



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL DA COBERTURA FLORESTAL DOS
MUNICÍPIOS DA MICRORREGIÃO DE TRÊS RIOS - RJ**

Roberto Silvério Neto

ORIENTADOR: Prof. Dr. Fábio Souto de Almeida

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Sady Junior Martins da Costa de Menezes

**TRÊS RIOS - RJ
JULHO – 2014**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL DA COBERTURA FLORESTAL DOS
MUNICÍPIOS DA MICRORREGIÃO DE TRÊS RIOS - RJ**

Roberto Silvério Neto

Monografia apresentada ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da UFRRJ, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**TRÊS RIOS - RJ
JULHO – 2014**

Silvério Neto, Roberto, 2014

Caracterização espacial da cobertura florestal dos municípios da
Microrregião de Três Rios - RJ/ Roberto Silvério Neto - 2014.
37p. : grafs., tabs.

Orientador: Fábio Souto de Almeida.

Monografia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios.
Bibliografia: f. 31-37.

1. Conservação da Biodiversidade - geoprocessamento – ecologia da paisagem-
fragmentos florestais

I. Silvério Neto, Roberto. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto
Três Rios.



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL DA COBERTURA FLORESTAL DOS
MUNICÍPIOS DA MICRORREGIÃO DE TRÊS RIOS - RJ**

Roberto Silvério Neto

Monografia apresentada ao Curso de Gestão Ambiental como pré-requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aprovada em 16/07/2014

Banca examinadora:

Prof. Orientador Dr. Fábio Souto de Almeida

Prof. Co-orientador Dr. Sady Junior Martins da Costa de Menezes

Prof. Dr. Marcelo Cid de Amorin

Prof^a . Dr^a. Thais Alves Gallo Andrade

**TRÊS RIOS - RJ
JULHO – 2014**

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por possibilitar diariamente a luz e o discernimento essenciais para caminhar pelas trilhas dessa vida, muitas vezes de difícil passada, compreensão e de perigosa travessia.

Agradecer a minha família, nas pessoas de meus pais Maria Vilani e Rogério, por me apoiarem nessa caminhada da graduação.

Agradecer a professora Fabíola por ter ajudado prontamente na tradução para o inglês do resumo desta monografia.

Agradecer a todos os técnicos e professores do curso de Gestão Ambiental por se empenharem, mesmo em situações adversas, para nossa formação acadêmica e profissional. Em especial nas pessoas dos professores e amigos: Fábio, por ser meu orientador acadêmico e fomentar meu interesse pela pesquisa e assuntos universitários, mesmo estes vindo tardios de minha parte; Sady, por ser meu orientador tecnológico, me instruindo no aprendizado do geoprocessamento e colaborando de forma direta para minha formação humana em todos os seus planos; Marcelo, por ser meu orientador profissional, ter me apontado e impulsionado, desde os períodos iniciais de minha graduação, ao possível interesse pelas geotecnologias.

RESUMO

O estudo objetivou caracterizar espacialmente a cobertura florestal dos municípios de Areal, Levy Gasparian, Paraíba do Sul, Sapucaia e Três Rios, todos da Microrregião de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro. Foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8 de 2 de agosto de 2013. Para a modelagem e análise dos dados foram utilizados os programas Erdas Imagine 9.2 e ArcGIS 10.0. Da modelagem obteve-se o mapa de uso e ocupação do solo, através de classificação supervisionada, evidenciando as feições de paisagem: área urbana, fragmento florestal, pasto ou área desflorestada e água. Dessas, se extraiu a feição de remanescentes florestais maiores ou iguais a 0,5 ha. A partir disso, se calculou a área, o perímetro e a distância do fragmento florestal mais próximo, para cada fragmento, com o programa ArcGIS 10.0. Com esses dados, foi calculado o índice de circularidade de cada fragmento florestal. Os fragmentos florestais de cada município também foram separados em classes de tamanho, de isolamento e de índice de circularidade. Foram encontrados 3.716 fragmentos florestais, cobrindo uma área de 45.377,90 ha, correspondendo a 27,23 % da área total da região analisada. O Município de Paraíba do Sul apresentou a maior área com cobertura florestal (14.826,42 ha). Por outro lado, o Município de Levy Gasparian é o que possui a menor área com fragmentos florestais (2.739,40 ha). Todavia, foi o Município de Areal que apresentou a maior porcentagem do território coberto por florestas (36,77 %). Os demais municípios apresentaram uma variação de cobertura florestal de 25,54 % a 27,56 %. O município de Paraíba do Sul foi o que apresentou o maior número de fragmentos florestais (1.346), seguido pelo município de Sapucaia (1.060). O município de Levy Gasparian apresentou a menor quantidade de fragmentos (244). A maioria dos fragmentos florestais possui de 0,5 a 5,0 ha, em todos os municípios. Os municípios de Areal, Sapucaia e Três Rios apresentaram a maioria dos fragmentos florestais na classe de índice de circularidade de 0,6 a 0,8. Já os municípios de Levy Gasparian e Paraíba do Sul apresentaram a maioria dos fragmentos florestais na classe de 0,4 a 0,6. O nível de isolamento médio dos fragmentos florestais é consideravelmente menor no município de Areal que nos outros municípios. No entanto, todos os municípios da Microrregião de Três Rios apresentaram grande quantidade de remanescentes florestais pequenos, bastante susceptíveis ao efeito de borda e expressivamente isolados, o que dificulta o fluxo gênico, contribuindo assim para a perda da biodiversidade da região.

Palavras-chave: conservação da biodiversidade, geoprocessamento, ecologia da paisagem, fragmentos florestais.

ABSTRACT

The study aimed at characterizing the forest cover of the cities of Areal, Levy Gasparian, Paraíba do Sul, Sapucaia and Três Rios, all of the Region of Três Rios, Rio de Janeiro State, Brazil. Images of Landsat 8 of August 2013 were used. For data analysis, the ERDAS Imagine 9.2 and ArcGIS 10.0 software were used. From the work, it was obtained a use and occupation soil map, through supervised classification, pointing out the area design: urban area, forest fragments, grassland or deforested area and water. Over these areas, it was extracted the forest design of the fragments bigger or the same as 0,5 ha. After that, the area, the perimeter and the distance between nearer fragment was calculated with ArcGIS 10.0. With this data, circularity index from each fragment was estimated. Also, forest fragments from each city was also separated into size, isolation and circularity index. They were found 3,716 forest fragments, covering an total area of 45,387.90 ha, accounting 27.23 % of the total area of the analyzed region. The city of Sapucaia presented the largest area of forest cover (14,745.72 ha). Moreover, Levy Gasparian had the smallest area of forest fragments (2,739.40 ha). However, Areal was the city with the highest percentage of its territory covered by forests (36.77 %). The other cities varied between 25.54 % to 27.56 % of forestry cover. The city of Paraíba do Sul had the largest number of forest fragments (1,346), followed by the city of Sapucaia (1,060). The city of Levy Gasparian had the lowest amount of fragments (244). Most forest fragments has 0.5 to 5.0 ha, in all cities. The cities of Areal, Sapucaia and Três Rios had most forest fragments in class of circularity index of 0.6 to 0.8. The cities of Levy Gasparian and Paraíba do Sul presented the major forest fragments between 0.4 and 0.6. The average level of isolation of forest fragments is considerably smaller in the city of Areal than in other cities. However, all cities in the Region of Três Rios had lots of small forest remnants, very susceptible to edge effect and significantly isolated, hindering gene flow, contributing to the loss of biodiversity in the region.

Keywords: biodiversity conservation, geoprocessing, landscape ecology, forest fragments.

GLOSSÁRIO

Biodiversidade: variedade de espécies de animais de um local, região ou de todo planeta. Refere-se também a variedade genética dentro de determinado número de população de animais.

Corredor Ecológico: área de ligação de remanescentes florestais ou ecossistemas fragmentados que visa garantir a relação e fluxo ecológico de espécies animais nesses ambientes.

Ecologia de Paisagem: área de conhecimento que estuda as características espaciais de uma paisagem visando a conservação da biodiversidade local.

Endogamia: cruzamento de indivíduos de determinada espécie animal com alto grau de parentesco.

Espécies Endêmicas: espécies animais com ocorrência restrita a determinada região do planeta.

Flexibilidade Evolucionária: potencial que determinada espécie ou população tem de prosseguir sua evolução biológica segundo a teoria da evolução da Darwin.

Fluxo gênico: transferência de genes de uma população de espécies para outra população de espécies.

Geoprocessamento: processamento de informações baseadas em coordenadas geográficas que visem apoiar análises específicas. Os produtos podem ser: mapas, cartas, gravuras e dados processados em formatos estatísticos ou planificados.

Paisagem: conjunto de características de determinada superfície terrestre que está em função do uso e ocupação que se faz do território.

Plasticidade evolucionária: potencial que uma espécie ou população tem de se adaptar a determinada mudança no meio ambiente que vive.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área desflorestada da Mata Atlântica.....	pag.4.
Figura 2 – Representação de uma paisagem	pag.8.
Figura 3 – Exemplificação de obtenção de dados raster e vetorial	pag.10.
Figura 4 – Localização da Microrregião de Três Rios	pag.11.
Figura 5 – Imagem raster Landsat 8	pag.14.
Figura 6 – Ortofoto de 2005 da Microrregião de Três Rios, RJ	pag.16.
Figura 7 – Fluxograma da metodologia utilizada	pag.17.
Figura 8 – Mapa vetorial de uso e ocupação do solo	pag.18.
Figura 9 – Cobertura florestal de Levy Gasparian e Sapucaia	pag.19.
Figura 10 – Cobertura florestal de Areal, Paraíba do Sul e Três Rios	pag.20.
Figura 11 – Gráficos de cobertura florestal dos municípios	pag.21.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Área total, área com cobertura florestal e a porcentagem da área dos municípios da Microrregião de Três Rios com cobertura florestalpag.21.

Tabela 2. Número de fragmentos florestais (N), área e a porcentagem da área total com cobertura florestal (Área %), por classe de tamanho, nos municípios da Microrregião de Três Rios, RJpag.23.

Tabela 3. Número de fragmentos florestais por classe de índice de circularidade, a frequência e o índice médio (\pm EP), para os municípios de Microrregião de Três Rios, RJpag.26.

Tabela 4. Classes de nível de isolamento dos fragmentos florestais e nível de isolamento médio (\pm EP) nos municípios da Microrregião de Três Rios, RJpag.27.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	pag.1.
1.1 OBJETIVOS	pag.2.
1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	pag.2.
2 REVISÃO TEÓRICA	pag.3.
2.1 FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL E BIODIVERSIDADE	pag.3.
2.2 ECOLOGIA DE PAISAGENS	pag.6.
2.3 GEOPROCESSAMENTO	pag.9.
3 MATERIAIS E MÉTODOS	pag.10.
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	pag.10.
3.2 OBTENÇÃO DE DADOS	pag.12.
3.3 MODELAGEM DOS DADOS	pag.14.
3.4 ANÁLISE DOS DADOS	pag.16.
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	pag.17.
5 CONCLUSÃO	pag.30.
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	pag.31.

1. INTRODUÇÃO

A supressão da vegetação nativa, impulsionada pela necessidade de expansão agropecuária e busca de matéria-prima para as necessidades socioeconômicas, ocasionou a fragmentação florestal e a destruição de habitats em várias partes do mundo, pondo em risco os processos ecológicos responsáveis por gerar benefícios para os seres humanos e permitir a existência da biodiversidade em todos os seus níveis (ALMEIDA *et al.*, 2011). Pelo meio ambiente envolver uma complexa rede de relações ecológicas, qualquer desequilíbrio ou desaparecimento de um organismo responsável por determinada função ecológica acarreta em impactos no meio natural. A fragmentação de florestas nativas está relacionada com impactos ambientais negativos, pois os organismos que vivem em florestas fragmentadas estão mais expostos à redução de suas populações e, conseqüentemente, à extinção (VIANA & PINHEIRO, 1998). Fragmentos florestais pequenos, com formatos distantes do circular e isolados de outros remanescentes de florestas aumentam a incidência da endogamia, da diminuição do fluxo gênico e da perda de flexibilidade evolucionária nas populações bióticas locais (ALMEIDA *et al.*, 2011). Cabe ressaltar que danos à biodiversidade podem se refletir em problemas para os seres humanos, como a exaustão de recursos naturais e a perda de serviços ecossistêmicos (ANDRADE *et al.*, 2012).

Em resposta à problemática da conservação da biodiversidade e dos recursos naturais, estudos de ecologia de paisagem visam estudar a cobertura florestal de regiões, analisando os remanescentes florestais para avaliar se apresentam condições de manter populações viáveis da fauna e flora que vivem nesses ambientes (METZGER, 2001). A ecologia de paisagem utiliza-se do geoprocessamento para analisar os remanescentes florestais, pois permite a visualização espacial e a quantificação de métricas que caracterizam a cobertura florestal.

Os remanescentes florestais, mesmo estes sendo pequenos e isolados, são de suma importância para conservação da biodiversidade, pois muitas espécies endêmicas vivem em fragmentos pequenos que não são protegidos por iniciativas conservacionistas e por instrumentos legais (VIANA & PINHEIRO, 1998). Assim, deve-se propor ações de manejo para maximizar a manutenção de espécies nesses ambientes. Para tal, a criação de corredores ecológicos e a utilização de métodos para aumentar a área dos fragmentos florestais podem ser úteis.

A Microrregião de Três Rios faz parte do Vale do Paraíba no Estado do Rio de Janeiro. A região apresenta uma paisagem com cobertura florestal bastante fragmentada, necessitando de ações que possam auxiliar na conservação da biodiversidade da região. A vegetação original de Mata Atlântica foi grandemente reduzida em meados do século XIX para dar lugar, principalmente, aos cafezais. A região do Vale do Paraíba Fluminense foi uma das maiores produtoras de café do mundo (STEIN, 1985). Posteriormente, um novo ciclo de uso das terras foi instalado, o do gado leiteiro com pastagem extensiva, sendo seu apogeu na metade do século XX (SILVA, 2002). Hoje, a região não tem expressão na produção de leite pelas suas pastagens serem de baixa qualidade. Esse panorama acarreta problemas sociais e ambientais, com a perda de diversidade biológica e o esgotamento de recursos naturais estando entre os mais graves problemas.

Assim, nesse estudo as características da cobertura florestal dos municípios da Microrregião de Três Rios são analisadas, evidenciando a área com cobertura florestal, o número e o tamanho dos fragmentos florestais, o índice de circularidade e o nível de isolamento dos remanescentes. O trabalho tem como finalidade verificar a atual situação dos remanescentes florestais na Microrregião, embasando outros estudos científicos e iniciativas que visem a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais da localidade.

1.1 OBJETIVOS

Caracterizar espacialmente a cobertura florestal da Microrregião de Três Rios.

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a porcentagem de área coberta por florestas nos municípios da Microrregião de Três Rios.
- Avaliar os fragmentos florestais dos municípios da Microrregião de Três Rios, quanto ao número de fragmentos, seus tamanhos, níveis de isolamento e efeito de borda.
- Apresentar dados úteis para a gestão dos recursos naturais e da biodiversidade da região.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1. FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL E BIODIVERSIDADE

A degradação do meio ambiente se tornou uma questão discutida a nível mundial. O ser humano retira do ambiente natural que o circunda os recursos que necessita para o desenvolvimento de suas sociedades e de novas tecnologias. Por muito tempo, o ser humano utilizou os recursos naturais disponíveis sem a mínima preocupação se os montantes eram findáveis ou não (TOZONI-REIS, 2004). Civilizações, como as europeias, exauriram boa parte de suas riquezas ambientais com o desenvolvimento econômico de suas sociedades. Os europeus também contribuíram para a exaustão de recursos naturais no continente americano, ao colonizar o continente (SILVA, 2007). No entanto, a intensificação da superexploração dos recursos naturais ocorreu com o modelo de produção a nível industrial que se iniciou na Inglaterra no final do século XVIII e início do século XIX (FREITAS, 2006). Para manter a crescente produção industrial, tornou-se necessário a extração de muitos recursos naturais e as florestas eram vistas como fontes, se não oásis, de recursos a serem utilizados sem restrições.

Infelizmente, esse modelo de desenvolvimento, que via o meio ambiente simplesmente como fonte de recursos, estando ele a disposição para qualquer finalidade, foi o sistema disseminado em muitos países por questões econômicas, culturais e políticas. No caso do Brasil, a superexploração dos recursos naturais se intensificou com a colonização pelos portugueses (QUEIROZ, 2006). O pau-brasil é um exemplo da acelerada devastação florestal iniciada no Brasil. Pela árvore ter valor econômico interessante e ser numerosa em terras brasileiras naquela época, foi intensamente explorada com a chegada dos portugueses e hoje é escassa na paisagem onde antes era abundante (PINTO, 2007). Muito da vegetação natural das regiões onde chegavam os colonizadores portugueses já havia sido explorada e reduzida antes da formação dos primeiros aldeamentos e cidades do Brasil (FRANKE *et al.*, 2005).

Hoje a floresta de Mata Atlântica, presente originalmente em quase todo o litoral brasileiro, mas com maior cobertura nas regiões sul e sudeste (SHÄFFER & PROCHNOW, 2002, citado por CALDAS, 2007), apresenta 12,5 % da sua cobertura original (SOS Mata Atlântica, 2014; Figura 1). É uma das florestas mais exploradas e devastadas no mundo. Está na lista de *hotspots* mundiais (LAGOS & MULLER, 2007), o que indica um alto grau de risco de perda da biodiversidade, por apresentar: grande perda da sua cobertura florestal original, o

que acarreta na fragmentação florestal e descaracterização dos ambientes naturais desse bioma; alto nível de endemismo das espécies da fauna e flora; e perda de interações ecológicas, que acarreta na diminuição da sustentabilidade das florestas em longo prazo e, concomitantemente, a extinção de espécies (ALMEIDA *et al.*, 2011).



Figura 1. Exemplificação do domínio original da Mata Atlântica com os remanescentes de Mata Atlântica atuais existentes no Brasil (KARINI, 2011).

Além da superexploração da Mata Atlântica citada anteriormente, a mudança da paisagem nessas regiões, principalmente no século XX, também contribuiu para a fragmentação florestal. O desenvolvimento urbano, industrial e agropecuário nas regiões do Brasil, principalmente Sudeste e Sul, contribuíram mais ainda para o isolamento de remanescentes florestais (ZAÚ, 1998). As barreiras de adensamentos urbanos e de atividades industriais tornam-se usos consolidados, dificultando os fluxos ecológicos em extensões florestais, sendo elas separadas por barreiras antrópicas.

O Estado do Rio de Janeiro apresenta 20,33 % de sua área com cobertura de remanescentes de Mata Atlântica (FIDALGO *et al.*, 2007). Muitas dessas porções florestais estão desprotegidas e isoladas na paisagem do Estado, sendo de extrema importância a análise

dessa paisagem para a realização de pesquisas e programas que visem contribuir com a perenidade da biodiversidade da região (VIANA & PINHEIRO, 1998).

É importante ressaltar que a biodiversidade fornece serviços ecossistêmicos quantificáveis e não quantificáveis. Os ecossistemas fornecem matéria-prima para a produção de fármacos, essências para perfumes e produtos de higiene pessoal, fornece madeira para várias finalidades e alimentos para a população local. Além disso, o fornecimento de serviços não quantificáveis, mas não de menos importância, inclui o controle da erosão e movimento de massas, que podem acarretar em desastres com perdas materiais e mortes humanas, regulamentação do ciclo hidrológico e equilíbrio de vazão dos mananciais d'água, aumentando assim sua perenidade, armazenamento e produção de recursos genéticos das espécies, mantendo a plasticidade adaptativa dos indivíduos (VIANA & PINHEIRO, 1998; ALMEIDA *et al.*, 2011). Oferece ainda abrigo para polinizadores, que polinizam espécies nos fragmentos florestais e também em culturas agrícolas, oferecem recreação e divertimento, pelas belezas naturais e uso de regiões como balneários e trilhas ecológicas, além de vários outros serviços que são prestados pela biodiversidade.

No entanto, muitas são as atividades humanas que colocam em cheque a biodiversidade, colocando em risco os serviços ecossistêmicos. A poluição que é gerada por atividades antrópicas afeta diretamente a sobrevivência de animais e plantas. Muitos são sensíveis às altas dosagens de compostos químicos advindo de descartes e a existência de lixo provoca até mesmo a morte de alguns animais por conviverem e tentarem se alimentar desses resíduos (GONTIJO, 2008). Atividades como a exploração de minério, extrativismo de recursos naturais como látex, frutas e madeira, a construção de infraestruturas de bem público sem a mínima preocupação com as questões ambientais (estradas e linhas de transmissão de energia, que geralmente cortam florestas já existentes) e o despejo de efluentes e resíduos próximos a áreas naturais, por serem mais distantes de adensamentos urbanos, são algumas atividades que poluem as florestas com materiais e particulados atmosféricos estranhos ao meio ambiente (MARQUES & PINHEIRO, 2010).

A caça, atividade muito aceita no passado, contribui para a perda de diversidade biológica (CULLEN JR. *et al.*, 1997). O abate de animais silvestres para alimentação ou comércio acarreta na perda de indivíduos que, além de serem protegidos por lei, contribuem para a manutenção da biodiversidade por fazerem parte de relações ecológicas (ANDRIGUETTO-FILHO *et al.*, 1998; TABARELLI, 2005). Exemplos clássicos de ações

prejudiciais à fauna são a pesca em tempo de defeso, em que os peixes estão em período de reprodução para manter uma quantidade razoável de sua população; a caça para manutenção em cativeiro de pássaros raros para o comércio internacional e a caça de animais menos comercializáveis por hobby.

O desmatamento, que tem íntima relação com a exploração indiscriminada dos recursos florestais, gera perda de habitat e de condições para a sobrevivência da fauna e da flora (SILVA, 2002). Muitas espécies necessitam de condições ambientais que só grandes áreas de florestas nativas de estágio sucessional avançado podem fornecer (ALMEIDA *et al.*, 2011). O desmatamento e a, conseqüente, fragmentação florestal acarretam no isolamento de fragmentos florestais na paisagem. Esses fragmentos muitas vezes apresentam pequenas áreas, o que não contribui para a conservação da biodiversidade. Dependendo do conjunto de características apresentadas pelo fragmento florestal, este pode não ser apto a sustentar uma grande população, especialmente de espécies de grande porte. Efeitos externos, como o de borda, que interferem no microclima interno da vegetação, reduzem a capacidade de alocação de determinados indivíduos. Essa influência gera perda de diversidade biológica, principalmente de espécies mais sensíveis a esses efeitos externos (LUCAS, 2011).

A fragmentação florestal interfere no histórico evolutivo das populações nessas áreas, afeta diretamente a natalidade e mortalidade das espécies modificando a quantidade de animais e suas interações/relações ecológicas (polinização, dispersão, predação) (VIANA & PINHEIRO, 1998). A fragmentação também acarreta na endogamia, cruzamento de indivíduos com grau próximo de parentesco, e a redução do fluxo gênico pelas populações por estas se tornarem mais isoladas uma das outras (KAGEYAMA *et al.*, 1998). Isso gera inicialmente a diminuição das populações e, em longo prazo, a extinção das espécies (BEZERRA, 2010).

2.2. ECOLOGIA DE PAISAGENS

Os primeiros estudos propriamente científicos para a análise de paisagens surgiram na Alemanha, em meados do século XIX, por Alexandre Von Humboldt, sendo o conceito idealizado de paisagem a “totalidade de características de uma região do planeta” (METZGER, 2001). A partir disso, estudos sobre a paisagem começaram a ser realizados principalmente no campo da geografia, como disciplina acadêmica (METZGER, 2001). Em

1939 o biogeógrafo Carl Troll criou o termo “Ecologia de Paisagem” que, segundo essa nova visão, caracteriza-se pelo espaço total que o homem vive, analisando também características da biosfera e geosfera (RITTER & MORO, 2012). Especialmente a partir da década de 1980, pesquisadores procuraram utilizar a teoria de biogeografia de ilhas e a análise da paisagem para fins de planejamento de áreas protegidas, criando assim uma abordagem que dá mais ênfase a análise de paisagens naturais para a conservação e manejo da biodiversidade e recursos naturais (SIRQUEIRA *et al.*, 2013). A análise da paisagem para o planejamento de áreas protegidas baseia-se então nas observações realizadas por MACARTHUR & WILSON (1963), quando cunharam a teoria de biogeografia de ilhas, e na análise espacial dos ecossistemas naturais, como os fragmentos florestais de uma determinada paisagem (NUCCI, 2007). Essa abordagem vem se difundindo no Brasil, principalmente a partir do ano 2000, pois várias instituições começaram a realizar estudos nessa área, através de iniciativas de ordenamento territorial, estudo de impacto ambiental e pesquisas relacionadas à conservação da biodiversidade (RITTER & MORO, 2012).

Pelas questões ambientais extrapolarem os limites de várias ciências, por requererem uma visão integradora dos aspectos ecológicos, físicos e socioeconômicos, torna-se inevitável uma visão holística de problemáticas ambientais. A ecologia de paisagem é um reflexo da necessidade de se analisar a condição da natureza integrando análises espaciais, a partir das ciências geográficas e de teorias ecológicas (SANTOS & PENA, 2011; NUCCI, 2007).

A maior parte de resultados produzidos em ecologia da paisagem busca descrever padrões espaciais e determinar possíveis mudanças de padrões em um período de tempo, sempre baseados em métricas próprias de ecologia de paisagem (PIVELLO & METZGER, 2007). Nesse caso, a observância de aspectos relacionados à diminuição da cobertura florestal total, à fragmentação florestal, ao nível de isolamento dos remanescentes florestais e aos índices de circularidade dos fragmentos, intimamente relacionados com o efeito de borda, são os resultados obtidos pela descrição espacial feita pelas técnicas de métricas empregadas. Essas características espaciais influenciam diretamente na perenidade e resiliência da biodiversidade nas regiões estudadas (BEZERRA, 2010), sendo o isolamento das populações bióticas um sério empecilho para a conservação da diversidade biológica. Observando isso, a conexão dos fragmentos florestais por corredores ecológicos são recursos importantes para a manutenção da biodiversidade. Eles são importantes por manter as relações entre as

populações dos fragmentos de habitats, garantindo o fluxo gênico e a variabilidade genética (Figura 2).

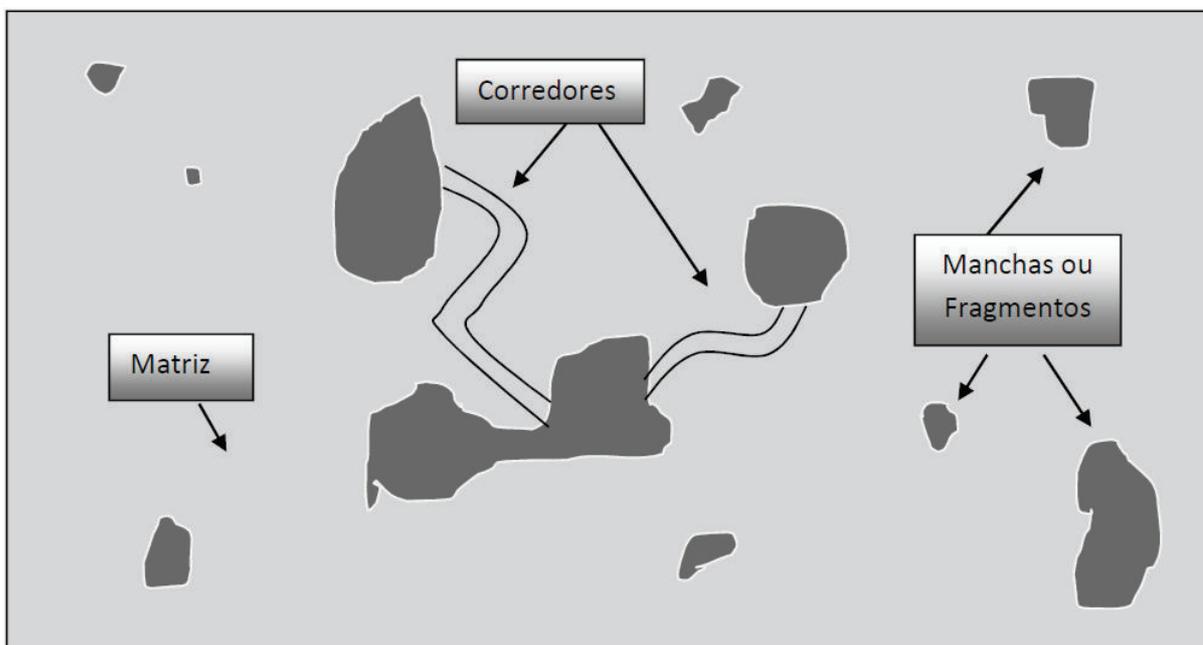


Figura 2. Representação simplificada de uma paisagem com suas unidades/feições isoladas (manchas), feição predominante e divisora na paisagem (matriz) e locais possíveis de conexão, entre fragmentos florestais (adaptado de BEZERRA, 2010).

Boa parte das metodologias dos estudos de ecologia da paisagem envolvem dados obtidos por sensores remotos, sendo fotos aéreas e imagens de satélite (AZEVEDO *et al.*, 2012). Esse tipo de informação é muito importante pelos estudos necessitarem de dados sobre a extensão e distribuição espacial das feições de interesse na paisagem.

A preocupação com a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade, em todos os seus níveis, resultou na criação de Unidades de Conservação da Natureza em todo o mundo (BRITO, 2000). Para o planejamento das Unidades de Conservação análises ambientais da paisagem são importantes, por proporcionar a avaliação e identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilizando inclusive a teoria da biogeografia de ilhas (EDUARDO, 2013). O primeiro território dedicado à conservação da natureza no Brasil foi o Parque Nacional do Itatiaia em 1937. O Brasil, através da instituição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação no ano 2000, pela Lei nº 9.985, alavancou substancialmente a implantação de Unidades de Conservação. Para se ter uma ideia, dos anos de 2003 a 2008, 74 % de todas as áreas de proteção à natureza criadas no mundo foram no Brasil (MEDEIROS & ARAÚJO,

2011). Esse dado aponta a importância da correta delimitação das áreas protegidas e a responsabilidade de administrar essas áreas. O desenvolvimento ou formação da paisagem resulta da interação da função e da estrutura de determinada paisagem (EDUARDO, 2013). Sendo uma Unidade de Conservação parte de uma paisagem, estudos dessas interações devem ser realizados para se potencializar o manejo e gestão de recursos naturais dessas Unidades, de acordo com as características econômicas, sociais e ambientais na região que a circunda. Assim, conhecer os diferentes usos do solo em uma paisagem pode subsidiar a implantação e gestão das Unidades de Conservação (EDUARDO, 2013).

2.3. GEOPROCESSAMENTO

Para a análise dos recursos naturais, nada tem apresentado melhores resultados que as técnicas de geoprocessamento. Utilizando-se técnicas computacionais para a análise de imagens georreferenciadas, esta ferramenta é de grande utilidade para análises ambientais. Por ser proporcionalmente de baixo custo em vista do poder de informações que traz a seu analista, transforma-se em ferramenta fundamental para subsidiar a tomada de decisões em diversas áreas, como as de planejamento urbano e ambiental (ASSAD & SANO, 1998; FLORENZANO, 2002).

O sensoriamento remoto e o sistema de informação geográfica (SIG) são técnicas utilizadas pelo geoprocessamento para processar informações, por métodos computacionais, no intuito de tornar explícito dados que são implícitos a análises humanas (como a situação áreas de preservação permanente e da cobertura vegetal de determinada região) (CALDAS, 2007). Propicia ao usuário a utilização de grande quantidade de dados para realizar uma análise, permitindo um embasamento maior numa tomada de decisão.

O sensoriamento remoto consiste na obtenção de dados da superfície terrestre sem contato direto, podendo ser informações de objetos específicos ou fenômenos relacionados a esses objetos. Para isso, esse campo de estudo se utiliza de técnicas de engenharia próprias para a captação e armazenamento de dados (CÂMARA & MEDEIROS, 1998). As informações de sensoriamento remoto podem ser captadas por aeronaves, plataformas móveis acopladas em veículos terrestres e satélites orbitais. No armazenamento de dados, as imagens são constituídas por vários pixels formando uma malha, conhecidas como imagens raster. Cada pixel corresponde a uma informação de energia eletromagnética refletida ou emitida

pela superfície analisada (BEZERRA, 2010). Quando as informações captadas são convertidas, ou propositalmente expressas, do formato anterior para um formato de linhas, pontos ou polígonos, são denominadas de imagens vetoriais (LUZ, 2002) (Figura 3).

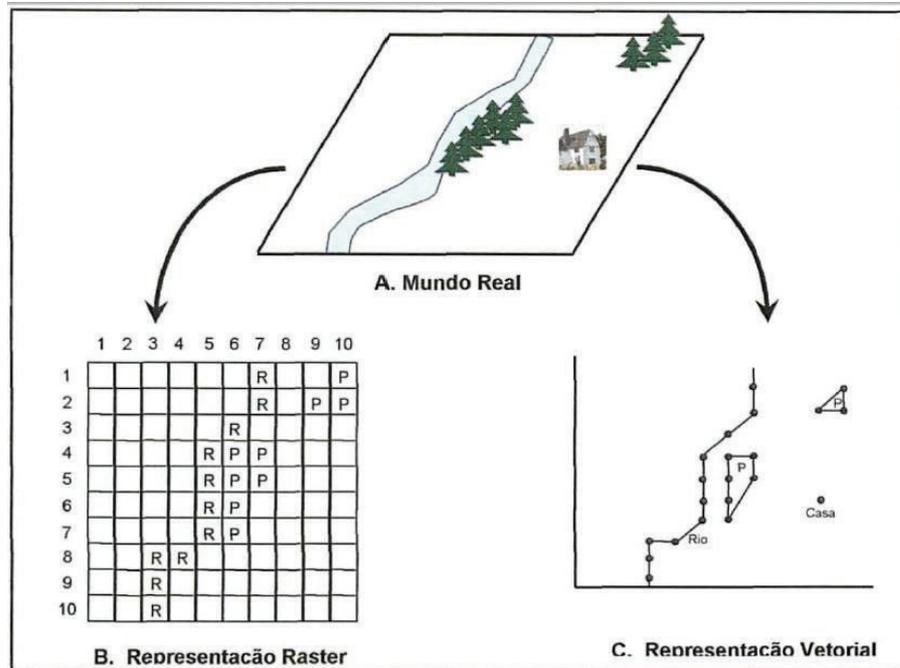


Figura 3. Exemplificação de representação da superfície de uma paisagem do mundo real por imagem raster e vetorial. Nota: R - curso d'água superficial; P - fragmentos florestais (imagem de ARANOFF, 1995 adaptada por LUZ, 2002).

Os sistemas de informações geográficas (SIGs) são tecnologias computacionais que envolvem o uso de computadores e *software* para a análise de várias informações simultâneas em contexto geográfico, permitindo a localização, reconhecimento de padrões e avaliação de características específicas em um determinado espaço terrestre (SANTOS & PENA, 2011). Alguns *software* utilizados são os seguintes: ArcGIS, QGIS, SPRING, gvSIG, entre outros. Essa é uma tecnologia útil para a avaliação ambiental e para embasar decisões de gestores de entidades públicas e privadas (BEZERRA, 2010).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O local de estudo compreende os municípios de Areal (110,119 km²), Comendador Levy Gasparian (106,887 Km²), Paraíba do Sul (580,525 km²), Sapucaia (541,711 Km²) e Três Rios (326,126 Km²). Esses municípios integram a Microrregião de Três Rios que ocupa uma área de 166.616,80 Km² (IBGE, 2010), Estado do Rio de Janeiro (Figura 4). A região apresenta território total de 1.666.168 km². A área está inserida no bioma Mata Atlântica e sua vegetação original é a Floresta Estacional Semidecidual Submontana, a Floresta Estacional Semidecidual Montana e, em alguns pontos, a Floresta Ombrófila Densa Montana (O ESTADO DO AMBIENTE, 2011).

As principais bacias hidrográficas da região são as do Rio Preto e Paraibuna, a noroeste da área em estudo, do Rio Paraíba do Sul, mais ao centro do território e se estendendo de um extremo (oeste) ao outro (leste), e do Rio Piabanha, a sudeste. O município de Areal apresenta seu limite territorial inserido integralmente na bacia hidrográfica do Rio Piabanha, enquanto que os demais municípios têm seus territórios inseridos nas outras bacias hidrográficas (COMITÊ PIABANHA, 2010).

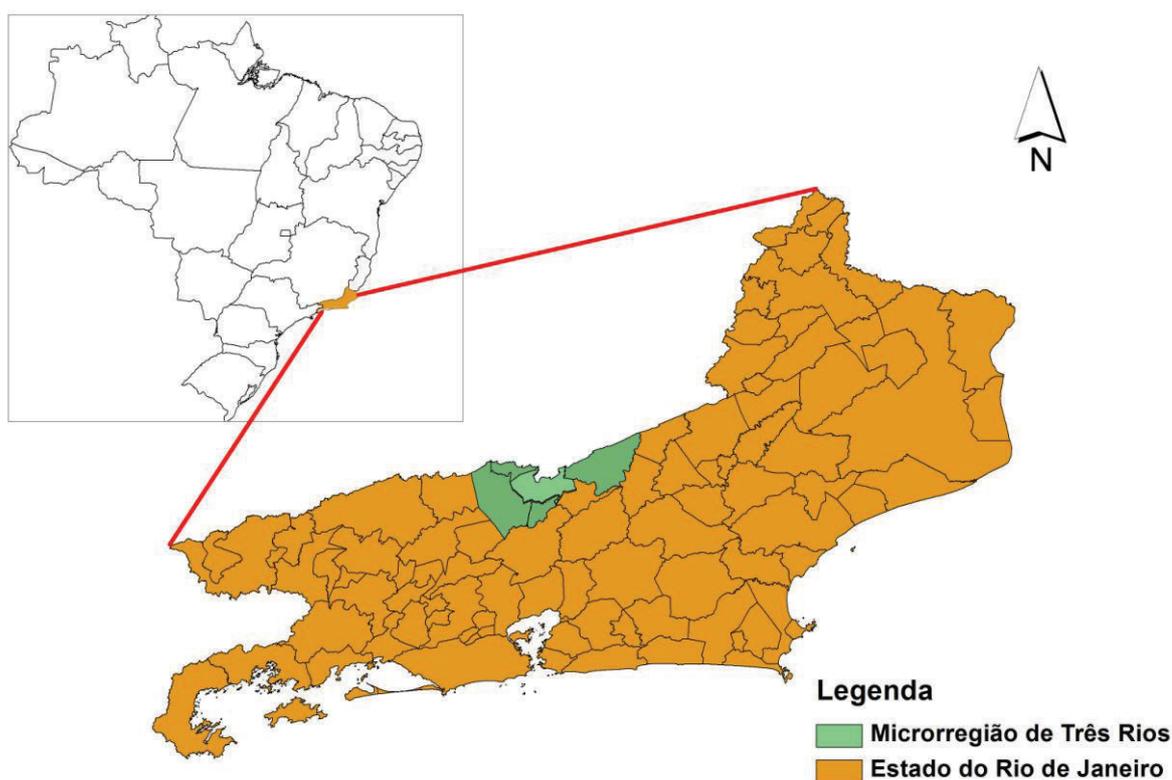


Figura 4. Localização da Microrregião de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro.

A região apresenta relevo formado em sua maior parte pelo predomínio do característico “mar de morros”, com elevações de 100 a 200 metros, além de algumas serras isoladas, com amplitudes topográficas de 200 a 400 metros de altura (O ESTADO DO AMBIENTE, 2011).

Segundo a classificação de Koppen, o clima de grande parte da Mesorregião é o subtropical úmido e subúmido, sendo submontano (tipo tropical), de superúmido a úmido, em montanhas isoladas no relevo (O ESTADO DO AMBIENTE, 2011). A temperatura anual média apresenta variação de 20° C a 24° C e a precipitação média varia de 1.300 a 1.600 mm por ano.

Em grande parte da região os solos se caracterizam por serem profundos e lixiviados, sendo Latossolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Vermelho-Amarelos. As áreas próximas à calha do Rio Paraíba do Sul apresentam Argissolos Vermelho-Amarelos (DANTAS *et al.*, 2001).

3.2. OBTENÇÃO DOS DADOS

Optou-se pelos dados fornecidos de forma gratuita pelo programa de satélites norte-americano de observação da Terra, denominado Landsat (*Land Satellite*, satélite da Terra) que objetiva a observação dos recursos naturais de todo o planeta através de imageamento orbital remoto. O sistema de sensor remoto escolhido foi o da série Landsat 8 *Thematic Mapper* (TM), sendo o *United States Geological Survey*, Serviço Geológico Norte Americano (USGS), o órgão responsável pela operação e distribuição dos dados do programa de sensoriamento remoto ambiental Landsat (HEIN, 2014; USGS, 2014).

Objetivando imagens de satélite dos 5 municípios envolvidos no estudo, foi obtido o imageamento remoto do sensor Landsat 8 no ponto/orbita 217/075 do dia 2 de agosto de 2013, com 11 bandas espectrais. A banda espectral 9 (Cirrus) refere-se a captação espectral de nuvens altas, não sendo necessário para nossos estudos. As bandas 10 e 11 referem-se à captação do infravermelho do sensor Landsat 8 (Thermal Infrared Sensor, TIRS), úteis para medir a temperatura da superfície terrestre, também não necessárias para a nossa análise. Portanto, foram utilizadas as bandas de 1 a 8.

As bandas espectrais do Landsat 8 estão em configuração radiométrica de 15 *bits*. Por isso, foi realizada conversão radiométrica das bandas espectrais de 1 a 8 no *software* ArcGIS 10.0, gerando arquivos das respectivas bandas de interesse com configuração radiométrica de 8 *bits*. Esse processo facilita a manipulação das imagens nos *software* por reduzir o tamanho dos arquivos a serem manipulados e não gera perda de qualidade dos dados obtidos.

O próximo passo foi a montagem da imagem orbital com as bandas convertidas no processo anterior. Para isso utilizou-se o *software* Erdas Imagine 9.2 para fusionar as bandas espectrais de 1 a 7.

A imagem raster obtida do processo anterior da junção das bandas 1 a 7 apresenta resolução espacial de 30 x 30 metros. A banda espectral 8 é a banda espectral pancromática. Esta banda quando fusionada com outras bandas espectrais aumenta a resolução espectral para 15 x 15 metros. Para realizar esse fusionamento foi utilizado o programa ArcGIS 10.0. O processo utilizado foi o do *Pan Sharpening*.

Em seguida, realizou-se um recorte na imagem raster obtida, delimitando um polígono sobre a área da microrregião de Três Rios. Esse processo gerou uma saída (*output*) da imagem raster contendo somente a área de estudo (Figura 5). Esse polígono dos limites territoriais foi baseado em um arquivo vetorial em formato shapfile dos cinco municípios em estudo, obtido no *site* do Instituto Nacional de Geografia e Estatística (IBGE). O arquivo está configurado no sistema de coordenadas geográficas e Datum SIRGAS 2000.

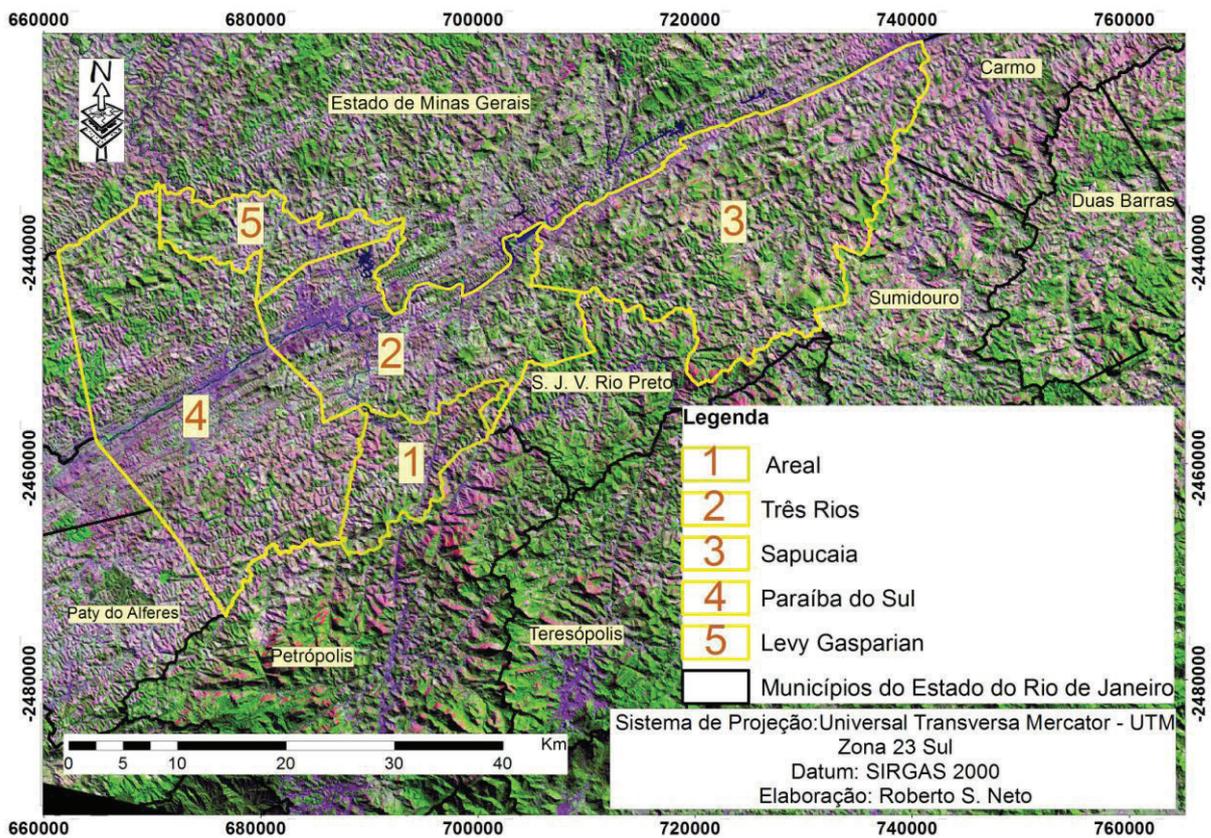


Figura 5. Imagem em formato raster da Microrregião de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro.

3.3. MODELAGEM DOS DADOS

Obtida a imagem raster da Microrregião de Três Rios, foi realizada a classificação supervisionada da imagem com o intuito de gerar um mapa de uso e ocupação do solo baseado nas seguintes feições de paisagem: cursos de água superficial; pastos ou áreas desflorestadas; área urbana; e fragmentos florestais.

Para realizar a classificação supervisionada foi utilizado o *software* Erdas Imagine 9.2, atribuindo dentro da imagem assinaturas espectrais das quatro feições que foram analisadas. Para classificar os valores qualitativos de cada *pixel* da imagem foi feita a configuração da imagem raster do sensor TM do Landsat 8 em 6 Red, 5 Green, 4 Blue. Esta configuração caracterizou numa melhor detecção dos alvos, evidenciando a vegetação. Foram coletadas 600 amostras da imagem raster, sendo 150 amostras para cada feição analisada (água, área urbana, pasto ou área desflorestada e fragmento florestal). Após a coleta das amostras procedeu-se o

processamento da imagem temática. Na configuração da modelagem da imagem temática o algoritmo *Mahalanobis distance* foi escolhido para rotular estatisticamente os *pixels*. Essa escolha foi avaliada em um prévio teste de algoritmos estatísticos do Erdas Imagine 9.2 e o resultado que apresentou melhor fidelidade classificatória foi o algoritmo *Mahalanobis*. O processo exportou um mapa de uso do solo.

O nível de exatidão do mapa gerado foi obtido no Erdas Imagine 9.2, comparando a imagem temática com um novo conjunto de 600 amostras. O método baseia-se em programar para que o *software* escolha novos 600 pontos aleatórios, 150 para cada município, no mapa raster utilizado para modelar a imagem temática e, a partir desses pontos, o analista deve atribuir qual feição equivale ao determinado ponto. Esse processo é denominado de *accuracy assessment*. Quatro relatórios de índice de acerto Kappa da relação dos pontos de *accuracy* coletados na imagem raster com a imagem temática foram gerados. Os índices de acerto da classificação das imagens apresentam as seguintes tendências: entre 0,40 e 0,60 são classificados como razoáveis; entre 0,60 e 0,80 são classificados como bons; e maior que 0,80 são classificados como excelentes. Os relatórios apresentaram os seguintes índices: 0,67 para Areal, 0,74 para Paraíba do Sul e Levy Gasparian, 0,70 para Sapucaia e 0,72 para Três Rios. Com isso, obteve-se uma imagem temática do mapa de uso e ocupação do solo da Microrregião de Três Rios com uma classificação de acerto classificada como boa.

A partir da imagem de uso e ocupação do solo em formato raster foi gerada uma imagem em formato de vetor com o programa ArcGIS 10.0, por permitir a quantificação e a comparação das feições. O novo arquivo em formato vetorial mantém os mesmos atributos da imagem raster classificada.

A partir da imagem de uso e ocupação vetorizada, contendo as informações espaciais das quatro feições da região em estudo, extraiu-se da imagem as feições de fragmentos florestais tendo como condição a restrição de serem maiores que 0,5 ha. Isso gerou um arquivo vetor *shapfile* dos fragmentos florestais da Microrregião de Três Rios. O próximo passo foi dividir a espacialização dos fragmentos florestais por município da Microrregião. Isso foi realizado através do processo de recorte do arquivo *shapfile* dos limites individuais de cada município, contendo os fragmentos florestais identificados.

A classificação supervisionada foi ainda validada por meio de observações de campo, da observação de um conjunto de ortofotos do IBGE do ano de 2005 e da observação de imagens de satélite do programa Google Earth (Figura 6).

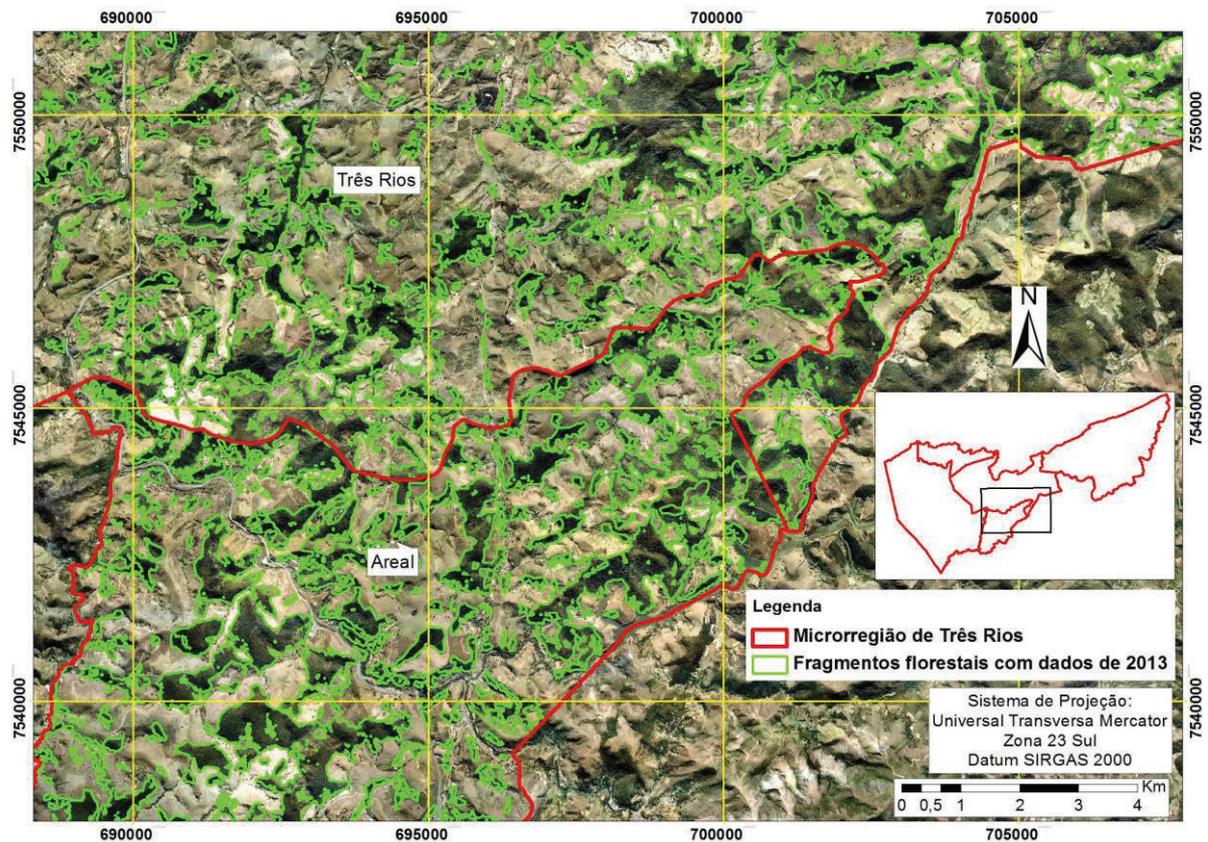


Figura 6. Validação da classificação supervisionada por meio de ortofotos do ano de 2005 da Microrregião de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro. Em contorno verde os fragmentos mapeados e modelados pelos dados Landsat 8 TM .

3.4. ANÁLISE DOS DADOS

A partir da base de dados trabalhada obteve-se a área de cada fragmento florestal, o seu perímetro e a distância dos fragmentos florestais para os seus vizinhos mais próximos (pelo comando *near* de proximidade), no programa ArcGIS 10.0.

Para o cálculo do índice de circularidade foram utilizados os procedimentos descritos por BORGES *et al.* (2004) e AMARAL *et al.* (2009). O cálculo gera valores de 0 até 1 e quanto mais próximo o índice estiver de 1 mais circular é o fragmento florestal. As fórmulas adotadas são apresentadas abaixo.

$$IC = \sqrt{A1/A2}$$

$$A2 = \pi R^2$$

$$R = P / 2\pi$$

Sendo: A1 é a área do fragmento florestal em análise; A2 é a área de um círculo com perímetro igual a do fragmento florestal em análise; R é o raio do círculo e P é o perímetro do fragmento florestal analisado.

Foram obtidas a área com cobertura florestal de cada município e a porcentagem da área total dos municípios coberta por florestas. Os fragmentos florestais de cada município também foram separados em classes de tamanho, de isolamento e de índice de circularidade (Figura 7).

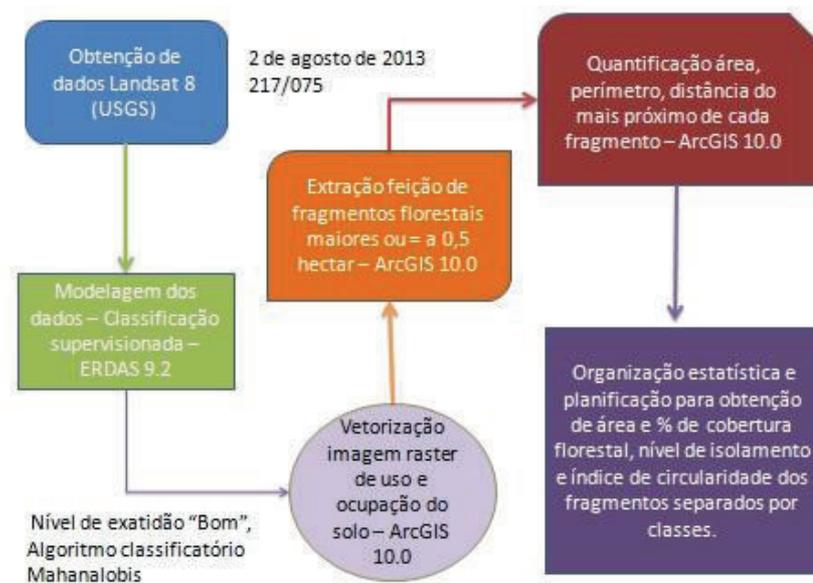


Figura 7. Fluxograma da metodologia utilizada para modelagem e organização dos dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 3.716 fragmentos florestais nos cinco municípios da Microrregião de Três Rios. A área total coberta por florestas foi de 45.377,90 ha, correspondendo a 27,23 % na Microrregião. É interessante observar que a quantidade de áreas florestadas, em geral, é menor nas imediações das áreas urbanas (Figura 8).

O município de Paraíba do Sul apresentou a maior área com florestas (Figura 10), e é o município com maior território (Tabela 1, Figura 11), sendo Sapucaia o segundo com maior área florestal e tamanho territorial (Figura 9). A soma da cobertura florestal dos dois municípios corresponde a 65,17 % da cobertura florestal da Microrregião de Três Rios. O município de Levy Gasparian apresentou a menor área coberta por florestas. Já o município que teve a maior porcentagem de cobertura florestal foi Areal.

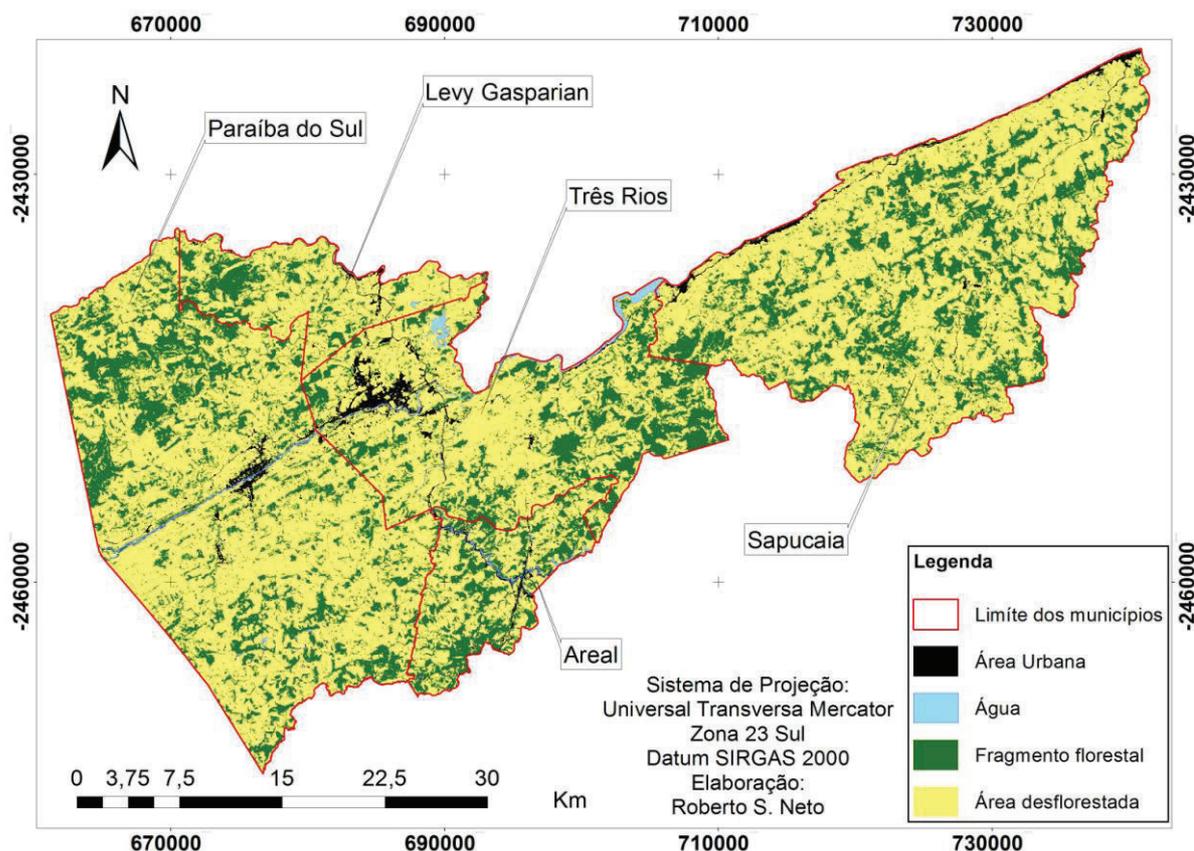


Figura 8. Mapa vetorial de uso e ocupação do solo da Microrregião de Três Rios, Rio de Janeiro.

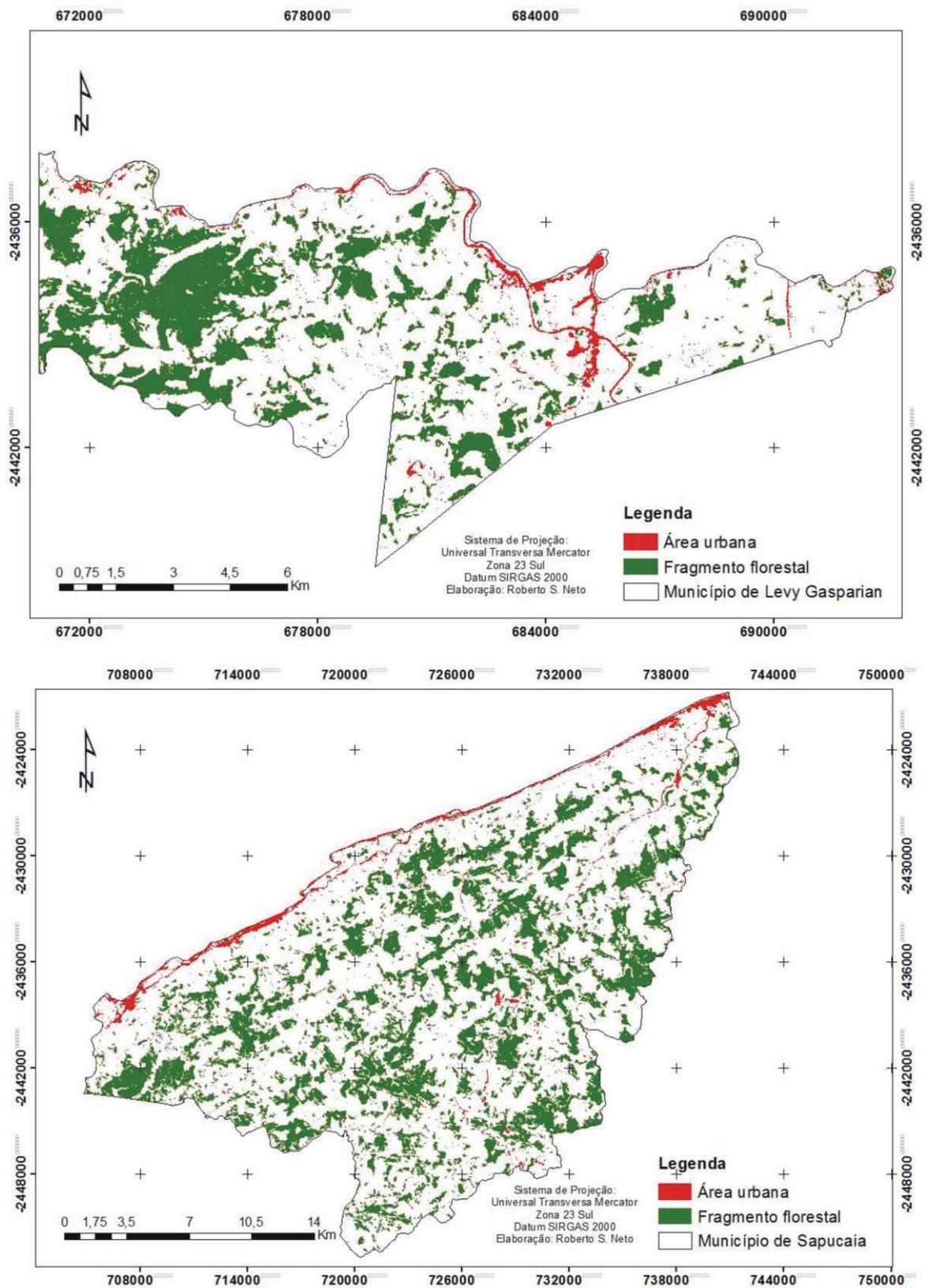


Figura 9. Mapas da área urbana e cobertura florestal dos municípios de Levy Gasparian e Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro.

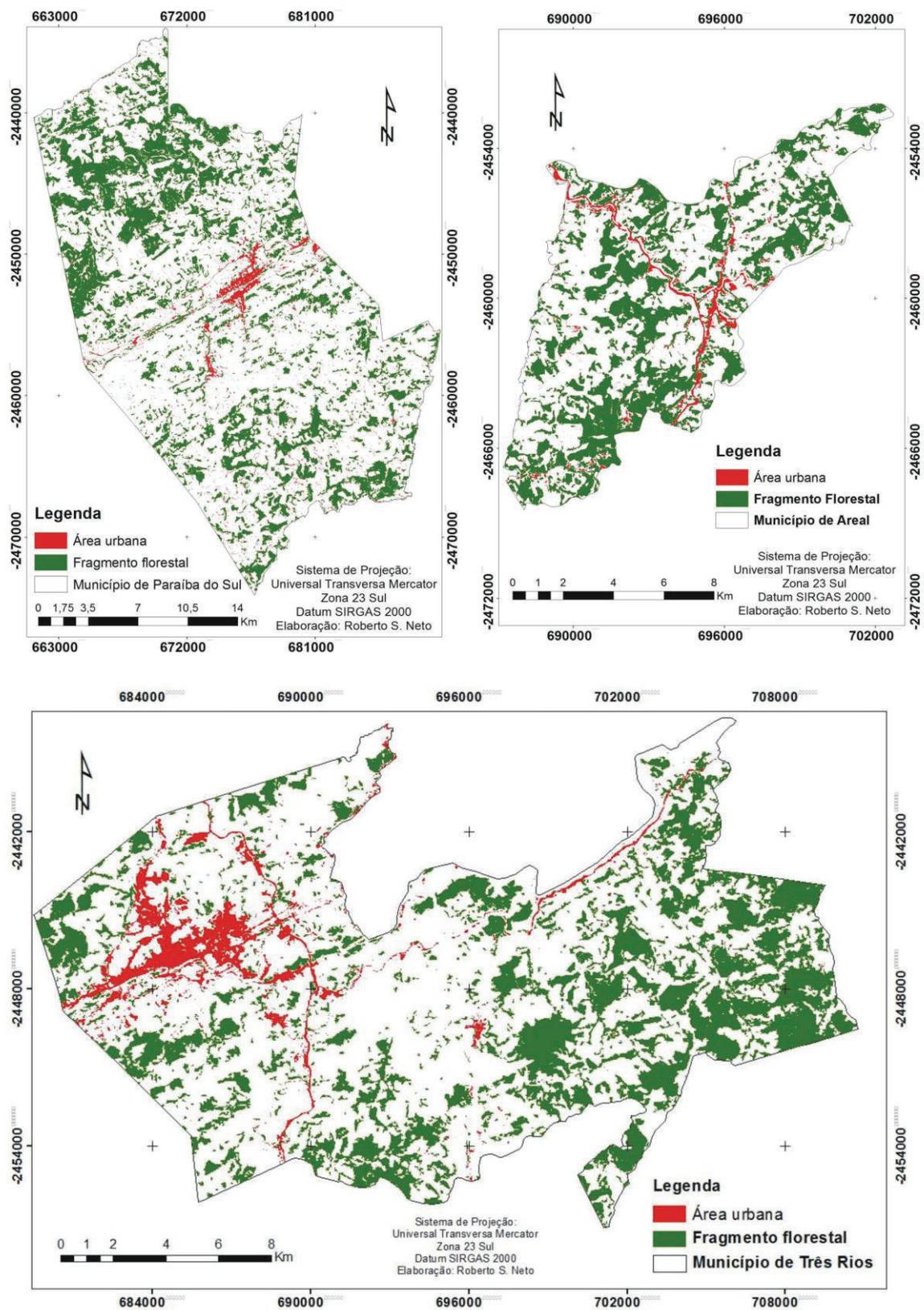


Figura 10. Mapas de área urbana e cobertura florestal dos municípios de Paraíba do Sul, Areal e Três Rios, Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 1. Área total, área com cobertura florestal e a porcentagem da área dos municípios da Microrregião de Três Rios com cobertura florestal.

Atributos	Areal	Levy Gasparian	Paraíba do Sul	Sapucaia	Três Rios
Área Total (ha)	11.091,90	10.688,70	58.052,50	54.171,10	32.612,60
Área com cobertura florestal (ha)	4.078,43	2.739,40	14.826,42	14.745,72	8.987,94
Porcentagem da área total com cobertura florestal (%)	36,77	25,63	25,54	27,22	27,56

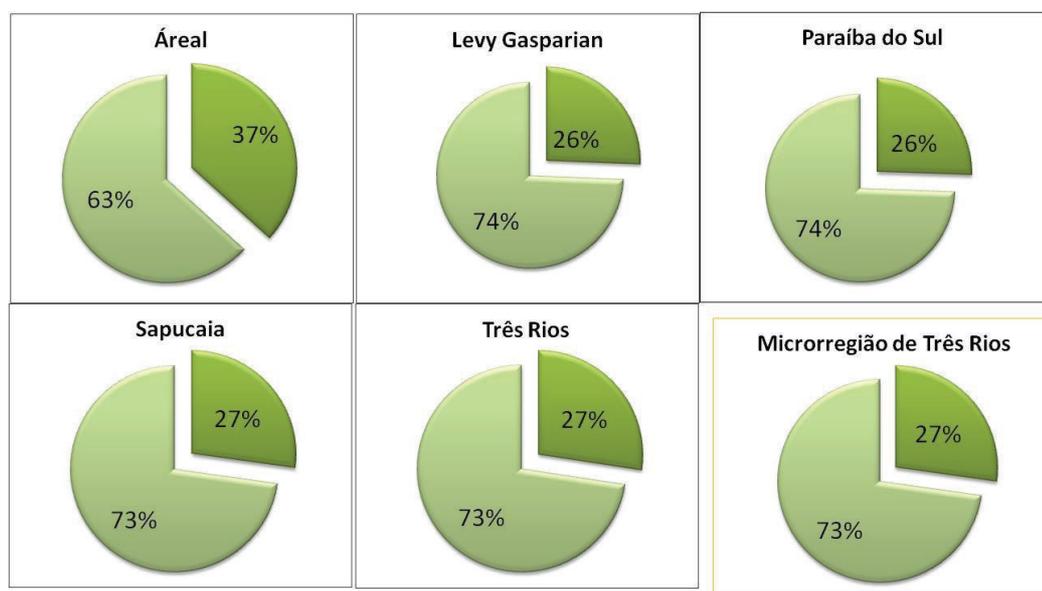


Figura 11. Porcentagem da área com cobertura florestal (verde escuro) e sem cobertura florestal (verde claro) de cada município da Microrregião de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro.

Uma das justificativas para Areal ter apresentado a maior porcentagem de cobertura florestal é estar mais próximo da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro e seu relevo ter áreas expressivamente íngremes, mais difíceis de serem utilizadas pelo ser humano. Além disso, está próximo de Unidades de Conservação, como as do Mosaico Central Fluminense. Já Levy Gasparian sofreu intensa exploração agrícola, mais especificamente pelas grandes plantações de café do século XIX, pelo seu relevo favorecer esta atividade.

O município de Paraíba do Sul foi o que apresentou o maior número de fragmentos florestais, seguido pelo município de Sapucaia (Tabela 2). O município de Levy Gasparian apresentou a menor quantidade de fragmentos. A maioria dos fragmentos florestais possui de

0,5 a 5,0 ha, em todos os municípios. No entanto, essa elevada quantidade de remanescentes florestais pequenos não correspondem a uma expressiva porcentagem da cobertura florestal total. No município de Três Rios, por exemplo, mais de 80 % dos fragmentos florestais possuem de 0,5 a 5,0 ha, mas representam somente 10,33 % da cobertura florestal total do município. A menor quantidade de fragmentos florestais está nas classes de tamanho de 50 a 100 ha e maiores que 100 ha, todavia são os que mais contribuem para a cobertura florestal total. Esses resultados se assemelham ao observados por outros autores que analisaram paisagens de Mata Atlântica (BORGES *et al.*, 2004; AMARAL *et al.*, 2009; GREGGIO *et al.*, 2009).

Tabela 2. Número de fragmentos florestais (N), área e a porcentagem da área total com cobertura florestal (Área %), por classe de tamanho, nos municípios da Microrregião de Três Rios, RJ.

Classes de área (ha)	Areal		Levy Gasparian		Paraíba do Sul		Sapucaia		Três Rios						
	N	Área (%)	N	Área (%)	N	Área (%)	N	Área (%)	N	Área (%)					
											Área (%)	Área (%)	Área (%)	Área (%)	
0,5 – 1,0	95	67,94	86	61,97	456	322,87	2,18	384	274,38	1,86	287	203,15	2,26		
1,0 – 5,0	127	285,71	106	233,55	579	1287,02	8,68	446	974,09	6,61	338	725,20	8,07		
5,0 – 10,0	28	196,24	4,81	23	165,40	6,04	125	886,97	5,98	71	497,95	3,38	50	315,81	3,51
10,0 – 20,0	22	320,01	7,85	15	216,50	7,90	88	1258,76	8,49	58	809,14	5,49	42	618,16	6,88
20,0 – 50,0	11	344,90	8,46	8	268,94	9,82	62	1976,36	13,33	46	1494,78	10,14	29	889,80	9,90
50 – 100	7	516,67	12,67	3	223,63	8,16	21	1412,82	9,53	22	1615,53	10,96	6	362,66	4,03
> 100	7	2346,96	57,55	3	1569,42	57,29	15	7681,61	51,81	33	9079,86	61,58	17	5873,16	65,34
Total	297	4078,43	100,00	244	2739,40	100,00	1346	14826,42	100,00	1060	14745,72	100,00	769	8987,94	100,00

Quanto maior for a cobertura florestal, melhores são as condições para a conservação da biodiversidade local. A existência de fragmentos florestais grandes também é importante, pois podem suportar populações maiores que os pequenos fragmentos, sendo importantes principalmente para animais de grande porte. Auxiliam na manutenção da diversidade genética e, conseqüentemente, da plasticidade evolucionária dessas espécies (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Além disso, por apresentarem em seu interior maior diversidade de habitats, os fragmentos florestais maiores são mais propícios a possuir maior biodiversidade (ALMEIDA *et al.*, 2011). Fragmentos florestais de pequeno porte geralmente não possuem capacidade de suporte para a manutenção de populações viáveis de diversas espécies. Os indivíduos ficam sujeitos à endogamia, a variação demográfica e a influências externas. Dessa forma, fragmentos florestais de tamanho elevado são fundamentais para manutenção da biodiversidade (VIANA & PINHEIRO, 1998).

Os municípios de Areal, Sapucaia e Três Rios apresentaram a maioria dos fragmentos florestais na classe de índice de circularidade de 0,6 a 0,8 (Tabela 3). Já os municípios de Levy Gasparian e Paraíba do Sul apresentaram a maioria dos fragmentos florestais na classe de 0,4 a 0,6. Em geral, pode-se dizer que os fragmentos florestais de Areal, Sapucaia e Três Rios são mais circulares que os de Levy Gasparian e Paraíba do Sul, estando os fragmentos florestais desses últimos municípios mais sujeitos ao efeito de borda. Todavia, cabe ressaltar que todos os municípios apresentam muitos remanescentes florestais com elevado efeito de borda, situação comprometedoras em relação à conservação da biodiversidade da região (SAUNDERS *et al.*, 1991; GIMENES & ANJOS, 2003; LAURANCE & VASCONCELOS, 2009).

O efeito de borda está relacionado com alterações no microclima nas áreas dos fragmentos florestais adjacentes a matriz onde estão alocados. Diversas espécies não se adaptam as condições ambientais diferenciadas presentes nas bordas dos remanescentes florestais, assim uma alta porcentagem de habitat de borda pode acarretar na perda de diversidade biológica (ALMEIDA *et al.*, 2011). Estudos têm evidenciado que, em algumas regiões, o efeito de borda tem aumentado. CALEGARI *et al.* (2010), por exemplo, estudaram uma paisagem de 1984 a 2007 e observam a diminuição de fragmentos florestais e o aumento do tamanho da área de borda. Já SILVA (2012) observou os impactos negativos do efeito de borda sobre a biodiversidade, pois encontrou maior riqueza de espécies de formigas a 200 metros de distância da borda de fragmentos florestais que a 50 metros de distância. Isso

mostra os efeitos que as condições ambientais da borda dos fragmentos florestais exercem sobre espécies reguladoras de ecossistemas, como a entomofauna. O efeito de borda também influencia espécies vegetais, como observado por PEREIRA *et al.* (2014), que obtiveram maior riqueza de espécies de samambaias no interior de fragmentos florestais que nas áreas de borda.

O nível de isolamento médio é consideravelmente menor no município de Areal que nos outros municípios (Tabela 4). Isso decorre do fato de possuir a maior porcentagem do território com cobertura florestal. O isolamento acentuado dos fragmentos florestais pode gerar perda da biodiversidade por acarretar endogamia, levando ao aumento de doenças genéticas, e concomitantemente perda de diversidade genética, ocasionando a perda da flexibilidade evolucionária (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Por fim, o isolamento dos fragmentos florestais pode precipitar a extinção local das espécies (LAURENCE & VASCONCELOS, 2009).

Tabela 3. Número de fragmentos florestais por classe de índice de circularidade, a frequência e o índice médio (\pm EP), para os municípios de Microrregião de Três Rios, RJ.

Classes de Índice de Circularidade	Areal		Levy Gasparian		Paraíba do Sul		Sapucaia		Três Rios	
	Quant.	(%)								
0,0 - 0,4	53	17,85	73	29,92	408	30,31	174	16,42	85	11,05
0,4 - 0,6	103	34,68	135	55,33	713	52,97	388	36,60	246	31,99
0,6 - 0,8	117	39,39	36	14,75	223	16,57	403	38,02	322	41,87
> 0,8	24	8,08	0	0,00	2	0,15	95	8,96	116	15,08
Índice Médio \pm EP	0,58 \pm 0,01		0,47 \pm 0,01		0,47 \pm 0,01		0,57 \pm 0,01		0,61 \pm 0,01	

Tabela 4. Classes de nível de isolamento dos fragmentos florestais e nível de isolamento médio (\pm EP) nos municípios da Microrregião de Três Rios, RJ.

Classes de nível de isolamento (m)	Areal		Levy Gasparian		Paraíba do Sul		Sapucaia		Três Rios	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
0 - 15	76	25,59	83	34,02	421	31,28	274	25,85	152	19,77
15 - 30	51	17,17	19	7,79	141	10,48	142	13,40	106	13,78
30 - 50	59	19,87	30	12,30	155	11,52	159	15,00	109	14,17
50 - 100	61	20,54	44	18,03	280	20,80	187	17,64	180	23,41
100 - 200	45	15,15	42	17,21	221	16,42	185	17,45	145	18,86
200 - 300	5	1,68	16	6,56	85	6,32	73	6,89	46	5,98
> 300	0	0,00	10	4,10	43	3,19	40	3,77	31	4,03
Média \pm EP (m)	52,09 \pm 3,02		79,3 \pm 6,24		75,99 \pm 2,45		80,75 \pm 3,14		83,3 \pm 3,4	

Resultados similares aos do presente estudo foram encontrados em remanescentes florestais de Florestas Estacionais Semidecíduais de Mata Atlântica, no estado do Rio Grande do Norte, por OLIVEIRA & MATTOS (2014). Eles observaram muitos fragmentos florestais pequenos, menores que 10 ha, e que corresponderam a 64,08 % do total dos fragmentos. No entanto, esses pequenos remanescentes correspondem a somente 7,4 % da área total de cobertura florestal mapeada. Ainda segundo esses autores, os fragmentos grandes, maiores que 100 hectares, são responsáveis por 54,34 % da área total de fragmentos mapeados.

É importante destacar que as áreas desflorestadas dos municípios analisados constituem-se basicamente de pastagens, que apresentam indícios de estarem degradadas e sofrem com queimadas periódicas, realizadas pelos proprietários das terras. Assim, as pastagens são empecilhos para o aumento natural dos remanescentes florestais, pela sucessão florestal em áreas contíguas aos remanescentes. Além disso, exercem pressão negativa sobre os fragmentos florestais e sua biodiversidade, o que é demonstrado pela ameaça de incêndios florestais (CAPITANO, 2008). Todavia, esse panorama não é encontrado apenas na Microrregião de Três Rios, sendo comum na Mata Atlântica (SILVA *et al.*, 2013).

Dos municípios analisados, Areal é o que apresenta as melhores condições para a conservação da biodiversidade. Todavia, os outros municípios também possuem áreas interessantes para a manutenção da biodiversidade e dos recursos naturais, inclusive sendo propícias para a criação de Unidades de Conservação da Natureza.

Por outro lado, em geral, o tamanho, a forma e o nível de isolamento dos fragmentos florestais da região são preocupantes. Para minimizar tais problemas, podem ser criados corredores ecológicos ligando, principalmente, os fragmentos florestais de maior tamanho. Já para aumentar os tamanhos dos fragmentos florestais e diminuir o efeito de borda, uma solução é o reflorestamento de áreas contíguas aos remanescentes florestais. Cabe ressaltar que, para implementar tais ações de manejo, além da análise da cobertura florestal, é necessário também análises do uso territorial, a nível geográfico das unidades da paisagem (área urbana, pecuária extensiva, localização de estradas e redes elétricas).

É nítido o descumprimento à legislação na Microrregião. Caso fossem observados os instrumentos legais existentes para conservação do meio ambiente, como o novo Código Florestal, Lei Nº 12.651 de 2012, que estabelece Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal e Áreas de Uso Restrito, a cobertura florestal da Microrregião seria maior. Em tempos de aquecimento global, escassez de recursos hídricos e degradação ambiental, é de extrema

importância a regeneração e conservação das coberturas florestais, principalmente em uma região com histórico de superexploração da vegetação nativa.

Para reverter esse quadro, o uso do sensoriamento remoto e do geoprocessamento tornam-se de extrema importância para identificar a situação atual da paisagem e subsidiar a identificação de potenciais áreas para receberem intervenções de conservação da diversidade biológica e de recursos naturais.

É provável que a configuração espacial dos fragmentos florestais da Microrregião de Três Rios tenha sido fortemente influenciada pelos ciclos econômicos e históricos que ocorreram no Vale do Paraíba. Assim, recomenda-se, como um futuro estudo, a avaliação da evolução da fragmentação florestal na Microrregião, realizando-se a análise temporal da cobertura florestal em um intervalo de tempo expressivo.

5. CONCLUSÕES

O mapeamento dos fragmentos florestais evidenciou que a cobertura florestal dos cinco municípios da Microrregião de Três Rios está reduzida e expressivamente fragmentada. Os remanescentes florestais, em sua maioria, são relativamente pequenos, isolados e são pouco circulares, características essas que colaboram para a perda de biodiversidade e colocam em risco a perenidade de recursos naturais na Microrregião.

O município de Levy Gasparian é o que apresentou o conjunto de condições mais preocupantes. Já Areal apresentou a paisagem mais propícia para a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais.

Para salvaguardar a biodiversidade e os recursos naturais na região trabalhada é importante realizar a correta gestão territorial da Microrregião de Três Rios, objetivando manter a perenidade dos remanescentes florestais através de corredores ecológicos, reflorestamentos planejados para aumentar os remanescentes florestais e reduzir o efeito de borda e a implantação de Unidades de Conservação da Natureza.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. S.; GOMES, D. S.; QUEIROZ, J. M. Estratégias para a conservação da biodiversidade biológica em florestas fragmentadas. *Ambiência*, v. 7, n. 2, p. 367-382, 2011.
- AMARAL, M. V. F.; SOUZA, A. L.; SOARES V. P.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.; LEITE, H. G. et al. Dinâmica da cobertura vegetal (1980-2004) em um projeto de produção florestal, nos municípios Bugre e Ipaba, MG. *Revista Árvore*, v. 33, n. 2, p. 315-325, 2009.
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R.; FASIABEN, M. C. R.; GARCIA, J. R. Dinâmica do uso do solo e valoração de serviços ecossistêmicos: notas de orientação para políticas ambientais. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n.25, p.53-71, 2012.
- ANDRIGUETTO-FILHO, J. M.; KRÜGER, A. C.; LANGE, M. B. R. Caça, biodiversidade e gestão ambiental na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. *Biotemas*, v. 11, n. 2, p. 136-156. 1998.
- ARONOFF, S. *Geographic Information Systems: a management perspective*. Ottawa: WDL Publications, 1995. 294 p.
- ASSAD, E. D.; SANO, E. E. *Sistema de informação geográficas: aplicações na agricultura*. Brasília: Embrapa, 1998. 434 p.
- AZEVEDO, J. C.; RAMOS, I. L.; HONRADO, J. P. Ecologia da paisagem e suas aplicações profissionais em Portugal: os casos da gestão florestal e da conservação da biodiversidade. *Revista Online da Sociedade Portuguesa de Ecologia*. v. 5, n. 5, p. 13-24, 2012.
- BEZERRA, C. G. *Estudo da fragmentação florestal e ecologia da paisagem na sub-bacia do córrego horizonte, Alegre, ES*. 2010. 46f. Monografia (graduação) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.
- BORGES, L. F. R.; SCOLFOTO J. R.; OLIVEIRA A. D.; MELLO J. M.; ACERBI JR., F. W.; FREITAS G. D. Inventário de fragmentos nativos e propostas para seu manejo e o da paisagem. *Cerne*, v. 10, n. 1, p. 22-38, 2004.

BRITO, M. C. W. Unidades de conservação: intenções e resultados. São Paulo: Annablume, 2000. 230p.

CALDAS, P. F. Geoprocessamento aplicado na delimitação da Áreas de Preservação Permanente em Jaraguá do Sul – SC. 2007. Xxf. Monografia (graduação) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. Revista *Árvore*, v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Mapa e suas representações computacionais. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura. Brasília: Embrapa, 1998. p.31-43.

CAPITANO, R. C. Proposta de delimitação da Reserva Legal e implantação da Área de Servidão Florestal no *campus* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2008. 39 f. Monografia (graduação) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

COMITÊ PIABANHA – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha e das Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto. Apresentação da bacia hidrográfica e sub-bacias. Petrópolis: AGEVAP, 2010. Disponível em: <www.comitepiabanha.org.br/apresentação.php>. Acesso em: 01 jun. 2014.

CULLEN JR., L; BODMER, R. E.; PÁDUA, C. V. Caça e biodiversidade nos fragmentos florestais na Mata Atlântica, São Paulo, Brasil. In: CONGRESO DA COMUNIDAD DE MANEJO DE FAUNA SILVESTRE EM AMÉRICA LATINA, 1997, Santa Cruz, Bolívia. Anais. COMFAUNA. V. manejo de fauna silvestre, p.125-140.

DANTAS, M. E.; SHINZATO, E.; MEDINA, A. I. M.; SILVA, C. R.; PIMENTEL, J.; LUMBRERAS, J. F.; CALDERANO, S. B.; FILHO, A. C. Diagnóstico geoambiental do estado do Rio de Janeiro. Brasília: CPRM, 2001. Disponível em : <www.cprm.gov.br/publique/media/artigo_geoambientalRJ.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2014.

EDUARDO, A. C. P. Utilização dos pressupostos da ecologia da paisagem para a compreensão da distribuição de seus elementos. In: ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 14, 2013. Anais eletrônicos. Perú. Lima: EGAL, 2013. Disponível em: < http://www.egal2013.pe/wp-content/uploads/2013/07/Tra_Amanda-Clarice-Pinto-Eduardo.pdf > . Acesso em 23 jul. 2014.

FIDALGO, E. C. C.; UZEDA, M. C.; BERGALLO, H. G.; COSTA, T. C. C. Remanescentes da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro: distribuição dos fragmentos e possibilidades de conexão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis. Anais. INPE. v.1, p.3885-3892.

FLORENZANO, T. G. Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.

FRANKE, C. R.; ROCHA, P. L. B.; WILFRIED, K.; GOMES, S. L. Mata Atlântica e biodiversidade. Salvador: Edufba, 2005. 461 p.

FREITAS, C. M.; PORTO, M. F. Saúde, ambiente e sustentabilidade. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2006. 124 p.

GIMENES, M. R.; ANJOS, L. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 25, n. 2, p. 391-402, 2003.

GONTIJO, J. C. F. Uso e características dos fragmentos florestais urbanos da cidade de Manaus/ AM. 2008. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Centro de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.

GREGGIO, T. C.; PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M. Avaliação dos fragmentos florestais do município de Jaboticabal-SP. *Revista Árvore*, v.33, n.1, p. 117-124, 2009.

HEIN, F. Satélite Landsat 8 completa um ano em órbita. Curitiba: MundoGeo/Revista, 2014. Disponível em: < <http://mundogeo.com/blog/2014/02/12/satelite-landsat-8-completa-um-ano-em-orbita/> > . Acesso em: 01 jun. 2014.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; SOUZA, L. M. I. Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. *Série Técnica IPEF*, v. 12, n. 32, p. 65-70, 1998.

KARINI, J. B. SOS Mata Atlântica e INPE divulgam dados sobre desmatamento. Curitiba: *MundoGeo/Revista*, 2011. Disponível em: < <http://mundogeo.com/blog/2011/05/27/sos-mata-atlantica-e-inpe-divulgam-dados-de-desmatamento-da-mata-atlantica-no-brasil/>>. Acesso em: 14 jul. 2014.

LAGOS, A. R.; MULLER, B. L. A. Hotspot brasileiro-Mata Atlântica. *Saúde & Ambiente em Revista*, v. 2, n. 2, p. 35-45, 2007.

LAURENCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L.; Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecologia Brasiliensis*. v.13, n.3, p. 434-452, 2009.

LUCAS, D. F. Análise espacial dos fragmentos florestais no município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG. 2011. 45f. Monografia (Especialização) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

LUZ, N. B. Análise espacial como subsídio à recuperação de ecossistemas apoiada na ecologia de paisagens e imagens Ikonos. 2002. Xxf. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*, v. 17, n. 4, p. 373-387, 1963.

MARQUES, J. P. C; PINHEIRO, E. S. Análise da fragmentação florestal no município de Manaus/ AM. In: ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, 16, 2010, Porto Alegre. Anais eletrônicos. Florianópolis: ENG, 2010. Disponível em: < www.agb.org.br/evento/download.php?idTrabalho=1516 >. Acesso em: 16 jun. 2014.

MEDEIROS, R.; ARAÚJO, F. F. S. Dez anos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: lições do passado, realizações presentes e perspectivas para o futuro. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 220p.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, v. 1, n.1, p. 1-9. 2001.

NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem. *Geografar*, v.2, n.1, p. 77-99, 2007.

O ESTADO DO AMBIENTE – Indicadores Ambientais do Rio de Janeiro. 1.ed. Rio de Janeiro: Sea/ Inea, 2011. 160 p.

OLIVEIRA, F. F. G.; MATTOS, J. T. Análise ambiental de remanescentes do bioma Mata Atlântica no litoral sul do Rio Grande do Norte-NE do Brasil. *GEOUSP*, v. 18, n.1, p.165-183, 2014.

PEREIRA, A. F. N.; SILVA, I. A. A.; SANTIAGO, A. C. P.; BARROS, I. C. L. Efeito de borda sobre a comunidade de samambaias em fragmentos de floresta atlântica (Bonito, Pernambuco, Brasil). *Interciencia*, v. 39, n. 4, p. 281-287, 2014.

PINTO, A. C. O Pau-brasil e um pouco da história brasileira. Rio de Janeiro: Instituto de Química/UFRRJ, 2007. Disponível em: < http://www.sbq.org.br/filiais/adm/Upload/subconteudo/pdf/Historias_Interessantes_de_Produtos_Naturais07.pdf > . Acesso em: 16 jun. 2014.

PIVELLO, V. R.; METZGER, J. P. Diagnóstico da pesquisa em ecologia de paisagens no Brasil (2000-2005). *Biota Neotropica*. v. 7, n. 3, p. 21-29, 2007.

PRIMACK R. B.; RODRIGUES E. *Biologia da conservação*. Londrina: Editora Rodrigues, 2001. 327 p.

QUEIROZ, J. M.; ALMEIDA, F. S.; PEREIRA, M. P. S. Conservação da biodiversidade e o papel das formigas (Himenoptera: Formicidae) em agroecossistemas. *Floresta e Ambiente*, v. 13, n. 2, p. 37-45, 2006.

RITTER, L. M. O.; MORO, R. S. Bases epistemológicas da ecologia de paisagem. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v. 3, n. 3, p. 58-61, 2012.

SANTOS, J. T. S.; PENA, H. W. A. Geoprocessamento aplicado a ecologia de paisagem: uma análise da dinâmica espacial da Ilha do Papagaio – PA, Amazônia-Brasil. *Observatorio Iberoamericano del desarrollo local y la economía social*, v. 5, n. 11, 2011.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation biology*, v 5, n. 1, p. 18-32, 1991.

SCHÄFFER, W. B.; PROCHNOW, M. A mata atlântica e você. Brasília: Associação de Preservação do Meio Ambiente de Alto Vale do Itajaí – APREMAVI, 2002. 156p.

SILVA, M. S. F.; SILVA, E. G.; SOUZA, R. M. Uso e cobertura do solo da Floresta Nacional do Ibura e seu entorno, em Nossa Senhora do Socorro e Laranjeiras – SE. *Geografar*, v. 8, n. 2, p. 83-103, 2013.

SILVA, O. V. Sistemas produtivos, desenvolvimento econômico e degradação ambiental. *Revista Científica Eletrônica Turismo*. v.4, n.6, 2007.

SILVA, E. R. A. Efeito de borda sobre a comunidade de formigas em remanescentes de Mata Atlântica nordestina em relação ao agroecossistema de cana-de-açúcar. 2012. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Departamento de Ciência Florestal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2012.

SILVA, V. V. Médio Vale do Paraíba do Sul: fragmentação e vulnerabilidade dos remanescentes da Mata Atlântica. 2002. 109f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2002.

SIQUEIRA, M. N.; CASTRO, S. S.; FARIA, K. M. S. Geografia e ecologia da paisagem: pontos para discussão. *Sociedade & Natureza*, v. 23, n. 3, 2013.

SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas dos remanescentes florestais de Mata Atlântica: período 2012-2013. Bela Vista, São Paulo, Brasil: Fundação SOS Mata Atlântica, 2014. Disponível em: < <http://www.sosma.org.br/17811/divulgados-novos-dados-sobre-o-desmatamento-da-mata-atlantica/> >. Acesso em: 22 de jul. 2014.

STEIN, S. J. Vassouras: um município brasileiro do café, 1850-1900. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1985.

TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C. S.; HIROTA, M. M., BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade*, v. 1, n.1, p. 132-138, 2005.

TOZONI-REIS, M. F. C. Educação ambiental, natureza, razão e história. Campinas: Autores Associados, 2004. 170 p.

USGS. Landsat 8. Reston, Virgínia, EUA: USGS, 2014. Disponível em: < <http://landsat.usgs.gov/landsat8.php> >. Acesso em: 09 de mai. 2014.

VIANA, V. M.; PINHEIRO L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. Série Técnica IPEF, v. 12, n. 32, p. 25-42. 1998.

ZAÚ, A. S.; Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos. Floresta e Ambiente. v. 5, n.1, p. 160-170, 1998.