

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRÁTICAS EM
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

DISSERTAÇÃO

Fragmentação e Estrutura da Paisagem da Área de Proteção Ambiental do
Rio São João/Mico-leão-dourado - Rio de Janeiro

Marília Salgado Martins

2019



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRÁTICAS EM
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**FRAGMENTAÇÃO E ESTRUTURA DA PAISAGEM DA ÁREA DE
PROTEÇÃO AMBIENTAL DO RIO SÃO JOÃO/MICO-LEÃO-
DOURADO - RIO DE JANEIRO**

MARÍLIA SALGADO MARTINS

Sob a Orientação do Professor
Luís Mauro Sampaio Magalhães

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre**, no Curso de Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável, Área de Concentração em Meio Ambiente, Sustentabilidade e Conservação dos Recursos Naturais.

Seropédica, RJ
Dezembro de 2019.

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S379f Salgado Martins, Marília , 1986-
Fragmentação e Estrutura da Paisagem da Área de
Proteção Ambiental do Rio São João/Mico-Leão-Dourado -
Rio de Janeiro. / Marília Salgado Martins. -
Ituiutaba - MG, 2019.
59 f.

Orientador: Luís Mauro Sampaio Magalhães.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em
Práticas em Desenvolvimento Sustentável, 2019.

1. Ecologia da Paisagem. 2. Unidades de
Conservação. I. Sampaio Magalhães, Luís Mauro, 1956-,
orient. II Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Programa de Pós-graduação em Práticas em
Desenvolvimento Sustentável III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRÁTICAS EM DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

MARÍLIA SALGADO MARTINS

Dissertação submetida como requisito para a obtenção do grau Mestre, no curso de Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável, Área de Concentração em Meio Ambiente, Sustentabilidade e Conservação dos Recursos Naturais.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 06/12/2019



Prof.º Luís Mauro Sampaio Magalhães. Doutor. UFRRJ.
(Orientador)



Prof.º Welington Kiffer de Freitas. Doutor. UFF.



Prof.º Cláudio Belmonte Athayde Bohrer. Ph.D. UFF.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A entrega deste trabalho tem múltiplos significados e tentarei, nesta dedicatória, fazer o melhor uso da palavra para expressá-los.

No âmbito profissional marca o fim de um período da minha vida, dedicado a minha formação que, no nível superior, foi integralmente aperfeiçoada na universidade pública brasileira. Desta forma, agradeço por essa possibilidade. Aos impostos direcionados ao ensino gratuito e de excelência do qual pude usufruir. A dedicação de tantos professores e centros de pesquisa por onde passei. Em especial ao meu orientador Luís Mauro, que orientou este estudo e muito mais que isso. Também deixo meu especial agradecimento aos professores Wellington Kiffer e Claudio Bohrer, que participaram da construção deste estudo desde o início. Ao toda equipe do Programa de Pós Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável, pela dedicação ao Programa. Agradeço também a APA São João e ao Consórcio Ambiental Lagos São João, que juntos possibilitaram este estudo acontecer.

No âmbito pessoal, a Pós-Graduação cumpriu um papel importantíssimo, mostrando respostas a tantas perguntas que tinha sobre as relações entre sociedade e ambiente. O percurso foi de afirmação dos meus propósitos pessoais de vida. Nesse sentido algumas pessoas foram fundamentais para chegar até aqui. A minha família de sangue, que acreditou nos meus propósitos e, mesmo nos momentos mais difíceis, seguraram a minha mão. Ao meu pai, que foi o suporte financeiro nessa empreitada. A minha mãe que é minha fonte de inspiração e criatividade. Aos meus irmãos, amor sem fim, companheiros de jornada sempre. A minha família de coração, Mariana, Jonas e Helena meu agradecimento mais profundo por compartilharem a casa, a vida e o amor. E por fim aos colegas de turma, que moram no meu coração e tornaram o caminho mais alegre e fraterno.

RESUMO

MARTINS, Marília Salgado. **Fragmentação e estrutura da paisagem da Área de Proteção Ambiental do rio São João/Mico-leão-dourado – Rio de Janeiro**. 2019. 59p Dissertação (Mestrado em Práticas em Desenvolvimento Sustentável). Instituto de Floresta, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

A Área de Proteção Ambiental da bacia do Rio São João/Mico-leão-dourado é uma unidade de conservação federal de uso sustentável instituída pelo Decreto S/Nº, de 27 de junho de 2002, no estado do Rio de Janeiro. Foi criada com o objetivo de proteger e conservar os recursos hídricos e remanescentes florestais, garantindo o uso racional de seus recursos naturais. A região da APA São João sofre com um intenso processo de fragmentação de habitats, provocado por sucessivos ciclos econômicos de exploração dos recursos aliado ao histórico de ocupação do seu território, que seguiu o padrão do bioma Mata Atlântica, onde a unidade de conservação está inserida. Neste contexto, o objetivo geral do trabalho foi analisar a dinâmica da fragmentação florestal e da estrutura da paisagem da APA, por meio de índices de ecologia da paisagem. Foram utilizados os seguintes índices: área, densidade e tamanho, forma e borda; analisados em duas datas, uma anterior e outra posterior a criação da unidade de conservação. Para tanto, foram utilizados mapas da cobertura florestal dos anos de 2000 e 2011. As métricas da paisagem foram calculadas para todos os fragmentos e por classe de tamanho (pequeno, médio, grande e muito grande) por meio do plugin *Patch Analyst* do software *ArcGis*. A área total de cobertura florestal aumentou no período, o que indica efetividade na implantação da unidade de conservação e no cumprimento dos seus objetivos de criação. A maior parte dos fragmentos identificados são pequenos, seguindo o padrão do bioma. No entanto, o número de remanescentes florestais totais e em especial dos pequenos fragmentos diminuiu, resultado positivo que indica melhoria da estrutura da paisagem no período. Este resultado é reforçado pelo aumento do tamanho médio dos fragmentos, que foi verificado em todas as classes, sendo maior nos pequenos fragmentos. Os resultados demonstram que a APA São João alcançou importantes resultados para conservação da natureza na região, em especial na dinâmica da paisagem, cumprindo com o seu objetivo primeiro. Estes resultados reforçam a importância da existência destes territórios de conservação e uso sustentável dos recursos e, por consequência, das políticas públicas relativas ao tema, tão questionadas nos dias atuais.

Palavras-chave: Unidade de Conservação. Remanescentes florestais. Fragmentação de habitats. Paisagem. Métricas da paisagem.

ABSTRACT

MARTINS, Marília Salgado. **Fragmentation and structure of the Environmental Protection Area's landscape of São João/Mico-leão-dourado river – Rio de Janeiro.** 59p (Master's dissertation in sustainable development). Forest Institute, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019).

The Environmental Protection Area of the Rio São João/Mico-leão-dourado's basin is a federal conservation unity of sustainable use laid by the Decree S/N^o, de June 27th, 2002, in the state of Rio de Janeiro. It was created aiming to protect and conserve water resources and remaining forests, guaranteeing the reasonable usage of its natural resources. The E.P.A.'s region of São João currently undergoes an intense process of its habitat fragmentation which is provoked by consecutive economic cycles and the exploitation of its resources. This phenomenon is linked to the past occupation of its territory, which follows the standards of the Mata Atlântica's biome, where the conservation unit resides. In this context, the general aim of the research was to analyze the dynamics between the fragmentation of the forest and the landscape structure of the E.P.A. by using indexes related to the landscape's ecology. The following indexes were analyzed: area, size and density, form and edge. They were investigated in two occasions: before and after the creation of the conservation unity. Two forest coverage maps were examined (2000 and 2011 respectively). The landscape's measurements were calculated for all of the fragments and classified by size (small, medium, large and very large) using the plugin *Patch Analyst* available in the software *ArcGis*. The total forest coverage area increased during the examined period, which indicates the effectiveness of the conservation unit and in complying with its objectives. The major part of the identified fragments was small, following the biome's standards. However, the number of total forest remnants, specially those of small fragments, decreased, which is a positive indication that the landscape's structure improved. The results demonstrate that São João's E.P.A. achieved important results for its natural conservation in the region, notably in the landscape's dynamics, complying with the original aim. These results reinforce the relevance of territorial conservation units and the sustainable usage of resources, and consequently, of public policies associated with this issue, which are presently so questioned.

Keywords: Conservation Units. Forest remnants. Fragmentation of landscape. Habitats. Landscape metrics.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Critérios de seleção dos dados que compõem a base de dados do estudo.	38
Quadro 2. Seleção do mapa de fragmentos florestais: fontes identificadas e critérios de avaliação.	38
Quadro 3. Detalhe dos índices de ecologia da paisagem utilizados para caracterizar a estrutura da paisagem.	39
Tabela 1. Área total, por classe de tamanho dos fragmentos, nos anos de 2000 e 2011, bem como a porcentagem em relação ao total e a taxa de crescimento relativa observada no período.	43
Tabela 2. Valores de tamanho médio da mancha (MPS), desvio padrão do tamanho da mancha (PSSD) e coeficiente de variação do tamanho da mancha (PSCOV).	47
Quadro 4. Valores do índice de forma médio (MSI) para os períodos analisado, por classe de tamanho.	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evolução do conceito de paisagem: pré-história a idade moderna (século XVI).....	15
Figura 2. Evolução do conceito de paisagem: início da idade moderna até o século XX.	17
Figura 3. Modelo esquemática da abordagem geográfica e ecologia da paisagem.	18
Figura 4. Aplicação do modelo esquemático da abordagem geográfica e ecologia da paisagem no estudo.	19
Figura 5. Modelo esquemático desenvolvida do conceito de paisagem aplicado com base na abordagem geográfica e ecologia.	20
Figura 6. Exemplo esquemático da estrutura da paisagem que representa três fragmentos (a1, a2, a3), dois corredores (a4, a5), quatro outras unidades (b, c, d, e) que compõem a matriz inter habitat. Os círculos redondos representam os pontos de ligação (porções reduzidas de habitat). Os tons de cinza mostram os diferentes graus de permeabilidade da matriz.	21
Figura 7. Ilustração esquemática dos municípios abastecidos pelo reservatório de Juturnaíba, localizado no interior da APA São João/Mico-leão-dourado.....	28
Figura 8. Limite da Área Proteção ambiental do Rio São João/Mico-leão-dourado com outras bacias hidrográficas.	29
Figura 9. Sub-bacias hidrográficas da bacia hidrográfica do rio São João inseridas na APA São João/Mico-leão-dourado.....	30
Figura 10. Principais cursos d'água da APA São João/Mico-leão-dourado antes das obras de drenagem realizadas pelo DNOS entre as décadas de 1960 e 1980.	31
Figura 11. Lagoa de Juturnaíba antes das obras hidráulicas realizadas pelo DNOS.	32
Figura 12. Rios da APA São João que tiveram o curso alterado pelas obras hidráulicas realizadas pelo DNOS.....	33
Figura 13. Localização da Área de Proteção Ambiental do Rio São João/Mico-leão-dourado.	35
Figura 14. Delimitação da APA São João: destaque para os municípios inseridos e para a exclusão de áreas urbanas e povoados.	36
Figura 15. Fragmentos florestais classificados de acordo com a classe de tamanho – ano base 2000.....	42
Figura 16. Fragmentos florestais classificados de acordo com a classe de tamanho – ano base 2011.....	43
Figura 17. Comparação entre a representatividade relativa da área (ha) das classes de tamanho de fragmentos em relação ao total, em 2000 e em 2011, em porcentagem.....	44
Figura 18. Número de fragmentos por classe de tamanho em 2000 e 2011.	45
Figura 19. Distribuição dos Fragmentos Florestais pequenos e em relação aos sistemas hidrográficos no ano de 2011 da Área de Proteção Ambiental da bacia do rio São João/Mico-leão-dourado, no Estado do Rio de Janeiro.	46
Figura 20. Associação entre a área (CA) e o número de fragmentos (NumP), no período analisado, para as classes de tamanho.....	47
Figura 21. Gráfico comparativo entre a área (MPS), número de fragmentos (NumP) e tamanho médio da mancha (CA) na classe dos pequenos fragmentos.....	48
Figura 22. Gráfico comparativo entre os valores de quantidade de borda para o período analisado, por classe de tamanho.....	49
Figura 23. Densidade de borda no período para as classes de tamanho analisadas.....	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 A Conservação da Natureza no Brasil e as Unidades de Conservação de Uso Sustentável ...	13
2.2 Ecologia da Paisagem: Histórico e Aplicação	14
2.3 A Estrutura da Paisagem	20
2.4 Estudos de Ecologia da Paisagem na APA São João	22
2.5 Características Ambientais da APA São João	24
2.5.1 Aspectos de conservação	24
2.5.2 Aspectos de recursos hídricos	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1 Localização da Area de Estudo.....	35
3.2 Mapeamento dos Fragmentos Florestais	37
3.3 Mapeamento dos Fragmentos florestais por meio de métricas da paisagem.....	39
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	41
4.1 Estrutura da Paisagem: Análise das Métricas	41
5 CONCLUSÃO	52
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1 INTRODUÇÃO

No mundo atual, a perda da biodiversidade é um dos mais importantes problemas ambientais, sobretudo a fragmentação do ambiente e a perda de florestas contínuas. As perdas atingem não só o âmbito ecológico, como também a ordem econômica e social, uma vez que o dano afeta a sustentabilidade do ambiente, o equilíbrio ecológico e a disponibilidade dos recursos naturais, o que pode levar à restrição do uso comum e coletivo destes recursos (ROCHA et al., 2006).

No Brasil, a partir da década de 1970 houve aumento significativo da fragmentação, com efeitos negativos sobre a biodiversidade, como pode ser observado em diversos estudos (TABARELLI, 2005; TABARELLI et al., 2010; PRIMACK e RODRIGUES, 2001), em especial no bioma da Mata Atlântica. Estima-se que apenas 7% dos fragmentos que restam neste bioma têm áreas maiores que 100 hectares e que cerca de 83% são menores que 50 hectares.

A fragmentação é um processo que pode ser definido como a redução do tamanho de uma área contínua de habitat em dois ou mais fragmentos, separados por um entorno ou “matriz” diferente da original (FORERO-MEDINA e VIEIRA, 2007). Esse processo ocasiona a divisão de grandes áreas em áreas menores, que irão variar de tamanho, forma, grau de isolamento e histórico de perturbações, fatores que afetam a conservação da biodiversidade (KORMAN, 2003).

Para estes ambientes, a Ecologia da Paisagem contribui no estudo e pesquisa das alterações provocadas pela ação humana, buscando respostas para as alterações na estrutura das paisagens (METZGER, 2001). O estudo da estrutura da paisagem é importante para que sejam desenvolvidos instrumentos de planejamento com o objetivo de promover o controle da sociedade sobre as paisagens, de maneira que a existência desses mosaicos seja assegurada sem haver o comprometimento dos recursos naturais e da sustentabilidade social, econômica e ambiental (MARTINS et al., 2014).

Nesse sentido, o sensoriamento remoto e o sistema de informação geográfica surgem como instrumento útil para conhecer a estrutura da paisagem, em escala global e local bem como os padrões de uso e ocupação do solo, considerando o espaço e o tempo. O seu uso possibilita obter de forma sistemática informações da superfície terrestre, o que permite a análise de alguns processos dinâmicos, como o desmatamento e a fragmentação (CEMIN e DUCATI, 2015; VALENTE, 2001).

Dentre as estratégias utilizadas para promover a conservação da vegetação remanescente e a recuperação dos habitats, a criação de unidades de conservação está entre as mais utilizadas. No Brasil, a criação de uma unidade de conservação é a mais importante ação governamental voltada para este fim (GARCIA, MOREIRA e BURNS, 2018; MMA, 2007; MEDEIROS, 2006). Atualmente, existem 2.376 unidades de conservação no país (federais, estaduais e municipais) das quais 404 estão localizadas no bioma da Mata Atlântica.

Em meio a estas se encontra a unidade de conservação alvo deste estudo, a Área de Proteção Ambiental Federal da Bacia do rio São João/Mico-Leão-Dourado (APA São João) criada no ano de 2002 por meio de um decreto da Presidência da República, com os objetivos de “proteger e conservar os mananciais, regular o uso dos recursos hídricos e o parcelamento do solo, garantindo o uso racional dos recursos naturais e protegendo remanescentes de floresta atlântica e o patrimônio ambiental e cultural da região” (MMA, 2008).

A APA São João abriga em seus limites um conjunto de ecossistemas formado entre a baixada litorânea do estado do Rio de Janeiro e a região serrana, onde estão incluídos

restingas, manguezais, florestas de baixada, de encostas e brejos. A maior parte destes ecossistemas encontra-se degradada, havendo o predomínio da atividade agropecuária nas regiões planas, onde a fragmentação do habitat é acentuada (MMA, 2008).

Diante deste cenário de antropização dos ecossistemas da APA São João, e em sinergia com as demais iniciativas de conservação da região, é relevante a avaliação da fragmentação florestal no interior da UC, para orientar o planejamento de ações de gestão territorial na unidade de conservação. Assim, esse trabalho busca responder às seguintes questões: *(i)* quais são as características da estrutura da paisagem da APA São João antes e após a criação da UC? *(ii)* após a criação da APA São João houve aumento da cobertura florestal? *(iii)* houve alteração da estrutura da paisagem após a criação da APA São João?

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo geral analisar a fragmentação e a estrutura da paisagem da APA São João/Mico-leão-dourado, como forma de subsidiar o planejamento territorial da unidade de conservação, através do uso conjunto de ferramentas de geoprocessamento, sistema de informação geográfica e dos princípios da ecologia da paisagem. Os objetivos específicos são: realizar o mapeamento dos fragmentos florestais; avaliar a estrutura da paisagem antes e depois da criação da UC; e quantificar a fragmentação da paisagem por meio de métricas da paisagem, considerando os índices de área, densidade e tamanho, forma e borda.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Conservação da Natureza no Brasil e as Unidades de Conservação de Uso Sustentável

Uma análise efetiva sobre a gestão de unidades de conservação passa pelo conhecimento do histórico da criação destes territórios, que nos leva a duas linhas de gestão territorial, a preservacionista e a conservacionista. Ambas as abordagens nasceram na América do Norte e influenciaram as políticas de proteção da natureza no Brasil.

O preservacionismo tem como objetivo a mínima intervenção humana no ambiente natural, isolando estes locais da realidade econômica e social (PIMENTEL; MAGRO, 2011). Essa linha intenciona resguardar a natureza dos impactos do desenvolvimento moderno recebendo apoio da teoria da evolução darwinista.

Por outro lado, a linha conservacionista aceita a ideia de que os recursos naturais devem ser usados de maneira racional. Um dos seus defensores, Pinchot postulou seus três princípios: uso dos recursos pelas gerações atuais, redução do desperdício e utilização dos recursos para benefício da maioria da população (GARCIA, MOREIRA e BURNS, 2018). Estes princípios foram precursores do conceito de desenvolvimento sustentável (DIEGUES, 2004).

Outra visão apresentada por Coelho, Cunha e Monteiro (2009) é de que as unidades de conservação são colocadas como objetos dados e não como criados (concebidos, inventados e disputados). Segundo o autor, esse objeto requer uma investigação que revele as relações entre grupos sociais, tradicionais ou não, e os recursos, e também quanto aos processos de mudanças sociais, ambientais e territoriais.

Desta forma, a criação das primeiras unidades de conservação teve como objetivo preservar a beleza cênica e promover atividades de lazer. Com o passar do tempo, essa orientação mudou para a conservação da biodiversidade, o que condiz com a legislação brasileira dos dias atuais (BADIALLI, 2004).

Essa visão da conservação da natureza foi acrescida de um componente quando a União Internacional para a Conservação da Natureza, organização de referência no tema, manifestou preocupação com os modos de vida das populações nativas que habitavam áreas protegidas. Com isso, passou a existir uma nova forma de pensar a gestão de unidades de conservação, a partir da proteção dos meios de vida e da cultura dessas populações, garantindo o uso sustentável dos recursos (BRASIL, 2000).

Essa abordagem respondia a realidade de exclusão das populações que viviam nos locais onde as unidades de conservação eram criadas; a remoção e a limitação do uso dos recursos naturais passaram a ser uma ameaça aos modos de vida considerados tradicionais. Ao mesmo tempo, notou-se que as práticas produtivas dessas populações não eram necessariamente inconciliáveis com a conservação (DIEGUES, 2000).

Ancorada nessas três abordagens, conservacionista, preservacionista e proteção dos modos de vidas tradicionais, no ano de 2000, é aprovada a Lei Federal N° 9.985, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) no Brasil, que estrutura as unidades de conservação brasileiras em categorias com objetivos de níveis de uso específicos (GARCIA, MOREIRA e BURNS, 2018).

O SNUC propõe-se a ser capaz de garantir a proteção de parte dos biomas brasileiros através de práticas de gestão territorial e da criação e manejo das unidades de conservação pelo país, sendo a criação e gestão destas áreas atribuição do Estado com a participação da

sociedade civil (MARQUES, COSTA e ANDRADE, 2013). A Lei está ancorada na Constituição Federal, uma vez que a criação de áreas com o objetivo de conservar a biodiversidade é um dever que salvaguarda o direito da sociedade previsto no artigo 225 da Constituição Federal (BRASIL, 2013).

A Lei 9.985/2000 classifica as unidades de conservação em duas categorias de manejo: proteção integral e uso sustentável. Na primeira, as UC são destinadas à preservação da natureza e não é permitida a presença de populações residentes em seu interior. Nas unidades de conservação de uso sustentável, se busca compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais, sendo a presença de residentes permitida e, em alguns casos, um pressuposto (BRASIL, 2000; D'ANTONA, BUENO e DAGINO, 2013).

A permissão da presença de populações no interior das unidades de conservação de uso sustentável é resultado das discussões que envolveram ambientalistas, cientistas, organizações não-governamentais, representantes de populações tradicionais e organizações privadas em torno do tema.

De início, a presença humana em unidades de conservação só seria possível por meio da regulamentação e controle da utilização dos recursos naturais nas UC. Entretanto, essa estratégia não foi suficiente para compatibilizar a presença humana com o objetivo central das unidades de conservação: a conservação da natureza. Nesse sentido, promover o desenvolvimento sustentável em unidade de conservação surgiu como uma solução para o problema da ocupação humana em unidades de conservação. O SNUC institucionaliza o desenvolvimento sustentável como solução para esse conflito ao criar uma categoria de unidades de conservação com essa denominação (TEIXEIRA, 2005).

2.2 Ecologia da Paisagem: Histórico e Aplicação

A concepção de paisagem se desenvolveu ao longo da existência humana, cuja sobrevivência sempre dependeu da relação das populações com o meio em que viviam.

Os primeiros registros da percepção humana sobre determinados componentes do ambiente e da paisagem remota a pré-história, nas pinturas rupestres que datam de 30 mil a 10 mil anos a.C.; enquanto que a primeira citação à palavra “paisagem” data de 1000 a.C., no “Livro dos Salmos”, conjunto de poemas líricos do antigo testamento escrito por diversos autores em hebraico, porém atribuído originalmente ao rei Davi. Nestes, o termo “paisagem” faz referência à bela vista do conjunto de Jerusalém, incluindo os templos, castelos e palacetes do rei Salomão. Observa-se, nessa noção inicial, a prevalência do aspecto visual e estético da paisagem, noção que prevaleceu na literatura e nas artes, nos tempos seguintes (MAXIMIANO, 2004; METZGER, 2001).

De Brum Ferreira et al. (2001) revelam que paisagem é uma palavra com vários conceitos. No sentido comum e ordinário para uso do termo, descrito nos dicionários, a palavra denota uma extensão de terras ou uma porção de território; em um sentido mais amplo inclui outros aspectos para além do visível, como cheiros e sons, podendo ainda ser usada para referir-se no sentido figurado, ao falar-se em paisagens políticas e paisagens intelectuais.

Metzger (2001) complementa, destacando que um ponto de confluência entre estas visões é a noção de espaço aberto, vivenciado e de inter-relações do homem com o ambiente; a paisagem com sentido através do olho e da percepção do observador, onde sempre há uma amplitude, um distanciamento. Nesse sentido, o autor destaca que a paisagem não é o primeiro plano, e sim o que se vê de longe, do alto. É preciso um distanciamento para poder observá-la; a paisagem é um lugar onde não estamos. A observação, compreensão e

interpretação são feitas pelas lentes e filtros da bagagem científica e cultural do observador e, por isso, não há uma definição universal sem se considerar a lente/filtro do observador.

O conceito de paisagem variou ao longo da história (Figura 1). Segundo Maximiano (2004), entre os povos da Mesopotâmia, a relação com a paisagem foi demonstrada no aproveitamento das cheias dos rios, na observação do céu e nos conhecimentos agrícolas, além dos jardins, construídos dentro dos muros das cidades. Os muros, por sua vez, serviam de proteção das ameaças vindas da parte externa e, preservavam em seu interior, os elementos da paisagem considerados essenciais. Esse modelo predominou até a Idade Média onde os jardins, hortas e pomares eram separados do ambiente natural ficando dentro das cidadelas, característica que começou a mudar no final deste período.

No século XVI, no período das grandes navegações, houve uma mudança de visão sobre o mundo e seus fenômenos, que passou de mística para científica, impulsionada por descobertas na física e na astronomia. Cientistas naturalistas viajavam pelo mundo junto das expedições, o que impulsionou o inventário de plantas e animais.

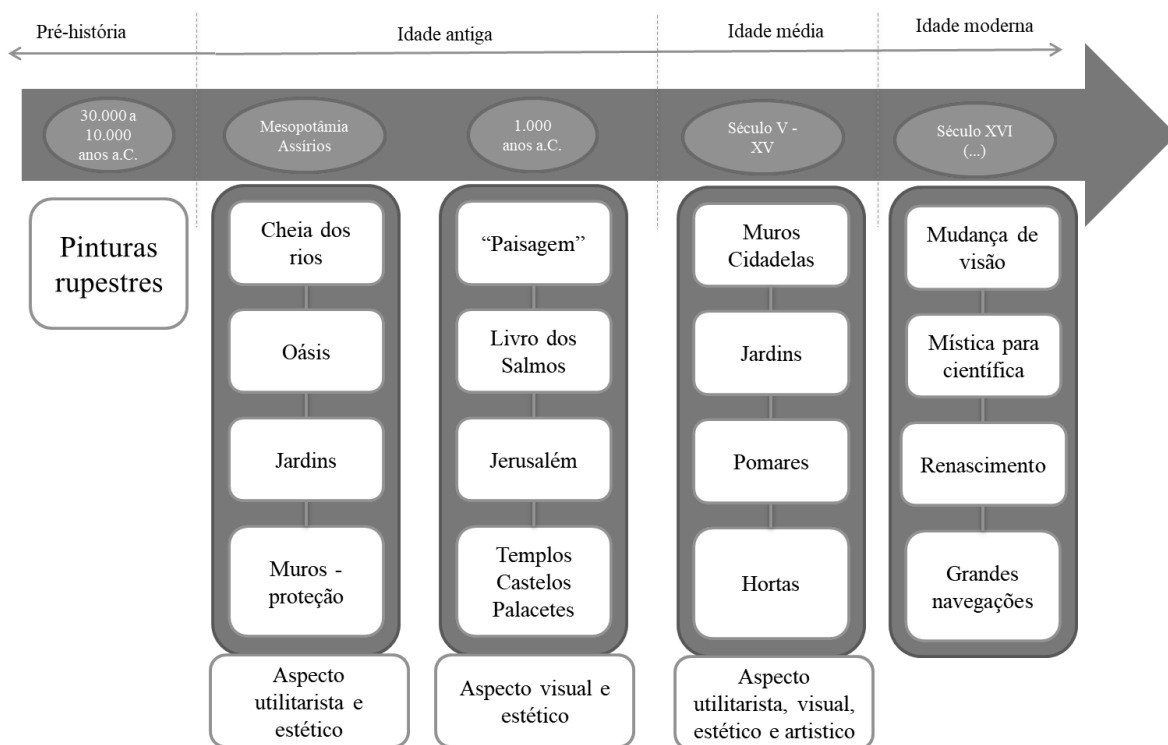


Figura 1. Evolução do conceito de paisagem: pré-história a idade moderna (século XVI).
Fonte: elaboração própria.

Entre os naturalistas deste período dedicados ao tema vale destacar o geógrafo alemão Alexander von Humboldt (1769-1854). No final do século XVIII, em viagem pela América, Humboldt percebeu que havia uma correlação entre os seres vivos e a natureza inanimada. A partir dessa visão, passou a estudar essas relações para explicar a distribuição das espécies no espaço. O naturalista se aprofundou em temas ligados a geografia física, descrevendo as relações entre clima, latitude e altitude, sendo pioneiro da geobotânica moderna pelas matérias desenvolvidas sobre a correlação entre as plantas e ambiente (Figura 2).

Ao mesmo tempo, foi ele quem introduziu o termo científico/geográfico “paisagem”, originalmente da palavra alemã *landschaft*. Este termo contém uma conotação geográfica-espacial derivada do prefixo “*land*”, o que o diferencia da paisagem com significado usado

nas artes e na literatura. A proposta humboldtiana coloca a paisagem como objeto central que se apresenta de duas formas, uma relativa aos aspectos fisionômicos e variações, que diferencia as fisionomias da Terra; e a outra percebida pelo olhar, sendo esta perspectiva criativa e subjetiva na percepção e representação da paisagem observada (MAXIMIANO, 2004; SIQUEIRA, CASTRO e FARIA, 2013; NUCCI, 2007).

Concomitantemente, em 1866, o biólogo alemão Ernest Heinrich Haeckel (1834-1919) publicou o livro “Morfologia Geral dos Organismos”, a partir de estudos sobre a variação das espécies de acordo com sua localização. No livro, o autor sugeriu o termo “oecologia” o que marcou o surgimento de um novo campo de pesquisa das relações entre animais, plantas e o ambiente (NUCCI, 2007). Para o autor, Ecologia era uma ciência destinada ao estudo da fisiologia das relações, numa perspectiva da história natural científica, diferente da Biogeografia, que deveria preocupar-se com a distribuição dos organismos vivos. Este novo campo do saber como ciência continua a desenvolver-se no século XX.

Em 1905, a noção de Ecologia foi difundida através da publicação do livro “Métodos de Pesquisa em Ecologia”, do ecologista vegetal norte americano Frederick Edward Clements. No entanto, nesse período, a Ecologia ainda buscava a construção de uma teoria científica para si mesma.

Esse cenário começou a mudar em 1928, quando o biólogo Ludwing von Bertalanffy, a partir do conceito de sistema, iniciou estudos para ampliar a teoria do *holismo* de Smurts, onde o universo estaria organizado em estruturas de complexidade crescente, à ser utilizado por outras matérias e disciplinas da atividade humana, em uma teoria geral de sistemas, consolidada anos a frente. Para o autor, essa visão sistêmica era necessária para explicar os complexos problemas das ciências sociais e biológicas, dando ênfase ao organismo como um todo ou sistema. Essa perspectiva influenciou o surgimento do conceito de “ecossistema”, que, apoiada numa noção sistêmica (interdependência entre os componentes do sistema), o que faz com que o ecossistema seja um sistema autorregulado.

Em 1935, o ecólogo Arthur Tansley sugeriu um modelo teórico para o termo, que viria a ser a unidade básica de estudo para os ecólogos. Tansley sabia que o modelo por ele proposto não era uma realidade identificável, e sim abstrata, porém, foi a visão menos reducionista para aquele momento. Essa perspectiva sistêmica vincula a sobrevivência ao “organismo-em-seu-ambiente”, e não a espécie, como Darwin propunha até então. A ecologia seguiu durante o século XX, evoluindo em seus conceitos como ciência e, um ponto faz-se notar na construção deste saber, a exclusão do ser humano dos assuntos estudados pela Ecologia.

Em contraponto a essa visão, surge na Europa Central Ocidental em meados do século XX a Ecologia da Paisagem, com a perspectiva de considerar o ser humano, a sociedade e o meio físico juntos. O termo “ecologia da paisagem” foi usado, pela primeira vez em 1939, pelo biogeógrafo alemão Carl Troll, em um estudo do uso da terra por meio de fotografias aéreas. Nesse momento, nasce uma nova matéria científica dentro da Ecologia, apenas quatro anos depois que Tansley (1935) introduzir o conceito de “ecossistema”.

O início da Ecologia da Paisagem converge com a da ecologia de ecossistemas, a partir de uma visão sobre as inter-relações da biota e do ser humano com o ambiente, como um conjunto. No entanto, o conceito de paisagem é diferente do de ecossistemas; a definição de ecossistema, para Tansley, inclui uma noção de interdependência entre os componentes do sistema e, para Troll (1971), o conceito básico de paisagem é a espacialidade e a heterogeneidade do local onde o homem habita. Além disso, a paisagem não possui necessariamente as propriedades de um sistema. Nesse sentido, ao sugerir o termo, Troll buscou aproximar a abordagem “horizontal” da Geografia com a “vertical” da Ecologia, em uma tentativa de unir os conceitos de ambos as matérias do conhecimento sobre o ambiente

natural. A Ecologia da Paisagem surge chamando geógrafos e ecólogos para um olhar conjunto sobre as paisagens (NUCCI, 2007; METZGER, 2001; SIQUEIRA, CASTRO e FARIA, 2013).

A principal consequência do duplo nascimento da Ecologia da paisagem é a concepção da paisagem sobre duas óticas distintas. A primeira, influenciada por Carl Troll e demais pesquisadores, tem um olhar geográfico, que sofre a influência da geografia humana, fitossociologia e biogeografia, além de outras disciplinas ligadas ao planejamento territorial. A segunda abordagem é a chamada abordagem ecológica (METZGER, 2001).

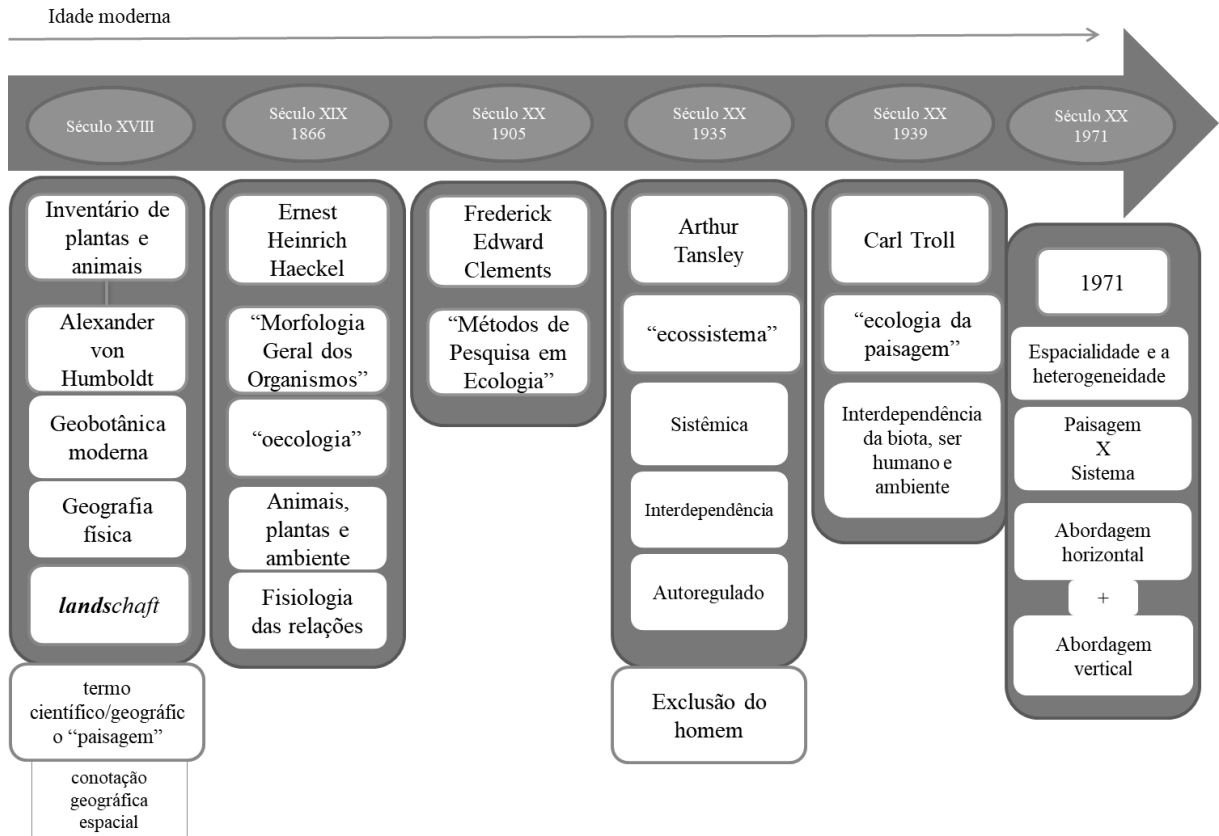


Figura 2. Evolução do conceito de paisagem: início da idade moderna até o século XX.
Fonte: elaboração própria.

Na abordagem geográfica, há a preocupação com o planejamento territorial e com os limites e potenciais de uso das unidades de paisagem (“espaço de terreno com características comuns”); há o estudo das paisagens culturais, que são aquelas modificadas pelo ser humano; privilegiando áreas amplas; com predomínio de pontos a serem analisados em uma escala temporal e espacial macro (METZGER, 2001).

Troll (1971) define paisagem nessa abordagem como “a entidade visual e espacial total do espaço vivido pelo homem”. Nessa perspectiva, a Ecologia da Paisagem foca seus estudos na relação entre animais, plantas e meio físico, sendo uma matéria holística no sentido de que reúne as ciências sociais, geo-físicas e biológicas com o objetivo de compreender a paisagem na sua totalidade e promover o ordenamento territorial. A abordagem geográfica se aproxima de uma Ecologia Humana de Paisagens, focada na interação entre a sociedade e a natureza; Naveh e Lieberman (1989) representam essa linha conceitual (METZGER, 2001).

A abordagem ecológica emerge na década de 1980, entre os ecólogos e biogeógrafos americanos interessados em adaptar a teoria da biogeografia de ilhas no planejamento de área protegidas. Traz consigo influência da ecologia de ecossistemas e da modelagem e análise espacial. Estes dois últimos fatores foram impulsionados pelo aparecimento das imagens de satélite.

Nessa abordagem, a ênfase está nas paisagens naturais que não são necessariamente atreladas as escalas espaciais e temporais macro; a escala depende da espécie que está sendo estudada (Figura 3). A abordagem ecológica conceitua a paisagem como um local heterogêneo formado por um conjunto de ecossistemas que interagem entre si; um mosaico de relevos, formações de vegetação e variados tipos de uso e ocupação; que acabam por formar uma área heterogênea. O foco aqui é compreender o efeito da estrutura espacial sobre os processos ecológicos; foco este facilitado pelo acesso as imagens de satélite que oportunizaram a criação de um grande conjunto de procedimentos e métricas quantificáveis para analisar a estrutura da paisagem. Essa abordagem se aproxima de uma ecologia espacial de paisagens, que enfoca o entendimento e os efeitos do padrão espacial sobre os processos ecológicos.

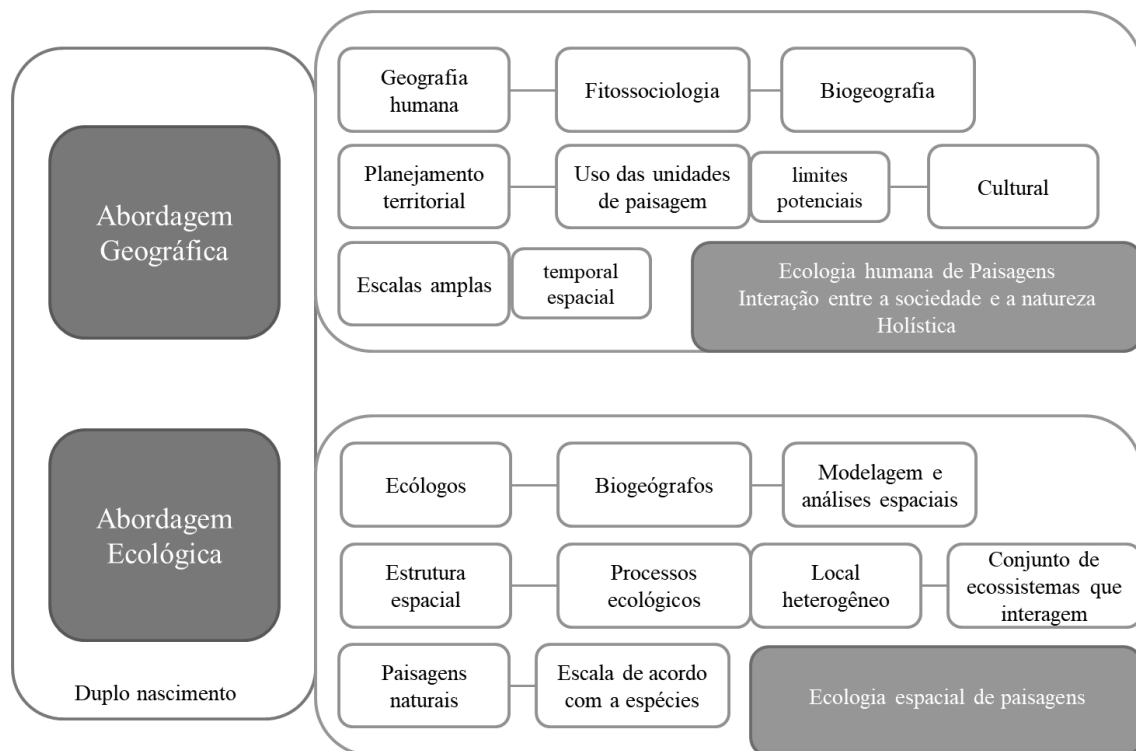


Figura 3. Modelo esquemática da abordagem geográfica e ecologia da paisagem.
Fonte: elaboração própria.

Metzger (2011), no mesmo artigo, sugere a integração entre as abordagens geográfica e ecológica, a partir da seguinte definição para paisagem: “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”.

Para o autor, na abordagem geográfica, o “mosaico heterogêneo” é observado pela visão do homem e de suas necessidades e planejamentos, enquanto que, na abordagem ecológica refere-se ao ecossistema ou ao uso e ocupação do solo, seja por unidade ou conjunto. A interação entre as unidades se dá pelo meio abiótico (relevo, solo,

hidrogeomorfologia), pelas perturbações antrópicas (desmatamento, fragmentação de habitat, estradas) e naturais (enchentes, geadas, escorregamentos de terra), sendo estes fatores de interação determinantes na ocorrência ou não de uma determinada unidade, bem como na disposição espacial dessas unidades que formam o “mosaico heterogêneo”.

Dentro desta abordagem, Metzger propõe que a escala e o nível hierárquico da paisagem sejam determinados pelo observador, que pode ser micro ou macro, em função do objeto de estudo. Dessa maneira, desfaz-se a noção convencional de escala e hierarquia normalmente associada aos estudos de paisagem, como amplas e em nível superior ao de ecossistema, respectivamente.

Para este estudo, o conceito integrado de paisagem proposto por Metzger (2001), aproxima-se da visão de paisagem a que a pesquisa se refere; da abordagem geográfica obtém-se a permissão para considerar como parte da paisagem a própria unidade de conservação objeto do estudo; uma vez que a criação da UC atende a uma necessidade de gestão e planejamento humanos; e a partir da abordagem ecológica é possível delimitar as unidades que compõem esse mosaico, que nesse caso referem-se a formas de uso e ocupação do território (Figura 4).



Figura 4. Aplicação do modelo esquemático da abordagem geográfica e ecologia da paisagem no estudo.

Fonte: elaboração própria.

A interação entre essas unidades dá-se pelo relevo, pelas áreas de inundação e pela fragmentação do habitat (respectivamente fatores abiótico, naturais e antrópicos); fatores que condicionam em primeiro lugar, um mosaico de vegetação fragmentada, entremeadada por extensas áreas de pastagens e pontuais ocupações humanas urbanas e rurais e; em segundo lugar, a disposição espacial das unidades, com os fragmentos de vegetação localizados nas porções altas e íngremes dos divisores de águas; a pastagem nas planícies dos rios; e a ocupação humana urbana e rural nas margens dos rios e riachos (**Figura 5**).

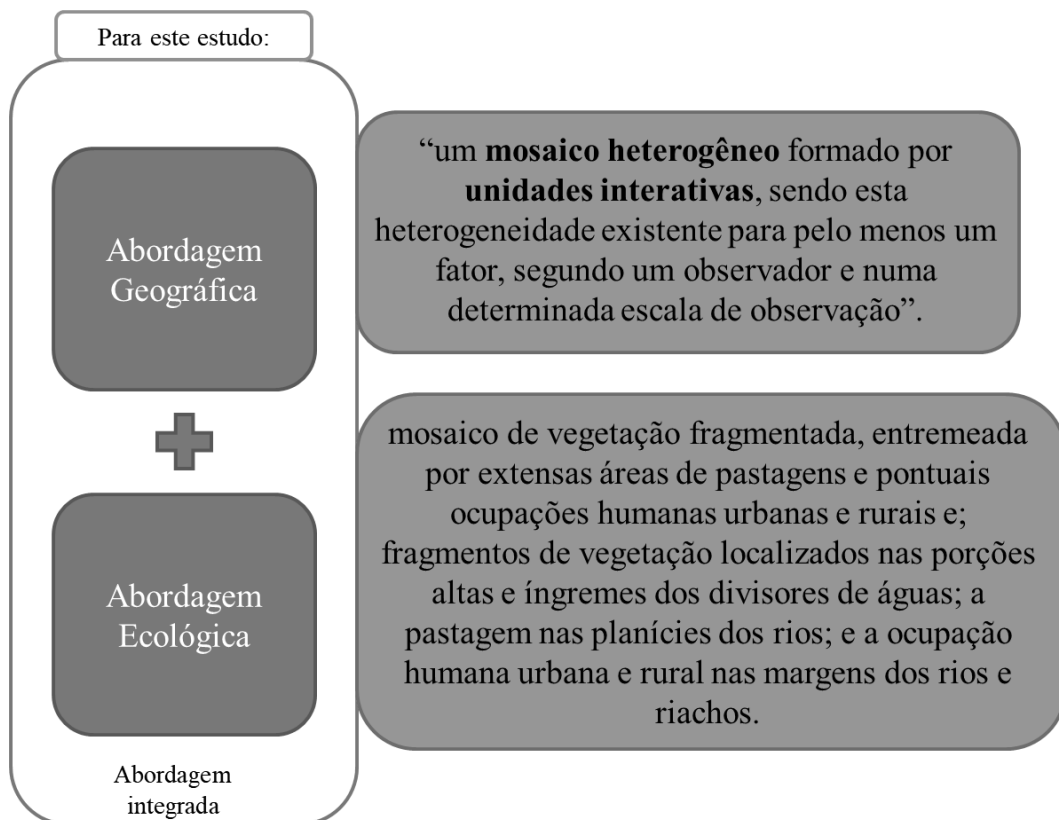


Figura 5. Modelo esquemático desenvolvida do conceito de paisagem aplicado com base na abordagem geográfica e ecologia.
Fonte: elaboração própria.

2.3 A Estrutura da Paisagem

Nesse contexto, a Ecologia da Paisagem surge como uma ciência necessária ao desenvolvimento, manejo, conservação e planejamento da paisagem (TURNER, 1995), a partir do qual é possível o estudo da estrutura, da função e das mudanças que ali ocorrem (NAVEH e LIEBERMAN, 1989).

Forman e Godron (1986) completam essa definição, acrescentando que as paisagens possuem uma estrutura comum e fundamental, formada por três elementos: manchas (ou fragmentos), matriz e corredores (Figura 6). Os autores afirmam que conhecer a distribuição espacial destes elementos é entender a estrutura da paisagem. Turner (1995) complementa essa definição, considerando como propriedades fundamentais da paisagem o arranjo espacial, as funções, interações e alterações que ocorrem ao longo do tempo.

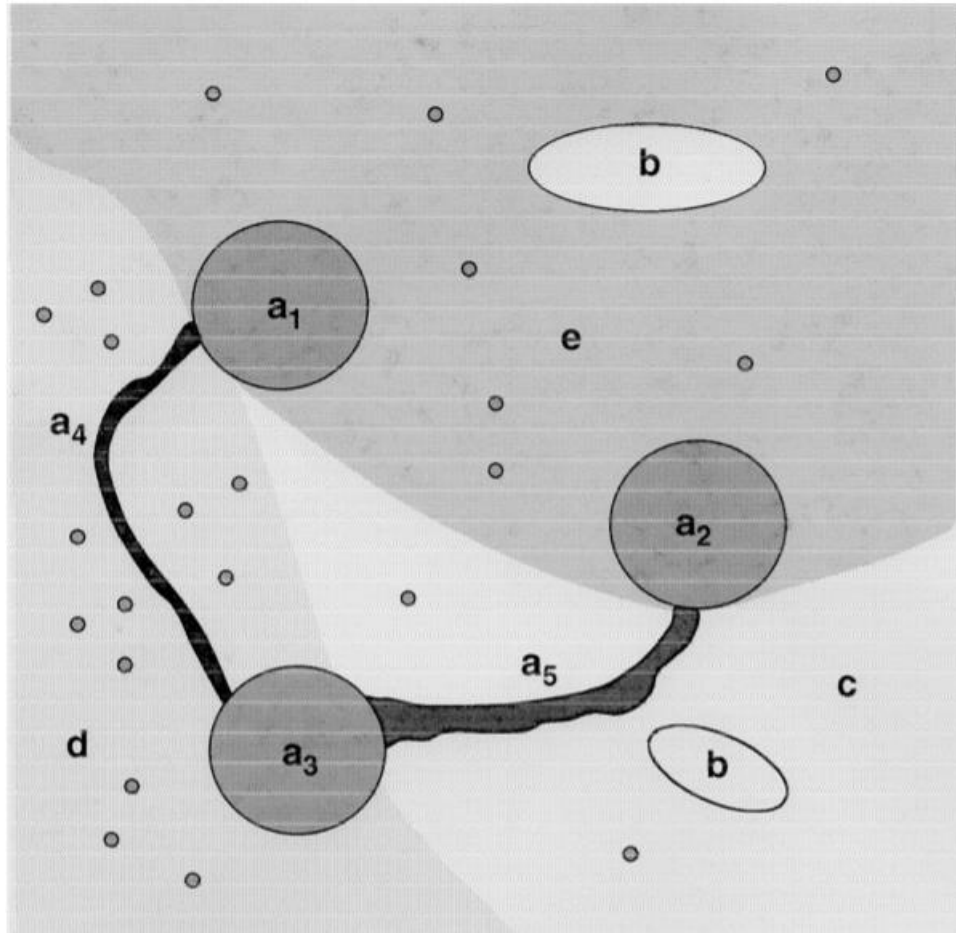


Figura 6. Exemplo esquemático da estrutura da paisagem que representa três fragmentos (a1, a2, a3), dois corredores (a4, a5), quatro outras unidades (b, c, d, e) que compõem a matriz inter habitat. Os círculos redondos representam os pontos de ligação (porções reduzidas de habitat). Os tons de cinza mostras os diferentes graus de permeabilidade da matriz.

Fonte: METZER, 1999.

As manchas são as menores unidades identificáveis da paisagem sendo consideradas como seu elemento espacial fundamental. São definidas como superfícies não lineares, inseridas em uma matriz da qual diferem pela aparência, variando de tamanho, forma e limites (FORMAN e GODRON, 1986), podendo ser naturais ou resultado da ação antrópica (FARINA, 1998).

Os corredores, por sua vez, se apresentam como estruturas lineares, associadas à circulação das espécies entre as manchas. Em ambientes fragmentados, a implantação de corredores de vegetação tem sido uma maneira de reduzir os impactos da fragmentação, aumentando o fluxo gênico e atuando como refúgio para a fauna (METZGER, 1999).

A matriz é o elemento mais extenso e que tem maior conectividade da paisagem, exercendo forte influência no seu funcionamento e regulação. É um elemento extenso e relativamente homogêneo, onde estão inseridas as manchas e os corredores, influenciando o fluxo de energia, o ciclo de substâncias e o regime das espécies da paisagem (FORMAN e GODRON, 1986).

Para estudar e verificar os padrões espaciais e processos naturais nas paisagens faz-se necessária a descrição quantitativa de seus padrões e estruturas. Para isso, foram desenvolvidos diferentes índices, conhecidos como métricas de paisagem (MCGARIGAL e MARKS, 1995; HARRIS, 1984).

Existe uma grande variedade de índices, que foram agrupados nas seguintes categorias: índices de área, índices de diversidade, tamanho e variabilidade dos fragmentos; índices de forma; índices de borda; índices de área nuclear; índices métricos de vizinho mais próximo; índices de diversidade; e índices de contágio e espalhamento (MCGARIGAL e MARK, 1995). Entretanto, a melhor maneira de quantificar uma determinada paisagem é por meio de uma pequena variedade de índices, que possibilitem mostrar sua estrutura e padrão (RITTERS et al., 1995).

Como ferramenta auxiliar para quantificar os padrões e estrutura da paisagem, os Sistemas de Informação Geográfica e o Sensoriamento Remoto oferecem um conjunto de técnicas úteis na caracterização, tanto temporal quanto espacial, dos padrões de uso e cobertura do solo, necessários para a posterior quantificação da estrutura da paisagem (VALENTE, 2001).

O índice de área é composto pelas métricas de área dos fragmentos, índice de similaridade da paisagem, área da classe, porcentagem da paisagem e índice de maior fragmento (TURNER e GARDNER, 1990). A área é uma das mais importantes informações sobre a paisagem (FORMAN e GODRON, 1986; VALENTE, 2001). Qualquer redução da área do fragmento pode levar a redução do número de espécies, alterando a dinâmica de populações de plantas e animais, que por sua vez, afeta a regeneração das espécies e a sustentabilidade do ecossistema (VALENTE, 2001). O tamanho mínimo estimado para manter estável um fragmento florestal de floresta semidecídua é de 25 hectares (METZGER, 1997).

Os índices de densidade, tamanho e variabilidade são expressos pelas métricas de número de mancha; tamanho médio do fragmento; desvio padrão e coeficiente de variação do tamanho da mancha (MCGARIGAL e MARK, 1995).

Os índices de borda são expressos pelas métricas de quantidade de borda; índice de contraste de borda; total de borda de uma classe e densidade de borda (MCGARIGAL e MARK, 1995).

2.4 Estudos de Ecologia da Paisagem na APA São João

Diversos estudos de ecologia da paisagem foram realizados na região de abrangência da APA São João (RIBEIRO, 2012; SEABRA, 2012; ABDALLA e CRUZ, 2015; ALEXANDRE 2013, PRECINOTO 2017; ALEXANDRE, 2018). Abaixo serão apresentados os principais resultados de alguns destes autores, selecionados pela interface com o presente estudo.

A estrutura da paisagem do município de Silva Jardim, que está inserido nos limites internos da APA São João, foi analisada por Abdalla e Cruz (2015). Foram calculadas métricas da paisagem a partir do mapa de uso e cobertura da terra do ano de 2010. Os resultados encontrados apontaram elevado grau de fragmentação florestal, principalmente na região de terras baixas. Os pequenos fragmentos (menores que 10 ha) foram maioria em número, embora tenham sido minoria considerando a área total. Analisando as demais classes de uso da terra do município, a classe de pastagem foi identificada como a matriz da paisagem.

Precinoto (2017) analisou a dinâmica espacial do desmatamento e da regeneração florestal da bacia do rio São João, cujos principais cursos d'água estão inseridos nos limites da APA. Para isso, a autora utilizou uma série histórica de mapas de uso e cobertura do solo de 1975 a 2010, elaborado por Seabra (2012), que disponibilizou os dados para o estudo. Foram identificados os principais fatores determinantes do desmatamento e da regeneração

florestal na bacia, os quais permitiram a modelagem ambiental associada à análise temporal da estrutura da paisagem.

Os eventos de regeneração foram favorecidos nos locais próximos a fragmentos com área entre 10 e 100 hectares, em áreas altas e declivosas enquanto que em locais de alta umidade do solo, encostas suaves, depressões de drenagem ou planícies a regeneração foi desfavorecida. A presença de unidade de conservação de uso sustentável (APA São João) inibiu o desmatamento, uma vez que estes eventos tenderam a ocorrer em locais distantes da unidade de conservação.

A partir da análise das taxas de regeneração e desflorestamento anuais e no período, contou-se que os eventos de desflorestamento foram maiores que os de regeneração em ambos os casos. A diminuição da área florestal concentrou-se entre 1975 e 1995; a partir desta data até 2010 observou-se uma ligeira inversão dessa tendência, que resultou em um acréscimo da área de floresta. No entanto, essa alteração não foi suficiente para inverter o balanço total entre 1975 e 2010 que foi de perda florestal.

A brusca redução da cobertura florestal impactou a estrutura da paisagem; o isolamento entre os fragmentos aumentou bem como a distância média do vizinho mais próximo e a distância média entre fragmentos. Esse cenário se consolidou entre 1985 e 1995, quando a distância média do fragmento vizinho mais próximo e o tamanho médio do fragmento diminuíram associado ao aumento do número de fragmentos.

Complementando o tema, Alexandre (2018), em busca de respostas para questões de conectividade ecológicas e de estratégias de conservação para o mico-leão-dourado, avaliou a combinação entre conectividade da paisagem e adequabilidade ambiental, enfoques até então utilizados separadamente na análise da distribuição e configuração de habitat de espécies. A área de estudo foi na bacia hidrográfica do rio São João, a mesma que se localiza na área da APA São João.

A avaliação da conectividade por meio da análise combinada entre adequabilidade ambiental¹ e conectividade funcional dos fragmentos da paisagem, mostrou que a maior parte dos fragmentos teve contribuição “muito baixa” ou “baixa” (cerca de 93% dos remanescentes florestais) para a conectividade; apenas 0,07% dos fragmentos foram classificados com contribuição “muito alta”. A autora atribui esse resultado ao histórico de perda de habitat da região e a necessidade de aumento da conectividade para ampliar a rede de habitat, por meio de estratégias de restauração florestal.

Os fragmentos que foram classificados com contribuição “muito alta” são dois maciços florestais de aproximadamente 60.000 hectare, sendo que, desta área completa, apenas 10% (~6,600 ha) possui adequabilidade considerada apropriada (acima de 0,5). Mais adiante, estes fragmentos foram identificados como um grande bloco de floresta conectada que se localiza na região norte da área de distribuição do mico-leão-dourado em contraste com o isolamento dos demais fragmentos na porção ao sul.

O delineamento dos corredores foi feito considerando dois cenários: corredores simulados de menor distância e corredores ripários simulados. Além disso, a simulação considerou as treze unidades de manejo da paisagem (UMP) do Programa de Conservação do Mico-leão-dourado e a necessidade de conectá-los. Nos dois cenários foram propostos corredores estratégicos, no entanto, o cenário dos corredores ripários apresentou maiores

¹ A adequabilidade ambiental de um fragmento é resultado da relação entre componentes ambientais e ocorrência das espécies; sendo que os modelos indicam a proximidade entre o ambiente analisado em relação as condições ideais para a espécie considerada (GUISAN e THUILLER, 2005; PHILLIPS e DUDIK, 2008), no caso o mico-leão-dourado.

possibilidades de conexões intra e inter UMP. Esse resultado indica um potencial de sucesso para os cenários de restauração, pois nos dois cenários foram propostos corredores.

Comparando os dois cenários propostos, o modelo de restauração de corredores ripários foi considerado em vantagem, por estabelecer maior número de conexões intra e inter UMP além das conexões estarem mais bem distribuídas.

Com relação ao comprimento dos corredores, a simulação demonstrou que 75% dos corredores propostos tiveram comprimento euclidiano menor que 890 m. Além desse resultado, a comparação entre os cenários avaliados demonstrou que a classe de uso e de cobertura da terra entre as UMP pode dificultar ou mesmo impedir a movimentação do mico-leão-dourado bem como de outras espécies que ocorrem na região, como a preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*) e a Jaguaritica (*Leopardus pardalis*).

2.5 Características Ambientais da APA São João

2.5.1 Aspectos de conservação

Há mais de 30 anos a região da bacia do rio São João é alvo do Programa de Conservação do Mico-leão-dourado que, durante esse período, influenciou a criação de unidades de conservação na região, entre elas duas Reservas Biológicas (Poço das Antas - primeira desta categoria no Brasil e União), uma Área de Proteção Ambiental (APA do rio São João/Mico-leão-dourado) e de dezenas de reservas particulares do patrimônio natural, além de desenvolver ações de restauração e conectividade da paisagem.

O conjunto desses esforços teve como principal resultado o resgate de uma espécie do status de extinção, o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*). O MLD é endêmico da Mata Atlântica e distribuía-se originalmente por parte da baixada costeira do estado do Rio de Janeiro (RYLANDS et al. 2002).

Entre as causas que levaram à redução da população de MLD, a principal foi a drástica redução do seu habitat pelo desmatamento para extração de madeira, produção de carvão e agropecuária o que provocou o isolamento das populações remanescentes em pequenas ilhas isoladas de vegetação secundária (COIMBRA-FILHO, 1969; MITTERMEIER et al., 1982).

Outro fator foi a captura de indivíduos para a exportação para zoológicos e laboratórios de pesquisa, além da caça (RUIZ-MIRANDA, GRATIVOL e PROCÓPIO-DE-OLIVEIRA, 2008). Estimativas mostram que entre os anos de 1960 e 1965, cerca de 300 indivíduos de micos-leões-dourados eram capturados por ano (KIERULFF et al., 2012).

A preocupação com a conservação do mico-leão-dourado remonta à década de 1960, quando o primatólogo Coimbra Filho observou o extermínio das florestas fluminenses enquanto estava em busca das populações remanescentes da espécie (KIERULFF et al., 2012). O resultado deste estudo pioneiro foi publicado no 3º Congresso Brasileiro de Zoologia (COIMBRA-FILHO, 1969), e o primeiro a apresentar um mapa de distribuição da espécie, além de descrever aspectos morfológicos, do habitat, comportamento, reprodução e captura (RYLANDS et al., 2002).

No mesmo período, em 1964, foi publicada a primeira lista de espécies ameaçadas de extinção do Brasil, que incluía o mico-leão-dourado entre outras e em 1967 foi aprovada a Lei de Proteção da Fauna Brasileira. Com isso, a captura, caça, compra, venda e exportação de qualquer espécie nativa bem como de produtos derivados foi proibida (RYLANDS et al., 2002).

As leis brasileiras de proteção da fauna e os estudos promovidos por Coimbra Filho repercutiram internacionalmente; os zoológicos internacionais passaram a evitar a importação de micos-leões-dourados silvestres (RYLANDS et al., 2002). A *US Rare and Endangered*

Species Act foi responsável por prevenir esse comércio no período, ajudando a por um fim na importação dos animais (KIERULFF et al., 2012).

O fim do comércio de micos foi um passo importante para a conservação da espécie. No entanto, até então, nada tinha sido feito a respeito da destruição do seu habitat. Um primeiro passo nesse sentido foi a criação da Reserva Biológica Poço das Antas, em 1974, através dos esforços de Coimbra Filho e Magnanini (RYLANDS et al., 2002). A REBIO Poço das Antas foi a primeira Reserva Biológica do Brasil e a primeira área protegida para o mico-leão-dourado (KIERULFF et al., 2012).

Outro importante passo veio depois da conferência “*Saving the Lion Mamoset*”, realizada em 1972 pelo Zoológico Nacional de *Washington*, onde a situação de conservação da espécie foi avaliada (KIERULFF et al., 2012) por pesquisadores brasileiros, europeus e norte americano. A partir daí, o manejo das populações de cativo passou a ser realizado de forma conjunta entre os zoológicos, o que elevou rapidamente o número de indivíduos nessa condição (KIERULFF et al., 2012).

Apesar do sucesso no programa de manejo populacional integrado entre os zoológicos, era sabido que as populações não se manteriam sem o acréscimo de indivíduos silvestres (RUIZ-MIRANDA, GRATIVOL e PROCÓPIO-DE-OLIVEIRA, 2008).

Anos mais tarde, em 1981, o Zoológico Nacional de *Smithsonian*, que coordenava o programa de conservação do mico-leão-dourado, iniciou uma negociação com o IBDF para o desenvolvimento de um programa de pesquisa de longo prazo que unisse os interesses da conservação *in situ* com a *ex situ* (RYLANDS et al., 2002). Com isso, seria possível manter as populações em cativeiro e promover o repovoamento das florestas onde o mico-leão-dourado habitava originalmente (RUIZ-MIRANDA, GRATIVOL, e PROCÓPIO-DE-OLIVEIRA, 2008).

Para tanto, foi criado o Comitê Internacional para a Conservação e Manejo do Mico-Leão-Dourado, que deu suporte às ações de manejo desenvolvidas no Brasil naquele período (KIERULFF et al., 2012). Em 1983 o programa passou a ser coordenado pela Fundação Brasileira de Conservação da Biodiversidade e, mais tarde, pela Associação Mico-leão-dourado, organização não governamental criada para este fim em 1992.

Em seguida, foi iniciado o programa de reintrodução dos indivíduos nascidos em cativeiro na natureza na REBIO Poço das Antas. A primeira reintrodução envolveu a suplementação alimentar, manejo e cuidados veterinários aos indivíduos, com o objetivo de prolongar o tempo de vida dos indivíduos e ajudá-los na reprodução. O programa durou quatorze anos, com uma última campanha realizada em 2000. Foram envolvidos 148 zoológicos de todo o mundo, o que resultou na reintrodução na natureza de 153 indivíduos de micos e o repovoamento de cerca de 3.650 ha de florestas (RUIZ-MIRANDA, GRATIVOL e PROCÓPIO-DE-OLIVEIRA, 2008).

Mais adiante, em 1990 foi realizado o *Workshop* de Planejamento e Avaliação da espécie. Foram definidas ações para a conservação *in situ* e *ex situ* para os anos vindouros e levantada uma das principais questões relativas a conservação dos micos à época, o status das populações fora da REBIO Poço das Antas (RYLANDS et al., 2002).

Então, em 1991 a pesquisadora Maria Cecília Kierulff iniciou o maior levantamento populacional realizado após os estudos de Coimbra Filho na década de 1960 (KIERULFF, 1993). Foram identificados 109 grupos de micos distribuídos por uma área de 105 km² de floresta em quatro municípios do Estado do Rio de Janeiro, Silva Jardim, Cabo Frio, Saquarema e Araruama. Dos grupos identificados, doze encontravam-se isolados em fragmentos de área entre 20 e 250 ha (RUIZ-MIRANDA, GRATIVOL e PROCÓPIO-DE-OLIVEIRA, 2008; (KIERULFF, 1993).

Como resultado desse levantamento, o status de conservação do MLD passou de “Em perigo” para “Em perigo crítico” (IUCN 1996), devido à severa fragmentação do habitat e redução populacional (ALEXANDRE, 2018). Nesse cenário, a translocação de alguns desses grupos para áreas maiores e preservadas foi traçada como estratégia prioritária para a conservação da espécie (KIERULFF, 1993).

O Programa de Translocação teve início em 1993; a primeira translocação foi na Fazenda União, um fragmento de Mata Atlântica de 2.400 ha inserido na área de ocorrência natural da espécie (RUIZ-MIRANDA, GRATIVOL e PROCÓPIO-DE-OLIVEIRA, 2008).

Em 1998, por intermediação da AMLD e com apoio do IBAMA, a Fazenda União transformou-se em uma unidade de conservação de proteção integral, a Reserva Biológica União, a segunda desta categoria na região. Assim, a proteção permanente da população translocada foi assegurada, bem como a conservação da segunda maior área de Mata Atlântica de baixada costeira do Estado do Rio de Janeiro (RUIZ-MIRANDA; GRATIVOL, 2008).

Como resultados dos programas de reintrodução e de translocação, dos 1.500 micos encontrados na natureza naquele período, cerca de 60% eram oriundos dos indivíduos destes programas e de seus descendentes. A partir desse resultado, o status de conservação da espécie passou de “Em perigo crítico” para “Em perigo” (RUIZ-MIRANDA; GRATIVOL, 2008).

Outro avanço em termos de estratégia de conservação neste mesmo período foi o estabelecimento de uma meta baseada em critérios quantitativos para o projeto. A Meta 2025, como ficou conhecida, estabeleceu que o projeto de conservação do mico-leão-dourado deveria, até 2025, ter uma população de 2.000 indivíduos vivendo em 25.000 ha de florestas protegidas e conectadas (BALLOU et al., 1998). Para isso, o projeto passou a utilizar, como técnica de gestão, o manejo adaptativo para a conservação, no qual o status da população é constantemente avaliado através do monitoramento de alvos de conservação pré-selecionados (HOLST et al., 2006; RUIZ-MIRANDA et al., 2008).

Aliado a isso e com o conhecimento acumulado durante os 25 anos do projeto, as populações de mico passaram a ser manejadas como uma metapopulação (HOLST et al., 2006; GRATIVOL et al., 2008); onde se busca estabelecer a conectividade entre as populações isoladas, seja por meio da translocação de indivíduos ou pela criação de corredores. Para isso, é necessário saber onde, quando e como os animais podem ser movimentados para que haja impacto na sua demografia, no fluxo gênico e na distribuição espacial pela paisagem (RUIZ-MIRANDA et al., 2010).

Os efeitos negativos da fragmentação no fluxo gênico estão acontecendo mais rápido do que as pesquisas de campo podem acompanhar; uma paisagem permeável é essencial para garantir a dispersão e a conservação dos micos e, com isso, a manutenção da espécie em longo prazo (MORAES et al., 2018). O número de micos aumentou, desde a década de 1980, de um total de 400 (COIMBRA-FILHO e MITTERMEIER, 1977) para 3.200 (AMLD, dados não publicados), como resultado do manejo intenso realizado (HOLST et al., 2006; KIERULFF et al., 2012). Acompanhando este processo de aumento da população, a perda de diversidade genética foi observada ao longo deste tempo (MORAES et al., 2018).

O manejo realizado por meio das ações de reintrodução e translocação foram soluções imediatas para resgatar a população da ameaça de extinção. Entretanto, elas não garantem sozinhas, com seus resultados, a viabilidade da população de micos em longo prazo; para isso é necessário restaurar a conectividade funcional da paisagem e, assim, assegurar o fluxo gênico entre as populações (MORAES et al., 2018).

2.5.2 Aspectos de recursos hídricos

A APA foi criada pelo Decreto S/Nº, de 27 de junho de 2002, com os objetivos básicos de “de proteger e conservar os mananciais, regular o uso dos recursos hídricos e o parcelamento do solo, garantindo o uso racional dos recursos naturais e protegendo remanescentes de floresta atlântica e o patrimônio ambiental e cultural da região” (BRASIL, 2002).

A proteção dos recursos hídricos está entre os objetivos de criação da APA São João/Mico-Leão-Dourado. O rio São João, que dá nome à unidade de conservação, é o principal curso d'água da APA e está entre os principais cursos d'água do Estado do Rio de Janeiro (BIDEGAIN e VOLCKER, 2004).

Partes dos esforços de gestão identificados no plano de manejo da APA foram direcionadas à conservação dos recursos hídricos locais, sendo que, dos dezoito objetivos específicos elencados no documento nove são relativos à proteção, manutenção, normatização, recuperação e monitoramento dos recursos hídricos inseridos nos limites da unidade (MMA, 2008).

Um ponto central relativo à conservação dos recursos hídricos da APA é o reservatório de Juturnaíba. Suas águas são fonte de utilizadas para o abastecimento humano dos doze municípios da região, sendo a única fonte para os municípios da região dos Lagos, zona costeira localizada ao sul da bacia hidrográfica e que não dispõe de água doce para este fim (RIBEIRO, 2012).

A população abastecida pelo reservatório de Juturnaíba é estimada em 210.000 habitantes (IBGE, 2010), sendo que no período da alta temporada (verão) esse valor pode aumentar de forma significativa na zona costeira (CILSJ, 2010), podendo atingir até 600.000 pessoas nessa região (RIBEIRO, 2012). Na Figura 7, é possível observar a representação esquemática dos municípios abastecidos com as águas oriundas do reservatório de Juturnaíba.

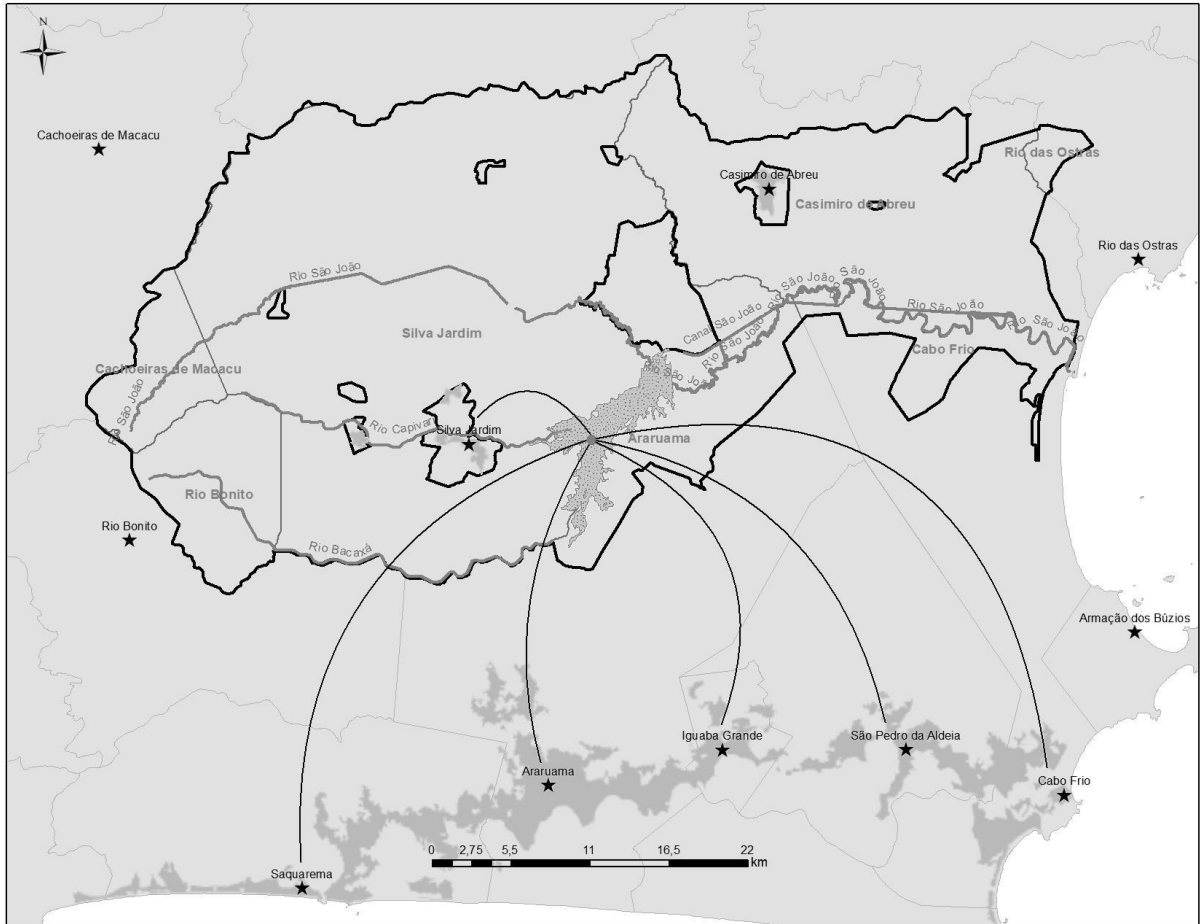


Figura 7. Ilustração esquemática dos municípios abastecidos pelo reservatório de Juturnaíba, localizado no interior da APA São João/Mico-leão-dourado.

Fonte: Elaboração própria.

A APA São João foi criada sobre os limites da bacia do rio São João, sendo o divisor de águas a bacia do rio Macaé e das Ostras e com a bacia da Baía de Guanabara o limite norte e oeste da UC. O limite Sul da APA faz divisa com as sub-bacias do rio Capivari e Bacaxá, ambos cursos d'água tributários do rio São João. Na direção Leste, o rio São João deságua no Oceano Atlântico (Figura 8).

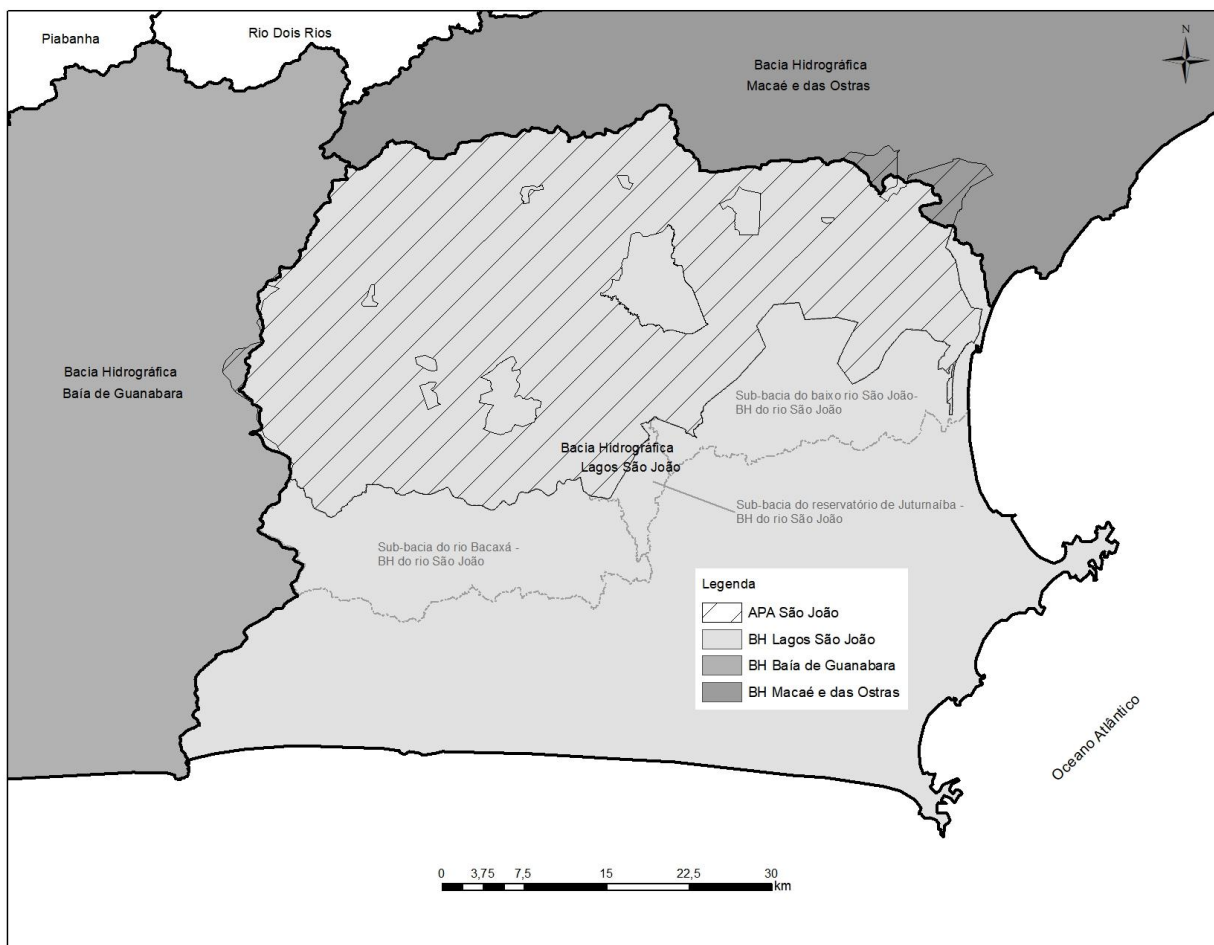


Figura 8. Limite da Área Proteção ambiental do Rio São João/Mico-leão-dourado com outras bacias hidrográficas.

Fonte: Elaboração própria.

A APA abrange a região da nascente do rio São João bem como de todos os tributários localizados a sua margem esquerda. Essas regiões correspondem as sub-bacias do alto e médio São João (completamente inseridas na APA) e do baixo São João (parcialmente inserida). Outro tributário importante localizado na unidade de conservação é o rio Capivari, onde está inserida a área urbana de Silva Jardim, as margens deste rio. Ainda, uma parcela da região das sub-bacias do rio Bacaxá da lagoa de Juturnaíba (Figura 9).

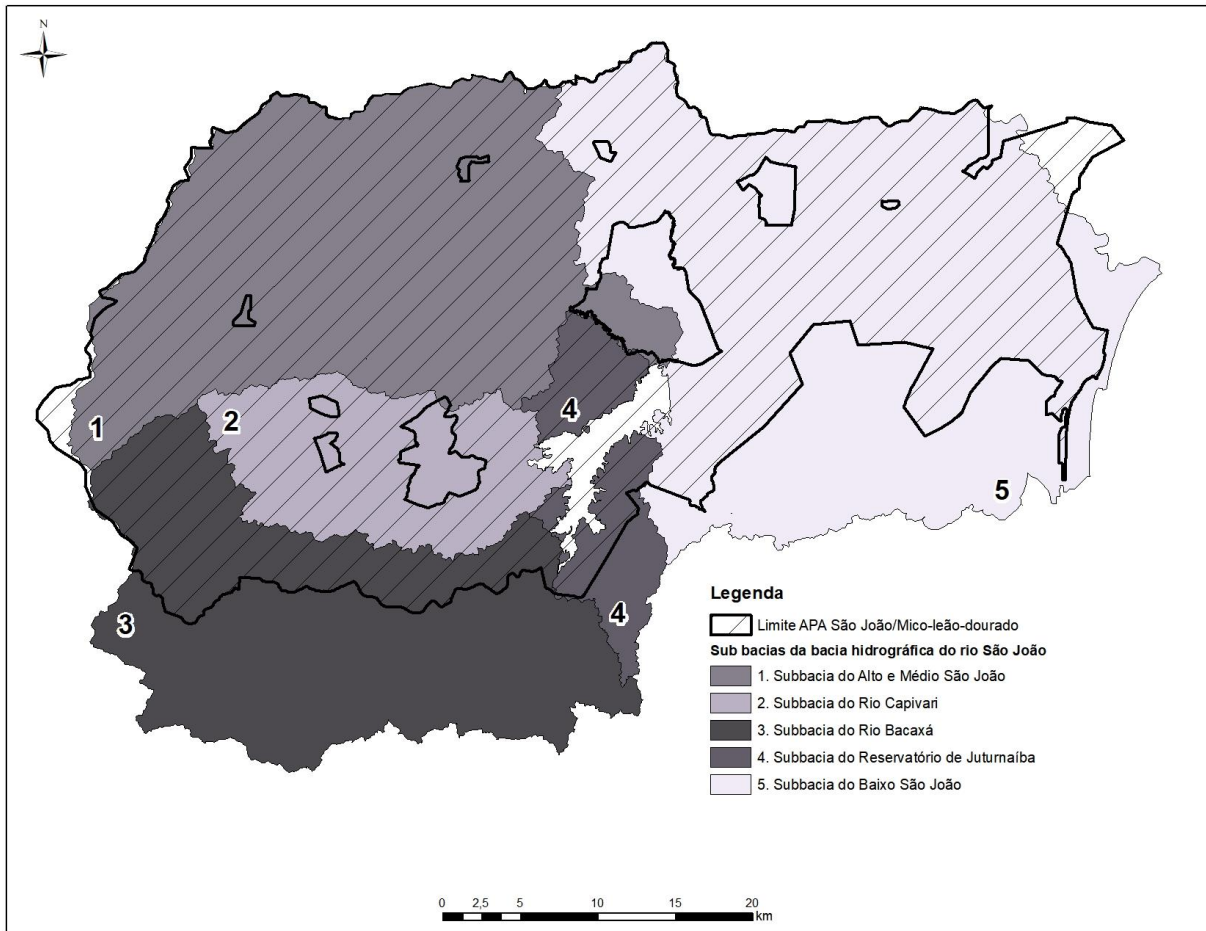


Figura 9. Sub-bacias hidrográficas da bacia hidrográfica do rio São João inseridas na APA São João/Mico-leão-dourado.

Fonte: Elaboração própria.

Apesar de parte da bacia do rio São João não estar inserida nos limites da APA, a avaliação estratégica feita no Plano de Manejo diz que a degradação sofrida nessa região reflete dentro da unidade de conservação. Foram citadas como as principais fontes de degradação a poluição do meio ambiente por agrotóxicos, efluentes industriais e saneamento, além da deterioração dos recursos hídricos de maneira geral (MMA, 2008).

A nascente do rio São João se localiza no município de Cachoeiras de Macacu, na Serra do Sambe, a 800 metros de altitude. Os principais afluentes da margem esquerda do rio São João são o Aldeia Velha, Indaiassú, Lontra e Dourado e da margem direita, o Riacho do Gavião, Sange e Capivari; todos estes inseridos dentro dos limites da APA São João/Mico-Leão-Dourado, como pode ser observado na Figura 10.

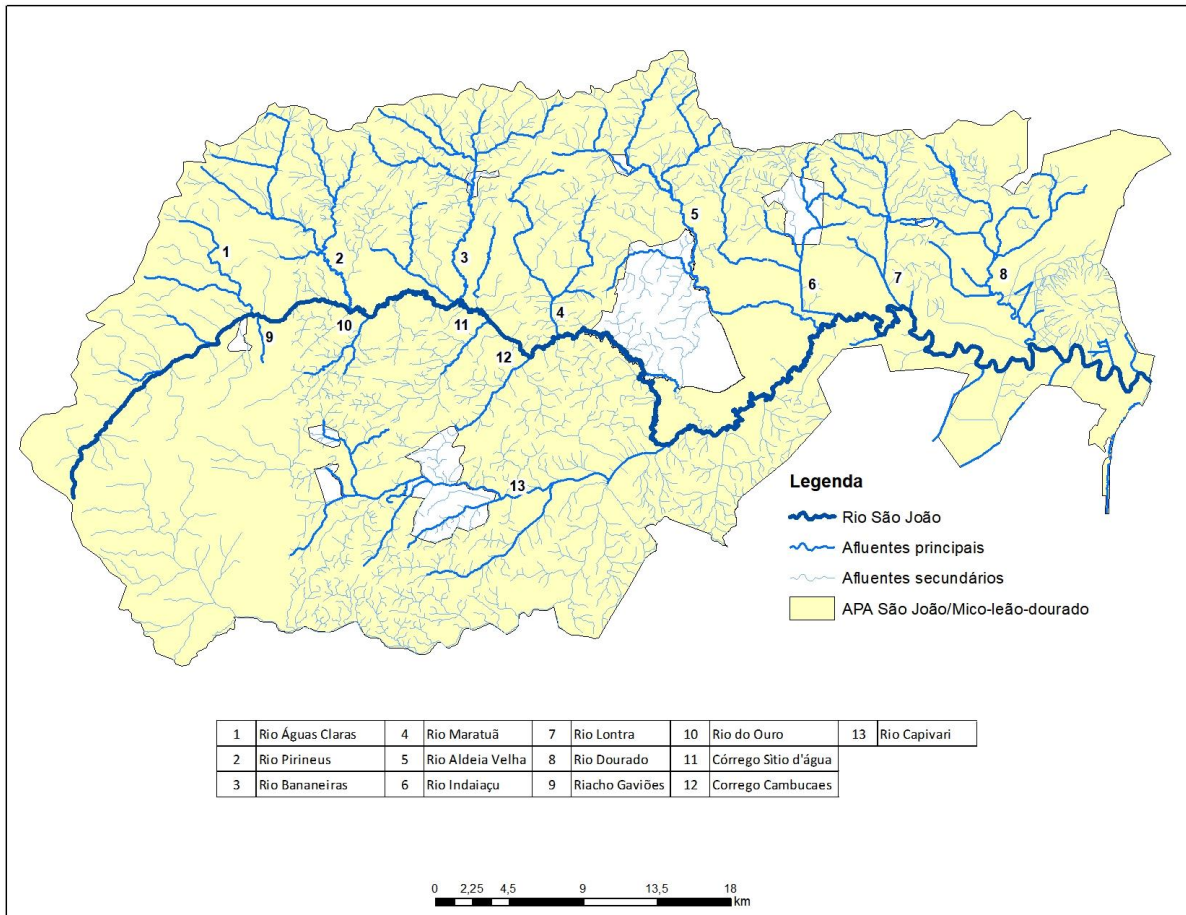


Figura 10. Principais cursos d'água da APA São João/Mico-leão-dourado antes das obras de drenagem realizadas pelo DNOS entre as décadas de 1960 e 1980.
Fonte: Elaboração própria.

Originalmente, o leito do rio São João era contínuo e sinuoso, com aproximadamente 133 quilômetros. Na metade do seu comprimento total, o rio recebia pela margem direita o canal Revólver ou Sangradouro, que era o escoadouro da lagoa de Juturnaíba. A Lagoa, era um sistema lagunar natural formada na confluência dos rios Capivari e Bacaxá e tinha cerca de 5,56 km² (Figura 11). Deste trecho em diante, o rio seguia serpenteando por 70 quilômetros até desaguar no oceano Atlântico; percolando pela baixada e formando extensas áreas de brejo e mata ribeirinha nas áreas secas e inundadas (BIDEGAIN e VOLCKER, 2004).

No período de 1970 a 1980, o Departamento Nacional de Obras Sanitárias (DNOS) realizou inúmeras obras hidráulicas na bacia do rio São João que alteraram profundamente os ecossistemas aquáticos locais. Os estudos começaram por volta de 1950 e dez anos depois as obras tiveram início, sendo finalizadas na década de 1980. Durante esse período, foi feita a retificação e canalização dos principais rios, a drenagem dos brejos e a construção do reservatório de Juturnaíba sobre a antiga lagoa.

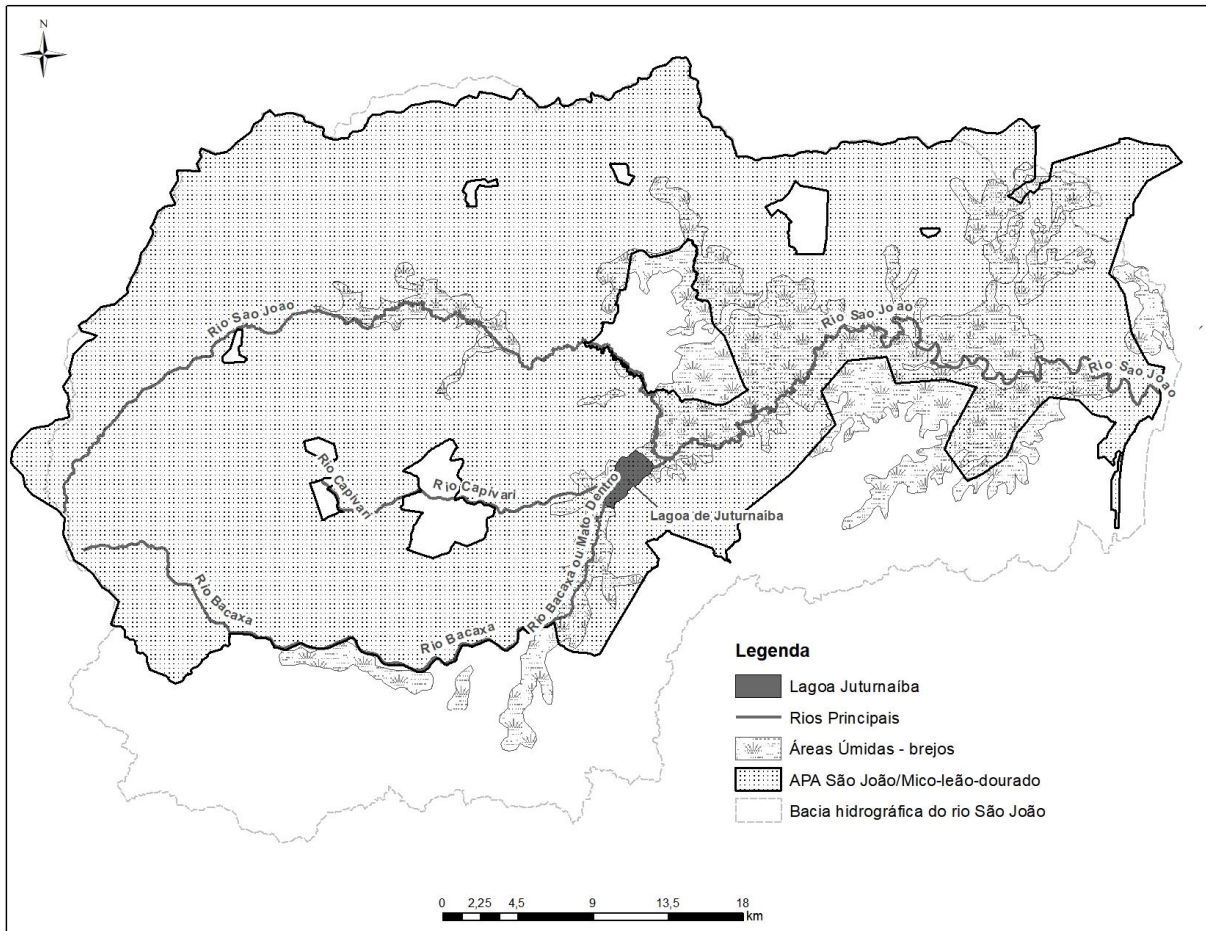


Figura 11. Lagoa de Juturnaíba antes das obras hidráulicas realizadas pelo DNOS.
 Fonte: Elaboração própria.

Na primeira fase de intervenções, entre 1950 e 1960, uma seção de vinte quilômetros foi retificada no leito principal do alto São João, desde a confluência do rio Gaviões, localizado na cabeceira, até próximo à lagoa de Juturnaíba; assim como nos principais afluentes do alto rio São João, entre eles os rios Águas Claras, Pirineus, Bananeiras, Maratuã, Salto d'Água e do Ouro, além dos rios Capivari e Bacaxá (BIDEGAIN e VOLCKER, 2004).

Na segunda fase, compreendida entre a década de 1970 e 1980, foram realizadas as obras para a construção da barragem na lagoa de Juturnaíba, com início do enchimento do reservatório em 1982 e término em 1984. Em paralelo à construção da barragem, foi construída, a jusante do vertedouro do reservatório, um canal retilíneo de 24,5 quilômetros.

O Canal do rio São João, como ficou conhecido, se estende por toda a extensão longitudinal da planície do baixo rio São João, com o objetivo de escoar a água da represa. Também foram retificados trechos dos principais afluentes do baixo rio São João, entre eles o rio Aldeia Velha, Indaiassu, Lontra e Dourado. Além disso, foram feitas valas de drenagem na imensa região de brejos a jusante do reservatório, que levaram ao ressecamento da extensa área brejosa (BIDEGAIN e VOLCKER, 2004). Na Figura 12, é possível observar as alterações realizadas nos cursos d'água citados durante a realização das obras e após.

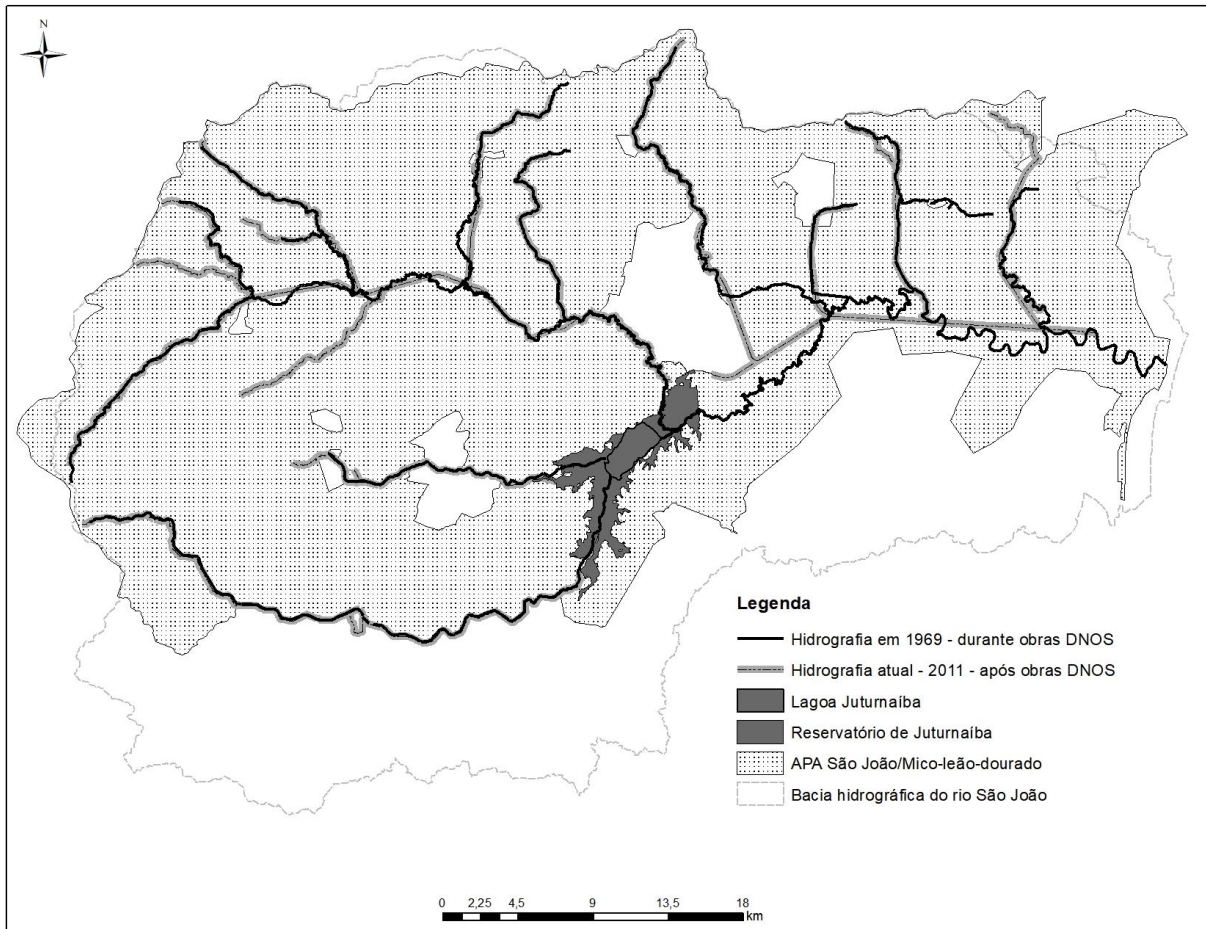


Figura 12. Rios da APA São João que tiveram o curso alterado pelas obras hidráulicas realizadas pelo DNOS.

Fonte: Elaboração própria.

Com o enchimento do reservatório foram submersos 13,6 km do rio São João, 8 km do leito do rio Bacaxá e 5,3 km do rio Capivari, bem como as matas existentes e as áreas úmidas associadas (BIDEGAIN e VOLCKER, 2004). O reservatório de Juturnaíba submergiu a lagoa, que em termos de área, passou de 5,6 km² para os atuais 30,8 km² e volume de 10 milhões de m³.

Na época em que as obras tiveram início, estava em vigência uma Deliberação da Comissão Estadual de Controle Ambiental de 1977 que previa a preparação de um Relatório de Impacto Ambiental como forma de licenciamento ambiental de obras, no entanto, o DNOS não o fez. Alguns anos mais tarde, o recém-criado CONAMA, exigiu do DNOS a realização de um estudo sobre as consequências ambientais das obras realizadas no Estado do Rio de Janeiro como um todo. O estudo referente à bacia do rio São João foi entregue em 1987. Apesar disso, nenhuma medida mitigadora ou compensatória foi efetivada, restando o passivo ambiental, entre eles a não realização da retirada da vegetação na área de alagamento do reservatório e nem a construção de uma escada de peixes que permitiria o fluxo de ictiofauna pelo rio (BIDEGAIN e VOLCKER, 2004).

É necessário reconhecer que as obras foram um fracasso social, comercial e ambiental; o objetivo de promover a irrigação das terras para a agricultura a jusante do reservatório nunca foi atingido, sendo o principal uso a captação de água para abastecimento humano. Sob um ponto de vista crítico, nem para esse nobre uso a obra é justificada, uma vez que para

atender a demanda não seria necessário um reservatório deste porte (BIDEGAIN e VOLCKER, 2004).

Esse mesmo ponto de vista é compartilhado por Cunha (1995), que no estudo realizado sobre as consequências das intervenções no ambiente biofísico na bacia hidrográfica aponta várias alterações hidrológicas e geomorfológicas na calha fluvial do rio e no entorno.

Além disso, houve a diminuição das áreas úmidas, quando não o completo ressecamento, acarretando alterações na dinâmica hidrológica da bacia. Com isso, a turfa, solo orgânico que ocorre em determinadas porções na bacia, ficou exposto tornando essas áreas propensas a incêndios. Anualmente são verificados incêndios nessas regiões, entre elas na REBIO Poço das Antas (BIDEGAIN e VOLCKER, 2004).

localizadas fora da área urbana principal destes municípios. Os limites da REBIO Poço das Antas e da REBIO União também ficaram de fora do limite da APA São João (Figura 14).

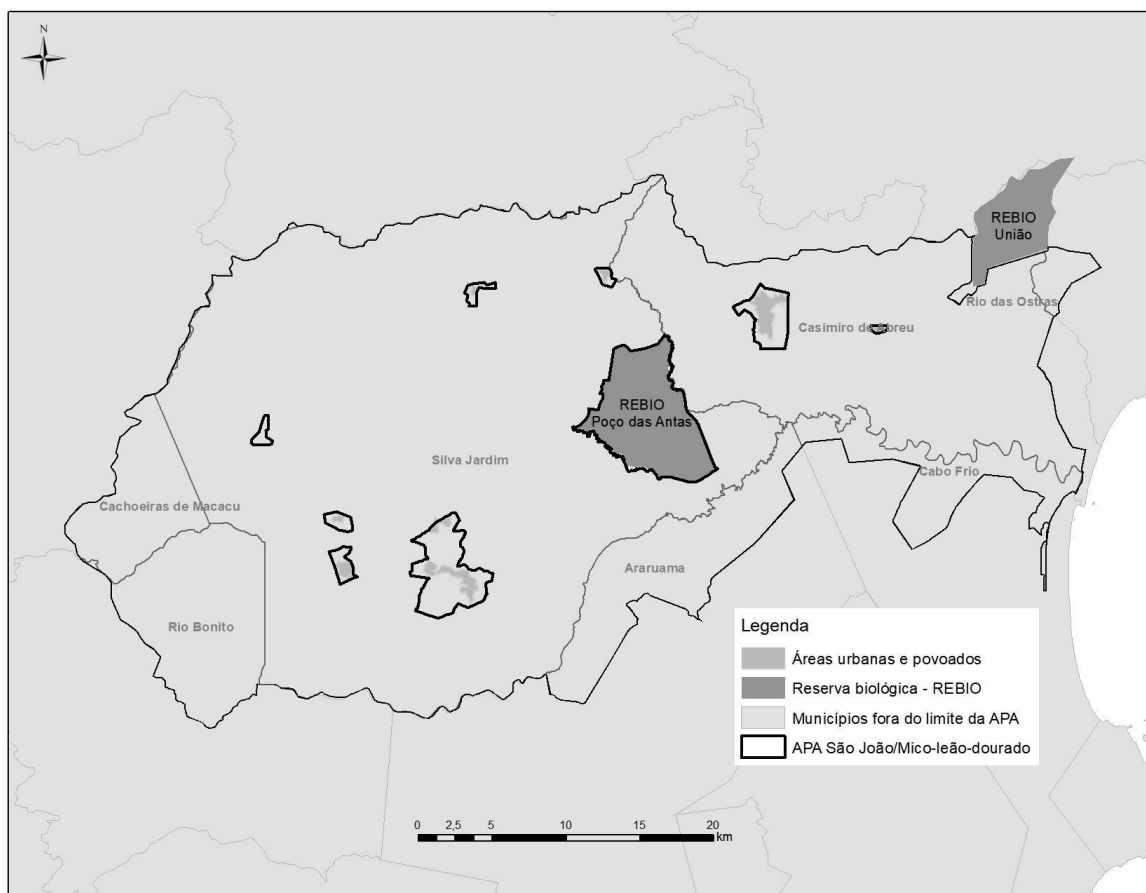


Figura 14. Delimitação da APA São João: destaque para os municípios inseridos e para a exclusão de áreas urbanas e povoados.

Fonte: Elaboração própria.

O relevo é formado pelo gradiente entre a zona costeira e a serra, começando pelas restingas próximas ao mar, planaltos, colinas e áreas de baixada até atingir maciços isolados e montanhas (MMA, 2008).

As serras escarpadas se localizam na porção norte da UC, onde se situa a cabeceira do rio São João; próximo ao litoral destaca-se o Morro de São João, na foz do rio, cuja altitude atinge 781 metros. O planalto forma-se a partir dessa região, associada aos vales dos cursos d'água afluentes do rio São João, com altitude média de 100 metros. As colinas são a forma de relevo predominante na região, distribuindo-se entre a serra e o planalto, estando adjacente à baixada que, por sua vez, abrangem extensas regiões planas associadas aos leitos do rio São João, Capivari e Bacaxá (BIDEGAIN e VOLCKER, 2004).

A região da APA está situada na zona intertropical de latitudes baixas, caracterizada pela radiação solar intensa e forte influência do Oceano Atlântico, sendo o clima predominante o tropical úmido (CUNHA, 1995; TAKIZAWA, 1995). Os meses mais chuvosos estão entre novembro e abril, que concentram 71% da pluviosidade total anual. O período da seca ocorre entre maio e setembro (TAKIZAWA, 1995). A precipitação média anual varia entre 1.000 mm, na foz do rio São João, atingindo 2.000 mm na porção norte da APA, na região da Serra do Mar (MMA, 2008).

Toda a característica climática local sofre influência do fenômeno da ressurgência marítima, que ocorre na região costeira próxima a APA, nos municípios de Cabo Frio e Arraial do Cabo (BIDEGAIN e VOLCKER, 2004).

Sobre a vegetação, a unidade de conservação está situada no domínio da Mata Atlântica, na região do Corredor Ecológico da Serra do mar, local de extrema importância biológica e conservacionista.

Quanto à classificação, há o predomínio de florestas de baixada, classificadas como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Submontanas, que ocorrem entre 0 e 205 metros, (VELOSO, RANGEL FILHO e LIMA, 1991). Esse tipo de floresta representa cerca de 66% das florestas da bacia do rio São João, sendo as demais classificadas como florestas inundáveis (Floresta Ombrófila Densa Aluvial, *sensu* Veloso, Rangel Filho e Lima, 1991) e restingas (Formação Pioneira com influência marinha), que representam 30% e 4% do total da bacia do rio São João, respectivamente. Na foz do rio São João, os manguezais são proeminentes (CARVALHO, NASCIMENTO e OLIVEIRA-FILHO, 2008; VOLCKER e PRIMO, 2003).

Atualmente, não há grandes áreas contínuas de floresta, mas sim fragmentos de vários tamanhos, isolados uns dos outros e cercados por pastagens e cultivos em pequena escala (VOLCKER; PRIMO, 2003).

Com relação à flora, as famílias predominantes são Leguminosae, Myrtaceae e Lauraceae e os gêneros *Eugenia* e *Ocotea*. Nas florestas de terras baixas a riqueza de espécies se concentram nas famílias Sapotaceae, Meliaceae e Bignoniaceae, que são pouco expressivas nas florestas de altitude elevada, onde o predomínio das famílias Melastomataceae, Asteraceae, Solanaceae e Apocynaceae (CARVALHO; NASCIMENTO; OLIVEIRA-FILHO, 2008). Estes autores afirmam que a flora arbórea da bacia do rio São João é particularmente rica, detentora de alta diversidade em nível regional, o que a faz ser considerada como uma das mais ricas entre as de Floresta Atlântica Ombrófila de baixas altitudes do sudeste brasileiro.

Nestes fragmentos João foram encontradas espécies incluídas na lista vermelha da flora brasileira ameaçada de extinção (IBAMA, 1992), como: *Brosimum glaziovii* (rara; REBIO Poço das Antas e União), *Dalbergia nigra* (vulnerável), *Melanoxylon brauna* (vulnerável) e *Mollinedia glabra* (em perigo, REBIO União).

A ocorrência destas espécies aumenta ainda mais a relevância das florestas quanto aos aspectos de conservação da flora arbórea da Floresta Atlântica em nível regional e nacional (CARVALHO; NASCIMENTO; OLIVEIRA-FILHO, 2008).

3.2 Mapeamento dos Fragmentos Florestais

Para os mapas dos fragmentos florestais antes e depois da criação da APA, optou-se por utilizar dados secundários disponíveis sobre o tema (mapas de uso e cobertura do solo). Desta forma, o primeiro passo foi identificar os mapas de cobertura florestal existentes para a área de estudo. Foram consultados os repositórios de dados espaciais das instituições oficiais de produção de informação geográfica, como o ICMBio, o IBGE e o INEA/RJ além das instituições que atuam na região, como a Associação Mico-leão-dourado, o Consórcio Ambiental Lagos São João e a própria APA São João.

Após essa etapa, os mapas identificados foram avaliados a partir de três critérios. Os critérios utilizados foram: abrangência, escala e forma dos polígonos. O critério de maior relevância foi a abrangência do mapeamento (todo o limite da APA São João/Mico-leão-dourado); seguido pelo critério de escala do mapeamento, que deveria identificar unidades

mínimas mapeáveis maiores ou iguais a 0,1 hectares e por último a forma das unidades mapeadas (Quadro 1).

Quadro 1. Critérios de seleção dos dados que compõem a base de dados do estudo.

Dado	Critério	Prioridade
Cobertura florestal	1. Abrangência	1
	2. Escala	2
	3. Forma topológica	3

Foram identificadas quatro fontes para o mapa de fragmentos florestais. O mapa de uso e cobertura do solo do Plano de Manejo da APA São João, o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, o mapa de uso e cobertura da terra da proposta de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Rio de Janeiro e o mapa de uso e cobertura da terra produzido por Seabra (2012), em estudo que avaliou a dinâmica do uso da terra na bacia hidrográfica do rio São João para estabelecer áreas prioritárias para restauração.

O critério de abrangência do mapeamento foi atendido por todos os mapas identificados. Em seguida foi avaliada a escala do mapa, sendo que o mapa do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica e da proposta de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Rio de Janeiro foram desclassificados; foram selecionados o mapeamento de uso e cobertura do solo do Plano de Manejo da APA São João (escala 1:50.000) e o mapa de uso e cobertura da terra produzido por Seabra (2012), em escala 1:100.000. Considerando o último critério, que avaliou a forma dos polígonos mapeados, o mapeamento produzido por Seabra (2012) foi desclassificado, por apresentar as unidades identificadas sem tratamento após a classificação da imagem de satélite utilizada.

Desta maneira, o mapa selecionado como base para foi o mapa de uso do solo do Plano de Manejo da APA São João. O Quadro 2 apresenta a síntese da aplicação dos critérios de seleção do mapa de fragmentos florestais.

Quadro 2. Seleção do mapa de fragmentos florestais: fontes identificadas e critérios de avaliação.

Critério	Fonte			
	Plano de Manejo APA São João	SEABRA (2012)	Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica	Mapa de Uso e cobertura do solo (proposta de Zoneamento Ecológico Econômico/RJ)
Abrangência	<u>Selecionado</u>	Selecionado	Selecionado	Selecionado
Escala	<u>Selecionado</u>	Selecionado	Desclassificado	Desclassificado
Forma	<u>Selecionado</u>	Desclassificado	Desclassificado	Desclassificado

O mapa de uso e cobertura do solo selecionado foi gerado através da classificação semiautomática de ortofotos aéreas do ano de 2000 em escala 1:50.000 e representa o uso do solo antes da criação da APA. O mapeamento contempla 16 classes de uso e cobertura do solo (Figura 9), sendo três destas referentes a floresta: floresta secundária estágio inicial, floresta secundária estágio médio e floresta secundária estágio avançado. Essas classes foram reclassificadas em “cobertura florestal” e as restantes em “cobertura não-florestal”.

Para representar os fragmentos florestais depois da criação da APA, o mapa de 2000 foi analisado sobre uma imagem de satélite *RapidEye* ano base 2011, por meio da interpretação visual da imagem em cor verdadeira. Foram acrescentados polígonos de cobertura florestal onde houve identificação de vegetação na imagem e não no mapa vetorial e o inverso também foi feito; reduzindo os polígonos do mapa vetorial que não foram identificados na imagem.

3.3 Mapeamento dos Fragmentos florestais por meio de métricas da paisagem

O cálculo das métricas para avaliação da estrutura da paisagem foi realizado através da extensão *Patch Analyst* do *software ArcGis*, utilizando a opção para dados vetoriais (*Patch*). Foram selecionados os seguintes grupos de métricas: índices de densidade e tamanho dos fragmentos; forma dos fragmentos; e índices de borda, definidos de acordo com McGarigal e Mark (1995) (Quadro 3).

As métricas foram analisadas por classes de tamanho dos fragmentos (pequeno, médio, grande e muito grande) e para todos os fragmentos (sem diferenciação de tamanho), para obter valores médios dos índices em relação ao universo total dos remanescentes da área. As classes de tamanho foram definidas de acordo com estudos semelhantes realizados na Mata Atlântica, na bacia do rio Itapemirim/ES e nos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul/ES (PIROVANI et al., 2014); sendo os fragmentos classificados da seguinte forma: fragmentos pequenos (< 10 ha), fragmentos médios (10 - 100 ha), fragmentos grandes (100 – 1.000 ha) e fragmentos muito grandes (> 1.000 ha).

A primeira métrica avaliada foi a área das manchas, por classe e total. As métricas de densidade e tamanho dos fragmentos avaliaram o número de manchas por classe e total, o tamanho médio das manchas, o desvio-padrão do tamanho da mancha e o coeficiente de variação do tamanho da mancha. As métricas de borda consideradas foram a quantidade de borda e a densidade de borda. Para o cálculo das métricas de forma é necessária a utilização de uma forma padrão para efeito comparativo. E, por último, as métricas de borda, que comparam a forma da mancha com uma forma padrão circular, avaliando o índice de forma médio, índice de forma média ponderada e o a dimensão fractal da mancha média.

Quadro 3. Detalhe dos índices de ecologia da paisagem utilizados para caracterizar a estrutura da paisagem.

Grupo	Sigla	Métrica	Unidade	Observação
Área	CA	Área da classe	Hectares - ha	Somatório das áreas de todos os remanescentes presentes na área - por classe de tamanho e total
Densidade e Tamanho	NUMP	Número de manchas	Adimensional	Número total de manchas na paisagem
	MPS	Tamanho médio da mancha	Hectares - ha	Soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas
	PSSD	Desvio-padrão do tamanho da mancha	Hectares - ha	Razão da variância do tamanho das manchas
	PSCoV	Coefficiente de variação do tamanho da mancha	Porcentagem - %	Desvio padrão do tamanho da mancha dividido pelo tamanho médio da mancha, multiplicado por 100
Borda	TE	Total de borda	Metro - m	Extremidade total de todas as manchas, sendo a soma de perímetro de todas as

Grupo	Sigla	Métrica	Unidade	Observação
				manchas
	ED	Densidade de borda	m/ha	Quantidade de extremidades relativas à área da paisagem
Forma	MSI	Índice de forma médio	Adimensional	É igual a um quando todas as manchas forem circulares e aumenta com a crescente irregularidade da forma da mancha
	AWMSI	Índice de forma de área média ponderada	Adimensional	Difere do MSI, porque manchas maiores terão mais peso que as menores
	MPFD	Dimensão fractal da mancha média	Adimensional	Os valores se aproximam de um para formas com perímetro simples e chega a dois quando as formas forem complexas

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Estrutura da Paisagem: Análise das Métricas

A área total de fragmentos florestais em 2000, antes da criação da APA São João, foi de 59.861,20 hectares, que representa 39,72% da área da unidade de conservação. Em 2011, esse valor passou para 63.858,36 ha, um aumento de 2,65% em relação a área de cobertura florestal em 2000. Em porcentagem isso representa 42,37% da área da APA São João.

Este aumento verificado pode ser considerado como resultado de um conjunto de ações que aconteceram na região no período. No âmbito da APA São João se destaca a fiscalização ambiental; além disso, diversos projetos socioambientais com foco em restauração florestal e desenvolvimento de boas práticas agrícolas e sanitárias, desenvolvidas pela Associação Mico-Leão-Dourado e pelo Consórcio Ambiental Lagos São João aconteceram na área. A combinação destes fatores favoreceu a recuperação ambiental como um todo da região.

O aumento da cobertura florestal verificado vai de encontro com os resultados demonstrados por Precinoto (2017) que, em análise dos eventos de regeneração e desmatamento na bacia hidrográfica do rio São João, encontrou um ligeiro acréscimo da área florestal entre 1995 e 2010, rompendo um longo período de diminuição da área de floresta entre 1975 e 1995.

Em comparação com a taxa de cobertura florestal de outras unidades de conservação da mesma categoria no interior do Estado do Rio de Janeiro, o resultado apresentado na APA São João foi superior; Neto et al., (2015), fizeram essa avaliação em quatro unidades de conservação na Mata Atlântica e os valores de cobertura florestal variaram de 31,21%, na APA Bem Posta, até 9,68% na APA Lago do Caça e Pesca; outros valores apresentados foram 13,61% na APA Santa-Fé e 13,4% na APA Morro da Torre.

Considerando a área das classes de tamanho analisadas em 2000, os fragmentos muito grandes corresponderam a 64,89% do total da área de remanescentes, seguidos pelos fragmentos grandes (15,23%), fragmentos médios (13,04) e pelos fragmentos pequenos (6,83%).

Observa-se uma relação direta entre a classe de tamanho do fragmento e sua representação em relação à área total de floresta. Os fragmentos muito grandes e grande concentram a maior parte da área de floresta enquanto que os fragmentos pequenos detém a menor área. Quanto maior a área do fragmento maior é a representatividade.

Na Figura 15, é possível observar a distribuição espacial dos fragmentos florestais em 2000 por classe de tamanho. Os fragmentos muito grandes estão associados à região de montanhas e maciços, locais declivoso e de difícil acesso. Os fragmentos grandes se associam as colinas e morrotes, enquanto os fragmentos médios dispersam-se pelas planícies, entremeados pelas ilhas de vegetação formadas pelos fragmentos pequenos.

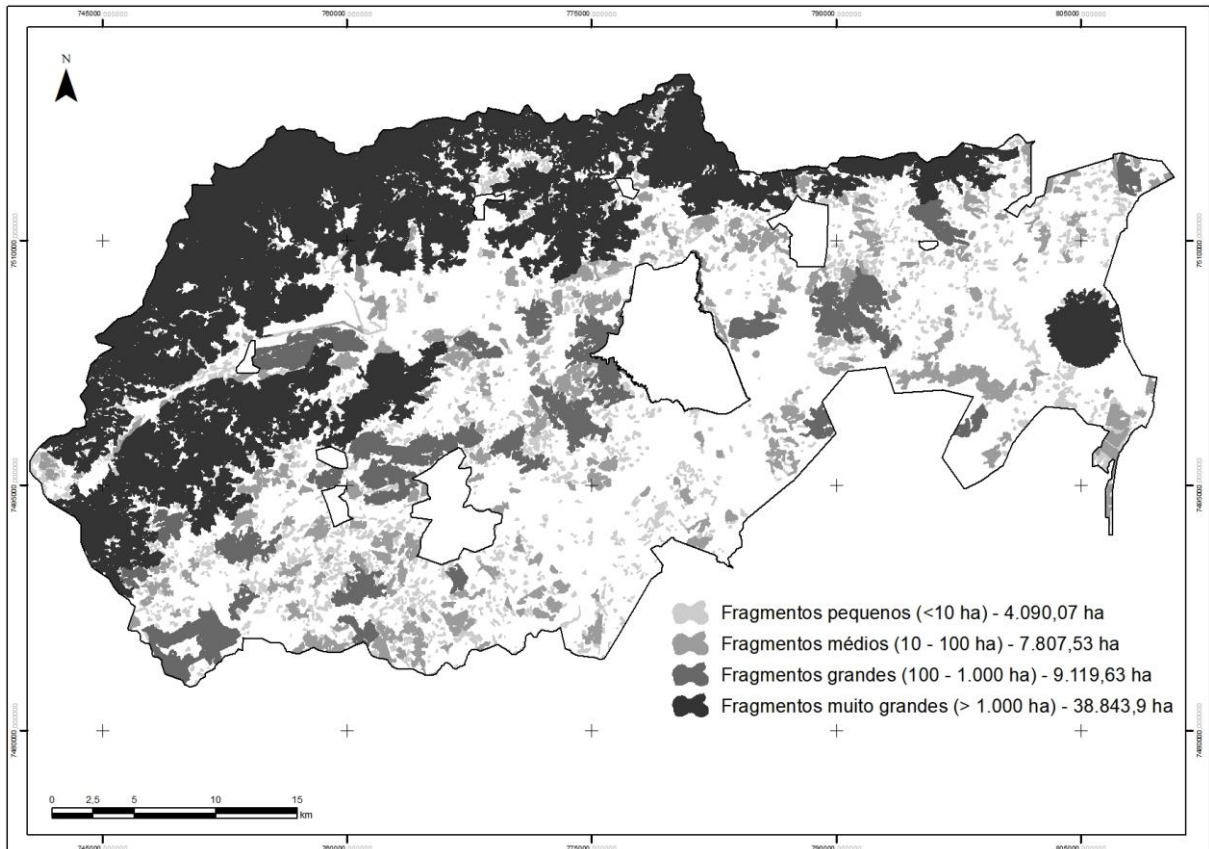


Figura 15. Fragmentos florestais classificados de acordo com a classe de tamanho – ano base 2000.
 Fonte: Elaboração própria.

Em 2011, seis anos após a criação da APA, o padrão observado foi o mesmo entre a classe de tamanho do fragmento e a área total. Os fragmentos muito grandes representaram a maior porcentagem, com 66,91% da área total, seguido pelos os fragmentos grandes com 14,52%, fragmentos médios 12,3% e fragmentos pequenos 6,27%.

Não houve alteração da distribuição dos fragmentos na paisagem; os remanescentes grandes e médios estão nas maiores altitudes e nas regiões planas os fragmentos médios e pequenos. Na Figura 16, é possível observar os fragmentos florestais, em 2011, de acordo com as classes de tamanho.

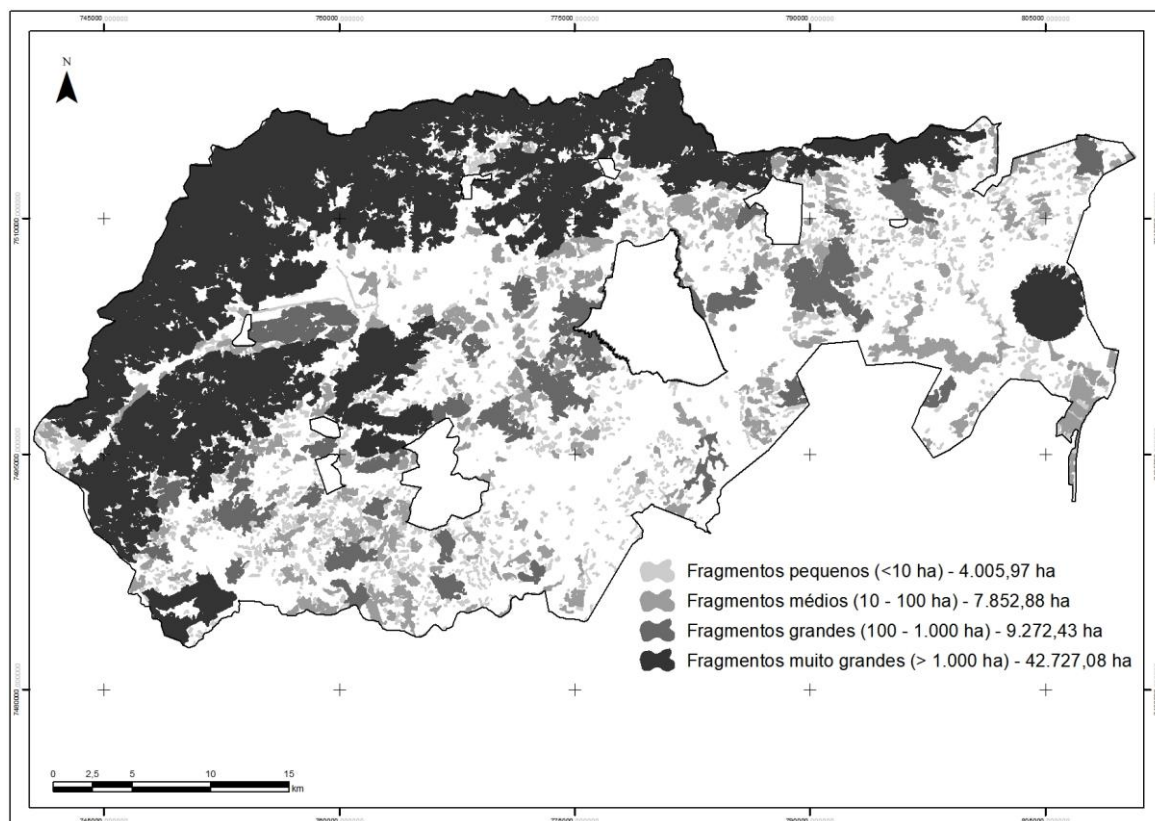


Figura 16. Fragmentos florestais classificados de acordo com a classe de tamanho – ano base 2011.
 Fonte: Elaboração Própria.

A comparação entre a área das classes no período analisado mostrou que, na maioria das classes analisadas, o valor da área da classe aumentou, com exceção dos pequenos fragmentos, onde a área de 2011 foi menor que em 2000. As taxas de aumento variaram de 1% nos fragmentos médios, 2% nos fragmentos grandes e 10% nos fragmentos muito grandes. Já a classe dos pequenos fragmentos, foi reduzida em 2%, que equivale a 84,1 ha. Os valores da área de cada classe e da diferença entre elas no período podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Área total, por classe de tamanho dos fragmentos, nos anos de 2000 e 2011, bem como a porcentagem em relação ao total e a taxa de crescimento relativa observada no período.

Classe de Tamanho	Área (ha)		%		Variação da área entre 2000 e 2011 (%)
	2000	2011	2000	2011	
Pequeno	4.090,07	4.005,97	6,83	6,27	-2%
Médio	7.807,53	7.852,88	13,04	12,30	1%
Grande	9.119,63	9.272,43	15,23	14,52	2%
Muito grande	38.843,90	42.727,08	64,89	66,91	10%
Todos	59.861,20	63.858,36	100,00	100,00	7%

Em todas as classes de tamanho analisadas, a contribuição relativa da classe em relação a área total de vegetação foi menor em 2011 que em 2000; com exceção dos fragmentos muito grandes, que teve um aumento de 2,02% (Figura 17).

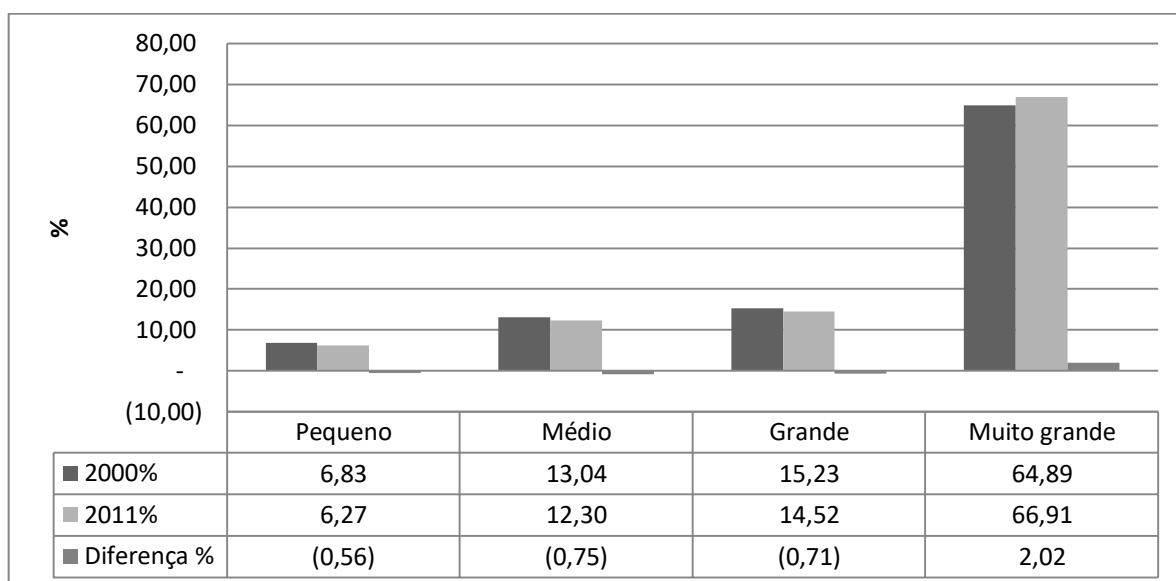


Figura 17. Comparação entre a representatividade relativa da área (ha) das classes de tamanho de fragmentos em relação ao total, em 2000 e em 2011, em porcentagem.

Fonte: Elaboração própria.

Esse resultado indica que apesar do aumento em área encontrado para todos os fragmentos e nas classes de tamanho, esse foi negativo; a taxa de aumento global (considerando todos os fragmentos) foi maior e não foi acompanhada pelas taxas encontradas nas classes de tamanho. Apenas o aumento da área dos fragmentos muito grande contribuiu significativamente para o aumento da área total de vegetação. O gráfico apresentado na Figura 17 representa as taxas e sua evolução no período analisado, sendo possível observar a estabilidade observada, com exceção dos fragmentos muito grandes.

A diferença entre as taxas de crescimento, favorável à classe dos fragmentos muito grandes, pode ser explicada pelos resultados observados em Precinoto (2017), que encontrou correlação positiva entre eventos de regeneração natural na bacia do rio São João com a altitude e declividade, características coincidentes com a localização dos fragmentos muito grandes. A autora conclui que a regeneração tende a acontecer nos locais mais altos e mais íngremes e é desfavorecida em áreas baixas, menos íngremes e com alta umidade do solo, fatores estes que podem estar relacionados a taxa negativa nas demais classes analisadas.

Com relação ao número de fragmentos, houve uma diminuição de 22% deles no período analisado, de 3.617 para 2.821 manchas. Com relação às classes, foi observado um aumento do número de fragmentos médios, grande e muito grande, enquanto que os pequenos fragmentos passaram de 3.325 para 2.507 no período, uma redução de 22,62% (Figura 18).

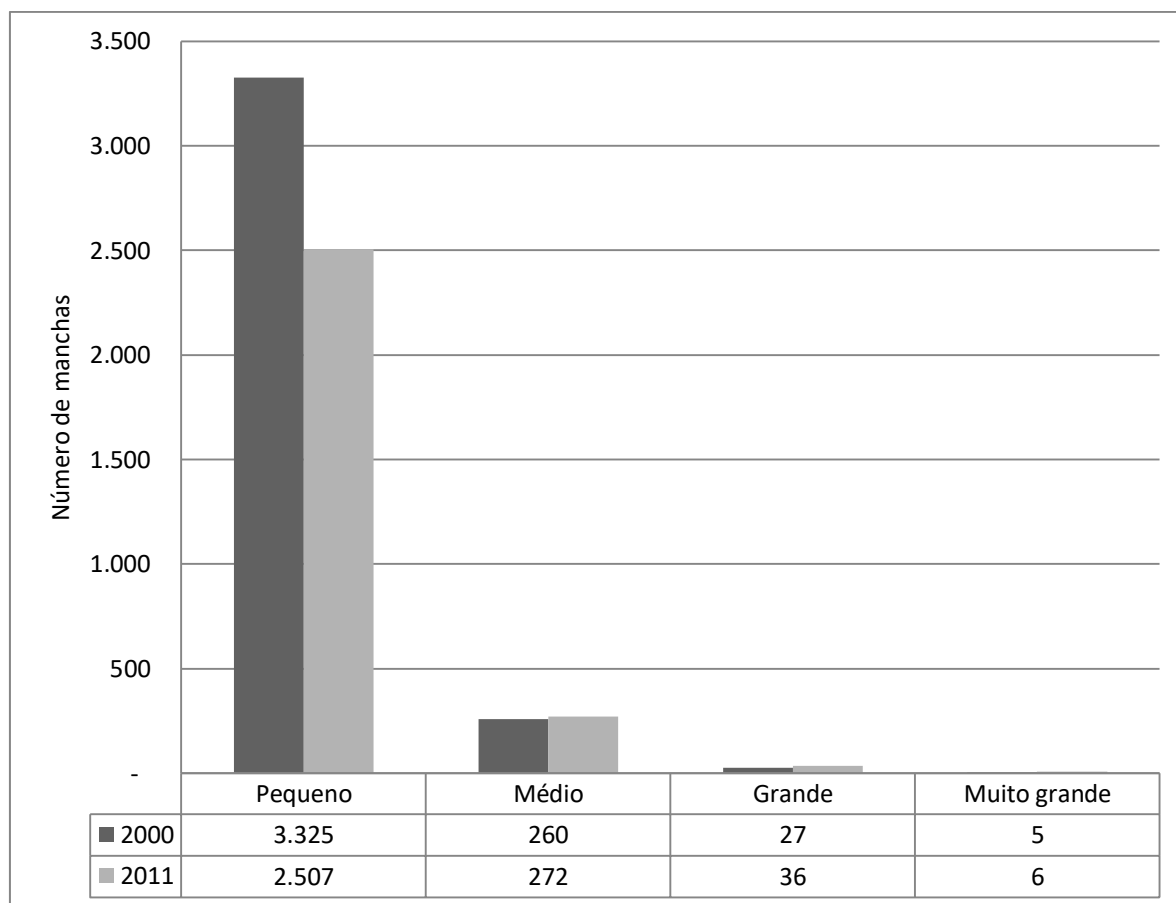


Figura 18. Número de fragmentos por classe de tamanho em 2000 e 2011.

Fonte: Elaboração própria.

A classe com maior número de fragmentos em ambos os períodos analisados foi a dos pequenos fragmentos, com valores que chegaram a 91,93% em 2000 e 88,87% em 2011. Valores similares foram encontrados por Abdalla e Cruz (2015), que analisou a fragmentação florestal no município de Silva Jardim, onde 95,23% dos remanescentes eram menores que dez hectares. O predomínio de pequenos fragmentos foi observado em outros estudos para a Mata Atlântica, porém inferiores a taxa observada na APA São João. Pirovani et al. (2014), na análise da fragmentação florestal na bacia do rio Itapemirim/ES, mostrou que 74,15% dos fragmentos foram pequenos e Rusca et al. (2017), no entorno da Estação Ecológica de Avaré/SP, encontrou valores de 76,3% dos fragmentos com área menor que 10 ha.

A presença majoritária de fragmentos pequenos indica baixo grau de conservação da área. Para a Mata Atlântica, fragmentos menores que 50 hectares são pequenos para a manutenção da biodiversidade, por serem suscetíveis a efeito de borda e comportarem comunidades com poucos grupos taxonômicos (RIBEIRO et al., 2009).

No entanto, estes remanescentes desempenham funções ecológicas importantes. Em muitos casos funcionam como elementos de ligação, trampolins ecológicos entre os grandes remanescentes, elevam a heterogeneidade da matriz e atuam como refúgio para as espécies que necessitam de áreas particulares. Os pequenos remanescentes necessitam de atenção especial, pois correm o risco de desaparecerem ao longo dos anos se não forem adotadas medidas de manejo que aumentem sua área e promovam a interligação com os fragmentos maiores (JUVANHOL et al., 2011).

Os pequenos fragmentos distribuem-se por todo o interior da unidade de conservação, de forma concentrada entre o rio Capivari e Bacaxá e na região do baixo rio São João. A presença majoritária de pequenos fragmentos na APA São João reforça a necessidade de esforços voltados para a conectividade da paisagem. Na Figura 19, é possível observar os locais onde há concentração de pequenos fragmentos, em relação aos sistemas hidrográficos da bacia do rio São João.

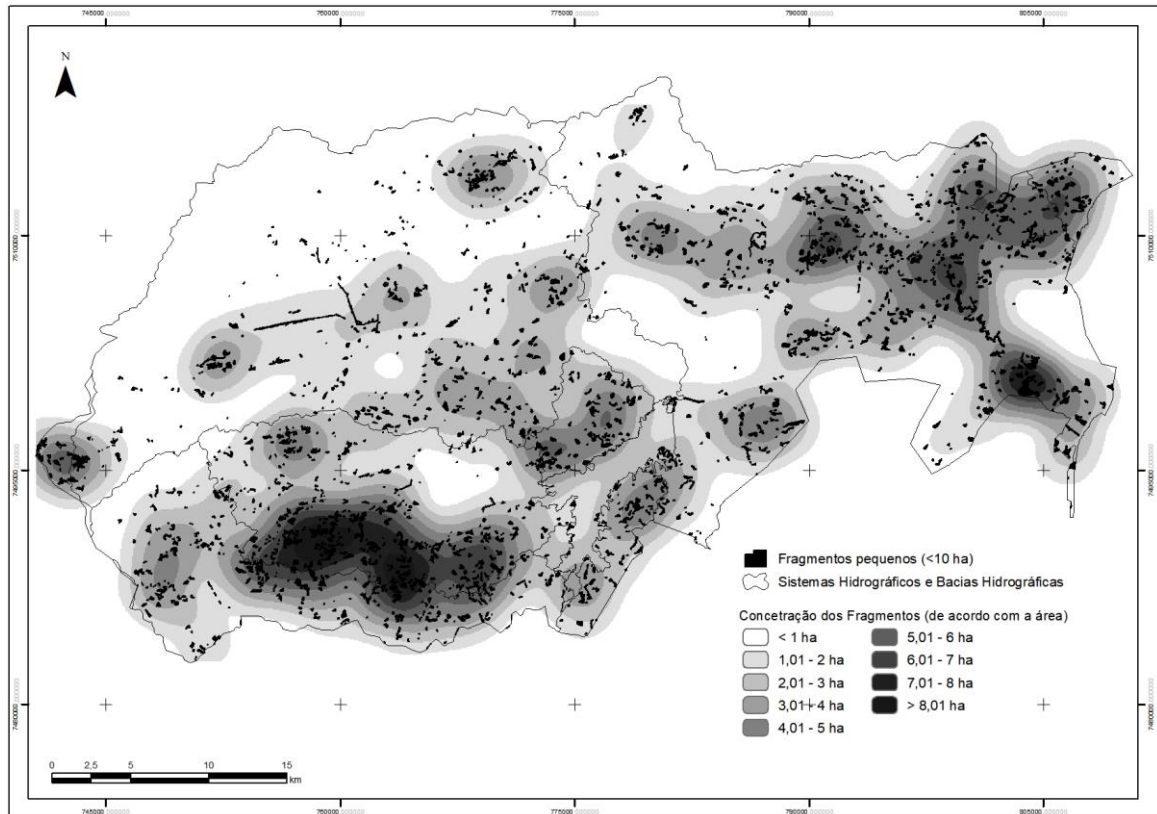


Figura 19. Distribuição dos Fragmentos Florestais pequenos e em relação aos sistemas hidrográficos no ano de 2011 da Área de Proteção Ambiental da bacia do rio São João/Mico-leão-dourado, no Estado do Rio de Janeiro.

Fonte: Elaboração própria.

Os fragmentos médios representaram, no período de análise, a segunda maior classe em termos de número de fragmentos, seguida pela classe dos fragmentos grandes e muito grande. Os fragmentos médios foram a classe com o maior aumento no número de fragmentos no período, 33,3% a mais em 2011 do que em 2000.

O comportamento das métricas de área e número de fragmentos foi inversamente proporcional; na medida em que a área do fragmento aumentou, o número de manchas diminuiu; ou seja, há um grande número de fragmentos pequenos e um pequeno número de fragmentos grandes (Figura 20).

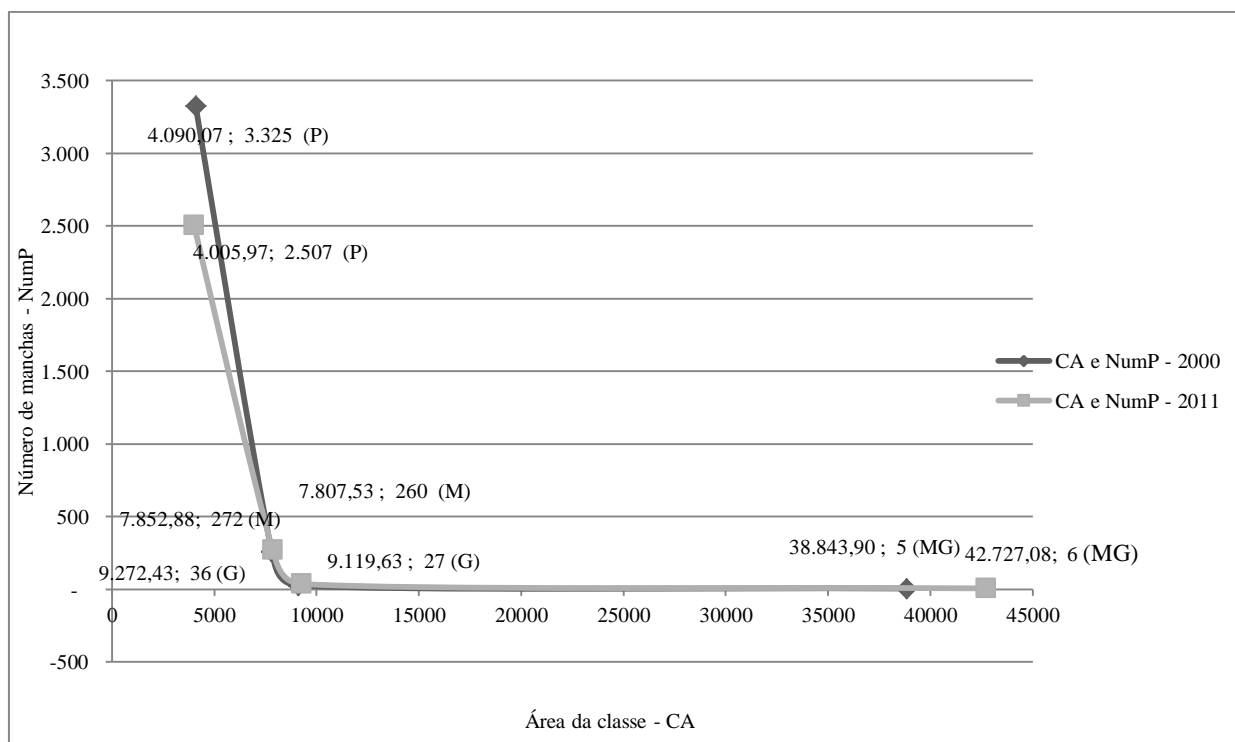


Figura 20. Associação entre a área (CA) e o número de fragmentos (NumP), no período analisado, para as classes de tamanho.
Fonte: Elaboração própria.

O tamanho médio do fragmento aumentou no período, de 16,55 ha para 22,64 ha. O resultado mostrou um aumento de 36,8% no MPS. Precinoto (2017) encontrou resultados similares quando analisou a evolução da estrutura da paisagem na mesma área. Os demais valores do MPS e variáveis correlacionadas (desvio padrão e coeficiente de variação do tamanho da mancha) por classe de tamanho podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de tamanho médio da mancha (MPS), desvio padrão do tamanho da mancha (PSSD) e coeficiente de variação do tamanho da mancha (PSCov).

Classe de tamanho	MPS (ha)		PSSD (ha)		PSCov (%)	
	2000	2011	2000	2011	2000	2011
Pequeno	1,23	1,6	1,81	2,02	147,09	126,25
Médio	30,03	28,87	20,70	20,11	68,93	69,67
Grande	337,76	257,57	259,57	183,75	76,85	71,34
Muito grande	7.768,79	7.121,18	9.795,53	9.712,98	126,09	136,4
Todos	16,55	22,64	466,10	556,24	2.816,34	2.457,25

Com relação ao tamanho médio do fragmento por classe de tamanho, somente nos pequenos fragmentos houve aumento do tamanho médio da mancha, como resultado da diferença entre a variação do número de fragmentos em relação a variação da área desta classe no período. Em outras palavras, o número de fragmentos diminuiu, assim como a área; no entanto o número de fragmentos reduziu muito e a área nem tanto. Como resultado desta

dinâmica, os fragmentos, na média, ficaram maiores (Figura 21). Nas demais classes, os fragmentos ficaram menores em 2011 quando comparados com 2000 (Tabela 2).

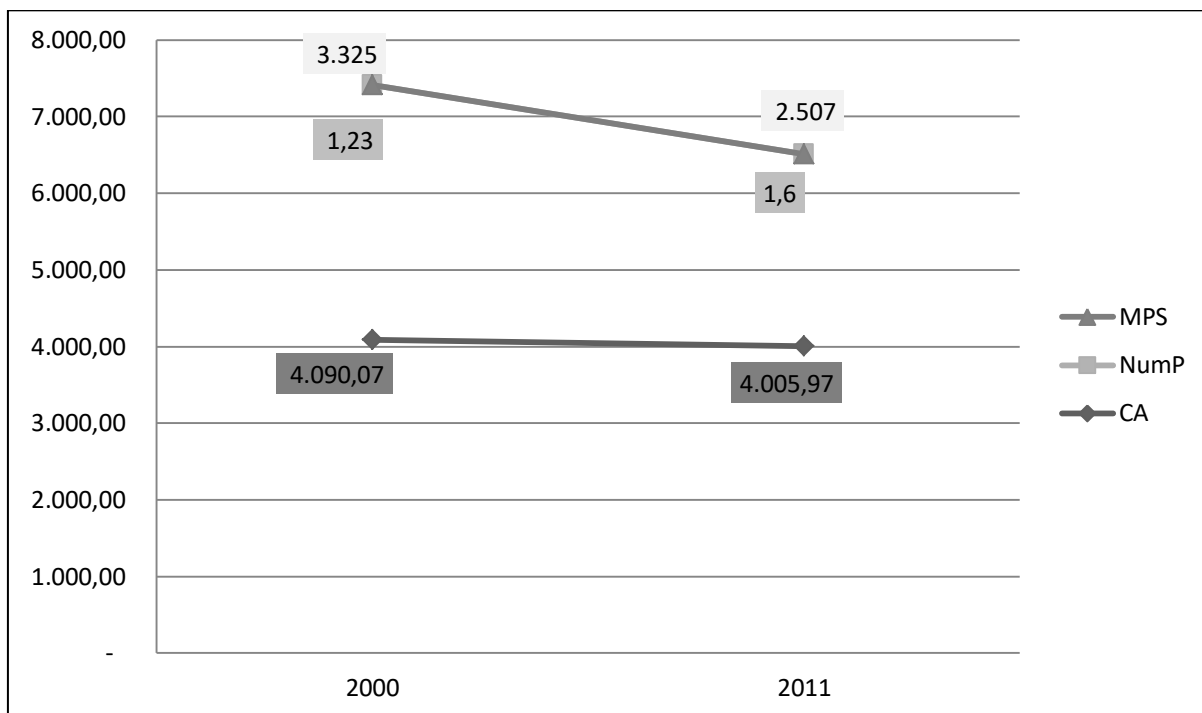


Figura 21. Gráfico comparativo entre a área (MPS), número de fragmentos (NumP) e tamanho médio da mancha (CA) na classe dos pequenos fragmentos.

Fonte: Elaboração própria.

O desvio padrão do tamanho da mancha para todos os fragmentos foi de 466,1 ha para 556,24 ha, respectivamente. Este resultado indica alta variabilidade no tamanho dos fragmentos, provocada pela amplitude observada com relação a área (presença de muitos fragmentos pequenos e poucos muito grandes) e pelos valores distantes da média para mais e para menos. A variabilidade alta é comum em estudos de ecologia da paisagem assim como elevados valores do tamanho médio da mancha o que indica elevada heterogeneidade da paisagem (CALEGARI et al., 2010).

Considerando as classes de tamanho, o desvio médio do padrão da mancha foi menor em 2011 do que em 2000, com exceção dos pequenos fragmentos. Esse resultado sugere que o tamanho dos fragmentos variou menos, estando com valores mais próximos entre si.

Entre os valores do desvio médio do padrão da mancha verificados, aqueles referentes aos fragmentos grandes tiveram a maior diferença entre o desvio médio do padrão da mancha no período, de 259,57 ha para 183,75 ha, uma redução de 29,21%. Os fragmentos pequenos não seguiram este padrão, tendo um aumento de 11,65% no período.

As métricas de borda (total de borda e densidade de borda) foram menores na classe dos fragmentos grandes e médios e maiores nos fragmentos pequenos e muito grande (Figura 22). No entanto, houve uma diminuição do total de borda nos fragmentos muito grandes e pequenos no período, de 11,55% e 13,48%, respectivamente, o que é um indicador positivo.

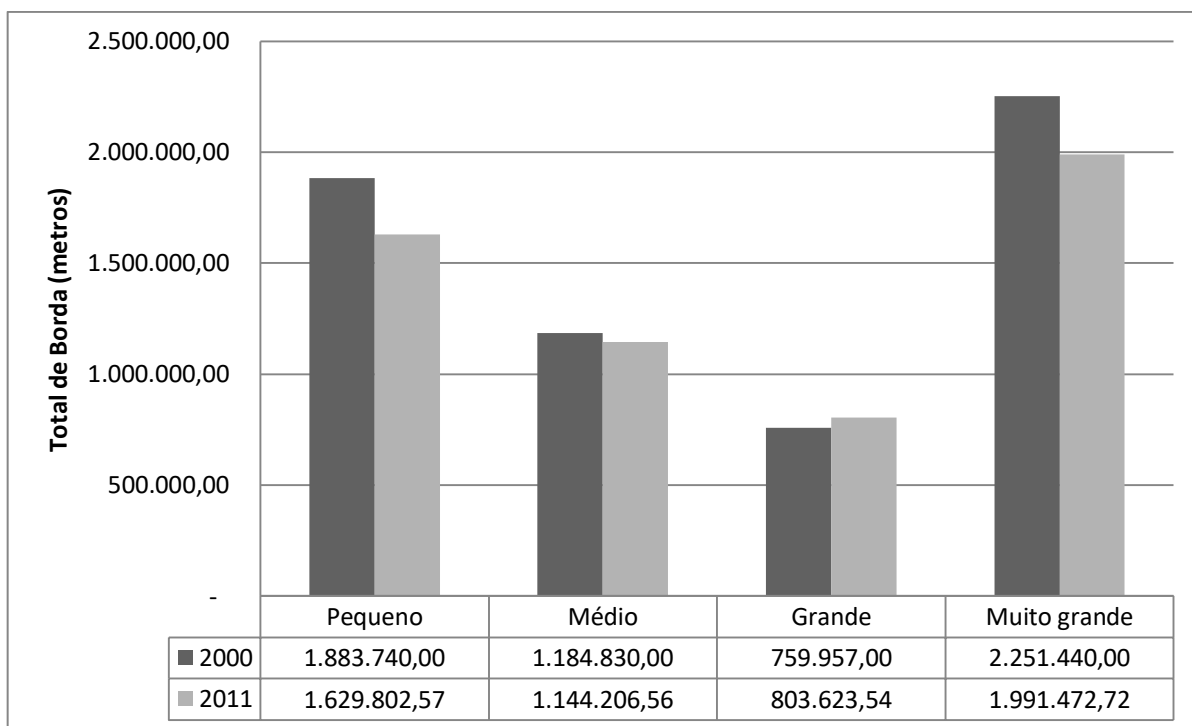


Figura 22. Gráfico comparativo entre os valores de quantidade de borda para o período analisado, por classe de tamanho.

Fonte: Elaboração própria.

Os fragmentos muito grandes e pequenos apresentaram maior densidade de borda por hectare no período, com valores próximos entre si, enquanto que os fragmentos médios e grandes apresentaram resultados menores (Figura 23). Em todas as classes foi observada redução nessa métrica, maior nos fragmentos muito grande e pequeno (17,07% e 18,9%, respectivamente), menor nos fragmentos médios (9,46%) e, nos fragmentos grandes, o valor manteve-se estável (aumento de 0,91%).

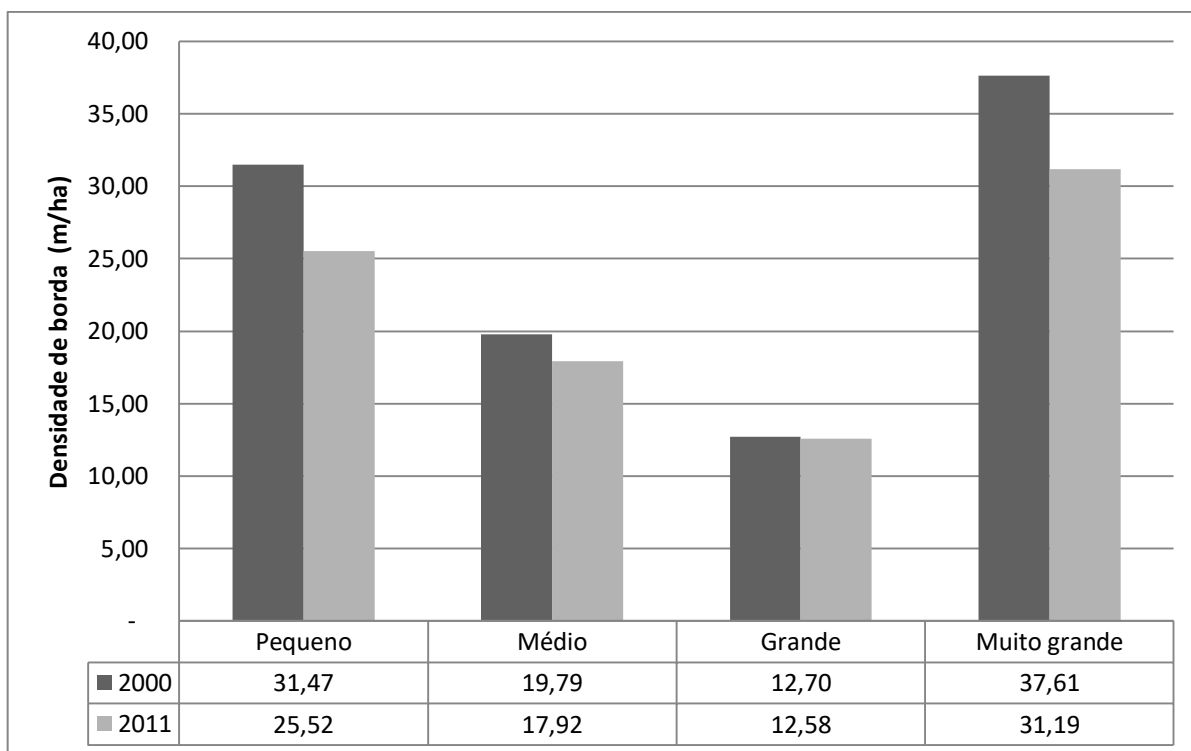


Figura 23. Densidade de borda no período para as classes de tamanho analisadas.
Fonte: Elaboração própria.

Os resultados revelam um menor efeito de borda na classe dos fragmentos grande e médio, indicando maior grau de conservação e maior efeito de borda nos fragmentos florestais pequenos e grande, o que sugere que a maior parte dos remanescentes existente na área está sofrendo com o efeito de borda acentuado.

Nos fragmentos pequenos a transição entre o fragmento florestal e matriz pode criar uma borda que expõe a floresta às condições do entorno. A região externa da floresta torna-se parte da zona de transição, ocasionando mudanças no microclima local, como aumento da temperatura, estresse hídrico, aumento da intensidade dos ventos, diminuição da umidade do ar e solo e aumento da luminosidade. Essas alterações provocam mudanças na composição de espécies e na estrutura da vegetação. Além dessas alterações também ocorre aumento das taxas de mortalidade de árvores na região da borda, redução da riqueza e abundância de espécies lenhosas e herbáceas, redução da densidade de plântulas e alterações na dispersão de sementes (PIROVANI et al., 2014).

Assim como o tamanho, a forma dos fragmentos também influencia no grau de impacto do efeito de borda (FARINA, 1998). A análise entre os valores de índice de forma (MSI) das classes de tamanho dos fragmentos florestais demonstrou que os fragmentos com menor valor de MSI foram os pequenos, seguidos pelos fragmentos médios, grande e muito grandes. Desta forma, a forma dos fragmentos se torna mais distante do formato padrão redondo com o aumento do tamanho do fragmento. As classes que apresentaram alteração significativa na forma, no período analisado, foram os fragmentos grandes e muito grande, sendo que para o último o valor foi de 12,23 para 9,26. Os valores de MSI para as classes e para todos os fragmentos podem ser observados no Quadro 4.

Quadro 4. Valores do índice de forma médio (MSI) para os períodos analisado, por classe de tamanho.

Classe de tamanho	MSI	
	2000	2011
Pequeno	1,65	1,62
Médio	2,37	2,24
Grande	4,25	3,89
Muito grande	12,23	9,26

Segundo Pirovani et al. (2014), a forma do fragmento tem relação direta com o efeito de borda. A borda será maior quanto mais irregular for o formato do fragmento, enquanto que fragmentos de forma mais regular possuem a razão de borda/área menor. Assim, o centro do fragmento se mantém distante da borda e permanece isolado dos fatores externos. Entretanto, mesmo apresentando formatos mais irregulares (alto valor de MSI) e, portanto, maior quantidade de borda (TE), os fragmentos maiores estão sob menor efeito de borda do que os menores, devido a razão borda/área.

5 CONCLUSÃO

No ano de 2000, antes da criação da APA São João/Mico-leão-dourado, a área total de fragmentos florestais foi de 59.861,20 hectares; a maior parte destes concentrados em poucos fragmentos florestais muito grandes. Quando comparados os número de remanescentes entre as classes analisadas, os fragmentos florestais pequenos foram maioria. Apesar disso, em termos da área das classes, representaram a menor taxa observada.

Este mesmo padrão foi encontrado em 2011, muitos fragmentos pequenos que juntos representaram uma área pequena em contraste com poucos fragmentos muito grandes, que somam uma área também muito grande, a maior parte da cobertura florestal do interior da APA São João.

A comparação entre os mapas de cobertura florestal antes e depois da criação da APA São João, em 2005, mostrou que houve aumento da cobertura florestal no período analisado, entre 2000 e 2011. O aumento verificado foi provocado, principalmente, pelo aumento da área observado nos fragmentos muito grandes.

O número de fragmentos diminuiu, um indicador positivo de que houve redução da fragmentação florestal no período, em decorrência da relação entre a diminuição significativa do número de pequenos fragmentos e aumento do número de manchas nas demais classes. No entanto, há o predomínio de pequenos fragmentos na paisagem.

Esse resultado sugere que, no período de analisado, houve uma mudança na estrutura da paisagem, com a redução do número de pequenos fragmentos como consequência do aumento do número de fragmentos nas demais classes, o que provocou diminuição da área dos pequenos fragmentos e aumento na área dos fragmentos muito grandes.

As modificações na área e número de manchas desencadeou um efeito cascata nas demais métricas da paisagem analisadas, refletido no aumento do tamanho médio da mancha no período e diminuição da quantidade de borda dos fragmentos pequenos, assim como nos grandes fragmentos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDALLA, L.S.; CRUZ, C.B.M. Análise de fragmentação florestal no município de Silva Jardim, APA do Rio São João, RJ. **Revista Brasileira de Cartografia**, Monte Carmelo, v. 67, n. 1, p. 169-184, 2015.
2. ALEXANDRE, B.R. **Abordagem multiescalar para análise da distribuição geográfica e conservação do habitat**: um estudo de caso com *Leontopithecus rosalia*. 2013. 159p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
3. ALEXANDRE, B.R. **Modelagem espacial no apoio a estratégias de conservação: combinando adequabilidade ambiental e conectividade da paisagem**. 2018. Tese (Doutorado em Ecologia) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.
4. BADIALLI, J.E. Unidades de Conservação e o turismo sustentável no Brasil. In: NELSON, S.; PEREIRA, E. M. **Ecoturismo**: práticas para turismo sustentável. 1.ed. Manaus: Editora Vale, 2004. p.69-99.
5. BALLOU, J.D. et al. History, management, and conservation role of the captive lion tamarin populations. In: KLEIMAN, D. G.; RYLANDS, A. B. (eds.). **Lion tamarins**: biology and conservation. Washington: Smithsonian Institution Press, 2002. p. 95–114.
6. BIDEGAIN, P.; VÖLCKER, C.M. **Bacia Hidrográfica dos Rios São João e das Ostras**: águas, terras e conservação ambiental. Rio de Janeiro: CILSJ, 2004.
7. BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 jul. 2000. Seção 1, p.1.
8. BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais nos 1/1992 a 76/2013, pelo Decreto Legislativo nº 186/2008 e pelas Emendas Constitucionais de Revisão nºs 1 a 6/1994. 40.ed. com índice. Brasília: Centro de Documentação e Informação (CEDI), 2013. 464 p.
9. BRASIL. Decreto de 27 de junho de 2002. Cria a Área de Proteção Ambiental - APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado, no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 jun. 2002.
10. CALEGARI, L. et al. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.871-880, 2010.

11. CARVALHO, F.A.; NASCIMENTO, M.T.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Composição, riqueza e heterogeneidade da flora arbórea da bacia do rio São João, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.22, n.4, p.929–940, 2008.
12. CEMIN, G.; DUCATI, J.R. Modelos estocásticos aplicados à avaliação dinâmica da paisagem florestal de remanescentes de Mata Atlântica no município de Caxias do Sul-RS. **Revista Árvore**, v.39, n.6, p.1019–1030, 2015.
13. CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO. **Sobre a Bacia**. CILSJ, [201?]. Disponível em: <<http://www.lagossaojoao.org.br>>. Acesso em: 17 jan. 2019.
14. COELHO, M.C.N.; CUNHA L.H.; MONTEIRO, M.A. Unidades de Conservação: populações, recursos e territórios: abordagens da geografia e da ecologia política. In: GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. (orgs.). **Unidades de Conservação: abordagem e características geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 296 p.
15. COIMBRA-FILHO, A.F. Mico Leão, *Leontideus rosalia* (Linnaeus, 1766): situação atual da espécie no Brasil (Callitrichidae – Primates). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.41, p.29–52, 1969.
16. COIMBRA-FILHO, A.F.; MITTERMEIER, R. A. Conservation of the Brazilian lion tamarins *Leontopithecus rosalia*. In: H.S.H. Prince Rainier III of Monaco; BOURNE, G. (eds.). **Primate conservation**. London: Academic Press, 1977. p.59–94.
17. CUNHA, S.B. **Impactos das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da Bacia do Rio São João** (Rio de Janeiro – Brasil). Rio de Janeiro: Ed. Instituto de Geociências, UFRJ, 1995. 378 p.
18. D'ANTONA, A.O.; BUENO, M.C.D.; DAGINO, R.S. Estimativa da população em Unidades de Conservação na Amazônia Legal brasileira – uma aplicação de grades regulares a partir da Contagem 2007. **Revista Brasileira de Estatísticas Populacionais**, Rio de Janeiro, v.30, n.2, p. 401-428, 2013.
19. DE BRUM FERREIRA, A. et al. Metodologias de análise e de classificação das paisagens. O exemplo do projecto Estrela. **Finisterra**, Lisboa, v.36, n.72, p.157-178, 2001.
20. DIEGUES, A.C.S. Etnoconservação da natureza: enfoques alternativos. In: DIEGUES, A.C. **Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos**. São Paulo: Hucitec, NUPAUB-USP.
21. DIEGUES, A.C.S. **O mito moderno da natureza intocada**. 5.ed. São Paulo: Hucitec; NUPAUB, 2004.
22. MARTINS, E.S. et al. **Ecologia de Paisagem: conceitos e aplicações potenciais no Brasil**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 35p. Documentos/Embrapa Cerrados.
23. FARINA, A. **Principles and methods in landscape ecology**. Londres: Chapman & Hall, 1998. 235 p.

24. FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M.V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.11, n.4, p.493-502, 2007.
25. FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York: John Wilwy & Sons, 1986. 619p.
26. GARCIA, L.V.M; MOREIRA, J. C.; BURNS, R. C. Conceitos geográficos na gestão das unidades de conservação brasileiras. **GEOgraphia**, Rio de Janeiro, v.20, n.42, p.54-62, 2018.
27. GRATIVOL, A.D. et al. Abordagem de metapopulação para a conservação dos micos-leões-dourados na paisagem fragmentada da Bacia do Rio São João, RJ. In: PROCÓPIO-DE-OLIVEIRA, P., GRATIVOL, A. D; RUIZ-MIRANDA, C. R. (eds.). **Conservação do mico-leão-dourado: enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada**. Campos dos Goytacazes: Editora da Universidade do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008. p.136–159.
28. GUISSAN A; THUILLER W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. **Ecology Letters**, n.8,v.9, p.993-1009.
29. HARRIS, L.D. **The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity**. Chicago: University of Chicago, 1984. 229 p.
30. HOLST, B. et al. **Lion tamarin population and habitat viability assessment workshop 2005, final report**. Apple Valley, MN: IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, 2006.
31. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **XII Censo Demográfico - 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
32. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE. **Lista de espécies da flora ameaçadas de extinção**. Portaria nº 37-N, de 3 de abril de 1992. Brasília, IBAMA. 1992.
33. JOLY, C.A.; METZGER, J.P.; TABARELLI, M. Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. **New Phytol**, v.204, n.3, p.459-473, 2014.
34. JUVANHOL, R. S. et al. Análise espacial de fragmentos florestais: caso dos parques estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.18, n.4, p.353–364, 2011.
35. KIERULFF, M.C.M. **Avaliação das populações selvagens de mico-leão-dourado, Leontopithecus rosalia, e proposta de estratégia para sua conservação**. 1993. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1993.

36. KIERULFF, M.C.M. et al. The golden lion tamarin *Leontopithecus rosalia*: a conservation success story. **International Zoo Yearbook**, v. 46, n.1, p.36-45, 2012.
37. KORMAN, V. **Proposta de integração das glebas do Parque Estadual de Vassununga** (Santa Rita do Passa Quatro, SP). 2003. 131f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
38. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Unidades de Conservação do Brasil**: patrimônio do povo brasileiro. Esperança de um futuro para a humanidade. Brasília: ICMBio, 2007.
39. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado**. Brasília: ICMBio, 2008.
40. MARTINELLE, G.; MORAES, M.A. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Centro Nacional de Conservação da Flora. Rio de Janeiro, 2013.
41. MARQUES, R.O.; COSTA, L.F.B.; ANDRADE, F.A.V. Reflexões sobre a gestão territorial em unidades de conservação da Amazônia: o caso da APA Nhamundá localizada entre os municípios de Parintins e Nhamundá no estado do Amazonas - Brasil. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, v.12, p.1-13, 2013.
42. MAXIMIANO, L.A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Revista Ra'e Ga**, Curitiba, n.8, p.83-91, 2004.
43. MCGARIGAL K.; MARK B.J. **FRAGSTATS**: spatial patterns analysis program for quantifying landscape structure. Portland: Department of Agriculture, Forest, Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122 p.
44. MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v.9, n.1, p.41-64, 2006.
45. MESQUITA, C.A.B. et al. **Mosaicos florestais sustentáveis**: monitoramento integrado da biodiversidade e diretrizes para restauração florestal. Rio de Janeiro: Instituto BioAtlântica, 2011.
46. METZGER, J.P. Relationships between landscape structure and tree species diversity in tropical forest of south-east Brazil. **Landscape and Urban Planning**, v.37, p.29-35, 1997.
47. METZGER, J.P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.71, n.3, p.445- 463, 1999.
48. METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, Campinas, v.1, n.12, p.1-9, 2001.

49. METZGER, J.P. Conservation issues in the Brazilian Atlantic forest. **Biological Conservation**, Boston, v.142, n.6, p.1138–1140, 2009.
50. MITTERMEIER, R.A. et al. Conservation of primates in the Atlantic Forest region of eastern Brazil. **International Zoo Yearbook**, v.22, n.1, p.2-17, 1982.
51. MORAES, A.M. et al. Landscape resistance influences effective dispersal of endangered golden lion tamarins within the Atlantic Forest. **Biological Conservation**, Boston, v.224, p.178–187, 2018.
52. MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000.
53. NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A.S. **Landscape ecology: theory and application**. New York: Springer Verlag, 1989. 356 p. Série Environment Management.
54. NETO, R.S. et al. Caracterização da cobertura florestal de Unidades de Conservação da Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.22, n.1, p.32–41, 2015.
55. NUCCI, J.C. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem. **Revista Geografar**, Curitiba, v.1, p.77–99, 2007.
56. PHILLIPS, S.J.; DUDÍK, M. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. **Ecography**, n.31, v.2, p.161-175, 2008.
57. PIMENTEL, D.S.; MAGRO, T.C. Múltiplos olhares, muitas imagens: o manejo de parques com base na complexidade social. **GEOgraphia**, Rio de Janeiro, v.13, n.26, p. 92-113, 2011.
58. PIROVANI, D.B. et al. Análise espacial de fragmentos florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.2, p.271-281, 2014.
59. PRECINOTO, R.S. **Modelagem da dinâmica espacial de desmatamento e regeneração florestal na Bacia do Rio São João**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
60. PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Viva, 2001. 328p
61. REZENDE, C.L. et al. From hotspot to hopespot: an opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v.16, n.4, p.208–214, 2018.
62. RIBEIRO, N.B. **Análise de vulnerabilidade ecológica da Bacia Lagos São João, RJ: uma contribuição metodológica para estudos de adaptação às mudanças ambientais globais**. 2012. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

63. RIBEIRO, M.C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? **Biological Conservation**, Boston, v.142, n.6, p.1141-1153, 2009.
64. RIITTERS, K.H. et al. A factor analysis of landscape patterns and structure metrics. **Landscape Ecology**, v.10, n.1, p. 23-29, 1995.
65. ROCHA, C.F.D. et al. **Biologia da Conservação: essências**. São Carlos: RiMa, 2006. 582 p.
66. RUIZ-MIRANDA, C.R. et al. Re-introduction and translocation of golden lion tamarins, Atlantic Coastal Forest, Brazil: the creation of a metapopulation. In: SOORAE, P. S. (ed.). **Global reintroduction perspectives**. Additional case-studies from around the globe. Abu Dhabi: IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group (RSG), 2010. p.225-230.
67. RUIZ-MIRANDA, C.R.; GRATIVOL, A.D.; PROCÓPIO-DE-OLIVEIRA, P.A espécie e sua situação na paisagem fragmentada. In: PROCÓPIO-DE-OLIVEIRA, P.; GRATIVOL, A.D.; RUIZ-MIRANDA, C.R. (eds.). **Conservação do mico-leão-dourado: enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada**. Campos dos Goytacazes: Editora da Universidade do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008. p.6-13.
68. RUSCA, G.G. et al. Análise espacial dos fragmentos florestais no entorno de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, v.44, 2017.
69. RYLANDS, A.B. et al. A history of lion tamarin research and conservation. In: KLEIMAN, D.G.; RYLANDS, A.B. **Lion tamarins**. Biology and conservation. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 2002.
70. SCARANO, F.R.; CEOTTO, P. Brazilian Atlantic forest: impact, vulnerability, and adaptation to climate change. **Biodiversidade e Conservação**, v.24, p.2319–2331, 2015.
71. SEABRA, V.S. **Análise da paisagem em apoio aos estudos de favorabilidade à recuperação florestal na bacia hidrográfica do rio São João**. 2012. 206f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
72. SEABRA, V.; CRUZ, C.M. Mapeamento da dinâmica da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Rio São João, RJ. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.25, n.2, p.411-426, 2013.
73. SIQUEIRA, M.N.; CASTRO, S.S.; FARIA, K.M.S. Geografia e ecologia da paisagem: pontos para discussão. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.25, n.3, p.557–566, 2013.
74. TABARELLI, M. et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v.1, p.1-7, 2005.

75. TABARELLI, M. et al. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, Boston, v.143, n.10, p.2328–2340, 2010.
76. TAKIZAWA, F.H. **Levantamento pedológico e zoneamento ambiental da Reserva Biológica de Poço das Antas**. 1995. Monografia - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
77. TANSLEY, A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, v.16, n.3, p. 284-307, 1935.
78. TEIXEIRA, C. O desenvolvimento sustentável em Unidades de Conservação: a “naturalização” do social. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 20, n. 59, p.51-66, 2005.
79. TROLL, C. Landscape ecology (geo-ecology) and biogeocenology: a terminological study. **Geoforum**, v.8, p.43-46, 1971.
80. TURNER, M.G.; GARDNER, R.H. **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity**. New York: Springer-Verlag, 1990. 536 p.
81. TURNER, S.J. Scale, observation and measurement: critical choice for biodiversity research. In: BOYLE, T.J.B.; BOONTAWEE, B. **Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forest**. Malasia: CIFOR, 1995. p. 97-111.
82. VALENTE, R.O.A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do Rio Corumbataí, SP**. 2001. 161p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.
83. VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. 1991
84. VOLCKER, C.M.; PRIMO, P.B. **Bacias Hidrográficas dos rios São João e das Ostras. Águas, terras e conservação ambiental**. Rio de Janeiro, Consórcio Intermunicipal Lagos São João. 2003.