Linear do córrego do Bispo (em implantação)	
	5 em pequenos lotes	Praças
	Vila Nova Cachoeirinha	Cemitério
<b>Tremembé</b>	Sena	Parque Municipal
	Tremembé (em planejamento)	
	Santa Maria I e II (em planejamento/natural)	
	Núcleo Julião Fagundes (em planejamento)	
	Engordador (em planejamento)	
	Barrocada (em planejamento)	
	Fonte Gioconda (em planejamento)	
	4 em pequenos lotes	Praças
Tremembé Cantareira	Cemitério	



**Figura 52.** Espaços livres do recorte A (UITs Paiva Castro, Mairiporã, Pirucaia e distritos de Brasilândia, Cachoeirinha, Mandaqui e Tremembé) (Fonte: Organização Adriana Sandre, dados do PDE, 2014; QUAPA, 2016)

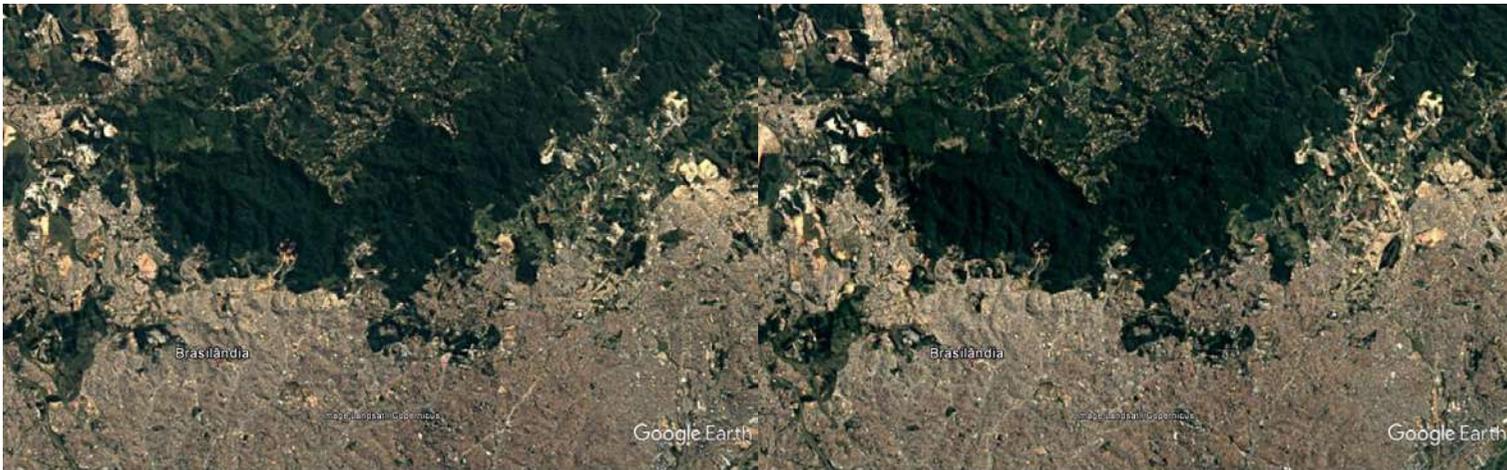
# EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO

## Décadas de 80 e 90



1984

1988

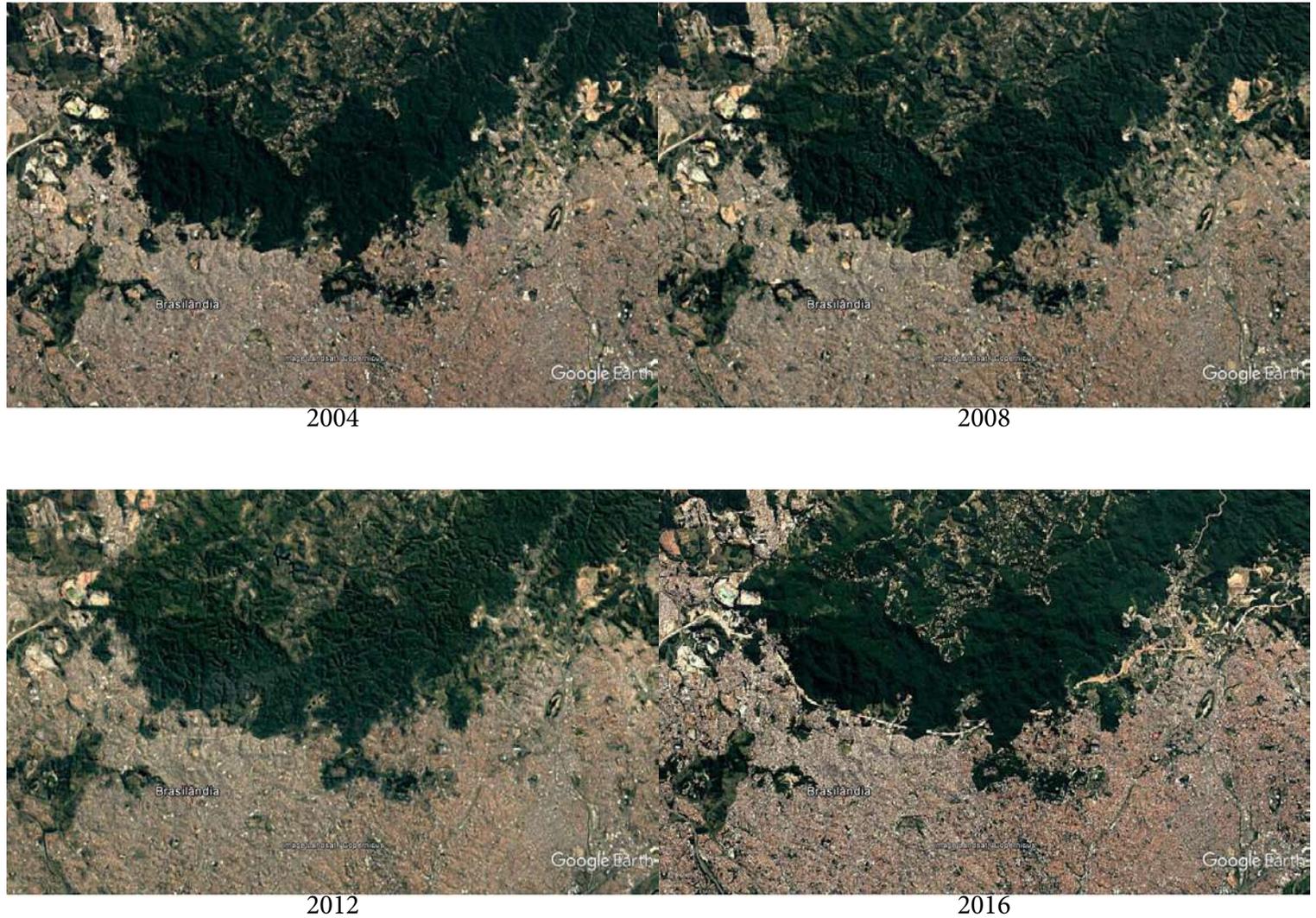


1992

1996

# EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO

## Décadas de 2000 e 2010



**Figura 53.** Evolução da ocupação na Zona Norte (Fonte: Google Earth)



**Figura 54.** Pico do Olho D'água. Em entrevista com Paulo de Tarso Oliveira, morador do local, ele informou ser a região alvo de luta para institucionalização de um Parque, junto ao IPT. Segundo ele, não há nenhuma política pública para a região e ausência de fiscalização no local. Na visita realizada em dez. 2016 havia muito lixo nas imediações (Foto: André Silva).

A modificação do uso do solo do entorno do PEC, de fragmentos de vegetação a áreas urbanas, contribui constantemente para seu isolamento ao criar barreiras a dispersão da fauna. Tal situação é problemática se considerar que, a depender da espécie há sensibilidade a um entorno com lotes e vias impermeabilizadas.

Observa-se no entorno elevada fragmentação com grande heterogeneidade na distribuição e tipo de cobertura florestal da Serra: remanescentes de vegetação em estágios maduros entremeadas a capoeiras, plantações de eucaliptos e áreas degradadas.

A porção ao norte do Parque, em Mairiporã,<sup>86</sup> concentra grande parte dos fragmentos de vegetação em diversos estágios sucessionais – recortados por entre os condomínios fechados. Destacam-se as expressivas áreas cobertas por vegetação nativa (mata e capoeira) protegidas pela lei de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto do Juquery e pela APA Cantareira.

Boa parte desses fragmentos está inserida em áreas privadas, como chácaras e condomínios fechados próximos a Hortolândia, da família Andraus (núcleo Águas Claras) e a RPPN do Sítio Capuavinha. Inclusive, neste sítio foram registradas 98 espécies de aves, 15 endêmicas de Mata Atlântica e uma ameaçada com o habitat mais utilizado a área de floresta (Lemos, 2014). A frequência de ocorrência das espécies demonstrou poucas residentes e um número elevado de visitantes, dado importante para configurá-la enquanto um *stepping stone*.

---

86 No extremo norte da cidade, na região dos vales e da serra do Juquery (Planalto de Jundiá), a cobertura vegetal é de cerrado, um dos últimos remanescentes em área sob influência da Mata Atlântica.



Fato é que a espaços verdes privados podem dificultar a gestão de fragmentos florestais. Vale lembrar que boa parte de Mairiporã é uma “não-cidade”, muitas das vias do município são envoltas por muros que “protegem e escondem” frutos de loteamentos.<sup>87</sup> Para além do fato da criação de ruas inseguras, o território segregado criado pelos muros dificulta a circulação de pequenos animais por entre as propriedades dispersas do território – já que como dito, muitas delas abrigam matas em diferentes estágios de regeneração.

Os espaços livres do município guardam belíssimas vistas da Cantareira, como o pico do Olho D’agua e o Morro do Juquery<sup>88</sup> onde pode se ter uma dimensão de toda a Serra e o pico Belvedere, com uma vista impressionante da cidade de São Paulo. Há também outras áreas verdes, como a antiga Pedreira do Dib, cachoeira da Caceia e o reservatório Paiva Castro – entendidos em sua multifuncionalidade também enquanto local de lazer.

Tais espaços possuem grande potencial para desenvolvimento turístico na região, que pode ser melhorado com melhoria no acesso a estes pontos e a informação aos visitantes. Destaca-se que, atualmente, o Pico do Olho D’agua é alvo de processo de luta para que a região se torne o primeiro parque municipal institucionalizado de Mairiporã.

Situação oposta ocorre na porção sul do recorte, em São Paulo, onde há poucas áreas de vegetação significativas, muitas delas isoladas entre si por um território hostil para muitas espécies.

Os distritos já mencionados de Brasilândia e Cachoeirinha, por exemplo, apresentam uma carência de espaços livres públicos, com quase ausência de parques urbanos. A exceção é o somente o Parque Linear do Canivete que encontra-se atualmente em sua segunda fase de implantação. Cumpre também mencionar que

---

87 Segundo Pinto (2007) a prefeitura Municipal não dispõe de uma carta contendo todos os loteamentos murados ou não.

88 Resolução de Tombamento do CONDEPHAAT: 50 de 13/10/2004. O Pico, de propriedade particular, não apresenta estrutura de visitação, placas de orientação e sanitários. Nas visitas realizadas verificou-se grande quantidade de lixo jogado nas imediações do terreno.

muitos dos espaços livres públicos nas favelas são em áreas muito íngremes para serem ocupadas ou em quadras de futebol.

Muitos dos espaços livres da região foram implantados em restos de lotes, tal qual algumas das praças, com baixa manutenção (desigual frente as subprefeituras de áreas mais centrais). As calçadas, quando existentes, muitas vezes são estreitas e com manutenção ruim, a exemplo da Avenida General Penha Brasil nas proximidades do PEC. Aliás, muitas delas sequer possuem árvore em toda sua extensão (a exemplo da rua Aires Bento de Oliveira com apenas 5 árvores em toda sua extensão, de aproximadamente 550 m).<sup>89</sup> Já os espaços livres vegetados privados são poucos dado o grande adensamento construtivo dos pequenos lotes.

Na Brasilândia, ainda que tenha belas vistas – em “mirantes” não oficiais do PEC –, por este não ser um parque com caráter urbano não é plenamente acessível a esta população. O grande paradoxo que a população do local vive é ter um espaço livre vegetado de grandes proporções à vista, mas não possuir nenhum parque próximo com caráter urbano e com condições adequadas de acesso e segurança. Com base em dados da Prefeitura de São Paulo (2016) 65,9% dos moradores do distrito tem que se locomover mais de 1 km para encontrar um parque.

No Jardim Damasceno destaca-se a luta pela inauguração do Parque Brasilândia, uma área de cerca de 300 mil m<sup>2</sup> que já possui ordem pública para sua criação em 2012. Todavia, considerando o desinteresse político e a falta de fiscalização, o terreno sofre com o avanço das ocupações clandestinas em sua parte norte, que acaba desmatando sua mata e poluindo suas nascentes, como o córrego da Onça e uma cachoeira – muito bonita. À frente da luta pelo Parque da Brasilândia está a comunidade organizada, com as líderes Ana Sueli Ferreira e Noemia de Oliveira Mendonça, envolvendo a academia também em projetos de extensão.

O projeto de pesquisa, cultura e extensão, intitulado: “Planejamento e Projeto do Parque Municipal da Brasilândia”, coordenado pela professora Dra. Catharina Pinheiro Cordeiro dos Santos Lima, e pelo prof. Dr. Caio Boucinhas é fruto da parceria com das Faculdades de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (USP), da FIAM FAAM e de grupos de moradores locais da região da Brasilândia. Com o objetivo de articular a academia a sociedade por meio de processo participativo, o projeto propõe sensibilizar a comunidade para

---

<sup>89</sup> A Brasilândia apresenta uma média de 20 árvores por km de vias em 2013 (Prefeitura de São Paulo, 2016).

importância do verde com a luta para institucionalização do Parque Brasilândia.

Um avanço conseguido com a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (Lei nº 16402/16) foi tornar a região uma Zona de Proteção Ambiental (ZEPAM). Em tese, essas zonas vão facilitar a transformação de certos terrenos em áreas verdes, que por serem destinadas por lei não encontrariam problemas burocráticos relacionados aos prazos dos decretos e nem aos questionamentos sobre a sua desapropriação. Todavia, as ZEPAM ainda dependem da iniciativa e aprovação da prefeitura e da negociação com proprietários (muitos terrenos ainda estão ocupados e precisam ser desapropriados com os devidos ressarcimentos legais, o que pode acarretar em futuras judicializações).



**Figura 55.** O Movimento em luta do Parque Brasilândia.

O movimento também é parte da organização Rede Novos Parques. O movimento reivindica a criação de parques e defende áreas verdes na cidade de São Paulo. Atualmente, são vinte e cinco novos parques pretendidos na cidade. Essas lutas da sociedade não se limitam a modificar a atuação do governo ou formar novos parques, mas se destinam também contra a degradação gerada pela especulação imobiliária. É uma luta contra um modelo de urbanização excludente e autoritário, sobretudo em face da proteção de áreas já destinadas para parques, que

muitas vezes correm o risco de serem abandonadas pelos governos.

Muitas vezes o que acontece, na prática, é que os terrenos que foram decretados como de utilidade pública<sup>90</sup> pelo governo para a implantação de um parque são abandonados, emperrados pela burocracia ou por dificuldades de negociação entre os setores privados ou, ainda, judicializados pela não observação dos procedimentos estabelecidos pelo Decreto-lei 3.365/41.

Ademais, por falta de investimento e pela agenda política, que sofre pressão de certos grupos de interesses, ou ainda por dificuldades no processo de desapropriação de ocupações irregulares, tais decretos acabam caducando – já que o decreto caduca em cinco anos (artigo 10 do Decreto-lei 3.365/41) – e a destinação inicial do terreno é desvirtuada para outras finalidades que não a transformação primeira de uma área verde.

A realidade é que esse processo de transformação e elaboração de estratégias para as áreas verdes é extremamente complexo e envolve um conflito de interesses de diversas partes, seja do governo que possui posição privilegiada para iniciar, lidar e aprovar as transformações de áreas verdes nas cidades, seja dos interesses dos proprietários e grupos imobiliários, que dominam os debates com a prefeitura, as vezes contam com a participação de juízes e dos promotores – se os processos de desapropriação são judicializados –, e além é claro da comunidade e dos movimentos que lutam pela ampliação e manutenção dos parques e controlam a atuação dos governantes.

Nesse sentido, os movimentos sociais têm grande importância para formulação de políticas públicas e controle dos investimentos em prol da conservação e promoção de fragmentos florestais. Para Pellegrino (2014) metodologias de planejamento participativo são capazes de despertar na população – potencial usuária dos espaços públicos – interesse nos projetos.

Boa parte dessas iniciativas de preservação e ampliação da proteção das áreas verdes do PEC não podem ser vítimas de trocas de governos, de obras públicas megalomaníacas e, como já sublinhado, devem ser encaminhados em projeto de longo prazo e de maneira permanente, tal como pressuposto em um planejamento

---

90 Deve ser lembrado que por meio da declaração de utilidade pública, todos os bens poderão ser desapropriados por qualquer ente da federação. Tal declaração geral ocorreu por meio do instrumento do decreto e seu procedimento básico está disciplinado pelo Decreto-lei 3.365/41.

sistemático.

Um dos únicos parques lineares concretizados na Zona Norte é o do Canivete, com a mata ciliar em processo de recuperação. Infelizmente, o processo de remoção habitacional também foi inadequado, o que contribuiu para a formação de uma nova favela denominada “Tribo” e com o adensamento da ocupação Fazendinha, também localizada em áreas de risco, nas encostas da pré-Serra da Cantareira (Angileli, 2012).

Em entrevista, Angileli verificou que muitos dos moradores desconhecem a área, não se apropriando do local, mesmo morando a cerca de 500 metros do parque. Para ela, como muitos dos parques lineares não tem previsão para implantação e desapropriação, vê-se nessa população um sentimento de provisoriedade permanente, não estabelecendo o vínculo com o lugar de moradia, favorecendo a multiplicação das carências.

É possível ainda descrever outras áreas do entorno. Em levantamento da vegetação da bacia do Cabuçu de Baixo, Guedes (2005) verificou os fragmentos, sejam os protegidos por unidades de conservação ou urbanizados, apresentam diversos estágios sucessionais. Já nas franjas da Cantareira, dado o efeito de borda ocasionado tanto pela ocupação urbana, quanto pelo sistema viário, verifica-se estágio médio de regeneração com a presença de indivíduos de menor porte, de espécies heliófitas e estrategistas r, a exemplo de melastomatáceas (*Tibouchina* ssp.).

Na Cachoeirinha destaca-se o Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, uma das maiores áreas verdes da região. Segundo Soares (2008), o cemitério tem importante função social, utilizado como área de lazer pela comunidade de entorno. A autora levantou que a vegetação arbórea e arbustiva é pequena (9%), já a vegetação rasteira apresenta maior proporção e quantidade (54,5%).

No Mandaqui, encontra-se o Parque Estadual Alberto Löefgren (Horto Florestal) que, segundo Carvalho (2011), localiza-se justamente nas áreas onde o espaço livre intraquadra tem dimensões superiores a 50% o que indica, do ponto de vista quantitativo, que estas talvez sejam as áreas de menor demanda por espaço livre do entorno imediato. O Horto apresenta vegetação ombrófila densa, sendo que, por volta de 1930, foram introduzidas espécies nativas como o Pinheiro do Paraná, Carvalho nacional, Pau-poreira e algumas plantas exóticas, na porção Sul crescem a peroba, canela, sapucaia, quineiro, bordão-de-velho, amendoim-bravo, gravílea,

*Eucalyptus* spp. (Gaspareto, 2014).

A menos de 1 km da entrada do Horto, localiza-se a entrada do Núcleo Pedra Grande, no Tremembé. Distrito que possui um parque, chamado Sena que mais se assemelha a uma praça, dadas as dimensões e ausência de gradil (comuns aos parques paulistanos).

A região apresenta como eixos estruturais a Av. Coronel Sezefredo Fagundes, Avenida Maria Amália, Ushikichi Kamiya, as linhas de transmissão elétrica (Linhão) e o córrego Tremembé. Estes eixos poderão ser considerados como pontos estruturantes do planejamento para a região, com papel integrador dado pelas vias que atualmente funcionam como importantes eixos de circulação na região, mas carecem de uma urbanização adequada, com trechos sem calçadas ou equipamentos inadequados (ponto de ônibus mal localizados, postes obstruindo passagens).

No trecho da Av. Sezefredo Fagundes, próximo à Fernão Dias, há um desmatamento relevante e forte pressão de ocupação por moradia e implantação de aterros clandestinos, principalmente na área da Barrocada, onde estão previstos parques de borda da Serra da Cantareira (Plano Regional da Zona Norte 1, 2016). Neste distrito localizam-se fragmentos de vegetação na a Chácara do Frade e na Sociedade Recreativa Bragança.

Nas visitas a área do recorte verificou-se grande quantidade de lixo, domiciliar e de construção civil nos espaços livres públicos, principalmente nas vias, linhões e córregos. O lançamento de lixo doméstico em rios e córregos ocasiona assoreamento do sistema hídrico e, também, com a diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido em água a morte de espécies aquáticas e a proliferação de algas e bactérias que transmitem doenças.

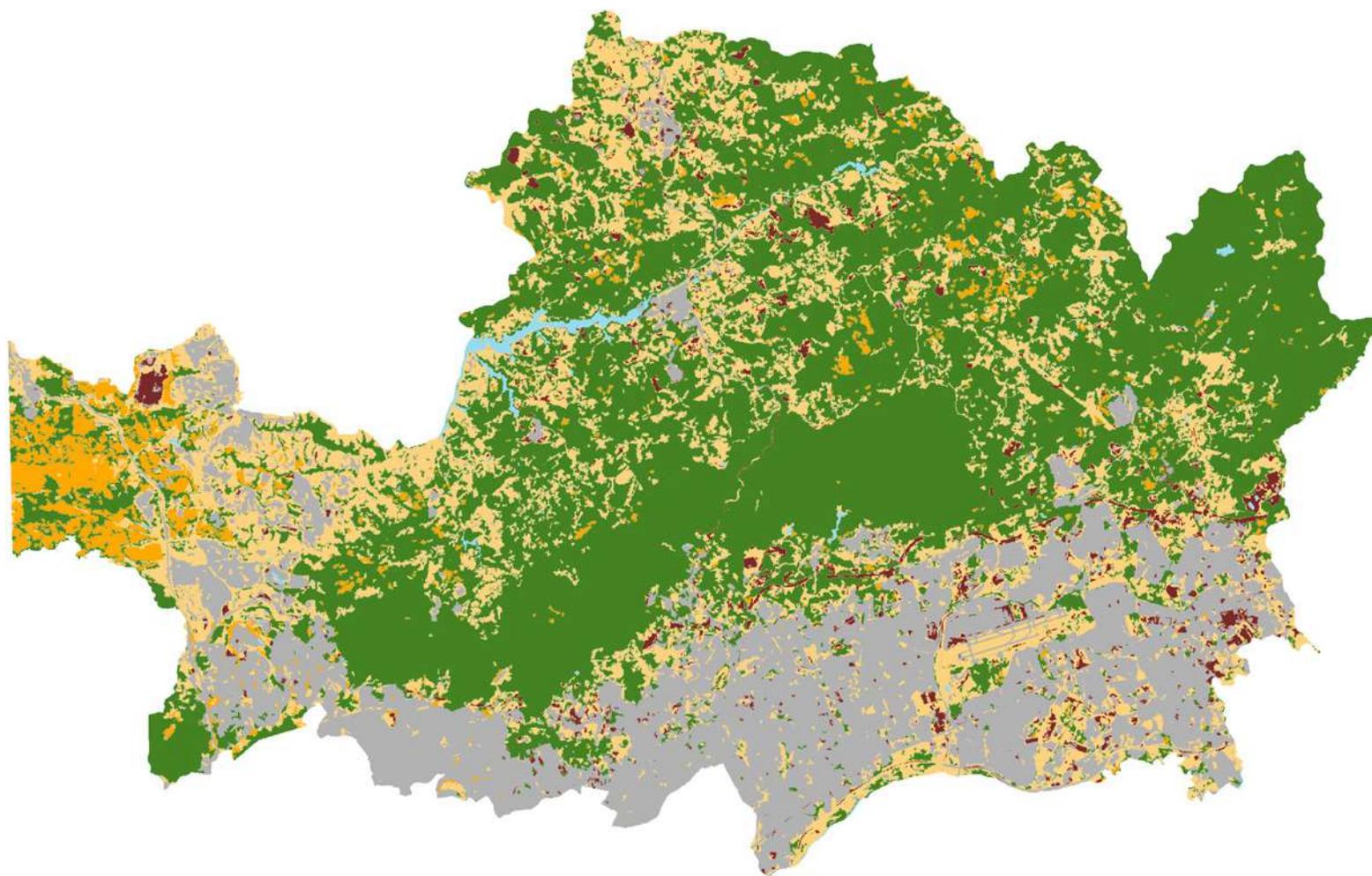


**Figura 56.** Ruínas da Fazenda Santa Maria no Circuito Interativo da Estrada de Santa Maria, área verde adjacente ao Parque Estadual da Cantareira segregada pelas obras do Rodoanel Trecho Norte (Foto: Adriana Sandre).

#### 4.3.4 A estrutura da paisagem

O resultado do Coeficiente *Kappa* foi de 64,7%, que indica concordância considerável.<sup>91</sup> O resultado do mapeamento foi considerado satisfatório e utilizado como base para as métricas realizadas. Um ponto a ser melhorado é a criação de uma classe exclusiva para as chácaras e condomínios fechados, dado que o Campo em muito englobou este uso do solo em Mairiporã.

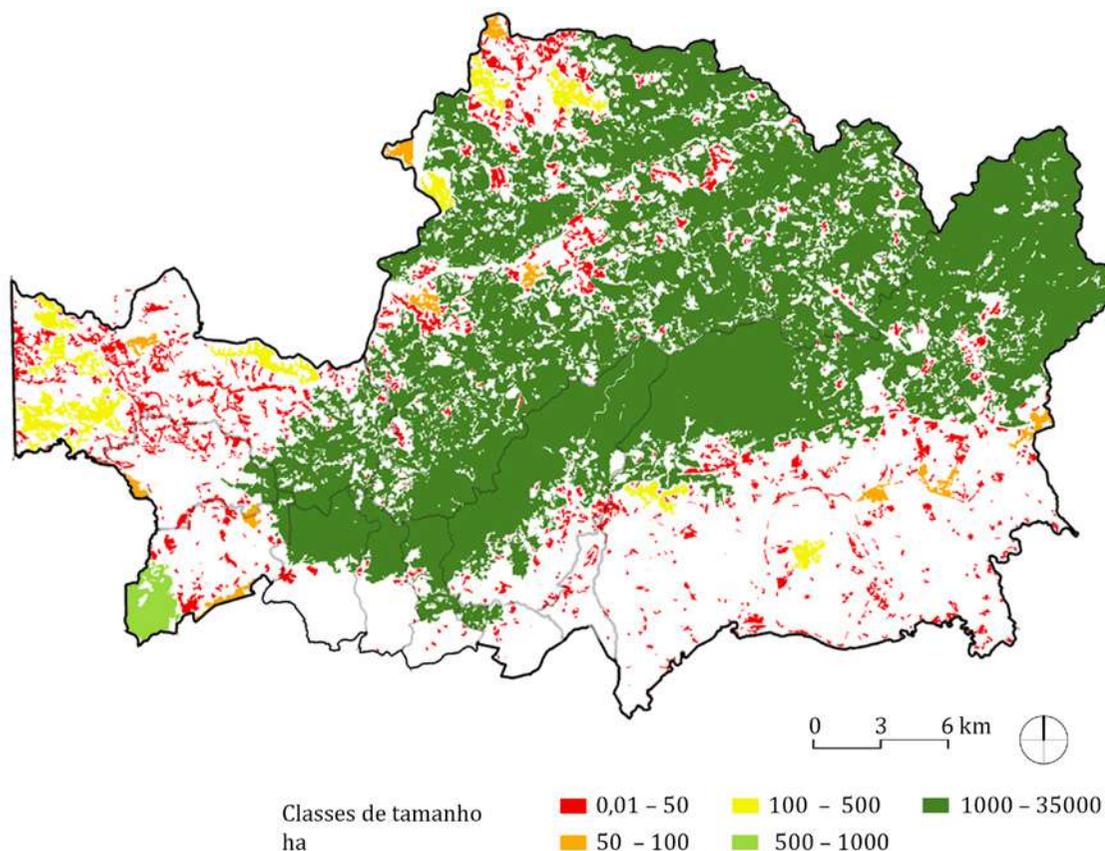
Cabe destacar que dos 75 pontos gerados para vegetação, 67 apresentaram concordância.



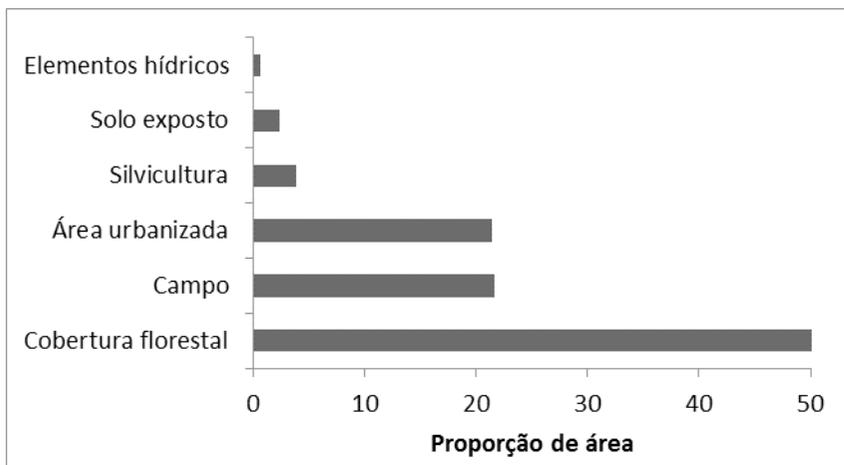
**Figura 57.** Uso do Solo gerado a partir de imagem Satélite Rapideye de 2014/15 (Fonte: Pedro Rezende, Adriana Sandre e Julia Assis).

Para esta seção optou-se por ampliar a área do recorte de forma a englobar parte dos fragmentos de vegetação do contínuo florestal formado pelos Parques Estaduais Itaberaba e Itapetininga. O recorte (Caieiras, Mairiporã, Guarulhos e distritos de São Paulo: Tremembé, Tucuçuvi, Jaçanã, Mandaqui, Cachoeirinha, Brasilândia, Jaraguá e Perus) totalizou 90660,3 ha, deste total tem-se 50% de cobertura florestal (45433,8 ha) e 21,37% de área urbanizada (19376,7 ha).

Apenas quatro manchas contínuas apresentaram 86% (39067,4 ha) de todos os fragmentos florestais do recorte (a soma dos com menos de 10 ha, totalizou 4,8%, já no intervalo de 10 ha a 300 ha, 9,2%).



**Figura 58.** Classes de tamanho dos fragmentos de cobertura florestal do recorte (Fonte: Sandre & Assis, no prelo).



**Figura 59.** Proporção das classes (em porcentagem) da área do recorte (PLAND).

Considerando a proporção de vegetação, percebe-se um gradiente claro de escassez de vegetação formado pelos distritos de São Paulo, Caieiras e sul Guarulhos. Situação oposta é configurada ao sul de Mairiporã e leste de Guarulhos.

Quanto aos cenários (definidos no Capítulo 1), os distritos de São Paulo se enquadrariam no terceiro, com fragmentos de vegetação pequenos e entorno não favorável a dispersão de espécies. Semelhante cenário se daria em Caieiras que apresenta uma quantidade expressiva de áreas de reflorestamento (*Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*), ainda que esse entorno tenda a ser mais permeável, para algumas espécies, do que áreas urbanas. O plano de Manejo do PEC restringe a ampliação sem adoção de barreiras biológicas de áreas de plantio de *Pinus sp* na MacroZona de Preservação Ambiental e de Recursos Hídricos (embora ele faça alusão a Lei Complementar nº 3.896/06 já revogada pela Lei nº 4538/12).<sup>92</sup>

<sup>92</sup> Esta Macrozona tinha como condição usos que não degradem o meio ambiente. Pela lei atual (2012) esta Macrozona de Proteção é destinada à conservação e proteção dos recursos hídricos e ecossistemas existentes de maneira interligada. Veja que ambas as leis não restringem o reflorestamento na área contígua ao PEC, nem tão pouco descrevem como ele deveria ser feito. Ainda que a nova zona tenha por objetivos “proporcionar conexão entre as diversas unidades de conservação, fragmentos de mata nativa, áreas de proteção permanente a leste da cidade, formando corredores de biodiversidade”, “Proteger preservar, conservar e recuperar o meio ambiente e a rede hídrica” e “Estimular os residentes, quando o zoneamento permitir, a exercer o uso sustentável da terra nas atividades agropecuárias” não está expresso como se dá este uso sustentável. Sendo que o Sistema de Parques e Corredores verdes deveria ter regulamentação e início da implantação em fevereiro de 2015 (Lei nº 4589/13).

A região de Mairiporã, por sua vez, ainda que tenha expressivas quantidades de vegetação, como mencionado, tanto os condomínios fechados quanto as estradas impõem barreiras físicas ao fluxo de animais. Quanto a Guarulhos, a porção leste onde há uma concentração alta de fragmentos florestais é protegida pelo Parque Itaberaba, já a sul, na divisa com o PEC, é marcada por fragmentos de vegetação, alguns protegidos pela APA Tanque Grande (com 32,2 km<sup>2</sup>, dos quais quase metade é composta por matas), entremeados a campos e solos expostos. Esta APA foi criada com o intuito de diminuir o efeito de borda parque. Destaca-se há presença de culturas agrícolas, como a Fazenda Tanque Grande e as ocupações urbanas como os loteamentos do Jardim Monte Alto, Jardim Novo Recreio e Recreio São Jorge (Instituto Florestal, 2009). A quantidade de fragmentos de vegetação pequenos diagnosticada não conseguem manter populações viáveis de grandes mamíferos (como a onça-parda).

**Tabela 13.** Produção agrícola e de eucaliptal dos municípios que abrangem o PEC (Fonte: IBGE, 2016)

Região	Terras agrícolas (ha)	Produção de Eucaliptal (papel e celulose e lenha) m <sup>3</sup>
Mairiporã	453	32.266
Caieiras	3.457	33 154
Guarulhos	3.250	-
São Paulo	8000	74700

A diferença de uso e ocupação do solo entre as duas porções do entorno do PEC (norte e sul) é reforçada pelo alto contraste de borda entre as classes. O grau de contraste entre uma mancha e o entorno circundante pode influenciar nos padrões de dispersão e sobrevivência, e assim, indiretamente, afetar a grau de isolamento da mancha (Gaspareto, 2014). Possivelmente, o perímetro de contato dos fragmentos florestais com áreas urbanas (grande modificação do uso do solo) apresenta intensidade de alteração da mata maior do que em com áreas rurais de chácaras e, também, menor permeabilidade às espécies.

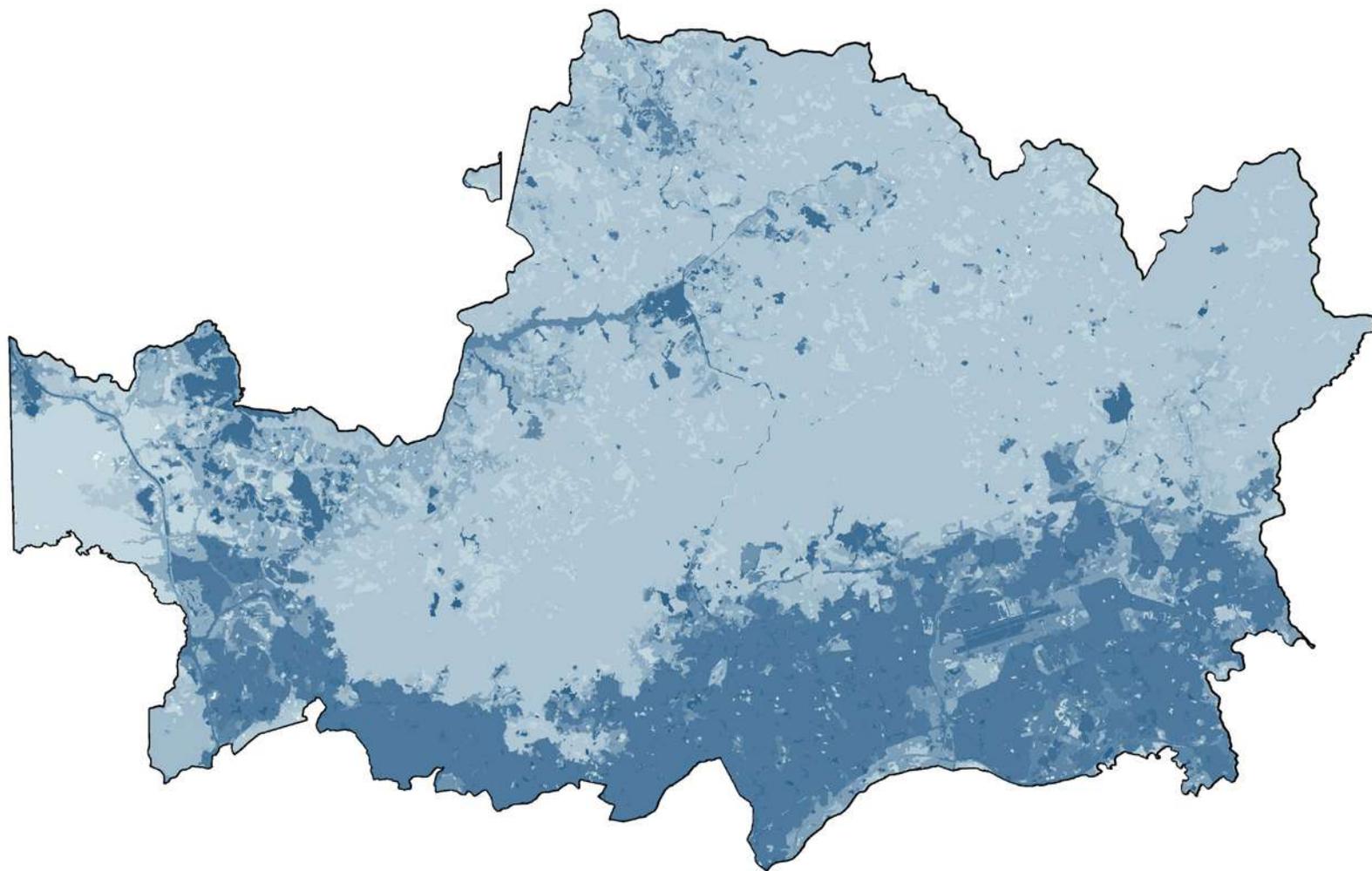
Em outras palavras, áreas de reflorestamento tem menos contraste de borda com a vegetação do que

urbanas, ou até elementos hídricos que se constituem como barreiras a passagem de alguns animais. Em que pese considerar que tal vegetação possa fornecer abrigo as espécies, os eucaliptos têm grande potencial de dispersão e utilizam grande quantidade de água no solo para seu crescimento.

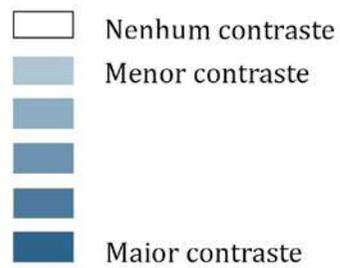
Considerando a dispersão, a capacidade de buscar recursos das espécies em outros fragmentos pode ser alterada a depender do tipo de entorno. Neste estudo, a silvicultura apresentou um contraste de borda menor do que o campo, pois a classe engloba áreas de chácaras e condomínios. Como muitos deles são isolados por muros (e no seu entorno imediato pelo o sistema viário), constituem-se como barreiras físicas à dispersão de espécies impedindo fluxo de organismos. Para o cálculo dos valores de ECON independe se o perímetro da borda tem 10 m ou 1000 m, nesse sentido, caberia uma ponderação perimetral.

Conforme pesquisa de Gasparetto (2014) no Parque Estadual de Itaberaba e Itapetininga verificou-se que na região próxima a união entre os dois parques predomina contraste entre as classes e o mapa de permeabilidade indicou como um local adequado para corredor ecológico. Segundo o autor, o contraste de borda entre classes permite determinar em que região os usos são mais heterogêneos, podendo verificar locais que funcionam como uma barreira ou que são potenciais para aumento da permeabilidade dos locais de maior contraste.

O contraste de borda tem potencial para ser usado em análises de áreas urbanas. Ao detalhar suas classes de uso do solo (em comércio, industriais, uso misto, entre outras) para entender como se dá a configuração e heterogeneidade de ocupação do solo da cidade.



Contraste de borda

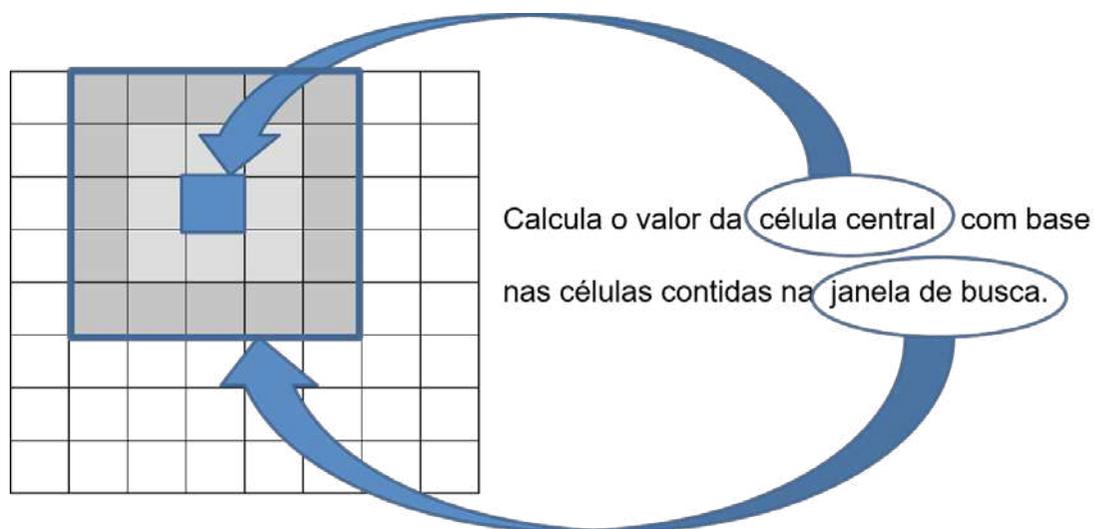


0 3 6 12 km

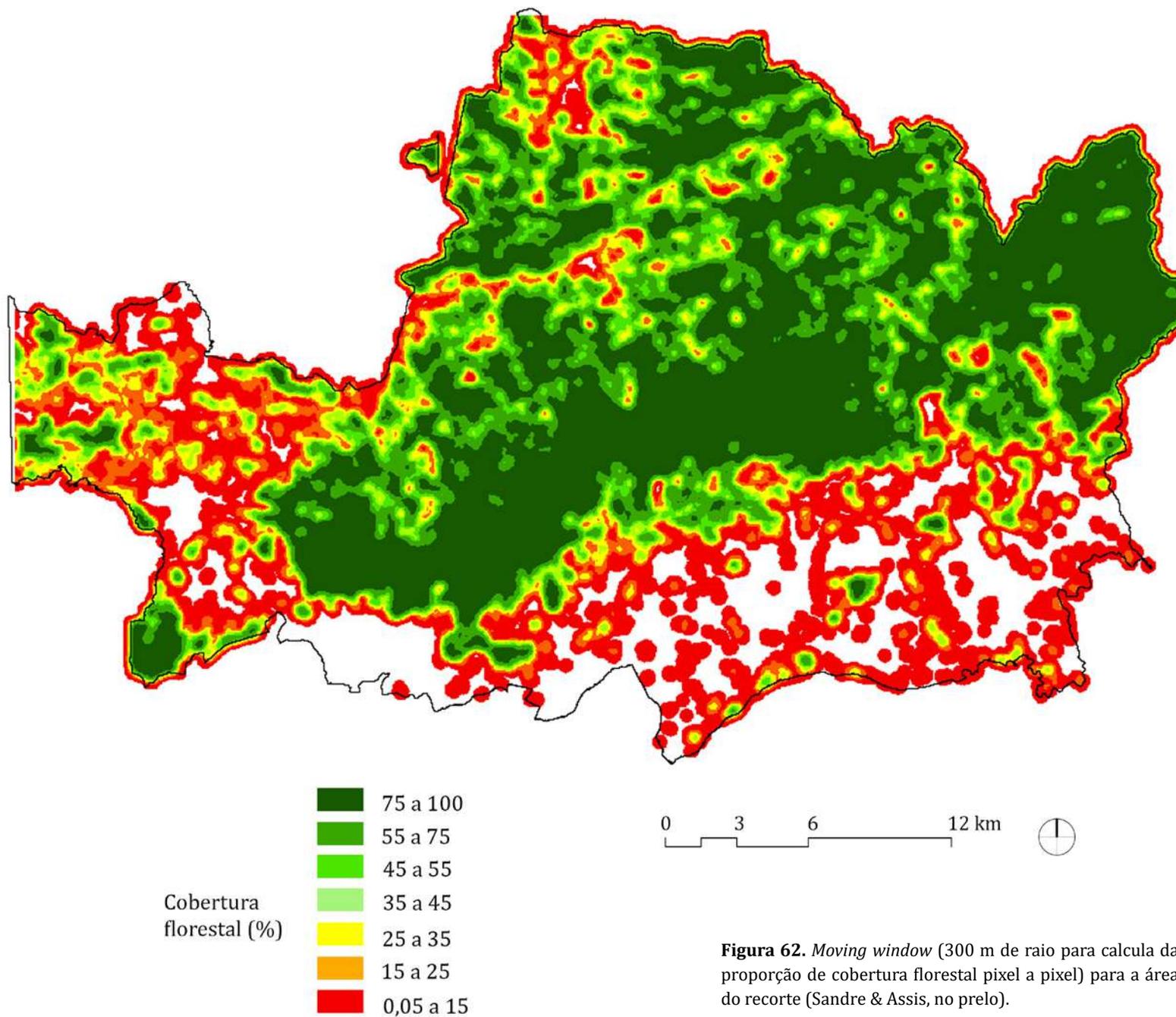


**Figura 60.** Contraste de Borda (ECON) das classes do entorno (Fonte: Sandre & Assis, no prelo)

A proporção de cobertura florestal gerada com o *Moving Window* permitiu a identificação de gargalos de conectividade. Os fragmentos são conectados sucessivamente se estiverem a menos que 300 m de raio de qualquer mancha. Quanto menos fragmentos forem adicionados, menor a cobertura florestal. Reforça-se, assim, a escassez de vegetação no sul do PEC com áreas com ausência de cobertura florestal. Indicando que, neste perímetro, as ações de restauração devem ter foco diferente das realizadas ao norte. Este objetivo também é confirmado pela identificação dos limiares de fragmentação, com o sul apresentando cobertura florestal inferior a 30%.



**Figura 61.** Esquema de representação do Moving window (Fonte: Julia Assis)



O Índice de Forma médio (SHAPE\_MN) dos fragmentos de vegetação foi de 1,51. Nesse índice, cada fragmento é considerado independentemente de seu tamanho, ou seja, é dado o mesmo peso na descrição da estrutura da paisagem. Quanto mais próximo de 1, mais o fragmento se assemelha a um quadrado e, portanto, poderia ser menos susceptível ao efeito de borda. Entretanto, ao calcular o índice de forma de mancha média ponderado por área (SHAPE\_AM) obteve-se o valor de 34,77, indicando que os fragmentos são mais irregulares. Este índice ajusta a dependência do tamanho do fragmento, relacionado à razão perímetro-área.

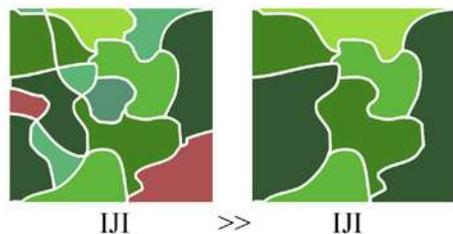
Os valores de dispersão e justaposição (IJI = 54,85%) e de contágio e agregação (PLADJ = 96,30%) apresentaram uma agregação alta das manchas, medianamente intercaladas.

Cumprir observar que quando PLADJ é igual a 100 a paisagem é constituída por única mancha e todas adjacências estão entre a mesma classe, independentemente de sua forma. O índice calcula o grau de agregação, ou seja, a proporção de células adjacentes da mesma classe em um recorte. No entanto, este índice não leva em conta o percentual de adjacências por uma distribuição aleatória ( $P_i$ ).

Se a porcentagem de adjacências fica menor que  $P_i$ , o tipo de mancha é mais disperso do que esperado em uma paisagem aleatória. Por outro lado, se o percentual de adjacências é maior do que  $P_i$ , então o tipo de mancha é contagiosamente distribuído (Gabriel, 2015). Esse índice poderia ser usado para medir a porcentagem de dispersão e agregação de áreas urbanizadas nos municípios, dado que não é restrito classe de fragmentos florestais. Com a parametrização do que seria considerado enquanto área urbanizada e rural. Para a área urbanizada (índice 96,48%) encontrou-se um índice elevado devido aos distritos densos de São Paulo e de Guarulhos.

Já o IJI indica que os fragmentos estão medianamente intercalados, valores elevados indicariam paisagem em que as classes de manchas estão bem intercaladas. Calculado apenas pela intercalação do tipo de fragmentos e não pelo seu tamanho, contiguidade ou dispersão. O valor é de 100 quando todas as classes de manchas são igualmente adjacentes a todas as outras classes (Serafim, 2014). A autora destaca que, um tipo de mancha que esteja altamente desagregado ou subdividido pode ser mais resistente à propagação de alguns distúrbios (e.g. fogo) e, portanto, mais propenso a persistir na paisagem do que um tipo de mancha que é altamente agregado

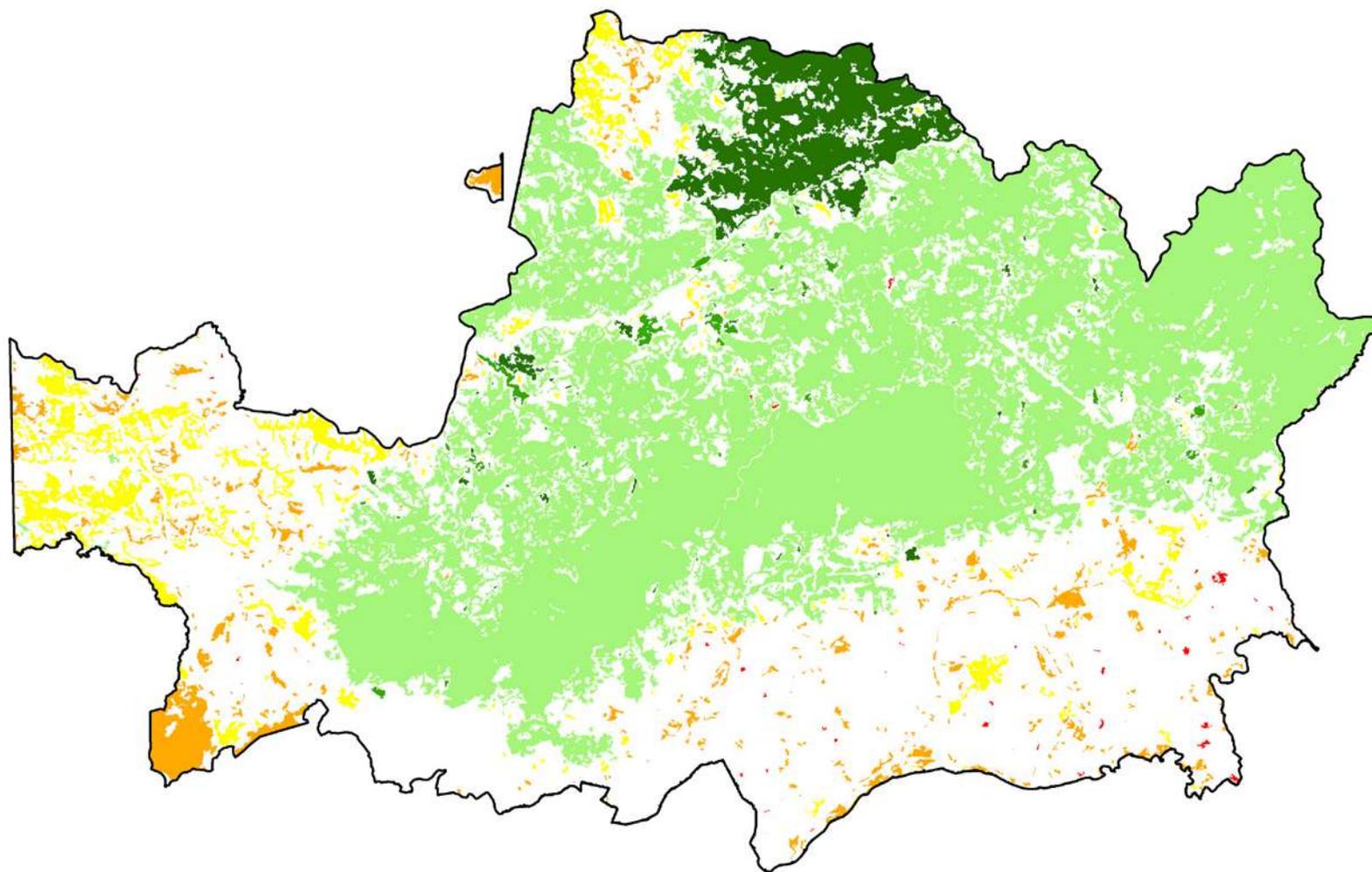
e/ou contíguo. Por outro lado, um tipo de mancha altamente desagregado pode atingir taxas mais elevadas de perturbação para alguns tipos de distúrbio (como ventos).



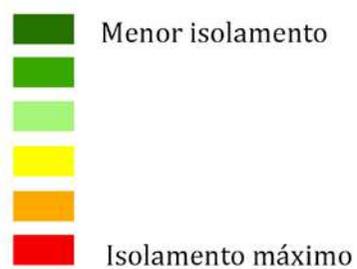
**Figura 63.** Representação do Índice de Interpenetração e justaposição (IJI). O IJI mede a probabilidade de adjacências dos fragmentos (não de células) a outras manchas. As adjacências a manchas da mesma classe não são possíveis pois duas manchas da mesma classe não podem ser adjacentes, já constituiriam uma só mancha (Serafim, 2014).

O LPI indicou que as duas maiores manchas na paisagem são a de vegetação (36.2393) e a urbana (18.148), todavia, como o recorte foi feito a partir do PEC, a métrica não expressa fielmente o índice do maior fragmento na paisagem.

Pelo Índice de Proximidade, verificou-se que os fragmentos mais próximos estão localizados nas áreas de conservação, em especial no Parque Itapetininga. O extremo oposto se dá em São Paulo onde há áreas sem um fragmento sequer (Cachoeirinha) com PROX igual a 0, ou como no sul de Guarulhos com manchas em alto isolamento (não encontrou nenhuma outra mancha em 300 m de raio de busca). Destaca-se que se a espécie tiver menor capacidade de dispersão o isolamento destes fragmentos é ainda maior.



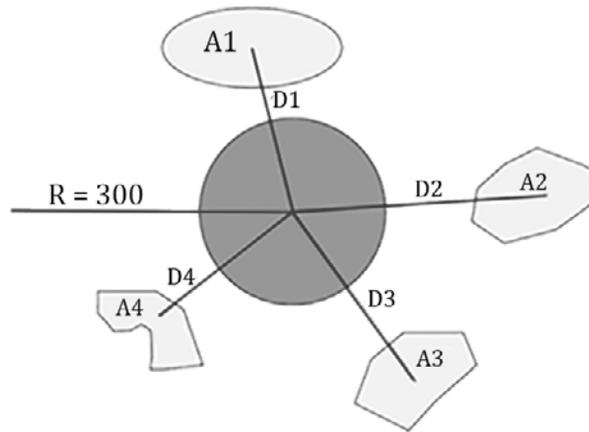
Prox (300 m)



0 3 6 12 km



**Figura 64.** Índice de Proximidade (raio de busca de 300m). As manchas mais conectadas estão em verde e as mais isoladas em vermelho (Julia Assis).



**Figura 65.** Esquema do Índice de Proximidade (Fonte: Modificado de Sartorello, 2014)

Quanto à conectividade, verificou-se diferentes capacidades de deslocamento pela matriz. Mede-se se o animal consegue se deslocar por 50, 100 a 150 m de distância no entorno (não especificado) para atingir outro fragmento.

A maior mancha funcional (com capacidade de dispersão nula por entre o entorno) do recorte foi o PEC, destaca-se, porém, a barreira instituída pela Rodovia Fernão Dias. Conforme é aumentada a capacidade de deslocamento (150 m) dos organismos a mancha funcional engloba quase a totalidade dos Parques Itaberaba e Itapetininga inseridos no recorte.

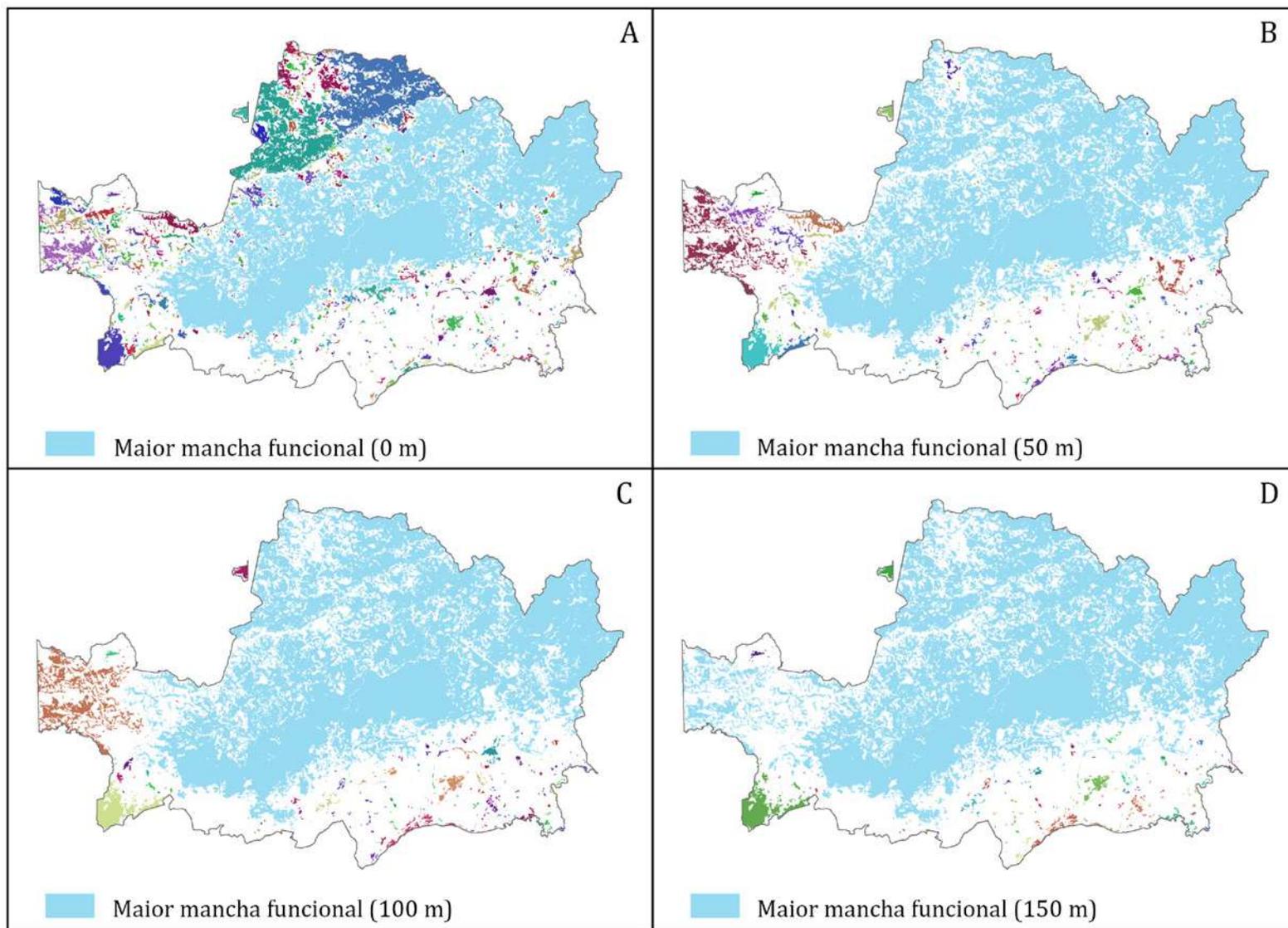
Já espécies que possuem capacidade de dispersão diminuída e são sensíveis ao entorno urbano tendem a ficar isoladas. Tais dados reforçam a importância dos pequenos fragmentos para acrescer a capacidade de dispersão na matriz por entre os fragmentos maiores.

Importa observar que os valores estabelecidos 0, 50, 100, 150 foram generalistas e podem ser modificados conforme a espécie focal do estudo, o que modificará o grafo. Em estudos futuros, recomenda-se a utilização de espécies ameaçadas e grupos funcionais da área, além da consideração da matriz.

Ainda que esta métrica não leve em conta a permeabilidade do entorno (se é agrícola, urbano,

reflorestamento) e a declividade para superar a conexão, trata-se de um importante parâmetro para entender e localizar potenciais áreas que com a inserção de fragmentos podem aumentar a conectividade. Nesse sentido são importantes estudos sobre os deslocamentos das espécies em áreas com urbanização dispersa para ponderar os valores de deslocamento para espécies focais.

Em síntese, vê-se a possibilidade potencial de constituição de uma rede de espaços livres, sejam os localizados em territórios protegidos pela legislação ambiental restritiva (localizados mais ao norte e oeste do PEC), sejam os urbanos formados por equipamentos formais e informais, praças, sobras de lote, lotes abandonados, manchas verdes envoltas de tecido urbano, campinhos de futebol, linhas de transmissão de energia e as vias estruturais da região. A integração e estruturação surge como uma necessidade ao planejamento urbano local.



0 3 6 12 km



**Figura 66.** Agrupamentos funcionais de manchas de cobertura florestal considerando capacidades diferentes de deslocamento pelo entorno (A: 0m, B: 50m, C: 100m e D: 150m). O azul é o maior agrupamento.

## 4.4. Críticas e Embasamento às Diretrizes

A partir da contextualização é possível diagnosticar algumas das direções que norteiam as diretrizes do capítulo V.

Como destacado, são inúmeras ameaças ao PEC desde ocupações urbanas clandestinas e irregulares até obras públicas, que não respeitam a legislação ambiental e o processo participativo - tal como ilustrado pela a construção do Rodoanel Trecho Norte. Tais casos contribuem intensamente para o desmatamento da região do Parque.

Os impactos biofísicos deste desmatamento são de várias ordens, destacam-se: a erosão e assoreamento dos rios pela retirada da vegetação de áreas de morros e morrotes (gerando riscos à vida); poluição difusa dos rios e córregos pela falta de saneamento básico e recolhimento inadequado dos resíduos sólidos, com influência na qualidade das águas da Bacia do Alto Tietê; influência negativa nos processos ecológicos (como a polinização e dispersão) dada a possibilidade de diminuição da biodiversidade do parque pela diminuição de seu tamanho, aumento do isolamento e distância entre o Parque e os demais fragmentos florestais; aumento do efeito de borda, ocasionado também pelo ruído das vias que cortam o Parque; mudança do microclima do entorno e, em uma escala maior, também nas mudanças climáticas; entre outros.

Como já mencionado na dissertação, é evidente que o estudo dos espaços livres que compõem o mosaico da paisagem urbano envolve uma amplitude compreensiva e projetiva do espaço em sua totalidade: não só da relação entre biodiversidade e processos ecológicos, mas da heterogeneidade espacial socialmente construída.<sup>93</sup> O planejamento e gestão dos espaços livres demanda a interação entre os interesses ecológico, político, socioeconômico, demográfico e fatores comportamentais (Frischenbruder & Pellegrino, 2006).<sup>94</sup>

Uma possibilidade inicial de discutir um modelo de preservação dos fragmentos florestais, enquanto

---

93 Contribuinte do planejamento urbano das cidades ao abarcar as questões de infraestrutura urbana, estéticas, sociais, econômicas e ambientais que influenciam na análise, (re)qualificação e gestão do espaço em sua totalidade. Milton Santos (1985) entende a totalidade do espaço, a partir de um processo histórico, ao entender o espaço como uma instância social, que influencia em sua forma e função.

94 A análise da aproximação do planejamento urbano à questão ambiental ocorreu a partir do século XIX (Santos, 2004). Mas é somente no final do século XX que inicia-se o planejamento da cidade vinculado às questões ambientais, na dicotomia ocupação versus preservação (Petenusci, 2015).

diretriz primária, poderia se focar na preocupação de zonear a área do entorno do PEC segundo um potencial de uso em zonas de uso restrito, semi-restrito e social.

O modelo se baseava na avaliação das vocações de cada área, para recuperar e manter os fragmentos de vegetação, quanto consolidar a urbanização. Segue-se a ideia de zoneamento, enquanto instrumento de ordenamento territorial, que seria um recurso efetivo para preservação. Como contribui o SNUC, art 2, XVI “zoneamento: definição de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicos, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz”.

Todavia, a partir da leitura dos planos diretores de São Paulo e Mairiporã, da lei de Mananciais, do Plano de Manejo da Cantareira e de alguns trabalhos sobre a área verificou-se que tal proposta já foi pensada. Obviamente, sob outras nomenclaturas de planejamento e em diversas escalas de detalhamento.

Em visitas a região, levantamentos históricos e análises, percebeu-se que somente o instrumento de zoneamento do território e restrição de determinados usos não é *per se* efetivo no controle do avanço da mancha urbana sobre a Serra da Cantareira, devendo ser conjugados com outros mecanismos.<sup>95</sup>

Entende-se que o planejamento ocorre a todo momento, seja com a incorporação de novos projetos, ou com a revisão e adaptações. O debate e o controle deve ser permanentes, bem como as demandas sociais, o que determina que os planos sejam sempre reconsiderados e objetivos associados a proteção ambiental e as questões socioeconômicas revistos.

Vale lembrar, nesse sentido, que uma das bases jurídicas no Brasil é a vedação do retrocesso ambiental,

---

95 Faz-se uma ressalva de que o Plano Diretor de São Paulo foi aprovado em 2014, ainda pouco tempo para diagnosticar sua efetividade. Há que se considerar os avanços trazidos pelo Plano Diretor no que concerne a legislação ambiental a partir do entendimento sistêmico do território. Seus objetivos se materializam ao estabelecer nos Eixos de Estruturação da Transformação Urbana o aumento do potencial construtivo aliado ao adensamento populacional das áreas próximas ao transporte público. Há críticas com relação ao adensamento proposto. Basta considerar o exemplo imediato que muitas das avenidas paulistanas, por onde circula o transporte público coletivo, foram construídas em fundos de vale, portanto, o adensamento populacional, proposto pelo Plano Diretor, se dará às margens de muitos dos rios e córregos da cidade.

que decorre do direito constitucional ao meio ambiente ecologicamente equilibrado a partir dos artigos 225 e art. 170, inciso VI da Constituição Federal de 1988. A ideia central é que todas as medidas de proteção ao meio ambiente não sejam reduzidas, bem como os resultados alcançados não sejam recuados já que a Carta Maior proíbe qualquer tipo de recuo para níveis de proteção inferiores aos anteriormente alcançados.

Portanto, todas as conquistas relacionadas aos fragmentos florestais gozam de proteção jurídica e não podem ser deterioradas. No entanto, apenas o zoneamento sem regulação e controle social na prática não permite essa manutenção e ampliação de proteção.

Aliás, tal situação não se restringe ao recorte de estudo, a análise feita por Schenk et al. (2016) sobre o Plano Diretor do Município de São Carlos retrata bem o problema. A autora faz uma crítica aos embates de forças dos agentes do mercado imobiliário e proprietários de terra com as universidades e ONGs preocupadas com questões ambientais e com o processo de segregação socioespacial no território, em especial nos limites ente o rural e o urbano, que a lei pode gerar fugindo ao conceito de justiça urbana e ambiental preconizado pelo texto constitucional.

Diante desse cenário, a dissertação questiona qual seria a contribuição que o estudo poderia dar para contribuir a preservação do PEC e entorno. Planos e instrumentos normativos não faltam, o que se evidencia são problema de uma cultura de preservação e de educação ambiental, em todas as suas dimensões. Inclusive, a educação ambiental se relaciona diretamente com a constituição do campo da Arquitetura da Paisagem, veja novamente Schenk comentando a obra de Olmsted: “é sob essa perspectiva que argumentava ser uma das obrigações fundamentais da Arquitetura da Paisagem educar o público a perceber e valorizar a Natureza da qual participava, produzir trabalhos que suscitasse a visão na população em geral: esse ser capaz de ver, em Olmsted, relaciona-se ao gosto, que o arquiteto da paisagem acredita ser objeto de construção e estímulo” (2008, p. 130).

Como adverte a urbanista Ermínia Maricato (2013) é preciso tomar cuidado para que o Plano Diretor Estratégico não produza mais um pedaço de papel com pouca influência na “cidade real” que, enquanto lei, seja aplicada de acordo com as circunstâncias. Para a autora, se uma parte da cidade é ilegal não porque a lei é

rigorosa, mas sim pela desigualdade social de uma população que não é atendida por políticas públicas e outros agentes privados. O problema tange o cumprimento das leis e, em uma escala maior, uma questão estrutural da sociedade.

Para além de uma questão de cultura, o assunto também envolve organização, estrutura e articulação entre prefeituras, agentes privados, recursos e educação da população. Como aponta Gonçalves:

A arquitetura é um produto social, arquiteto algum é capaz de conceber espaços e construí-los sozinho. Quem apresenta as demandas é a sociedade, quem constrói a cidade é a sociedade, a paisagem espelha a ordem e a desordem da sociedade que a constrói. Contudo, a participação de cada agente produtor da paisagem é distinta em natureza e importância. Pode-se apontar a contribuição de cada um, desde os cidadãos comuns, moradores e trabalhadores em geral até a parcela da sociedade mais comprometida diretamente com a produção do espaço urbano – incorporadores, investidores, construtores, corretores, arquitetos, etc. Ao arquiteto, enquanto profissional inserido neste processo, cumpre desenhar os espaços e as obras, acatando os prazos, as técnicas, as formas e as determinações – questionando, contudo, o seu fazer, criticando o produto de seu trabalho, procurando experimentar, avançar ou mesmo subverter as práticas comuns da nossa sociedade, dentro das limitadas possibilidades existentes (2002, p.11-12).

Como discutido nos capítulos I e II, na política de planejamento, projeto, implantação e gestão dos espaços livres vegetados prevalece uma desarticulação e sobreposição de funções entre secretarias e órgãos públicos das três esferas (municipal, estadual e federal). O que leva a conflitos de competências e expõe a multiplicidade de agentes produtores e gestores atuando simultaneamente sobre os mesmos espaços (Galender, 2010).

É somente a partir do diálogo e da integração de secretarias de São Paulo e prefeituras que será

possível executar um Plano regional de Ação, coerente que integre ações ambientais às sociais e econômicas.<sup>96</sup> O planejamento do PEC não é uma tarefa simples e envolve discussões com instituições parceiras como as Prefeituras, o Ministério Público, as sociedades de bairro, as Delegacias de Ensino, as Universidades e a Polícia Militar Ambiental (Instituto Florestal, 2009, p.27).

Nesse entendimento, destaca-se o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de São Paulo (PDUI-RMSP), que estabelecerá diretrizes para orientar o desenvolvimento urbano e regional. Tal instrumento de planejamento e gestão do território metropolitano exigido pelo Estatuto da Metrópole (Lei n  13.089/15) somente dará certo em um contexto de diálogo entre as institui es. Em seu caderno de propostas, destaca-se a do Programa de cria o do Sistema de parques e áreas verdes metropolitana, ainda em elabora o (quando da escrita da disserta o).

Em síntese, ainda que não se observe uma política pública concreta que planeje os espaços livres, especialmente as áreas verdes, a partir da sua inser o e localiza o, destaca-se que uma das propostas do PDUI justamente concerne com o objeto de estudo da disserta o, vale pontuar: “estudo de viabilidade para conexão entre as áreas de prote o ambiental nos municípios, criando ou ampliando corredores ecológicos municipais e intermunicipais e parques lineares junto aos grandes e pequenos rios e córregos contribuintes da água para consumo metropolitano” (p.67, 2016).

Nesse sentido, com um caráter experimental e ao mesmo tempo normativo, no capítulo V são elaboradas diretrizes de planejamento para uma rede de espaços livres que abarque tanto as questões sociais, dada a ausência de equipamentos urbanos, quanto as ecológicas, dada a necessidade de conexão entre os fragmentos de vegeta o para preserva o de sua biodiversidade. Certamente a disserta o não pretende discutir questões de

---

96 “A arquitetura   um produto social, arquiteto algum   capaz de conceber espaços e construí-los sozinho. Quem apresenta as demandas   a sociedade, quem constrói a cidade   a sociedade, a paisagem espelha a ordem e a desordem da sociedade que a constrói. Contudo, a participa o de cada agente produtor da paisagem   distinta em natureza e importância. Pode-se apontar a contribui o de cada um, desde os cidadãos comuns, moradores e trabalhadores em geral até a parcela da sociedade mais comprometida diretamente com a produ o do espaço urbano – incorporadores, investidores, construtores, corretores, arquitetos, etc. Ao arquiteto, enquanto profissional inserido neste processo, cumpre desenhar os espaços e as obras, acatando os prazos, as técnicas, as formas e as determina es – questionando, contudo, o seu fazer, criticando o produto de seu trabalho, procurando experimentar, avançar ou mesmo subverter as práticas comuns da nossa sociedade, dentro das limitadas possibilidades existentes” (Gonçalves, p.11-12, 2002).

gestão, porém ilustrar encaminhamentos possíveis com base nas informações coletadas e nos dados produzidos.

Por fim, cumpre retomar que o projeto da paisagem urbana deve ser visto de forma multifuncional e transdisciplinar nas suas diversas escalas e perspectivas, conforme defendido ao longo da dissertação. A superação conceitual e projetual do planejamento ambiental se dá por meio de intervenções de alto desempenho que aumentem a eficiência dos espaços multifuncionais ganhando sentido o conceito de IEV.

## **CAPÍTULO 5: PROPOSTA DE DIRETRIZES**

Com a base teórica e metodológica construída e as análises referentes à área de estudo, é apresentado de maneira exploratório algumas diretrizes de planejamento ambiental que além de requalificar o espaço livre, por meio de dispositivos de IEV, que integram demandas sociais e ambientais do PEC. Tais diretrizes são territorializadas em uma rede de espaços livres.

Optou-se por dividir as diretrizes em duas fases. A primeira, destinada às ações específicas do PEC e a segunda, ao entorno, separado pela parte norte em Mairiporã e a Sul, em São Paulo. Na porção sul, além da escala mais abrangente envolvendo todos os distritos do recorte, é realizada uma aproximação de escala no distrito da Brasilândia.

As estratégias para a rede de espaços livres podem ser divididas conforme seu objetivo: se voltado, primordialmente, a conservação da biodiversidade, ou se destinado ao uso urbano. Tal distinção é crucial na medida em que modifica e restringe o uso do espaço, sua frequência e equipamentos. Para tal definição, é importante entender a inserção do espaço livre vegetado no território, com estudo de sua localização, tamanho e composição.

Reitera-se, as diretrizes são exploratórias e servem como uma proposta de debate dentro da comunidade acadêmica, desconsidera-se também os problemas de gestão pública – dado que tais passos geralmente se inserem e relacionam-se com aos projetos executivos, em uma outra escala de detalhamento.

## **5.1 Para o Parque Estadual da Cantareira**

Segundo o Instituto Florestal (2009) muitas vezes verifica-se que os recursos humanos e financeiros destinados às UCs urbanas são vinculados à visitação pública, tornando a proteção integral dos recursos naturais uma atividade de segundo plano. Diante dos atuais desafios da gestão de parques e áreas verdes das cidades, muitos entes da federação estão recorrendo a utilização de novos institutos do Poder Público, que concede ao particular, empresas, o poder de gestão – e não a transferência das áreas – tendo em vista a melhor prestação dos serviços para a população e, ao mesmo tempo, contribui para a preservação da fauna e flora.

Um interessante instrumento que municípios e estados vêm utilizando para reduzir custos e melhorar a

eficiência são os contratos administrativos frutos de parcerias público-privadas (PPP's), atualmente disciplinados pela Lei Federal 11.079/04 e muito utilizados em projetos de construção civil e exploração de alguns serviços como iluminação ou transporte público.

As PPP's visam compatibilizar os interesses do ente da federação e do parceiro privado em prol da sociedade. Trata-se de um regime diferente da contratação geral de concessões. Reguladas pela Lei n. 8987/95, as PPP's atribuem uma autonomia ao particular, que ao mesmo tempo possui uma responsabilidade maior face suas obrigações contratuais.

Além disso, as PPP's flexibilizam os custos para o Poder Público já que o particular é somente remunerado pelo serviço prestado ao longo dos anos estabelecido no contrato por meio de pagamento exclusivamente pelo governo ou numa combinação de tarifas cobradas dos usuários dos serviços mais recursos públicos. Não há aqui antecipações ou responsabilidades diretas que recaiam ao poder concedente, ou ao usuário diretamente, já que na PPP's os riscos são contratualmente repartidos entre governo e o parceiro.

Segundo a lei federal no contrato devem constar algumas cláusulas obrigatórias que reforçam a eficiência e a segurança como: penalidades aplicáveis ao governo e ao parceiro privado em caso de inadimplência, proporcional à gravidade cometida; formas de remuneração e de atualização dos valores assumidos no contrato; critérios para a avaliação do desempenho do parceiro privado e apresentação, pelo parceiro privado, de garantias de execução suficientes para a realização da obra ou serviço.

No caso do Estado de São Paulo, recentemente foi sancionada a Lei nº 16.260/16, autorizando a concessão à iniciativa privada, por prazo determinado de até 30 anos algumas áreas verdes: 14 Parques Estaduais; 5 Estações Experimentais e 6 Florestas Estaduais. No anexo do diploma, consta da lista o Parque Estadual da Zona da Cantareira.

A lei possui um escopo bem extenso já que no seu art. 2º menciona treze objetivos, dentre os quais se destacam: permitir, criar e favorecer condições à exploração do potencial ecoturístico das áreas; permitir a exploração comercial sustentável de produtos florestais, madeiros e não madeiros, das áreas; contribuir com o monitoramento ambiental, manutenção e outras atividades necessárias à gestão das unidades integrantes

do Sistema Estadual de Florestas (SIEFLOR); contribuir para a proteção das espécies ameaçadas de extinção e para o desenvolvimento de ações que as levem à condição de não ameaçadas; contribuir para a conservação e restauração da diversidade de ecossistemas naturais das áreas; promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de melhoria e desenvolvimento das áreas; favorecer as condições de desenvolvimento social e econômico das comunidades do entorno das áreas entre outros.

Importa dizer que o PEC pode ser objeto de PPP's, sendo fundamental que tais contratos sejam ajustados com foco nos objetivos consagrados no art. 2º, em especial que atenda às necessidades do parque e da comunidade local, sempre com transparência e participação de todos os interessados.

Cumpra ressaltar que nesses casos são transferidos ao particular não apenas a responsabilidade pelas atividades turísticas dos parques, mas também a obrigação de preservar e conservar as áreas em concessão.

Os defensores das PPP's argumentam que o instrumento permite um diálogo melhor entre os interessados. Conforme o Observatório Brasil das PPP's "(...) mecanismos inerentes às PPP ainda não são adequadamente aplicados nos parques concedidos no Brasil, como a vinculação da remuneração do privado ao seu desempenho, garantias contratuais de ambas as partes e outras práticas que deverão ser incorporadas aos modelos de gestão das unidades de conservação".<sup>97</sup>

Complementam os defensores do Observatório Brasil que se trata de "um modelo robusto e seguro para que o turismo ecológico, a preservação ambiental a pesquisa e o ensino sejam providos de forma adequada e o potencial brasileiro nessa seara seja concretizado".

Atualmente, apenas o projeto da Rota Lund, parque em Minas Gerais, foi licitado nesse formato, sendo previsto o pagamento por meio de parcela pecuniária mensal e uma parcela de ajuste anual, calculada e paga anualmente. O edital da Rota Lund prevê a duração do contrato de 25 anos e o valor do investimento privado é na monta de R\$ 38.654.564,7. Ainda, o projeto afirma que "o principal destaque é o objetivo inovador de conciliar proteção ambiental ao desenvolvimento econômico. Além disso, prevê-se que após a implantação desse projeto,

---

97 Disponível em: <<http://www.pppbrasil.com.br/portal/content/artigo-leitura-positiva-da-lei-paulista-de-concess%C3%A3o-de-%C3%A1reas-verdes>> Acesso em: 12 dez. 2016.

o número de visitantes dos parques estaduais duplique no prazo máximo de cinco anos. Por fim, destaca-se que as áreas que compõem a PPP Rota Lund apresentam potencial de serem reconhecidas como patrimônio da humanidade pela Unesco”.<sup>98</sup>

Destaca-se que não há estudos empíricos, avaliações e sequer dados – diante do ineditismo da aplicação de PPP’s em parques – sobre os resultados e melhorias produzidas em face dos modelos de gestão direta do Poder Público nas áreas. Todavia, sabe-se que toda a contratação deve sempre ser submetida ao controle social do poder, seja por meio das audiências públicas ou pelas consultas as comunidades locais, que devem ter seus interesses considerados nestes contratos administrativos.

Uma das principais críticas dos atuais contratos de PPP’s, que frequentemente são alvos de processos de investigação e judiciais diante dos graves escândalos de corrupção e de má gestão entre o particular e governo, decorrem de problemas da estrutura e definição dos editais e contratos que não atendem as exigências da sociedade e permitem as fraudes.

Além disso são mencionados problemas de fiscalização e questões financeiras. Vale lembrar do caso da Copa do Mundo, das 12 arenas de futebol, 6 foram construídas por meio de PPP e todas apresentam problemas financeiros e têm contratos em litígio judicial envolvendo poder concedente, investidor privado e tribunais de contas estaduais.

Diante desta conjuntura política e econômica, é crível desconfiar da atual viabilidade da formulação de uma PPP nos parques.

Uma das importantes tarefas em uma eventual PPP no parque seria articular a preservação e conservação, ao mesmo tempo melhorar o ecoturismo na região e o avanço da mancha urbana.<sup>99</sup> Dado que, para além da preservação da biodiversidade, o Parque atua como espaço livre de lazer em uma região carente de opções.

---

98 Disponível em:

<[http://www.ppp.mg.gov.br/images/Rota\\_Lund/Apresenta%C3%A7%C3%A3o/Prospecto\\_PPP\\_Rota\\_Lund.pdf](http://www.ppp.mg.gov.br/images/Rota_Lund/Apresenta%C3%A7%C3%A3o/Prospecto_PPP_Rota_Lund.pdf)> Acesso em: 12 dez. 2016

99 Uma outra fonte seria a destinação de recursos de compensação ambiental. Um exemplo é o Núcleo Engordador, cuja construção se deu com recursos financeiros da compensação ambiental das obras de instalação da Linha de Transmissão de Energia Elétrica São Roque-Guarulhos, da companhia Furnas Centrais Elétricas S.A (Instituto Floresta, 2009).

Poucas unidades de conservação dividem a missão de conciliar conservação com oportunidade de lazer nessa região (Instituto Florestal, 2009, p. 23).

Nesse sentido, considerando os problemas narrados sobre a comunidade da Brasilândia e da Cachoeirinha, seria importante o estabelecimento de um núcleo oficial na região capaz da população usufruir do PEC, em condições adequadas. Em uma busca pela apropriação simbólica, sentimento de identidade pela população local e à percepção da discrepância entre a mata e as ocupações.

A dissertação admite que é possível promover um uso social de sua estrutura sem prejuízo das espécies da fauna e flora que lá se encontram, sobretudo se a implementação do núcleo for acompanhada por projetos de educação e conscientização sobre a importância do PEC.

Não se defende a promoção de atividades concorrentes aos seus objetivos primeiros de preservação. Ademais, são necessários projetos detalhados de sua composição florística e faunística para a proposição e composição do plano de turismo, que deve versar na PPP, para não a tornar tão generalista.

Com relação as ocupações, um ponto a ser destacado é a contribuição na fiscalização ostensiva da área de borda do PEC. Ainda que caiba ao Poder Público fiscalizar o contrato e, subsidiariamente, o desmatamento, é a empresa parceira quem deverá atuar como agente fiscalizador principal, alertando, controlando e respondendo pelas ameaças ao Parque.

Diante das invasões, umas das medidas, é seu cercamento. Trata-se de tema controverso. Atualmente, o PEC possui cerca de 25 mil metros de cercas que, ainda que possam em tese proteger invasões, não são uma medida efetiva para o controle do desmatamento ocasionado pela construção de habitações na área. A pesquisa sustenta o uso de cercas, travessias e túneis somente no sistema viário,<sup>100</sup> mas não muros no perímetro de todo o parque.

A dissertação defende que colocar muros no entorno dos fragmentos protegidos não é uma solução, dado que impede a livre circulação dos animais, gerando efeitos reversos. A defesa de que o muramento impede o

---

100 O Plano de Manejo (2009) propõe a identificação dos pontos de travessia e maior incidência de atropelamento de animais entre a floresta do PEC e as estradas que o seccionam para adotar medidas como a sinalização e redutores de velocidade.

desmatamento não é plausível, dado que obviamente as barreiras podem ser destruídas.

Um último ponto que se destaca como importante a constituição da PPP, é que:

Embora o Parque Estadual da Cantareira tenha uma longa história de proteção de sua área, associada à implantação do primeiro sistema de abastecimento de águas da cidade de São Paulo, **o fato do Parque não possuir decreto de criação ou memorial descritivo** causa uma série de problemas em relação à proteção de sua área, principalmente no seu entorno imediato, quando esse faz limites diretos com a área urbana. Atualmente **os limites do PEC são conhecidos apenas pelos funcionários mais antigos** e que estão próximos da aposentadoria. Entretanto existe a perspectiva de mudança desse quadro com a destinação de recursos de compensação ambiental para a regularização fundiária do Parque (Instituto Florestal, 2009, p.342, grifo nosso).

Para constituir uma PPP é primordial um instrumento jurídico específico de criação do Parque Estadual da Cantareira e a realização de um diagnóstico fundiário. Ainda que se tratando de terras de domínio público, a regularização do território protegido é de significativa importância para sua gestão e manejo, pois a incorporação das terras adquiridas ao patrimônio do Estado, ao longo de tantos anos, não garante que estas estejam hoje livres de irregularidades e até de ocupações indevidas, especialmente nas áreas limítrofes à Unidade, ou até mesmo adentrando pelo território da Unidade (Instituto Florestal, 2009).

Para além do escopo da PPPs, o Poder Público também deve estimular as atividades de pesquisa e extensão na região do PEC, tal como mencionado do projeto “Planejamento e Projeto do Parque Municipal da Brasilândia”. Além de assegurar o empoderamento da comunidade local para decidir questões específicas que atingem a população da região.

Ainda, o Parque poderia ser fonte de sementes e plântulas para serem replantadas em áreas urbanas ou para reflorestamentos. E também para fabricação de remédios e cosméticos. Em entrevista realizada por Herling (2002) o guarda florestal Antonio Cassale, que trabalhou na floresta mais de quarenta anos, disse que já catalogou 800 espécies de plantas medicinais da floresta. Deve-se valorizar o conhecimento da população do entorno.

A dissertação se posiciona a favor de compartilhamento de responsabilidades para preservar a biodiversidade, seja por meio do conhecimento sistemático, catalogado e divulgado, além da participação de todos os interessados, poder público, agente privado, comunidade e universidade.



**Figura 67.** Propostas para o Parque Estadual da Cantareira, incluindo observatório de animas e teleférico pelo Plano Municipal de Habitação de São Paulo (Secretaria Municipal de Habitação, 2009).

## 5.2 Para o Entorno do PEC

A preservação do PEC depende tanto da proteção ao seu desmatamento quanto ao combate de seu isolamento, por meio da manutenção de uma conectividade entre fragmentos de vegetação do entorno.

Ao não entender ser o espaço urbano desvinculado da análise ambiental, as diretrizes para a região do entorno do PEC são separadas em duas vertentes: norte e sul. A referente ao setor norte procura aumentar a conectividade funcional entre fragmentos, já as propostas do setor sul são mais voltadas a um objetivo social e de provisão de serviços ecossistêmicos – por se tratar do cenário 3.

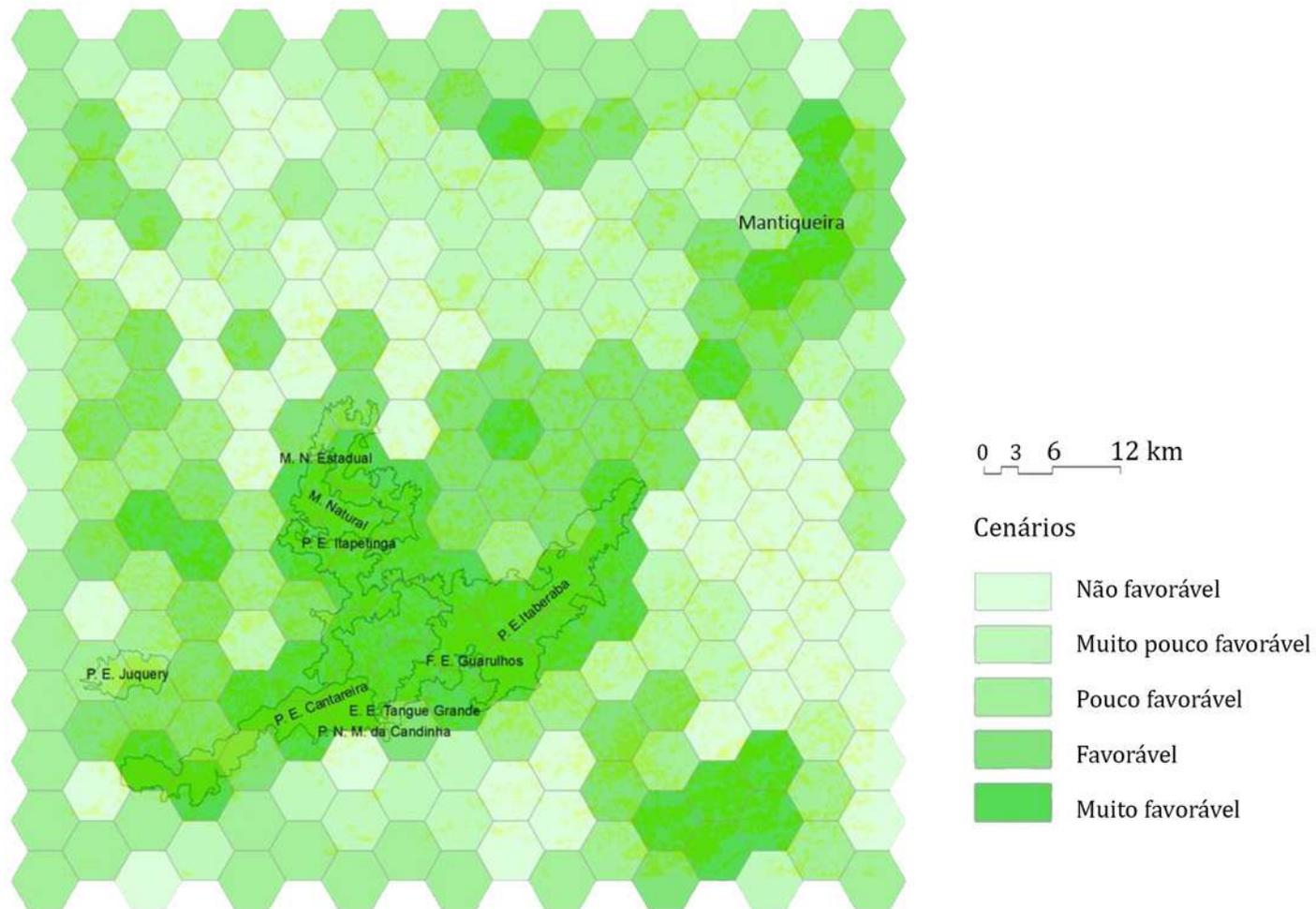
Tal cenário é corroborado pelo estudo de Sartorello (2014). Em análise sobre o contínuo Cantareira-Mantiqueira, o autor classificou os fragmentos da região em cinco cenários para conservação da paisagem: não favorável; muito pouco favorável; pouco favorável e favorável. A região sudeste-nordeste, com menor número de fragmentos e alta quantidade de vegetação é tida como favorável à conservação. Por outro lado, a porção

norooeste, com poucos fragmentos é classificada como pouco favorável, por causa das reduzidas áreas totais. O autor verificou que existem poucos hexágonos com mais de 80% de vegetação, um deles está localizado na região do Parque Estadual da Cantareira, outros quatro estão agrupados na região da Floresta Estadual de Guarulhos e do Parque Estadual Itaberaba, configurando um cenário muito favorável para a conservação da paisagem.

Já os distritos do sul de São Paulo, retirando-se o PEC, enquadram-se principalmente na classe não favorável por possuírem menos de 30% de área florestal por hexágono e terem sua vegetação espalhada por vários fragmentos pequenos.

O autor faz a ressalva importante de que, para análise deste cenário, somente considera-se a quantidade de vegetação e o número de fragmentos. As variáveis como o relevo e uso do solo, que são imprescindíveis para compreensão de processos que influenciam da organização da paisagem, estão ausentes.

Ainda assim, os cenários auxiliam na primeira identificação de áreas estratégicas para o investimento de recursos e energia, visando ações de restauração de conservação. De forma que, as variáveis sociais são importantes complementar o estudo e iniciar sua aplicação em projeto.



**Figura 68.** Cenários para conservação da Paisagem do contínuo Cantareira-Mantiqueira de Sartorello (2014). Em cada hexágono de 2500 ha é medido a proporção de habitat e quantidade dos fragmentos florestais (em amarelo).

### 5.2.1 Parte Norte

No setor norte, o enfoque é o aumento da conectividade funcional, dado os fragmentos florestais importantes do entorno: Parque Juquery; Itapetininga e Itaberaba e seu enquadramento no cenário 2 (Capítulo 1). O corredor Cantareira-Mantiqueira, dispõe de maciços florestais dos mais protegidos e estratégicos do ponto de vista da conservação ambiental e manutenção de corredores ecológicos de todo o Cinturão Verde de São Paulo (Instituto Florestal, 2009).

Para maximizar a conectividade funcional e o uso do corredor formado pelo contínuo Cantareira-Mantiqueira por diversas espécies pode-se aumentar a permeabilidade da matriz, propor corredores e/ou *stepping stones*. O acréscimo da permeabilidade pode permitir a persistência de espécies em situações fragmentadas (Pardini et al., 2009; Vieira et al., 2009).

Para medir a funcionalidade dessa conectividade é necessário o levantamento territorializado e por métricas das barreiras impostas pelo sistema viário (Rodovia Fernão Dias), pelo reservatório Paiva Castro e pelos muros dos condomínios fechados. Tais desafios se somam a consideração de qual é o comportamento dispersivo da espécie alvo e sua sensibilidade aos diferentes tipos de entorno, além das questões socioeconômicas relacionadas.

Em relação ao sistema viário, Assis (2014) monitorou o impacto a viabilidades das espécies e sua dispersão pelas rodovias que cruzam o Mosaico da Cantareira.<sup>101</sup> Como verificou uma variação da permeabilidade das estradas entre os grupos taxonômicos, a autora propôs diferentes formas de manejo para mitigar seu impacto, como a instalação de pontes de fauna, redução e fiscalização da velocidade.

Quanto a estratégia de *stepping stones* destacam-se os fragmentos de menor porte. Sugerem-se que sejam criadas novas UCs, parques municipais e RPPNs (pensadas em continuidade), de modo a ser mais um mecanismo aditivo de proteção que controle o uso e ocupação do solo do seu entorno. Mesmo que já exista a APA do Sistema Cantareira.

---

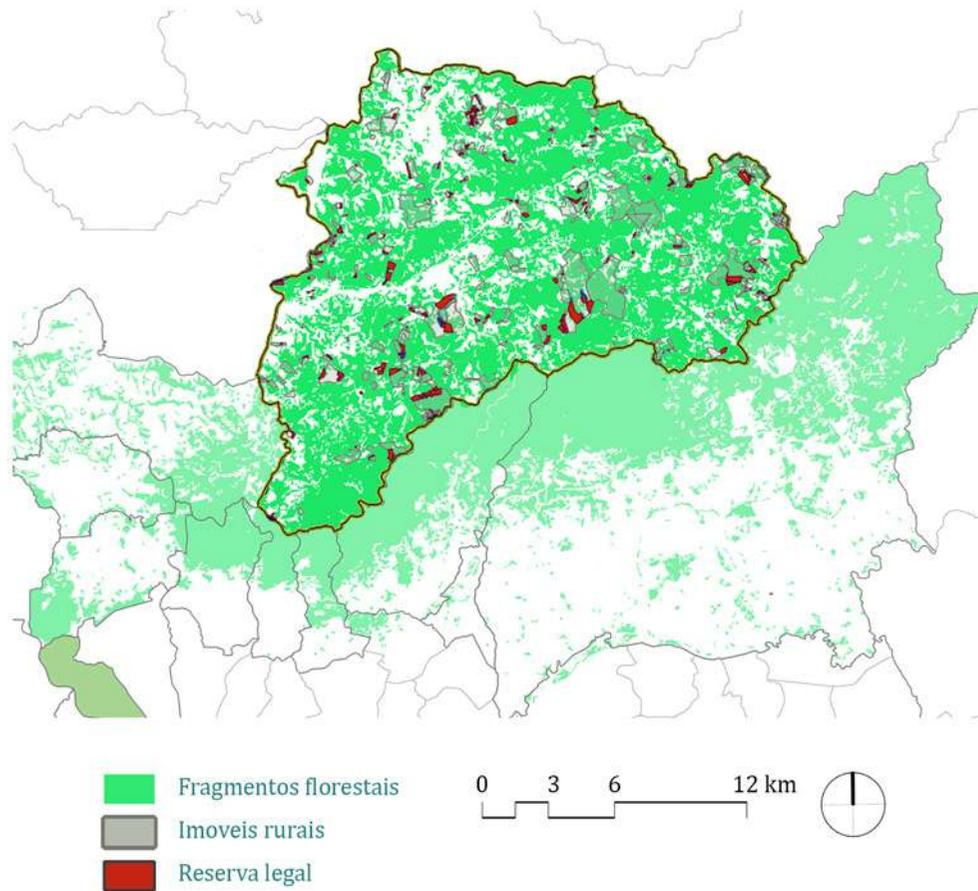
101 O efeito de borda nas estradas é chamado de “zona sob efeito de estradas” (do inglês, *road-effect zone*) (Forman et al., 1997).

Relembra-se que Mairiporã não tem 1 parque sequer institucionalizado e decretado em lei até o final desta pesquisa. O município possui somente uma RPPN, a do Sítio Capuavinha. Já quanto ao cadastro dos imóveis rurais (Cadastro Ambiental Rural) e suas RLs estão parcialmente levantados no município.

A articulação da localização das Reservas Legais das propriedades deve ocorrer, portanto, em áreas contíguas ao Parque e aos corredores ecológicos existentes (Instituto Florestal, 2009; Metzger, 2010). Sugere-se aqui a adoção de cercas vivas (que podem ser em matas ciliares) capazes de conectar diferentes propriedades criando uma rede.

Um fator relevante para aumentar a permeabilidade do entorno deste corredor, entre UCs, é negociar com os proprietários a instituição de alguma medida para diminuir a quantidade de muros por entre as chácaras. Tais muros constituem verdadeiras barreiras à passagem dos animais. Na retirada dos muros, há de se ter um controle projetual para que animais não entrem nas residências, mas ainda assim, não atuem como barreiras a percolação de pequenos mamíferos, répteis e anfíbios. É possível propor dispositivos de IEV nos espaços livres que tanto controlem a qualidade das águas quanto viabilizem a passagem e até permanência dos organismos.

Além disso, sugere-se a criação de corredores ripários que, para a fauna endêmica de pequenos mamíferos da Mata Atlântica funcionam como elemento conector, amenizando os efeitos deletérios da fragmentação (Naxara, 2008).



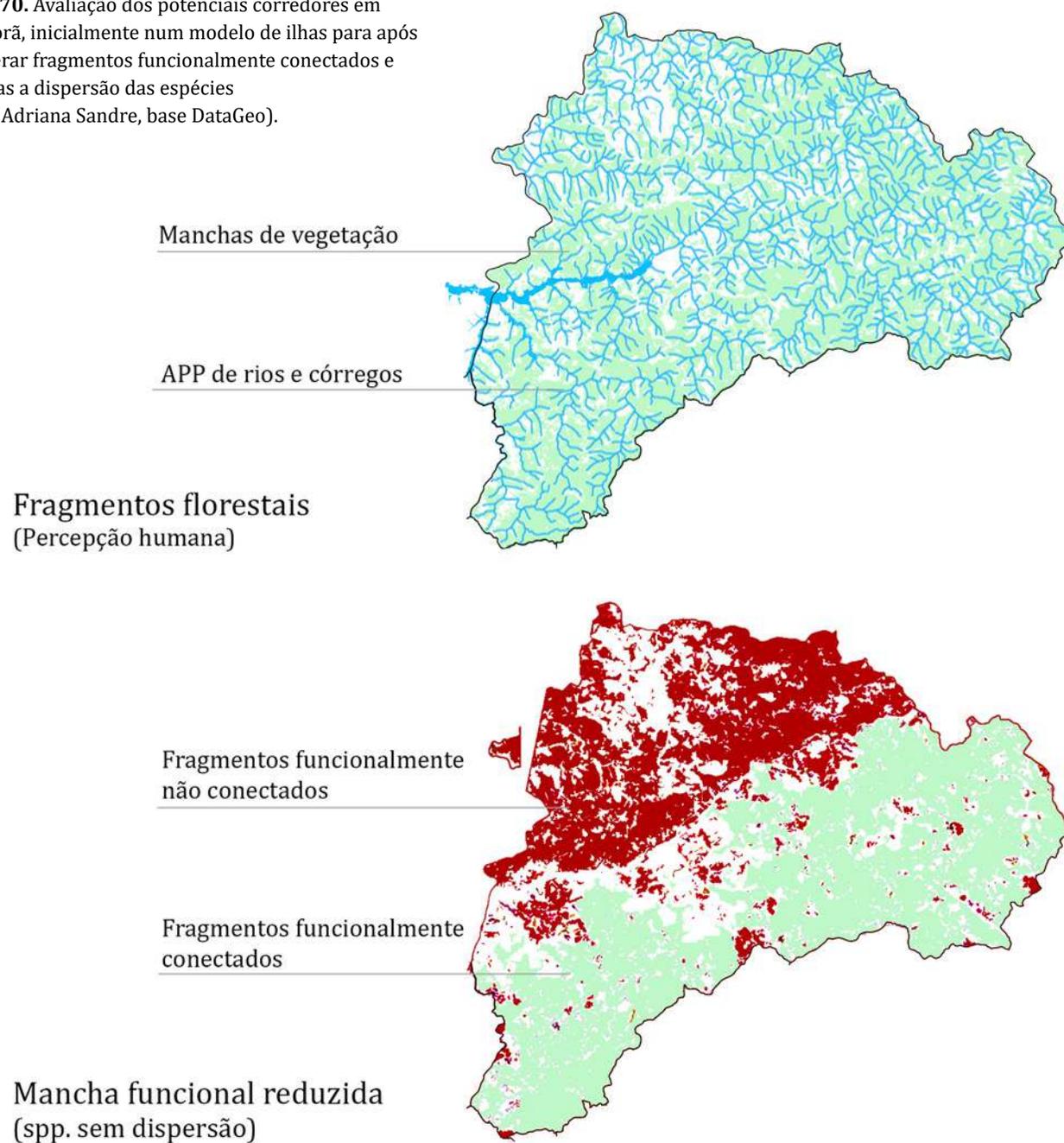
**Figura 69.** Sobreposição dos imóveis rurais com Cadastro Ambiental Rural (CAR) e suas reservas legais e os fragmentos de floresta de Mairiporã. As RLs são a área de 20% da propriedade que deve ser destinada à conservação e ao uso sustentável dos recursos naturais. (Fonte: Organização Adriana Sandre, os imóveis compõem o Sistema de Cadastro Ambiental Rural do Estado de São Paulo, 2017).

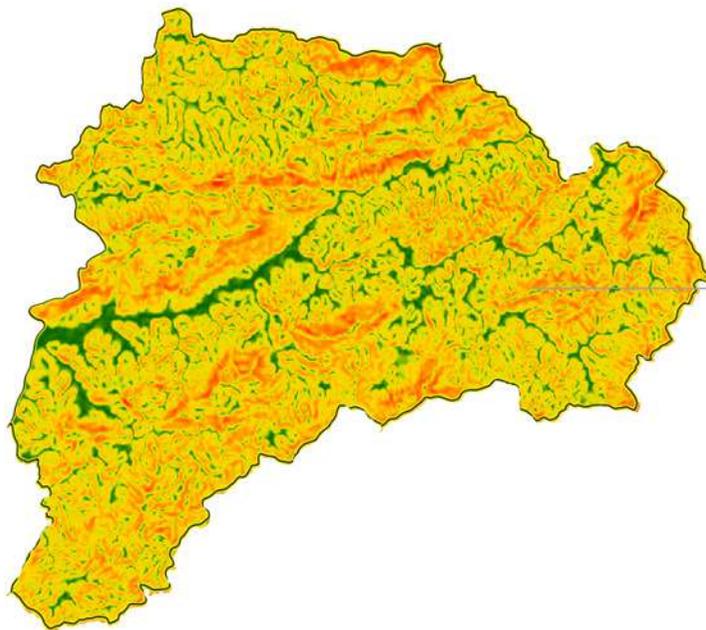
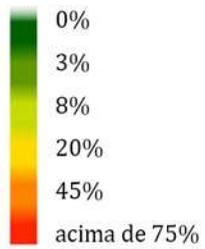
Destaca-se também a crítica de territorializar os corredores considerando uma perspectiva da paisagem sem declives em fragmentos. Para superar a limitação desta análise unidirecional em linha reta dos fluxos, os pesquisadores da paisagem começaram a utilizar a Teoria dos Grafos, considerando os usos da terra com a atribuição de diferentes valores de custo para o deslocamento na paisagem (Sartorello, 2014).

Tal estudo foi realizado por Jales (2013), com a modelagem de corredores ecológicos por múltiplos caminhos em paisagens heterogêneas e modificadas para mostrar diferentes possibilidades de movimento e fluxo de espécies de mamíferos. A autora considerou o uso do solo, altitude, declividade, presença de unidades de conservação e possibilidade de passagem de fauna enquanto variáveis para delimitar os corredores.

Sartorello (2014), em sua tese, incorporou a tridimensionalidade da paisagem do Contínuo da Cantareira-Mantiqueira e os usos da terra para simular corredores usando superfícies de custo (Fragmentos Florestais > Silvicultura > Campo). As áreas urbanizadas dos municípios e as represas alguns foram designados como barreiras para o fluxo de animais. O autor verificou que o relevo constitui um elemento central para a compreensão do Corredor Cantareira-Mantiqueira. Os corredores baseados somente em informações sobre a vegetação e uso da terra, desprezando os dados de relevo, significariam maior custo para o deslocamento associado às grandes variações topográficas.

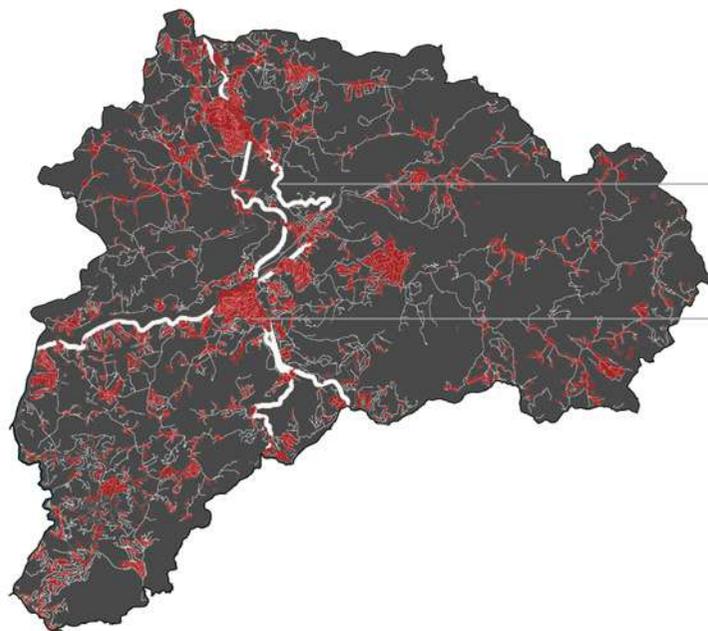
**Figura 70.** Avaliação dos potenciais corredores em Mairiporã, inicialmente num modelo de ilhas para após considerar fragmente funcionalmente conectados e barreiras a dispersão das espécies (Fonte: Adriana Sandre, base DataGeo).





Alta inclinação

Declividade



Sistema viário

Mancha urbana

Barreiras

## 5.2.2 Parte Sul

Na porção sul, em São Paulo, por se tratar do cenário 3, as propostas são voltadas a provisão de serviços ecossistêmicos. Tanto com o objetivo de proteger as bordas do PEC quanto de aumentar o acesso da população a espaços de lazer e encontro. Além de diminuir o isolamento dos fragmentos, aumentar a permeabilidade do entorno urbano e os fluxos de energia e pessoas.

Para a proteção do Parque é proposto a caracterização e conformação de uma rede de espaços livres urbanos, por meio de dispositivos de Infraestrutura Verde tanto em sua borda quanto na contiguidade dos distritos em direção ao centro da cidade de São Paulo. Na tentativa de diluir o contraste entre espaço urbano e área de floresta, a estratégia de intervenção tenta tecer novas costuras entre a floresta e a cidade (Lima & Pelegrino, 2015, p.188).

O entorno do PEC conta com poucos parques institucionalizados que poderiam atuar como zonas de amortecimento, em áreas florestadas que garantam a proteção integral das florestas dentro do Parque por meio do isolamento de usuários e espécies invasoras (Instituto Florestal, 2009).

Dado que muitas das áreas verdes do entorno encontram-se degradadas. Nesse sentido, a proteção a suas bordas poderia ser concretizada com a implantação dos nove parques da borda, muitos deles já constam como ZEPAM na lei. Inclusive foram solicitados em 2013, pelo ex-prefeito Fernando Haddad, enquanto compensação ambiental do Rodoanel Trecho Norte, a Dersa. Estes parques podem diminuir o contraste entre mancha urbana e PEC mesmo que tenham um caráter urbano.

Sugere-se também em suas bordas o estímulo à produção agrícola em culturas de baixo custo que não necessitem de grandes extensões para gerar lucro, capazes de diminuir também o contraste entre a urbanização densa e o Parque. Outro sistema de produção que poderia ser debatido é a exploração agroflorestal das espécies nativas, como sugerido por Herling (2002). Destaca-se que em qualquer modelo, é necessário o controle do uso de agrotóxicos, para evitar contaminantes do sistema hídrico.

Essa estratégia é estimulada no Plano Diretor, na instituição de áreas rurais nesta região. As propriedades rurais são beneficiadas pelo Código Florestal, ao serem elegíveis para receber apoio técnico-financeiro de

compensação, com a finalidade de recuperação e manutenção de áreas prioritárias.

Com relação a oferta de espaços livres aos distritos, vê-se que esse cenário se conforma pela baixa oferta de áreas verdes públicas e abertas a população da periferia de São Paulo.

Não observa-se na região um planejamento dos espaços vegetados a partir da sua inserção, localização e organização do tecido urbano. Nem tão pouco se considera a relação do seu tamanho e distribuição com a biodiversidade e manutenção dos processos ecológicos urbanos. A distribuição dos espaços livres vegetados no tecido urbano não é usualmente objeto de análise, o que acarreta em prejuízo na organização de um sistema adequado do ponto de vista funcional e ambiental (Galender, 2010).

Os condicionantes da distribuição e configuração das áreas verdes nos centros urbanos são verificados pela lógica política, paisagística, do loteador e das sobras de terreno em locais impróprios para construções (Gonçalves, 1994) com alta declividade ou em fundos de vale, gerando conflitos com as ocupações irregulares. Como viu-se pela localização dos parques planejados a ZN.

Fato é que a escolha de quais espaços livres devem ser destinados a áreas verdes é complexa, pois, além de sua finalidade social e pré-existências do local deve-se ponderar sua inserção no território urbano, tamanho e pré-existência de vegetação (e seu nível sucessional e influência no microclima).

Considerando a tomada de decisão do gestor público, é fundamental definir se trata de um parque com enfoque em preservação da fauna e/ou urbano, qual a facilidade de acesso a este equipamento público (quais são seus usuários e raio de influência na comunidade) e, finalmente, qual o custo e viabilidade de projeto e manutenção. Análises de custo e benefício também são fundamentais para traçar as opções de criação do parque, que sejam exequíveis e ao mesmo tempo atenda as demandas da população.

Nesse sentido, o tomador de decisão deve estar familiarizado com a gama de legislações – por ser matéria de competência corrente de todos os entes da federação –, com as questões fáticas do terreno que será protegido e qual suas restrições ambientais, urbanísticas e patrimoniais entre outras variáveis, como as questões administrativas e técnicas do paisagismo e urbanismo. Além da consideração da opinião da população, seja por meio da participação ativa nas decisões, seja em audiências públicas.

Para embasar esta definição complexa pode-se lançar mão da Teoria dos Grafos, conforme sugerido pela indicação do Prof. Metzger durante o Exame de Qualificação desta dissertação.

É possível associar a localização da rede de espaços livres, enquanto capilaridades verdes na área urbana, à teoria dos grafos. Ao entender a possibilidade de uso da teoria a partir de uma análise da paisagem funcional, não só em termos de processos ecológicos, mas também incluindo fluxos de pessoas. A funcionalidade se exprime na localização e facilidade de acesso a área verde, entendida como um nó, conectada aos demais tanto pelo sistema viário quanto por elementos hídricos, em parques lineares.

Os pesos do papel atribuído a um nó da rede podem se basear em características qualitativas ou quantitativas. As considerações qualitativas estão relacionadas ao grau de acesso por modais de transporte a população local, com a declividade das vias, sua infraestrutura e provisão de serviços e comércio e, também, pela presença de dispositivos de IEV. Já as quantitativas, podem se basear no tamanho da área e número de serviços, quantidade de modais de transporte que permitem ligações e, portanto, fatores que aumentem o fluxo de diferentes pessoas (de diferentes origens da cidade).

Para aplicação desta teoria à rede de espaços livres é necessário o desenvolvimento de uma metodologia exclusiva que aproxime o nó do que é o território. Freitas (2004) faz uma ressalva importante, por mais que se estudem as relações matemáticas possíveis nos ambientes de rede, o fenômeno, quando constatado na prática, sofre influência de vários outros fatores que respondem de maneira irregular às interações entre estes elementos.

O autor estudou a aplicação dos grafos ao sistema viário utilizando distâncias geográficas, sinalizações, pavimentação e declividade nas vias. A Teoria também pode ser utilizada para identificar habitats urbanos com potencial para conservação da biodiversidade e para restaurar a conectividade, ainda que estrutural.

Esta acepção foi utilizada para planejamento de espaços verdes e aumento da conectividade urbana na cidade de Jinan, China, por Kong et al. (2009). Os corredores do estudo foram identificados pelo método do caminho de menor custo e as redes de espaços livres verdes foram desenvolvidas e melhoradas com base na teoria dos grafos e no modelo de gravidade.

Quanto ao aumento da oferta dos espaços livres, este pode se dar tanto por parques lineares quanto por *stepping stones* urbanos.

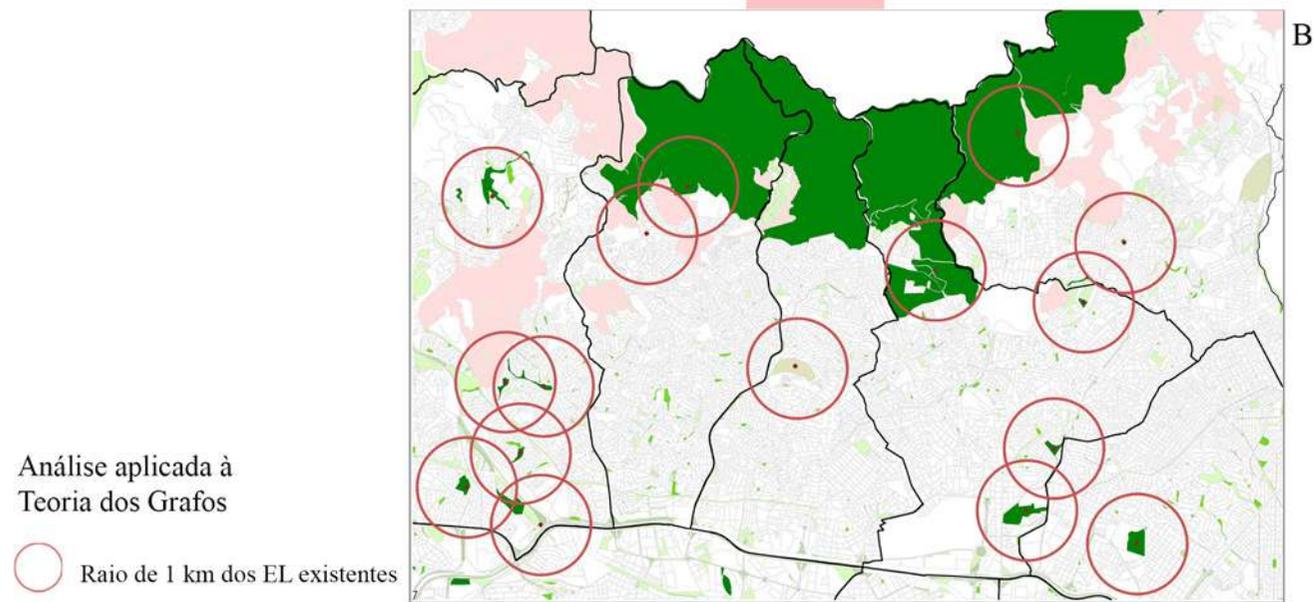
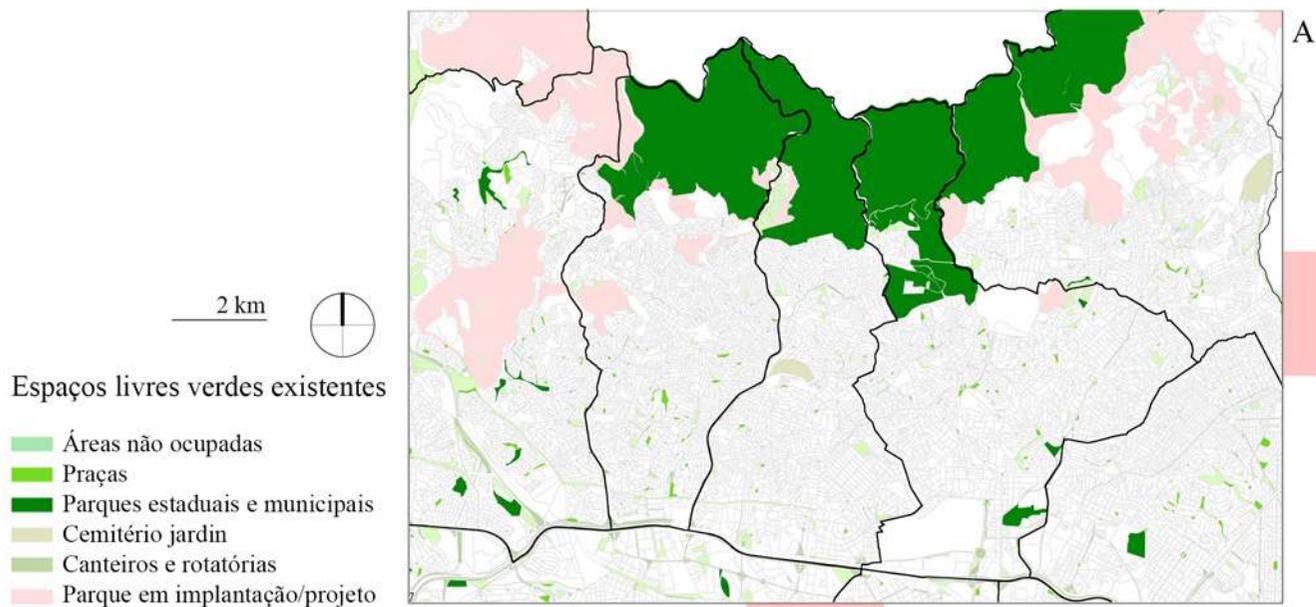
Segundo Lima & Pellegrino (2015), a abordagem tem como vantagem a recuperação dos córregos e rios associada a erradicação das áreas de risco (por serem áreas vulneráveis a cheias periódicas, à exposição ao lixo e vetores de doenças), além do aumento da área permeável do bairro e da proteção de suas nascentes. Para os autores, trata-se de uma estratégia que permite conexão entre as nascentes – localizadas, majoritariamente, na floresta da Cantareira – com as regiões mais baixas dos rios, atingindo o interior da malha urbana por meio de tentáculos da floresta que, pouco a pouco, penetram na paisagem da cidade.<sup>102</sup>

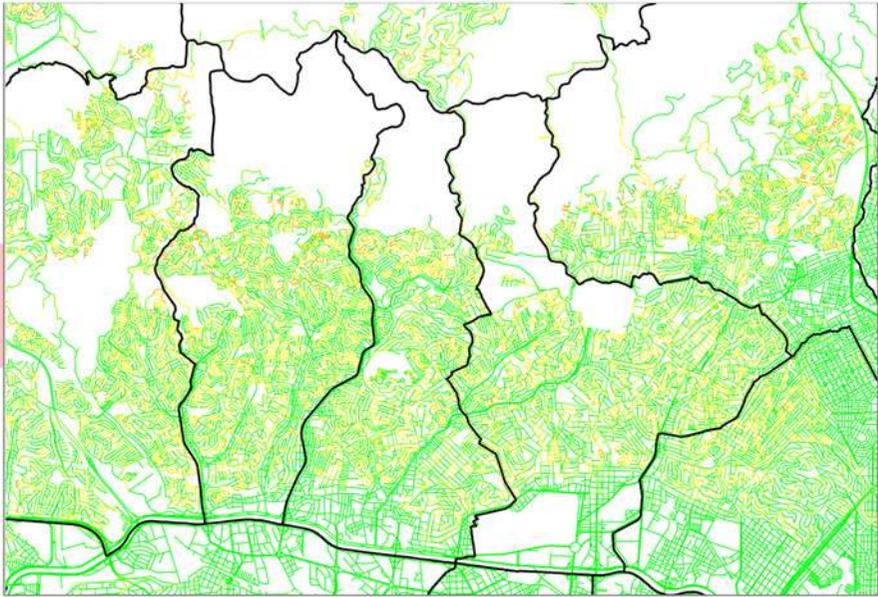
Além das APPs, no sistema viário pode-se também plantar espécies arbóreas e arbustivas de forma a diversificar recursos e suporte para fauna urbana (mamíferos, aves, répteis, anfíbios e insetos). Podem melhorar a biodiversidade nativa, minimizando a natureza estéril de gramados convencionais e plantas ornamentais “lollipop” de alta manutenção ao usar plantas nativas (também ornamentais) e vegetação selvagem “espontânea” (Ignatieva et al., 2011).

**Figura 71.** A seguir, critérios de escolha dos espaços livres verdes para a proposição da Rede (D). Contribuem ao plano a pré-existência de vegetação (A): seu tamanho e raio de influência (B). Além da (C) declividade das vias para o fluxo peatonal e de ciclistas. Sua conexão se dá pela requalificação das vias com menor declividade (em vermelho) e das APPs dos córregos Bananal, Bispo, Onça, Água Preta, Guaraú, Mandaqui, Tremembé, Piqueri e Esmaga Sapo. (Fonte: Adriana Sandre, base Geosampa, declividade Pedro Mendonça).

---

102 Ainda que sejam protegidos pelo Código Florestal, muitos dos rios da cidade de São Paulo não possuem mais suas matas ciliares e, quando presentes encontram-se em alto estágio de degradação. Uma parte dos rios também se encontra canalizada e em galerias fechadas. A mata ciliar pode funcionar como um corredor estrutural entre remanescentes de vegetação em uma bacia hidrográfica. Para não ser restrito a espécies de áreas alagadas ou alagáveis, é necessária uma faixa de terra ao longo da mata ciliar, dependente da largura do rio, além disso a existência da serapilheira, além de proteger o solo, atenua as forças erosivas das chuvas, é de fundamental importância na ciclagem de nutrientes em ecossistemas tropicais (Petenusci, 2015).

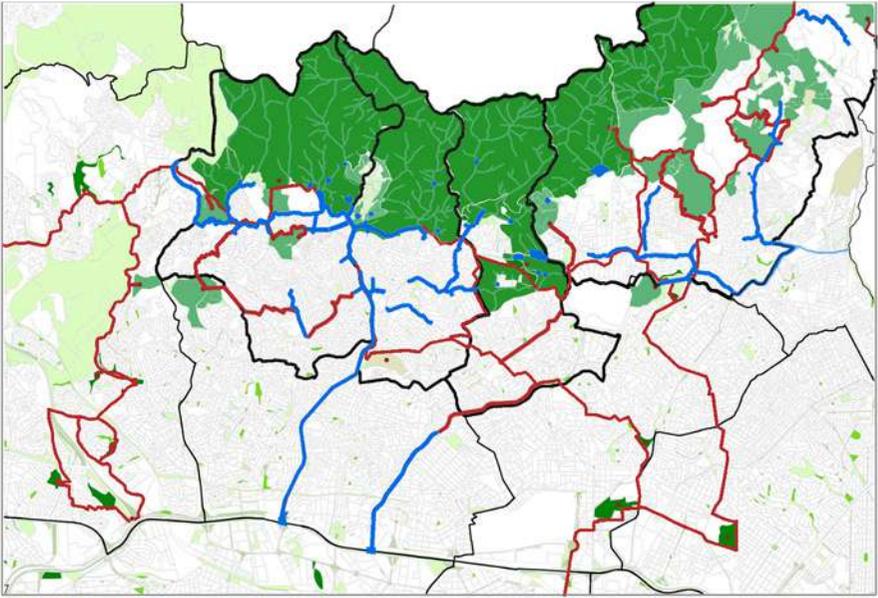




C

Declividade das vias

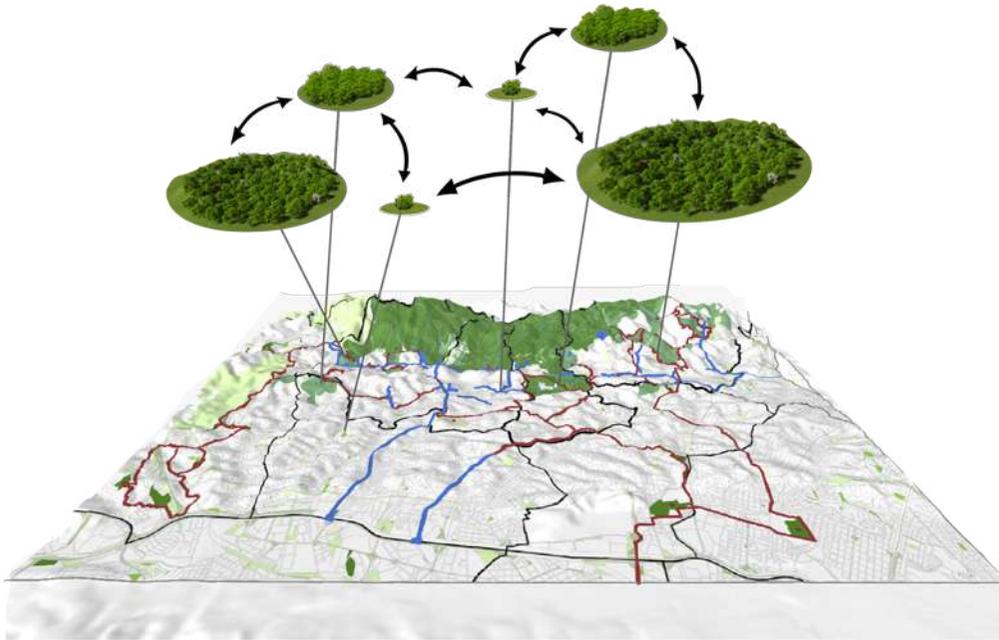
- Plano 0 a 3%
- Suave ondulado 3 a 8%
- Ondulado 8 a 20%
- Forte ondulado 20 a 45%
- Montanhoso 45 a 75%
- Escarpado > 75%



D

Rede de espaços livres

- Institucionalização dos 11 parques
- Conexão via APP
- Conexão via Sistema viário



**Figura 72.** Rede de Espaços livres. A escolha dos EL adequados tem como objetivo não só aumentar a viabilidade de populações de espécies urbanas, mas promover serviços ecossistêmicos.

Os *stepping stones* urbanos em áreas verdes urbanas menores, ainda que possam ter menor biodiversidade associada, tem gestão menos onerosa e maior acesso à população, dada a maior distribuição e acessibilidade pelo território. A distribuição dos espaços livres vegetados em parques e praças menores, mesmo com baixa inserção cultural regional (ou até metropolitana) pode receber visitantes locais e tem sua relevância dados os serviços sociais prestados.

Em geral, pequenos parques atraem a população local em um uso cotidiano, já parques maiores com maior oferta de atividades tem atratividade e fluxo de pessoas maior, principalmente aos finais de semana. Estes usualmente oferecem maior diversidade de atividades de lazer e podem ter tanto um caráter de parque urbano ou de preservação.

Quanto a fauna, os pequenos fragmentos de vegetação propostos, localizados em praças ou espaços livres privados, ao funcionar enquanto “*stepping stones* urbanos” poderiam prover recursos e abrigo para avifauna e

até pequenos roedores e marsupiais generalistas.

A dissertação sugere um estudo aprofundado para a identificação de quais são os animais que vivem na cidade de São Paulo e se é possível e necessário dispor de recursos para aumentar a viabilidade dessas populações. A partir de um grupo de espécies, seria importante levantar qual sua tolerância aos abrigos disponíveis em ambientes urbanos, quais tipos de abrigo são importantes a sua sobrevivência, se tem e qual sua capacidade de dispersão pela matriz urbana, além da sensibilidade a ruídos, tráfego de modais motorizados de transporte, poluição. Além de mensurar os benefícios às populações tolerantes a área urbana. Por exemplo, Nucci (2010) verificou que algumas espécies de aves são menos atingidas pelo isolamento dos habitats por dispersarem-se por caminhos aéreos e tolerar alta poluição. Flores (2016) apresentou uma proposta para considerar os animais urbanos nos projetos de arquitetura paisagística, ele critica que fauna local é um elemento sempre presente, mas ignorado por arquitetos. A autora considerou as necessidades de espaço, recursos e local de vida para pensar em um projeto para um setor da cidade de São Paulo, com o objetivo de trazer mudanças positivas para o ambiente, animais selvagens e para as pessoas

Neste cenário de *stepping stones*, as espécies que conseguem cruzar a mancha urbana e que toleram esta condição seriam as mais “privilegiadas”, portanto, sua efetividade para biodiversidade de animais de grande porte é restrita. Dado que por isolamento em áreas densamente urbanizadas e histórico de seu entorno, provavelmente não tem potencial para responder às intervenções de restauração da vegetação e exigiriam aumento expressivo da diversidade e cobertura florestal.

Já os fragmentos maiores que apresentam fragmentos de Mata Atlântica, podem ser são recurso e abrigo para fauna urbana.<sup>103</sup> No entanto, dada a inserção urbana destes parques em áreas consolidadas, existe uma dificuldade – e um questionamento financeiro dos benefícios – em estabelecer uma conexão efetiva entre seus fragmentos florestais urbanos e as demais áreas verdes de mata atlântica paulista.<sup>104</sup> A exceção de algumas

---

103 A exemplo dos parques já existentes como o Parque Tenente Siqueira Campos, na Avenida Paulista; Parque Alfredo Volpi, no Morumbi, Parque Santo Dias, no Capão Redondo.

104 Ainda que apresentem alguma riqueza de espécies, os parques urbanos não se enquadram em nenhuma das categorias previstas pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e legislação brasileira de acordo (Secretaria do Verde e Meio Ambiente, 2011). Segundo o relatório, as diferenças mais marcantes entre uma unidade de conservação e um parque urbano são suas funções socioambientais e a região onde se localizam (UC geralmente estão localizadas em zonas rurais ou periurbanas).

espécies da avifauna, os organismos que lá residem dificilmente terão contato com as demais populações de outros fragmentos, diminuindo possíveis trocas gênicas. E em última instância, poderão sofrer erosão genética. O que não descaracteriza a importância de sua preservação.

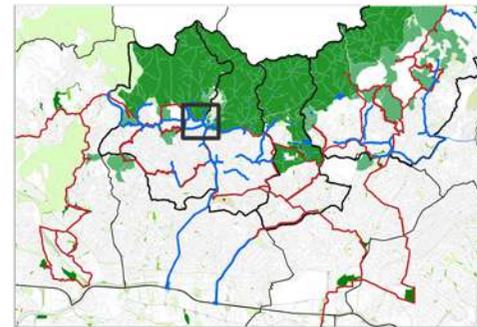


**Figura 73.** Perspectiva esquemática da Rede de Espaços livres (Fonte: Adriana Sandre).

#### **5.2.2.1 Rede de espaços livres, uma aproximação a Brasilândia**

A seção apresenta uma aproximação de escala da proposta da Rede de espaços livres para o distrito de Brasilândia, um dos mais afetados pela ausência de áreas verdes públicas.

Propõe-se um detalhamento da reabilitação do Rio Cabuçu de Baixo, enquanto APP urbana e lugar de integração social, com recuperação e despoluição de seus córregos tributários Itaguaçu e Bananal. Com a implantação de infraestruturas de saneamento ambiental e recuperação as suas margens.



**Figura 74.** Requalificação do Piscinão do Bananal e Rio Cabuçu de Baixo com recuperação da mata ciliar e proposição de dispositivos de infraestrutura verde (jardins de chuva, ilhas de biorremediação e *wetlands*) e equipamentos urbanos (Fonte: Adriana Sandre, base do Google earth).

Além disso, a proposta busca a requalificação paisagística da bacia de retenção do Bananal que, atualmente, encontra-se contígua a obra da ponte do Rodoanel Trecho Norte. Seu principal acesso é pela Av. General Penha Brasil, próxima a Secretaria Municipal de Educação e a Fábricas de Cultura, que oferece atividades gratuitas a população. Ambas as propostas estão em consonância ao proposto pelo Plano Diretor Estratégico de São Paulo e Plano Regional das subprefeituras Norte 2.

O Rio Cabuçu de Baixo e o córrego do Bispo podem ser eixos estruturais peonais com papel integrador dado pela via Avenida Inajar de Souza, que atualmente carece de urbanização adequada, com trechos sem calçadas ou equipamentos adequados. De forma a estabelecer um eixo de circulação e conexão do Parque Estadual da Cantareira com o centro da cidade, por meio de um Parques linear (e trilha urbana) com o redesenho da Av. Inajar de Souza.

Esta avenida é parte do eixo de estruturação metropolitana,<sup>105</sup> de forma que, diretrizes projetuais que objetivem a “renaturalização” deste rio serão dificultadas dada a densidade de ocupação que o PDE propõe para as quadras do entorno da Avenida e o aumento do fluxo de modais motorizados de transporte. É possível, no entanto, atrelar as estratégias do PDE, a exemplo da fruição pública, para aumentar os espaços abertos e livres para uso da população da região. Outra estratégia é a quota ambiental, trata-se de um conjunto de regras de ocupação para aumentar a permeabilidade dos novos lotes (acima de 500 m<sup>2</sup>) construídos ou reformados, com parâmetros variados conforme a localização na cidade.

Além disso, no projeto propõe-se associar dispositivos de infraestrutura verde, como jardins de chuva, ilhas de biorremediação nos rios e córregos, *wetlands* e pavimentos drenantes com o objetivo de controlar as inundações, reduzir a poluição difusa das águas, diminuir sua velocidade de escalonamento e promover aumento da biodiversidade urbana.

Considerando a requalificação e redestinação do piscinão Bananal, propõe-se *wetlands* para controle da vazão e qualidade das águas das chuvas com ilhas de biorremediação e a instalação de equipamentos urbanos para propiciar o lazer e permanência das pessoas no local.

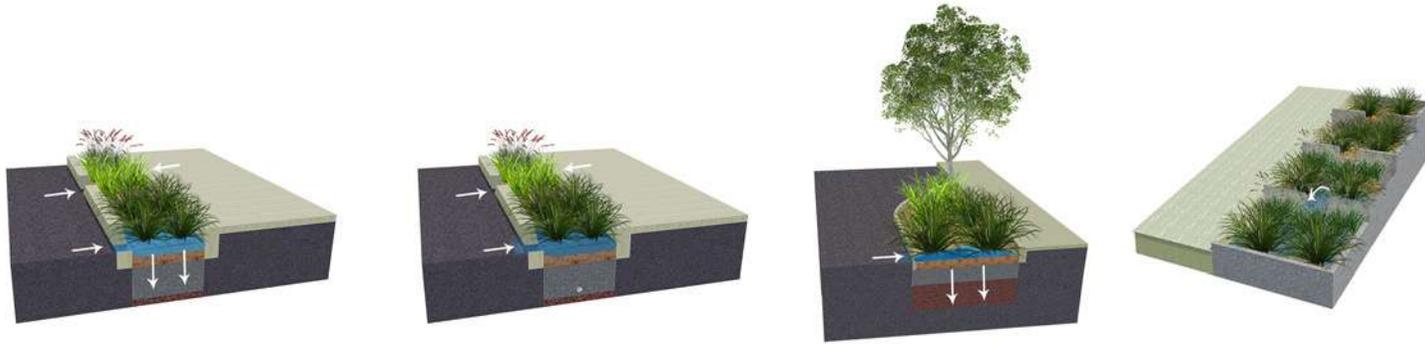
Destaca-se aqui a importância de serem realizados estudos técnicos de drenagem urbana para cálculo exato das vazões e verificação da viabilidade de se retirar o piscinão Bananal e, ainda assim, conter as inundações do local.

---

105 O Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (PDE) estabelece os eixos de estruturação metropolitana, que são definidos como elementos estruturais dos sistemas de transporte coletivo de média e alta capacidade, existentes e planejados, determinam áreas de influência potencialmente aptas ao adensamento construtivo e populacional e ao uso misto entre usos residenciais e não residenciais.



**Figura 75.** Detalhe esquemático do Rio Cabuçu de Baixo com wetland online que, além de melhorar a qualidade de suas águas, reduz sua velocidade de escoamento. Além de requalificar o espaço social. (Fonte: Adriana Sandre).



**Figura 76.** Detalhes dos dispositivos de infraestrutura verde para contenção das inundações, melhoria da qualidade das águas da Bacia do Cabuçu de Baixo e provisão de abrigo e recursos para espécies urbanas. São eles (esq. para dir.) canteiro pluvial com e sem infiltração, jardim de chuva e biovaleta. As suas localizações dependem de projetos dependentes de medidas técnicas de controle de vazão e declividade das ruas. Na rede são associados às margens do Rio Cabuçu de Baixo e também ao Sistema viário (Fonte: Adriana Sandre).

Considerando fases de implantação, como muitos dos córregos bacia do Rio Cabuçu de Baixo são ocupados por assentamentos clandestinos, em um primeiro momento, são necessários projetos de habitação social e a realização da remoção da população em risco para locais adequados, em consonância aos objetivos do Plano Municipal de Habitação de São Paulo (PMH). O IPT identificou 25 áreas de encostas e margens de córrego sujeitas a escorregamentos e a processos de erosão na subprefeitura da Freguesia do Ó. Em um segundo momento, é possível realizar tratamento do entorno córrego.<sup>106</sup>

<sup>106</sup> Cabe destacar que a Lei 11.977/09 que regula o Programa Minha Casa Minha Vida estabelece nos trechos do rio com menor disponibilidade para alargamento propostas contenções em gabião que permitem, segundo Lima & Pellegrino (2015) o escalonamento das margens para promoção do reestabelecimento da vegetação ripária em biovaletas, liberando as áreas mais altas para instalação de passeios e ciclovias.

**Tabela 14.** Síntese das diretrizes para a Rede de espaços livres vegetados

Diretriz	Estratégias para viabilidade
Controle do Efeito de borda no PEC pela pressão da mancha urbana	Parques de amortecimento em uma transição gradual do urbano ao PEC, por compensação ambiental  Incentivo a sistemas agroflorestais e de agricultura orgânica e familiar (cinturão caipira de produção agrícola).
Aumento da oferta de espaços livres vegetados institucionalizados na Parte sul	Organização da sociedade de civil Pagamentos por serviços ambientais Políticas públicas: Quota ambiental do Plano Diretor (qualificação ambiental associada à produção imobiliária com adensamento demográfico e construtivo) e Sistema de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres (SAPAVEL), composto tanto por áreas ambientalmente sensíveis, tais como as unidades de conservação e parques, como também pelas praças, espaços livres, áreas verdes de loteamentos, cemitérios (ainda não foi implementado).
Aumento a proteção dos fragmentos de vegetação Parte norte	Criação de parques municipais Criação de RPPNs contínuas ou em troca de benefícios fiscais, os proprietários podem doar suas terras para a cidade de Mairiporã. Política de maior adensamento construtivo e populacional aliada a liberação das áreas verdes



**Figura 77.** Antes e depois da requalificação do rio Cabucu de Baixo (Fonte: Adriana Sandre)



# CONCLUSÕES



A dissertação discutiu como o planejamento ambiental pode incorporar e estabelecer um importante diálogo com o campo da Ecologia da Paisagem, capaz de atender as atuais necessidades de uma sociedade complexa, que apresenta problemas envolvendo inúmeras áreas e exige soluções eficientes.

A aproximação entre esses conhecimentos não deve ocorrer de maneira unilateral e reducionista. Ao contrário, cada campo deve contribuir com sua perspectiva para construir, de maneira conjunta, novas metodologias, análises e resultados. É por isso que tais áreas não podem ser aprofundadas ensimesmadas.

Na atual conjuntura, as demandas sociais exigem o compartilhamento de conhecimento e criatividade. É justamente nesse espírito que a dissertação apresentou um estudo e uma diretriz exploratória, ajustando as premissas teóricas apresentadas na primeira parte da dissertação aos problemas dos fragmentos florestais do PEC e entorno.

Diante dessa perspectiva, o conceito central que permitiu a articulação entre esses campos foi o da IEV. Como apontado na introdução e ao longo de diferentes momentos da dissertação, a IEV é uma rede conectada de espaços livres multifuncionais em zonas urbanas, mas também rurais, que promovem serviços ambientais capazes de beneficiar as populações.

À guisa de uma conclusão, a dissertação apresenta sumariamente os principais resultados encontrados. Inicialmente, foi destacado que o tema sobre a preservação dos fragmentos florestais deve sempre considerar as necessidades de recursos e habitat das espécies da flora e da fauna. Nesse sentido, a dissertação indicou a necessidade de conhecer *ex ante* a composição faunística do recorte, identificando táxons existentes nos fragmentos e entorno e suas necessidades de espaço e recurso. Para tanto, foi necessário discutir o conceito de paisagem e de fragmento florestal.

Em relação ao conceito de paisagem, a dissertação indicou a importância de admitir uma visão dinâmica que possibilita sua descrição como mosaicos de remendos. Tal visão possibilitou entender a questão da escala de percepção, que se refere à escala espacial e temporal na qual a espécie percebe ou interage com a paisagem, em função de suas capacidades de deslocamento, exigências de habitats específicos e interações com outras espécies.

Em relação ao conceito de fragmento florestal, foi indicado a importância de entender a fragmentação como a quebra de habitat, independente da sua diminuição – na escala da paisagem. Nesse sentido a dissertação adentrou e rediscutiu alguns temas correlatos como a quantidade de habitat, efeito de borda, conectividade e a teoria dos grafos. Aliás, nesse último caso, a dissertação avançou na importância de aplicação da teoria para análise das áreas urbanas. A ideia básica é que a teoria contribui para o planejamento e formação de uma rede de espaços livres.

Ainda, na primeira parte, a dissertação abordou o tema das métricas, argumentando a importância de desenvolvimento de índices que descrevem aspectos composicionais e espaciais de paisagens com base em dados de mapas. Para além das métricas, em complemento, a dissertação discutiu também a importância da construção de parâmetros de análise e cenários que relacionem a quantidade de vegetação e o número de fragmentos, sem deixar de refletir também as questões socioeconômicas. O argumento central foi perceber que a avaliação do espaço urbano não pode ser desvinculada da análise ambiental.

Diante desses conceitos, em uma segunda parte, a dissertação apresentou o estudo de algumas partes da ZA do Parque, com o objetivo de requalificar a rede de espaços livres por meio de diretrizes de IEV.

O principal desafio do estudo foi propor, em primeiro lugar, uma metodológica capaz de analisar os fragmentos do PEC, sobretudo considerando que o Parque é alvo de constante pressão da mancha urbana, com a construção de habitações irregulares, clandestinas e de grandes obras públicas.

Dessa forma, para melhor compreensão do objeto, a dissertação se focou nas ameaças à integridade do parque e às oportunidades de sua conservação, seja no entorno ou no Parque. Foi produzido um mapa de uso e ocupação de solo e, mapeadas as classes, discutidas as questões, com base em outros trabalhos, sobre a conectividade da paisagem e dos fluxos biológicos. A leitura e análise dos dados permitiu identificar as áreas potenciais para o estabelecimento de diretrizes de Infraestrutura Verde para a rede de espaços livres.

Um ponto de discussão refere-se aos limites realizados para o recorte B, definidos de acordo com as unidades administrativas. No entanto, as variáveis físicas e ecológicas não seguem esse limite administrativo, como o mosaico de UCs de proteção integral do Sistema de Áreas Protegidas do Contínuo Cantareira: PE da

Cantareira, PE Juquery, PE Itaberaba, PE Itapetinga e MNE Pedra Grande.

Em relação ao diagnóstico das áreas verdes foi evidenciado um gradiente claro de escassez de vegetação formado pelos distritos de São Paulo, bem como foi constatada uma situação oposta ao sul de Mairiporã. No caso deste município, ainda que se constate expressivas quantidades de vegetação, muitos dos condomínios fechados quanto as estradas impõem barreiras físicas ao fluxo de animais. Além disso, constatou-se que a diferença de uso e ocupação do solo entre as duas partes do entorno do PEC (norte e sul) reforça o alto contraste de borda encontrado.

Diante desses diagnósticos, inúmeras críticas foram apresentadas pela dissertação, em especial o fato que o instrumento de zoneamento do território e restrição de determinados usos não foi *per se* efetivo no controle do avanço da mancha urbana sobre a Serra da Cantareira. A dissertação sugeriu que o zoneamento deve ser conjugados com outros mecanismos.

A dissertação apresentou outras considerações que discutiam o problema da ausência de uma cultura e educação ambiental de todos os envolvidos, desde as autoridades, agentes privados e população, capaz de permitir a integração e a preservação do PEC.

Nesse sentido, apontamentos jurídicos e sociais também foram indicados, tal como o fato que não é possível continuar a defesa de um modelo autoritário de urbanização e sem permitir o envolvimento das comunidades, ou ainda as dificuldades práticas de implementação das medidas de compensação por meio dos decretos de desapropriação por utilidade pública.

A crítica se dirige em especial ao Poder Público e certas organizações privadas que, em muitos casos, desconsidera o impacto social de obras e de certas políticas públicas de habitação, que são determinadas pelo interesse do mercado imobiliário.

Em contrapartida, a dissertação indicou que muitos movimentos sociais acabaram fazendo frente a esse modelo na busca da defesa tanto do interesse do PEC como do entorno, um exemplo importante abordado foi o caso do Planejamento e Projeto do Parque Municipal da Brasilândia, bem como da Rede Novos Parques.

Como destacado, a preservação e ampliação da proteção das áreas verdes do PEC não podem ser vítimas

de trocas de governos, de obras públicas megalomaniacas e, como já sublinhado, devem ser encaminhados em projeto de longo prazo e de maneira permanente, tal como pressuposto em um planejamento sistemático e não regressivo.

De maneira exploratória, a dissertação também apresentou encaminhamentos possíveis com uma diretriz de IEV capaz de definir uma rede de estratégicos para conservação - ambiental e social – do PEC e entorno.

No final, prevalece um convite para continuar os estudos transdisciplinares entre o planejamento ambiental e a Ecologia da Paisagem, refletindo e atuando em casos concretos.



# REFERÊNCIAS

- AHERN, J. Greenways as a planning strategy. **Landscape and Urban Planning**, University of Massachusetts Amherst, p.31-15, 1995.
- ANDRÉN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos**, Copenhagen, v. 71, n. 3, p. 355-366, 1994.
- ANGILELI, C. M. M.M. **Paisagens reveladas no cotidiano da Periferia Distrito de Brasilândia Zona Norte do Município de São Paulo**. 2007. 275 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- \_\_\_\_\_. **Chão**. 2012. 325 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- ASSIS, J. C. **Ecologia de Estradas no Mosaico da Cantareira: Conservação Ambiental e Planejamento**. 2014. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- ATLAS AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **O Verde, O Território, O Ser Humano**: Diagnóstico e Bases Para Políticas Públicas Para as Áreas Verdes no Município de São Paulo / Coordenação de Patrícia Marra Sepe e Harmi Takiya. São Paulo: SVMA, 2004.
- BENTRUP, G. Conservation buffers. design guidelines for buffers, corridors, and greenways. Departament. Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, 110 p.. Disponível em:  
< [http://nac.unl.edu/buffers/docs/conservation\\_buffers.pdf](http://nac.unl.edu/buffers/docs/conservation_buffers.pdf)> Acesso em: fev 2017.
- BOUCINHAS, C.; LIMA, C.P.C.S. Parque Pinheirinho d'Água: A luta por reconhecimento e visibilidade. **Revista do Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 20, n. 33, p.12-34, 2013.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Pagamento por serviços ambientais**: desafios para estimular a demanda empresarial, 2013. Disponível em:<[http://sectordialogues.org/sites/default/files/mmaa\\_publicacao-5\\_convocatoria\\_-\\_portugues.pdf](http://sectordialogues.org/sites/default/files/mmaa_publicacao-5_convocatoria_-_portugues.pdf)> Acesso em 31 jan. 2016.
- CADENASSO, M.L.; PICKETT, T.A. Urban Principles for Ecological Landscape Design and Maintenance: Scientific Fundamentals. **Cities and the environment**, v. 1, Issue 2, 2008.
- CARVALHO, S.V. **Entre o rio e a serra: forma urbana e sistema de espaços livres na região norte do município de São Paulo**. 2011.

208 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, p. 38, 1999.

CONSELHO DE AVALIAÇÃO ECOSSISTÊMICA DO MILÊNIO. **Ecosistemas e bem-estar humano. Estrutura para uma avaliação**. Relatório do Grupo de Trabalho da Estrutura Conceitual da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (Ecosystems and Human Wellbeing). SENAC. São Paulo, 2005.

CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO – CDRMSP. **Plano de desenvolvimento urbano integrado. Região metropolitana de São Paulo**.

Caderno preliminar de propostas. Disponível em: <<https://www.pdui.sp.gov.br/questoes-metropolitanas>> Acesso em: fev. 2017.

CORMIER, N.S.; PELLEGRINO, P.R.M. Infraestrutura verde: um a estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem e ambiente: ensaios**, São Paulo, n. 25, p.125-142, 2008.

CUMMING, G.S. Spatial resilience: integrating landscape ecology, resilience, and sustainability. **Landscape Ecol**, n. 26, p.899-909, 2011.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Drenagem Urbana no ABCD Paulista**. Disponível em: <<http://www.daee.sp.gov.br/acervoepesquisa/relatorios/revista/raee9810/piscinoes.html>> Acesso em: 10 dez. 2015

FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Sítio eletrônico do Centro de Coleta, Sistematização, Armazenamento e Fornecimento de Dados**: seção técnica de geoinformação e produção de bases digitais. Disponível em: < > Acesso em: 20 jan. 2016.

FAHRIG, L. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v.34, p.487-515, 2003

\_\_\_\_\_. RYTWINSKI, T. Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review and Synthesis. **Ecology and Society**, v. 14., n. 1., 2009.

\_\_\_\_\_. et al. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. **Ecology Letters**, v.14, p.101-112, 2011.

\_\_\_\_\_. Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis. **Journal of Biogeography**, v.40, p.1649-1663, 2013.

FELAPPI, J.F. **Área de vida e ecologia termal do lagarto *Tropidurus torquatus* (Squamata, Tropiduridae) na região dos Pampas**

**do Rio Grande do Sul.** 2009. 54 f. Bacharel (TCC em Ciências Biológicas: Ênfase Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2009.

FERREIRA, R. B; DANTAS, R.B.; TONINI, J.F. **Distribuição espacial e sazonal de anfíbios em quatro poças na região serrana do Espírito Santo, sudeste do Brasil: influência de corredores florestais.** Iheringia, Série Zoologia, 2012. V. 102: 163–169. Porto Alegre: jun 2012.

FERREIRA, A.L. **Análise da fragmentação da paisagem nos arredores do Trecho Norte do Rodoanel Mário Covas (SP-021) como subsídio à seleção de traçado de rodovias.** 2013. 94 f. Bacharel (TCC em Geografia) – Faculdade De Filosofia, Letras E Ciências Humanas, Universidade De São Paulo, São Paulo, 2013.

FISCHER, J; LINDENMAYER, D.B. Beyond fragmentation: **The continuum model for fauna research and conservation in human-modified landscapes.** Oikos. Janeiro 2006.

\_\_\_\_\_. **Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis.** Global Ecology and Biogeography, (Global Ecol. Biogeogr.) **16**, 265–280. 2007.

FOLEY, C.; HOLLAND, J. Do flying Beetles respond to human-dominated landscapes as complex mosaics or binary patterns? **Landscape Online**, IALE – Deutschland, 2010. Disponível em:  
< > Acesso em: 07 nov. 2015

FRAGSTATS: **Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps.** Home Page. Disponível em < <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html> > Acesso em 14 ago. de 2016.

FRANCO, M.A.R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável.** 2. ed. São Paulo: Annablume, Fapesp, 2008.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. Estudo da FGV Direito SP debate a necessidade de regulamentação para Áreas de Preservação Permanentes. **Notícias da FGV.** 02 julho 2015. Disponível em: < <http://fgvnoticias.fgv.br/pt-br/noticia/estudo-da-fgv-direito-sp-debate-necessidade-de-regulamentacao-para-areas-de-preservacao>> Acesso em 28 jan. 2016.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Informações do período de 2011 a 2012.** 2012. Disponível em: <> Acesso em: 02 jan. 2015.

GABRIEL, P.D.D. **Uso de detecção remota na caracterização da paisagem do Município de Humpata, Angola.** 2015. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ordenamento do Território e Sistemas de Informação Geográfica) – Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2015.

- GALLARDO, C.E.C. **O valor de corredores florestais para a conservação de aves em paisagens fragmentadas**. 2011. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- GALENDER, F.C. A ideia de sistema de espaços livres públicos na ação de paisagistas pioneiros na América Latina. **Paisagens em debate**, São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo n. 03, 2005.
- GASPARETO, T.C. **Pressão urbana e conectividade da paisagem no entorno dos parques estaduais Itapetining, Itaberaba, Cantareira, Juquery e Jaraguá na Região Metropolitana de São Paulo**. 2014. 179f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- GIBBS, J.P. Distribution of woodland amphibians along a forest fragmentation gradient. **Landsc. Ecol.** n. 13, p.263–68, 1988.
- GONÇALVES, F.M. Discussões sobre o papel dos espaços livres públicos nos bairros de elite contemporâneos. **Paisagem e ambiente: ensaios**, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, São Paulo, n. 15, p.09 - 33, 2002.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Plano de manejo do Parque Estadual da Cantareira**, 2009. Disponível em: <> Acesso em: 11 nov. 2015.
- \_\_\_\_\_. Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo – SIFESP. **Mapa de conectividade do Estado de São Paulo - a área apresenta prioridade alta para conexão de fragmentos do entorno**. Disponível em: < <http://www.ambiente.sp.gov.br/sifesp/conectividade> > Acesso em: jan. 2017.
- HAHS, A.K. et.al. A global synthesis of plant extinction rates in urban areas. **Ecology Letters**, v.12, p.1165-1173, 2009.
- HAILA, Y.A conceptual genealogy of fragmentation research: from island biogeography to landscape ecology. **Ecol. Appl.** n.12, p.321-34, 2002.
- HANNES, E.; SUASSUNA, S. Corredor Parque da Água Branca – Cantareira: O Potencial das Infraestruturas Lineares na Criação de um sistema de áreas verdes. **Revista Labverde**, São Paulo, n.12, p.70-95, 2016
- HERLING, T. **A floresta em São Paulo, a cidade na Cantareira: fronteiras em transformação**. 2002. 208 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- HERMANN, G. Incorporando a teoria ao planejamento regional da conservação: a experiência do corredor ecológico da Mantiqueira. **Valor Natural**, Belo Horizonte, 228 p., 2011.

HERZOG, C.P. Ambiente construído infraestrutura verde para cidades mais sustentáveis: produtos e sistemas relativos a infraestrutura. In: **Teoria e prática em construções sustentáveis no Brasil - CCPS**. Governos Locais para Sustentabilidade. 2010. Disponível em: < > Acesso em 22 jun 2015.

HERZOG, C.P.; ROSA, L.Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Revista Labverde**, São Paulo, n. 1, p. 91 - 114, 2010.

IGNATIEVA, M. et. al How to Put Nature into Our Neighbourhoods. Application of Low Impact Urban Design and Development (LIUDD) Principles, with a Biodiversity Focus, for New Zealand Developers and Homeowners. **Landcare Research New Zealand**, 2008.

\_\_\_\_\_. STEWART, G.H.; MEURK, C. Planning and design of ecological networks in urban areas. **Landscape Ecol Eng**, v.7, p.17-25, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico (Brasil e Estados): XII** recenseamento geral do Brasil. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. **Contagem populacional 2007**. Disponível em: < [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) > Acesso em: 02 fev. 2017

\_\_\_\_\_. **Produção de Extração Vegetal e Silvicultura, 2016**. Disponível em: < [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) > Acesso em 02 fev. 2017.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Fauna brasileira**. Icmbio. 2014. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira.html>> Acesso em: 26 jan. 2015.

KONG, F. et al. Urban green space network development for biodiversity conservation: Identification based on graph theory and gravity modeling. **Landscape Urban Plan**, n. 95, p.16-27, 2010.

LECHNER, A.M. et al. From static connectivity modelling to scenario-based planning at local and regional scales. **Journal for Nature Conservation**, n. 28, p.78-88, 2015.

LEITE, C.B. et. al. Comparing species and measures of landscape structure as indicators of conservation importance. **Journal of Applied Ecology**, n.48, p.706-714, 2011.

LEMOS, R.F. **Avifauna da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Sítio Capuavinha, município de Mairiporã, São Paulo**. Disponível em: < [www.ao.com.br/download/A0179\\_38.pdf](http://www.ao.com.br/download/A0179_38.pdf) > Acesso em: 12 out. 2016.

LIMA, C.P.C.S. **A natureza na cidade - a natureza da cidade**. 1996. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de

Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

\_\_\_\_; SANDEVILLE, E. Desafios do paisagismo contemporâneo brasileiro. **Espaço e Crítica**. AU Edição 75, 1997.

LIMA, G.A.; PELLEGRINO, P.R.M. Parques lineares do Tremembé: o uso de infraestruturas verdes na criação de um sistema de espaços livres. **Paisagem e ambiente**: ensaios, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, São Paulo, n. 35, p.179-196, 2015.

LINDENMAYER, D. B. et al. A checklist for ecological management of landscapes for conservation. **Ecology Letters**, Oxford, v. 11, n. 1, p. 78-91, 2008.

\_\_\_\_.& Fischer, J. (2007). Tackling the habitat fragmentation pantheon. **Trends Ecol. Evol.**, n. 22, p. 127-132, 2007

LIMA, M.C; SCHENK, L.B.M. **Rios e Cidade: Processos de construção da forma urbana de São Carlos, SP**. In: XI Colóquio QUAPA SEL, Sistema de Espaços Livres, 2016, Salvador. XI Colóquio QUAPA SEL, Sistema de Espaços Livres: Transformações e Permanências no Século XXI, 2016.

**Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional Para Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN)**. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>> Acesso em: jan. 2017

MACEDO, S. **Quadro do Paisagismo no Brasil**. São Paulo: Quapa, 1999.

MAGNOLI, M.M.E.M. **Espaços livres e urbanização**: Uma introdução a aspectos da paisagem metropolitana. 1982. Tese (Livre-docência em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

\_\_\_\_. O parque no desenho urbano. **Paisagem e ambiente**: ensaios, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, São Paulo, n. 21, p.199-214, 2006.

\_\_\_\_. Espaço Livre – Objeto de Trabalho. **Paisagem e ambiente**: ensaios, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, São Paulo, n. 21, p.175-198, 2006.

MATA, L.R. O Estatuto da Cidade a luz do direito ambiental. In: COUTINHO, R.: ROCCO, R. (Org.). **O direito ambiental das cidades**. Rio de Janeiro: Lúmen Juris, 2009.

MARICATO, E. **O que esperar dos planos diretores**. Disponível em: <[http://www.fau.usp.br/deprojeto/labhab/biblioteca/textos/maricato\\_esperarplanodiretor.pdf](http://www.fau.usp.br/deprojeto/labhab/biblioteca/textos/maricato_esperarplanodiretor.pdf)> Acesso em: jan 2017.

\_\_\_\_\_. **Entrevista: Brasil tem obra sem plano e plano sem obra.** Disponível em: <<https://erminiamaricato.net/2013/05/28/entrevista-brasil-tem-obra-sem-plano-e-plano-sem-obra/>> Acesso em: jan. 2017.

MATTOS, I. F. A. et. al. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física. II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física. **O Parque Estadual da Cantareira: uma floresta na cidade de São Paulo, Brasil.** Universidade de Coimbra, maio de 2010.

MCDONNELL, M.J; MARKS, B.J. **FRAGSTATS:** spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 1995. Disponível em: <<http://www.treesearch.fs.fed.us/pubs/3064> > Acesso em 05 mar 2015.

METZGER, J.P.W. **Estrutura da paisagem e fragmentação:** análise bibliográfica. Anais da Academia Brasileira das Ciências, 71, p. 445-463. 1999.

\_\_\_\_\_; RIBEIRO, M.C.; CIOCHETI, G.; TAMBOSI, L.R. Uso de índices de paisagem para a definição de ações de conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo. In: Secretaria de Estado do meio ambiente. **Diretrizes para conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo.** São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2008.

\_\_\_\_\_. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**, v.8, p.1-5, 2010.

\_\_\_\_\_; BRANCALION. P.H.S. Challenges and Opportunities in Applying a Landscape Ecology Perspective in Ecological Restoration: a Powerful Approach to Shape Neolandscapes. **Natureza & Conservação**, v.11, p.1-5, 2013.

\_\_\_\_\_; GOLDENBERG, R.; BERNACCI, L.C. Os caminhos da biodiversidade. **Ciência hoje**, v.25, n.146, p.62-64, 1999.

\_\_\_\_\_. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza & Conservação**, v. 4, n.2, p.11-23, 2006.

MILLIENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Relatório-síntese da avaliação ecossistêmica do milênio**, 2005. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf>> Acesso em 31 jan. 2016.

MIRANDA, J. R.; ARIEDI JR, V.R. **Cultivo orgânico da cana-de-açúcar, manejo ecológico e biodiversidade faunística associada.** Workshop Insumos para agricultura. Pelotas, 2012. Disponível em: <<file:///C:/Users/adria/Desktop/2-cultivo-organico-da-cana-de-acucar-manejo-ecologico-e.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016

MITCHELL. W. J. **The Logic of Architecture: Design, Computation and Cognition.** Cambridge MIT Press, p. 29, 1990.

MITCHELL, M.G.E. et. al. Reframing landscape fragmentation's effects on ecosystem services. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 30, n.

4, p. 190-198, 2015.

NATIONAL AGROFORESTRY CENTER. **Key Matrix Guidelines**. 2012 Disponível em: <[http://nac.unl.edu/buffers/guidelines/2\\_biodiversity/1.html](http://nac.unl.edu/buffers/guidelines/2_biodiversity/1.html)> Acesso em: 12 dez. 2015

NAXARA, L. R. C. **Importância dos corredores ripários para a fauna – pequenos mamíferos em manchas de floresta, matriz do entorno e elementos lineares em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica**. 2008. 64 f. Dissertação (Mestrado em ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

NUCCI, J.C. Aspectos teóricos do Planejamento da Paisagem. In: NUCCI, João Carlos. (Org.). **Planejamento da Paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano**. Estudo aplicado ao bairro de Santa Felicidade. Curitiba: LABS/DGEOG/UFPR, 2010, p.14-25. Disponível em: <[http://www.labs.ufpr.br/site/arquivos/Planejamento %20da %20 Paisagem\\_ebook\\_2010.pdf](http://www.labs.ufpr.br/site/arquivos/Planejamento%20da%20Paisagem_ebook_2010.pdf)> Acesso em: 16 out. 2016.

OBORNY, B.; SZABÓ, G.; MESZÉNA, G (2007). Survival of species in patchy landscapes: percolation in space and time. In: STORCH, D.; MARQUET, P.; BROWN, J. (Org.) **Scaling Biodiversity**. Cambridge University Press, Cambridge, 2007. p 409-440.

ODUM, E. P. 1983. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interamericana, 434p.

OLIVEIRA, E.M; SOARES, M.C.; BONZI, R.S. Aplicação do desenho ambiental para a bacia do córrego das corujas: potencialidades e limitações na implantação de um parque linear. **Revista Labverde**, São Paulo, n. 4, p. 31-62, 2012.

OLIVEIRA, G.P. **Tamanho populacional, seleção de habitat e área de vida**. 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Programa de Pós-graduação em Ecologia da Jaguatirica, Universidade de Brasília, 2012.

PAPA, G.; SILVA, R. B.; ALMEIDA, F. J. Efficacy and total release interval of mating disruption pheromone on the control of pink bollworm - *Pectinophora gossypiella* - in cotton under field conditions in Brazil. In: **Beltwide Cotton Conferences**, v. 2. p. 1022-1024, 2000.

PARDINI, R. TRAJANO. E. **Pequenos mamíferos e a fragmentação da Mata Atlântica de Una, Sul da Bahia: processos e conservação**. 2001. Tese (Doutorado em Ciências), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2001.

PARDINI, R. et. al. Beyond the Fragmentation Threshold Hypothesis: Regime Shifts in Biodiversity Across Fragmented Landscapes. **Plos One** 5, v. 5, 2010.

PELLEGRINO, P.R.M; GUEDES, P.P; PIRILLO, F.C.; FERNANDES, S.A. Paisagem da borda: uma estratégia para a condução das águas, da biodiversidade e das pessoas. In: COSTA, L.M.S.A. (Org.). **Rios e paisagem urbana em cidades brasileiras**. Rio de Janeiro: Viana &

Mosley, PROURB, 2006, p. 57-76.

PELEGRINO, P.R.M. Depoimento de uma máquina trituradora de projetos: a experiência de reurbanização de uma praça pública São Paulo. **Revista LabVerde**, São Paulo, n. 4, p. 264-268, 2012.

PEREIRA, V.H.C; CESTARO, L.A. **Corredores Ecológicos no Brasil: Avaliação sobre os principais critérios utilizados para definição de áreas potenciais**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil. *Caminhos de Geografia Uberlândia* v. 17, n. 58, p. 16-33, 2016.

PINTO, C. M. R. **Mairiporã: periferação e conflitos ambientais na Região Metropolitana de São Paulo**, 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007.

POTTS, J.R.; et.al. Predicting local and non-local effects of resources on animal space use using a mechanistic step selection model. **Methods in Ecology and Evolution**, 2014.

\_\_\_\_\_. The “edge effect” phenomenon: deriving population abundance patters from individual animal movement decisions. **Theoretical Ecology**. v.9, p. 233-247, 2016

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Plano regional estratégico de São Paulo**: mapa das bacias hidrográficas, 2012 Disponível em: <[http://infocidade.prefeitura.sp.gov.br/mapas/2\\_bacias\\_hidrograficas\\_2012\\_10651.pdf](http://infocidade.prefeitura.sp.gov.br/mapas/2_bacias_hidrograficas_2012_10651.pdf)> Acesso 10 nov. 2015.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico de arborização**, 2005. Disponível em: <[http://www.coletivourbano.org/SEHAB\\_Renova%20SP.pdf](http://www.coletivourbano.org/SEHAB_Renova%20SP.pdf)> Acesso 10 ago. 2015

\_\_\_\_\_. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Fazenda do Carmo**. Disponível em: <[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio\\_ambiente/publicacoes\\_svma/index.php?p=181044](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/publicacoes_svma/index.php?p=181044)> Acesso 18 set. 2015

\_\_\_\_\_. CENTRO DE ESTUDOS DA METRÓPOLE. **Indicadores ambientais e gestão urbana**: desafios para a construção da sustentabilidade na cidade de São Paulo. São Paulo, 2008. Disponível em: <[http://www.flch.usp.br/centrodametropole/antigo/v1/pdf\\_2009/LivroMeioAmbiente.pdf](http://www.flch.usp.br/centrodametropole/antigo/v1/pdf_2009/LivroMeioAmbiente.pdf)> Acesso em 14 nov. 2015

\_\_\_\_\_. **Gestão urbana SP**. Cadernos das Subprefeituras e Planos regionais. Disponível em <http://www.gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/planosregionais/arquivo>> Acesso em 12 fev. 2017

\_\_\_\_\_. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. **Ações pela Biodiversidade da Cidade de São Paulo / 2010**. Disponível em < [http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretaris/upload/chamadas/albcsp2010\\_eref151211v1324055740.pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretaris/upload/chamadas/albcsp2010_eref151211v1324055740.pdf) > Acesso em

18 jan. 2017

PREVEDELLO, J. A.; VIEIRA, M. V. Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence. **Biodivers Conserv.** n. 19, p.1205-1223, 2010.

QUEIROGA, E.F.; BENFATTI, D.M. Sistemas de espaços livres urbanos: construindo um referencial teórico. **Paisagem e ambiente: ensaios**, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, São Paulo, n. 24, p. 81-88, 2007.

QUEIROGA, E.F. **Dimensões públicas do espaço contemporâneo: resistências e transformações de territórios, paisagens e lugares urbanos brasileiros.** 2012. 284 f. Tese (Livre-docência) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

**R** - The R Project for Statistical Computing. Disponível em: < <https://www.r-project.org/> > Acesso em: 18 jan. 2017.

RAMALHO, C.E.; HOBBS, R.J. Time for a change: dynamic urban ecology School of Plant Biology (M090). **Trends in Ecology and Evolution**, Australia, v. 27, n. 3, p. 179-188, 2012.

REMPEL, C. et. al. **Ecologia da paisagem como base para o zoneamento ambiental da região político-administrativa – Vale do Taquari – RS – Brasil – um modelo de proposta metodológica.** **GeoFocus (Artículos)**, n.9, p. 102-125, 2009. Disponível em: < [http://geofocus.rediris.es/2009/Articulo5\\_2009.pdf](http://geofocus.rediris.es/2009/Articulo5_2009.pdf) > Acesso em: 25 jul. 2015

RIBEIRO, M.C. et. al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation.** v.142, p.1141-1153, 2009.

ROLNIK, R. 10 Anos do Estatuto da Cidade: Das Lutas pela Reforma Urbana às Cidades da Copa do Mundo. **Blog da Raquel Rolnik.** Disponível em: < <https://raquelrolnik.files.wordpress.com/2013/07/10-anos-do-estatuto-da-cidade.pdf> > Acesso em 06 jan. 2015

ROMEIRO, P.S.; FROTA, H.B. (Org). **Megaprojetos de impacto urbano e ambiental: violação de direitos, resistência e possibilidades de defesa das comunidades impactadas.** São Paulo: IBDU, 2015.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente.** São Paulo: Estúdio Nobel, FUNDAP, 1993.

SANDRE, A.A.; MADUREIRA, F.M.S.; KUSSUNOKI, M. Trilha Urbana, Mobilidade e Integração Social: Um estudo aplicado à Avenida Sumaré em São Paulo. **Revista LabVerde**, São Paulo, n. 10, 2015.

SANTORO, P.F. **Entre o rural e o urbano: zonas de chácaras, sítios de recreio ou ranchos e a preservação do meio ambiente.** III Seminário Nacional sobre Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo. UFPA. Belém, 2014

SANTOS, V. T. M. **Aplicação de classificação digital de imagens orbitais no mapeamento de uso da terra.** Brasília: Universidade de Brasília, 2006. 122p.

SANTOS, M. **Espaço e método.** São Paulo: Nobel, 1985.

SCHENK, L.; FANTIN, M.; PERES, R. **A Revisão do Plano Diretor da Cidade de São Carlos e as Novas Formas Urbanas em Curso.** In: X Colóquio QUAPÁ - SEL, Forma Urbana Contemporânea Brasileira: Espaços Livres, Produção e Apropriação, 2015, Brasília. X Colóquio QUAPÁ - SEL, Forma Urbana Contemporânea Brasileira: Espaços Livres, Produção e Apropriação, 2015.

SCHENK, Luciana Bongiovanni Martins. **Arquitetura da paisagem: entre o Pinturesco, Olmsted e o Moderno.** 2008. 171 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

SCHLEE, M.B.; NUNES, M.J.; REGO, A.Q.; RHEINGANTZ, P.; DIAS, M.Â.; TÂNGARI, V.R. Sistema de Espaços Livres nas Cidades Brasileiras – Um Debate conceitual. **Paisagem e ambiente:** ensaios, São Paulo, n. 26, p.225 - 247, 2009.

SEAD - FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo. **IMP Informações dos Municípios Paulistas.** Disponível em <<http://www.imp.seade.gov.br/>>. Acesso em 08 jan 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Mapa de conectividade do Estado de São Paulo a área apresenta prioridade alta para conexão.** Disponível em: < <http://www.ambiente.sp.gov.br/sifesp/conectividade/>>. Acesso em 2 abr. 2015.

\_\_\_\_\_. **Rota das Grutas Peter - Lund.** Unidade de Minas Gerais. PPP Fatos e dados de projetos. Disponível em <<http://www.ppp.mg.gov.br/images/RotaLund/Apresenta%C3%A1reas-verdes>> Acesso em 08 dez. 2016.

SERAFIM, A.R.B.F.N. **Modelação da paisagem do concelho de Estremoz.** 2014. 108 f. Dissertação (Mestrado em Sistema geográfica e modelação territorial aplicados ao ordenamento) – Instituto de geografia e ordenamento do território, Universidade de Lisboa, 2014.

SILVA, D.A.; CONTI, J.B.; YUHARA, C.H.; NAKAMURA, E.T. Definição de Critérios para a Delimitação da Zona de Amortecimento de um Setor do Parque Estadual da Cantareira Seccionado pela Rodovia Fernão Dias (BR- 381), São Paulo, Brasil. **Revista Geográfica de América Central Número Especial EGAL,** Costa Rica, p. 1-13, 2011.

SILVA FILHO, D.F.; TOSETTI, L.L. Valoração das árvores no Parque do Ibirapuera - SP: Importância da infraestrutura verde urbana. **Revista LabVerde**, São Paulo, n. 1, p. 11-25, 2010.

SILVA, L. S. **Proteção Ambiental e Expansão Urbana: A Ocupação ao sul do Parque Estadual da Cantareira**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, 2004.

SOARES, A.; CARVALHO, D.L.; SOUZA, L.M. **Contribuição Ambiental e Mapeamento de Biótopos de Cemitérios Urbanos**: O caso do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12>> Acesso em: 10. out. 2017.

STAUFFER, D. AHARONY. **A. Introduction to percolation theory: revised second edition**. London: Taylor & Francis, 1985.

STEINER, F. Landscape ecological urbanism: Origins and trajectories. *Landscape and Urban Planning*, n. 100, p. 333–337, 2011.

SWIFT, T.L.; HANNON, S.J. Critical thresholds associated with habitat loss: a review of the concepts, evidence, and applications. **Reviews**, Alberta, v.85, p. 35–53, 2010.

TAMBOSI, L.R. **Estratégias espaciais baseadas em ecologia de paisagens para a otimização dos esforços de restauração**. 2014. 124 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

TERMORSHUIZEN, J. W.; OPDAM, P. Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. **Landscape Ecol**, n. 24, p.1037-1052, 2009.

TORRES, M.A. Estatuto da Cidade: sua interface no meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**: RDA, Revista dos Tribunais, v. 12, n. 45, p. 196-212, 2007.

TURNER, M.; GARDNER, R.H. **Landscape Ecology in Theory and Practice**: Pattern and Process. New York: Springer-Verlag, Second Edition, 2015.

UNIDADES DE INFORMAÇÃO TERRITORIALIZADAS. **O que são UITs**. Disponível em: <<http://www.uitgeo.sp.gov.br/>> Acesso em: 12 jun. 2016.

USLU, A.; SHAKOURI, N. **Urban Landscape Design and Biodiversity**. Intech open science, open minds. Murat Ozyavuz, 2013.

UUEMAA, E. et.al. Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: A review. **Ecological Indicators**, n. 28, p.100-106, 2013.

UUEMAA, E. et al. Landscape Metrics and Indices: An Overview of Their Use in Landscape Research Department of Geography, **Living Rev. Landscape Res.**, n. 3, 2009

VILLARD, M. A.; METZGER, J.P. Beyond the fragmentation debate: a conceptual model to predict when habitat configuration really matters. **Journal of Applied Ecology**, n.7, 2014.

WIENS, J.A. Landscape ecology as a foundation for sustainable conservation. **Landscape Ecol**, n. 24, p.1053-1065, 2009.

WU, J. Making the case for landscape ecology: an effective approach to urban sustainability. **Landscape Journal**, v. 27, p.41-50, 2008.

\_\_\_\_\_. Key concepts and research topics in landscape ecology revisited: 30 years after the Allerton Park workshop. **Landscape Ecol**, v.28, p.1-11, 2013.

