



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

PEDRO ZANETTI FREIRE SANTOS

**ESTUDO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA MATA ATLÂNTICA COM
BASE EM PRINCÍPIOS DA ECOLOGIA DA PAISAGEM: SUBSÍDIO Á
ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO
DA MATA ATLÂNTICA EM NITERÓI - RJ**

Sob orientação do professor
Dr. FRANCISCO JOSÉ DE BARROS CAVALCANTI

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO DE 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

PEDRO ZANETTI FREIRE SANTOS

**ESTUDO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA MATA ATLÂNTICA COM
BASE EM PRINCÍPIOS DA ECOLOGIA DA PAISAGEM: SUBSÍDIO Á
ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO
DA MATA ATLÂNTICA EM NITERÓI - RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Sob orientação do professor
Dr. FRANCISCO JOSÉ DE BARROS CAVALCANTI

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO DE 2014

**ESTUDO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA MATA ATLÂNTICA COM
BASE EM PRINCÍPIOS DA ECOLOGIA DA PAISAGEM: SUBSÍDIO À
ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO
DA MATA ATLÂNTICA EM NITERÓI - RJ**

PEDRO ZANETTI FREIRE SANTOS

Monografia aprovada em 18 de agosto de 2014.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Francisco José de Barros Cavalcanti
UFRRJ - Instituto de Florestas – Dep. Silvicultura
Orientador

Prof. Dr. Luis Mauro Sampaio Magalhães
UFRRJ – Instituto de Florestas – Dep. Ciências Ambientais
Membro

Prof. Dr. Bruno Araujo Furtado de Mendonça
UFRRJ – Instituto de Florestas – Dep. Silvicultura
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda minha família e a
todas as formas de vida da Mata Atlântica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e ao Universo por te me dado força e sabedoria quando precisei, além de proporcionar essa experiência única de desenvolvimento pessoal.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela experiência fantástica que tive durante esses seis anos de graduação, com aprendizados que extrapolam aqueles adquiridos em sala de aula.

Aos funcionários da Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Sustentabilidade, que em pouco tempo tornaram-se amigos valiosos com muita troca, diálogo aberto e aprendizado.

Ao professor Francisco Cavalcanti, pela orientação, paciência e pela amizade que foi construída ao longo desses poucos meses.

Aos membros da banca, Professor Luis Mauro Sampaio Magalhães e o Professor Bruno Araújo Furtado de Mendonça, pela contribuição valiosa nesse trabalho.

Aos meus pais e irmãos por serem os maiores responsáveis por tudo que eu conquistei até hoje, sem eles nunca teria conseguido alcançar mais essa etapa da minha vida.

A Natália Fernandes, por todos os momentos especiais que passamos juntos e por me ajudar a ser uma pessoa melhor a cada dia.

Aos grandes amigos que construí na turma da Engenharia Florestal 2008- II e ao longo do curso, parte absolutamente fundamental e essencial neste capítulo da minha vida.

A todos meus amigos espalhados pelo mundo, que de uma forma ou de outra deixaram suas marcas, deixando um pouco da sua bagagem e levando um pouco da minha;

Muito obrigado!

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo elaborar um diagnóstico dos fragmentos florestais do município de Niterói com base em princípios da ecologia da paisagem, buscando subsidiar a elaboração do seu Plano Municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica. Para identificação dos fragmentos florestais foi realizada a digitalização dos remanescentes via tela na escala padrão 1:1.000 no aplicativo computacional ArcGis 10.2.1 através do mosaico de imagens wordview 2.0 de 2012, com resolução de pixel de 0,5m, sendo elaborado um arquivo vetorial poligonal para as classes de fragmento florestal. No total foram mapeados 179 fragmentos abrangendo 38,82% do município, onde 29,21% destes estão concentrados em 5 fragmentos. O passo seguinte foi identificar a relação entre as áreas protegidas do município e os fragmentos florestais. Assim, identificamos que 65,4% dos fragmentos estão protegidos por alguma Unidade de Conservação (UC). Para definição dos fragmentos prioritários para conservação foram adotados critérios relacionadas à paisagem, assim como o fato dos fragmentos estarem inseridos em uma UC ou não. Com isso identificamos que a região de Pendotiba concentra os fragmentos prioritários para conservação, as regiões Norte e Praias da Baía devido a alta fragmentação devem priorizar medidas de recuperação, a região Oceânica deve implementar suas UC e melhorar o uso público buscando interação forte com o turismo e o esporte de aventura, explorando a integração das diversas paisagens (lago, praia, montanha, floresta, mangue e restinga). Já a região Leste deve priorizar o fomento a pesquisa e geração de renda com sistemas de produção alternativos, como os sistemas agroflorestais. Observou-se também a possibilidade de formação de mosaicos de áreas protegidas com os municípios vizinhos, São Gonçalo e Maricá.

ABSTRACT

The present study aimed to make a diagnosis of the forest patches in Niterói city based on landscape ecology principles, seeking to support the development of its Municipal Plan for the conservation and restoration of the Atlantic Forest. In order to identify the forest patches was first performed a screen digitalization, with a standard scale set to 1:1000, in a computer application ArcGIS 10.2.1, through the mosaic images worldview 2.0 from the year 2012, with pixel resolution of 0.5m, being drawn a polygon vector file of the forest fragment classes. In total 179 fragments were mapped covering 38.82% of the municipality, where 29.21% of these are concentrated in five fragments. The next step was to indicate this relationship between the municipality protected areas and the forest fragments. Thus, we found that 65.4% of the fragments are protected by conservation units (UC). For prioritization of fragments for conservation, landscape criteria was adopted as well as the fact that the fragments are inserted into a UC or not. We were able to identify that the high priority fragments to conservation are focus in Pendotiba region, Northern and Praias da Baía regions due to high fragmentation should prioritize recovery measures, the Oceanic region must implement their UC and improve public use seeking strong interaction with tourism and adventure sport, exploring the integration of its diverse landscape (beach, lake, mountain, forest, mangroves and dunes). On the other hand, the eastern region should prioritize fostering research and income generation with alternative production systems such as agroforestry. We also observed the possibility of forming a mosaic of protected areas with neighboring municipalities, like São Gonçalo and Maricá.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	2
2.1	Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB	2
2.2	Mata atlântica.....	3
2.3	Fragmentação do Bioma	4
2.4	Lei da Mata Atlântica e o Plano Municipal de recuperação e conservação da Mata Atlântica (PMMA).....	5
2.5	Geoprocessamento e Sistema de informações geográficas (SIG)	6
2.6	Ecologia da Paisagem	8
2.7	Métricas	11
2.7.1	Índices de área	11
2.7.2	Índices de densidade e tamanho	11
2.7.3	Índices de borda	12
2.7.4	Índices de forma	12
3	MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1	Localização da área de estudo	14
3.2	Metodologia	16
3.2.1	Identificação do status atual dos fragmentos florestais no município de Niterói	16
3.2.2	Definição dos fragmentos prioritários para conservação da biodiversidade em função das métricas da paisagem e características do relevo.	17
3.2.3	Proposição de ações prioritárias para subsidiar a elaboração do PMMA em Niterói	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1	Status atual dos fragmentos florestais no município de Niterói	20
4.1.1	Unidades de Conservação no município de Niterói	24
4.2	Fragmentos prioritários para conservação da biodiversidade.....	29
4.2.1	Análise em função das características da paisagem	29
4.2.2	Análise em função das características do relevo	32
4.3	Ações prioritárias para subsidiar a elaboração do PMMA em Niterói	36
4.3.1	Indicação das áreas prioritárias para conservação e recuperação	36
4.3.2	Importância das áreas verdes para a população	37
4.3.3	Ações prioritárias por região no âmbito do PMMA	40
5	CONCLUSÕES.....	41
6	RECOMENDAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA DE NITERÓI – RJ	42
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) é um tratado da Organização das Nações Unidas estabelecido em 1992 no Rio de Janeiro, tendo como principais objetivos a conservação e o uso sustentável da diversidade biológica e a divisão justa e equitativa dos benefícios derivados da sua utilização. A Convenção reconhece que a chave para a manutenção da diversidade biológica depende do uso da diversidade de forma sustentável (CDB, 2005).

Foi apenas em 2002 que as primeiras metas globais de redução da perda da biodiversidade foram firmadas, construídas com o horizonte até 2010. Apesar do avanço em muitas das 21 metas, nenhuma delas foi atingida por completo (CDB, 2010). O segundo conjunto de metas foi estabelecido durante a 10ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP 10) na cidade de Nagoya, província do Aichi, no Japão. As denominadas Metas de Aichi para a Biodiversidade foram assinadas por 193 países, incluindo o Brasil. Três anos depois foi publicada a Resolução da Comissão Nacional da Biodiversidade - CONABIO N° 6 de 2013, na qual ficou estabelecido as 20 metas nacionais de biodiversidade (horizonte até 2020).

Das 20 metas, destacam-se as de número 1, 5 e 11, que tratam respectivamente da conscientização acerca do valor da biodiversidade, da redução da taxa de perda de habitats e do fortalecimento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. São elas os fundamentos do contexto do presente trabalho. As informações nele contidas podem contribuir em escala local para o cumprimento das metas, no âmbito da Mata Atlântica remanescente no município de Niterói. Hoje o bioma conta apenas com 8,5% da sua extensão original ou 12,5%, se considerados os fragmentos isolados acima de 3 hectares. (SOS Mata Atlântica e INPE, 2014).

As manchas ou fragmentos remanescentes, em geral, encontram-se inseridas numa matriz altamente alterada por atividades antrópicas e em áreas de difícil acesso, muitos na forma de Unidades de Conservação (UC), sendo caracterizados pelo tamanho pequeno e nível alto de perturbação (EISENLOHR et al., 2011).

Dada a alta fragmentação do bioma e a constante perda de biodiversidade, um dos importantes avanços para a redução das atuais taxas negativas diz respeito à integração das políticas federal e estaduais. Nesse contexto é fundamental a efetivação da Lei 11.428 de 2006 - Lei da Mata Atlântica (CUNHA e GUEDES, 2013), que possibilita os municípios, cujo território está total ou parcialmente nela inserido, atuarem proativamente na defesa, conservação e recuperação da vegetação nativa da Mata Atlântica. Em seu art. 38, a lei institui o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA). O Plano deve apontar ações prioritárias e áreas para a conservação e recuperação da vegetação nativa e da biodiversidade, baseado no mapeamento dos fragmentos remanescentes (RMA,2013).

Felizmente, as ferramentas do sensoriamento remoto e dos sistemas de informação geográfica, associadas à ecologia de paisagem, vêm proporcionando alternativas práticas e eficazes para a conservação e o manejo de espécies e de ecossistemas. Essas abordagens são particularmente importantes no caso da Mata Atlântica (CUNHA e GUEDES, 2013).

O presente trabalho tem o objetivo de elaborar um diagnóstico dos fragmentos florestais do município de Niterói com base em princípios da ecologia da paisagem, buscando subsidiar a elaboração do seu PMMA.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) foi estabelecida durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro em junho de 1992. Em vigor desde 29 de dezembro de 1993, já foi assinada por 193 países, dos quais 168 a ratificaram, incluindo o Brasil, através do Decreto nº 2.519 de 16 de março de 1998. A Convenção pode ser entendida como um arranjo de colaboração internacional assumido pelas nações para a conservação e uso sustentável da diversidade biológica, pautadas na repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização de recursos genéticos (CDB, 2010).

A diversidade biológica ou biodiversidade é o grau de variação da vida, definida em termos de genes, espécies e ecossistemas. A expressão é utilizada para descrever o número e a variedade dos organismos vivos. Apesar da extinção ser natural do processo de evolução, as atividades humanas deturpam e aceleram o processo, que com o passar dos anos traz consequências graves relacionadas à extinção de espécies (CDB, 2005).

Estas extinções têm implicações no desenvolvimento econômico e social, além de serem uma tragédia ambiental. A conservação dos recursos naturais, das espécies e dos ecossistemas é chave para o bem-estar da população humana atual e das próximas gerações. Dependemos da diversidade biológica para nossa própria sobrevivência, uma vez que não só a economia mundial, mas também as necessidades básicas dos povos, dependem de recursos biológicos.

Apesar da relevância do tema, as primeiras metas globais de redução da perda da biodiversidade, firmadas em 2002 com o horizonte até 2010, não foram atingidas (CDB, 2010). Esta situação coloca em cheque não só a viabilidade das espécies e a manutenção dos serviços ecossistêmicos, mas também a própria viabilidade e bem-estar da população humana. Entre as 21 metas firmadas, nenhuma foi completamente atingida pelas partes; houve avanços parciais para algumas metas em diferentes países e apenas alguns países alcançaram completamente algumas poucas metas (CUNHA e GUEDES, 2013).

Apartir da constatação do fracasso ao não atingir o primeiro conjunto de metas traçados, um segundo conjunto é estabelecido durante a 10ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP-10), realizada na cidade de Nagoya, Província de Aichi, Japão. Nesta conferência foi aprovado o Plano Estratégico de Biodiversidade para o período de 2011 a 2020, que prevê um quadro global sobre a diversidade biológica e busca estabelecer ações concretas para deter a perda da biodiversidade planetária. O plano serve de base para estratégias do sistema das Nações Unidas e todos os outros parceiros envolvidos na gestão da biodiversidade e desenvolvimento de políticas.

No processo de elaboração deste plano, o Secretariado da CDB propôs que essas metas fossem objetivos de médio prazo, materializados em 20 proposições. Denominadas de Metas de Aichi para a Biodiversidade, estas proposições são todas voltadas à redução da perda da biodiversidade em âmbito mundial. As Partes da CDB, 193 países (incluindo o Brasil) e a União Europeia, se comprometeram a trabalhar juntas para implementar as 20 metas até 2020.

Segundo resolução do Conselho Nacional da Biodiversidade - CONABIO N° 6 de 2013, o Plano estratégico 2020 das metas nacionais de biodiversidade está organizado em 5 objetivos:

A. Tratar das causas fundamentais de perda de biodiversidade fazendo com que preocupações com biodiversidade permeiem governo e sociedade.

B. Reduzir as pressões diretas sobre biodiversidade e promover o uso sustentável.

C. Melhorar a situação de biodiversidade protegendo ecossistemas, espécies e diversidade genética.

D. Aumentar os benefícios de biodiversidade e serviços ecossistêmicos para todos.

E. Aumentar a implementação por meio de planejamento participativo, gestão de conhecimento e capacitação.

Dentro desses objetivos, destacamos as metas 1, 5 e 11 (que tratam da conscientização do valor da biodiversidade, da redução da taxa de perda de habitats e do fortalecimento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação) como fundamentais no contexto desse trabalho, uma vez que as informações levantadas podem contribuir efetivamente para o cumprimento das metas em escala local no contexto da Mata Atlântica no município de Niterói.

2.2 Mata atlântica

A Mata Atlântica é um dos biomas de maior diversidade no mundo, porém, o processo de colonização intenso aliado à necessidade de expansão urbana e agrícola fez com que ela fosse reduzida a uma fração da sua cobertura original.

Segundo conceito proposto por Myers et al. (2000) a Mata Atlântica é considerada um dos 25 “hotspots” da biodiversidade. Para ser qualificada como um “hotspot” a área precisa ter no mínimo 1500 plantas vasculares endêmicas e 30% ou menos da sua cobertura natural de vegetação remanescente. Em 2005, a ONG Conservation International atualiza a análise e identifica 34 hotspots, agora representando apenas 2,3% da cobertura total terrestre do planeta, e mesmo assim, estas pequenas áreas suportam mais da metade das plantas endêmicas no mundo (JOPPA et al., 2011).

Por conta disso a Mata Atlântica é considerada o bioma mais ameaçado do Brasil e o quinto do Planeta, segundo relatório da ONG Conservation International de 2011. Além disso, é globalmente reconhecida como prioridade para ações de conservação da biodiversidade, dos serviços ambientais e demais recursos naturais. Isso acontece não apenas por sua biodiversidade inigualável, que está ameaçada mas também por sua importância para a manutenção da qualidade de vida de mais de 60% da população brasileira que habita seu território.

O resultado mais visível dessa situação hoje na Mata Atlântica é a ocupação indiscriminada de morros e na margem dos rios. Esta situação faz com que a população passe a conviver com enchentes e desabamentos com maior frequência em épocas de fortes chuvas e falta de água em tempos de seca, entre muitos outros problemas.

A grande maioria dos remanescentes são considerados pequenos fragmentos, isolados na paisagem e com elevada perturbação, em geral na forma de Unidades de Conservação ou inseridos numa matriz produtiva altamente alterada por ação antrópica (EISENLOHR et al., 2011).

Entretanto, autores como Ribeiro et al. (2009) e Pardini et al. (2010) ressaltam que apesar do elevado nível de degradação, ainda é possível manejar a paisagem para possibilitar a persistência das espécies nativas e a manutenção dos serviços ecossistêmicos. Felizmente os ecossistemas tropicais perturbados geralmente possuem alta capacidade de regeneração natural, especialmente quando próximos de fragmentos que sirvam como fonte de propágulos (GUARIGUATA e OSTERTAG, 2001).

No entanto, segundo Brooks e Rylands (2003) não existe área suficiente para manter populações dos predadores de topo e da maioria dos grandes mamíferos, mesmo as maiores Unidades de Conservação da Mata Atlântica nos estágios de maior integridade ecológica. Logo, é fundamental considerar o entorno das áreas protegidas e a configuração e composição espacial

da paisagem nas quais estão inseridas no planejamento e manejo para conservação dos recursos naturais.

2.3 Fragmentação do Bioma

O histórico de ocupação da região sob o domínio do bioma Mata Atlântica levou ao longo dos anos à intensas modificações nas paisagens naturais, caracterizadas pelo processo de substituição por outros usos da terra. Essas interferências trouxeram como resultado a conversão de extensas e contínuas áreas com cobertura florestal em fragmentos florestais, comprometendo a disponibilidade e a qualidade de recursos naturais fundamentais à sobrevivência e qualidade de vida de toda a sociedade (VALENTE, 2001). Assim, os fragmentos florestais de diversos tamanhos e formas, assumem fundamental importância para a perenidade do bioma Mata Atlântica.

A fragmentação florestal leva a importantes mudanças físicas e ecológicas que influenciam a dinâmica da vegetação local. Essas mudanças são consequência basicamente da perda e isolamento de habitat (LOVEJOY et al., 1986; BIERREGAARD et al., 1992). Em áreas fragmentadas, como mostra Laurance et al. (2002) e destacado por Uzêda et al. (2011), o surgimento de limites abruptos entre os fragmentos e outros tipos de uso do solo nas bordas, propiciam uma maior entrada de luz no interior dos fragmentos causando maior insolação, exposição ao vento e dessecamento.

Conforme apresentado por Tilman et al. (1994) e Terborgh et al. (1997), e citado por Melo (2008), é possível observar uma série de consequências derivadas dos efeitos da fragmentação das paisagens florestais. Dentre elas destacam-se a influência sobre a redução das populações naturais, mudanças nos padrões de migração e dispersão e exposição dos habitats a condições externas adversas anteriormente inexistentes, o que resulta, em última análise, numa deterioração da diversidade biológica ao longo do tempo.

Estes efeitos atuam em resposta à interação entre ambientes florestados e não florestados e se acentuam com o aumento da área de contato entre eles. A estrutura florística dos fragmentos sofre alterações que estão relacionadas com aumento da presença de espécies de estágio sucessional inicial (Pioneiras), que investem maior energia na reprodução do que no crescimento em diâmetro e altura e ainda possuem ciclo de vida curto em detrimento das espécies de estágio sucessional mais avançado (espécies secundárias iniciais e secundárias tardias) que possuem papel funcional determinante no processo de regeneração dos fragmentos (SANCHÉZ-GÁLLEN et al., 2010 e UZÊDA et al., 2011).

Segundo Nascimento e Laurence (2006), as consequências dos efeitos de borda e de área são os fatores mais importantes que levam à mudanças em comunidades fragmentadas. Os efeitos de área estão relacionadas a mudanças ecológicas em função do isolamento do fragmento e são proporcionais à área do fragmento. Ou seja, espécies que normalmente ocorrem em baixa densidade podem sofrer considerável redução do tamanho populacional em fragmentos pequenos e além disso tornam-se mais vulneráveis à extinção local (SHAFER, 1981).

Os efeitos de borda, por outro lado, levam à mudanças físicas como aumento da exposição ao sol e ao vento, que como consequência trazem uma redução na umidade do local e limitam o estabelecimento de espécies que estejam adaptadas a esta situação. Portanto, não só alteram as características físicas, mas também induzem à mudanças bióticas causados por gradientes diferenciados próximos às bordas florestais (LOVEJOY et al., 1986; MURCIA, 1995). Logo, é possível perceber que os dois efeitos atuam paralelamente, pois quanto menor o tamanho de um fragmento florestal maior é a razão borda/área e portanto fragmentos menores estão mais sujeitos a maiores intensidades dos efeitos de borda (ZUIDEMA et al., 1996).

Alguns estudos ressaltam a grande importância de características relacionadas a estrutura da paisagem, como relevantes para entender a dinâmica da fragmentação. Ganham

destaque medidas relacionadas ao tamanho dos fragmentos, formato e isolamento (TURNER, 1996; SIH e LUIKART, 2000; NASCIMENTO e LAURENCE, 2006; MCGARIGAL, 2011).

Nesse contexto é possível concluir que devido à alta fragmentação do bioma e as perdas de biodiversidade associadas a esta situação, além da presença de espécies exóticas invasoras e da continuação dos vetores de desmatamento exercendo pressão, um dos importantes avanços para a redução das atuais taxas de perda de biodiversidade diz respeito à integração das políticas e ações conduzidas no âmbito dos governos federal, estaduais e municipais. No que se refere à Mata Atlântica, por exemplo, é necessário efetivar a Lei da Mata Atlântica (CUNHA e GUEDES, 2013).

2.4 Lei da Mata Atlântica e o Plano Municipal de recuperação e conservação da Mata Atlântica (PMMA)

Aproximadamente 120 milhões de pessoas vivem na área de abrangência da Mata Atlântica, em 3.410 municípios (RMA, 2013). Ao imaginar a relevância da Mata Atlântica e seu status atual de fragmentação e degradação, decorrente da falta de planejamento, principalmente ligado à ocupação territorial, é impossível visualizar a sua conservação e recuperação sem uma efetiva contribuição dos municípios.

A biodiversidade do bioma tem sido cada vez mais reduzida e ameaçada pela conversão das paisagens naturais em paisagens antrópicas, muitas vezes carentes de um planejamento que procure compatibilizar a produção de bens para a humanidade e a preservação de manchas de habitat viáveis e conectadas para a manutenção da biota nativa.

Nesse sentido, avanços expressivos vêm sendo conquistados como a Lei 11.428, de dezembro de 2006 – Lei da Mata Atlântica – que abre a possibilidade dos municípios, cujo território está total ou parcialmente nela inserido, atuarem proativamente na defesa, conservação e recuperação da vegetação nativa da Mata Atlântica. A lei dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica e em seu art.38 institui o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica. O PMMA deve ser elaborado e implementado em cada município abrangido pela Mata Atlântica, conforme regulamentado pelo o art. 43 do Decreto no 6.660, de 21 de novembro de 2008.

A Lei determina que somente os municípios que aprovarem tais planos em seus Conselhos Municipais de Meio Ambiente terão acesso aos recursos do Fundo de Restauração do Bioma Mata Atlântica. O Fundo também foi criado pela Lei da Mata Atlântica e é destinado ao financiamento de projetos de conservação dos remanescentes de vegetação nativa, restauração ambiental e de pesquisa científica.

É fundamental que cada município possua um Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica, para que projetos e pesquisas, cuja execução seja efetuada por órgãos públicos, instituições acadêmicas públicas e Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), que atuem na conservação, restauração ou pesquisa científica na Mata Atlântica, tenham acesso aos recursos do Fundo de Restauração do Bioma Mata Atlântica instituído pela lei.

Tais planos devem ser construídos em consonância com o Plano Diretor do município, e devem ser compostos de três partes, (i) um diagnóstico da situação atual da Mata Atlântica no município, (ii) a caracterização dos vetores que levam ao desmatamento e a degradação ambiental, e (iii) um planejamento para reverter o quadro de destruição e implementar e otimizar ações de conservação e recuperação (Dutra et al., 2013).

O Plano deve apontar ainda ações prioritárias e áreas para a conservação e recuperação da vegetação nativa e da biodiversidade da Mata Atlântica, com base em um mapeamento dos remanescentes do município. O Plano deverá, igualmente, ser capaz de fornecer os subsídios

ambientais a programas de ação, no âmbito dos Planos Municipais correlatos, tais como o Plano Diretor Municipal, o Plano Municipal de Saneamento Básico e o Plano de Bacia Hidrográfica (DUTRA et al., 2013).

Ao instituir o PMMA, fica claro o objetivo de valorizar o envolvimento da esfera municipal e do nível de informação e decisão local na gestão ambiental da Mata Atlântica. Em estudo publicado pelo Rainforest Foundation 2014, indica que se o objetivo for a conservação da biodiversidade os atores locais devem ser envolvidos, pois o conhecimento local do que é importante pode guiar um planejamento e ações mais efetivas no contexto da conservação. Isso é particularmente importante quando existe sinergia entre as necessidades locais e as aspirações das metas globais para conservação. Porém, também é importante entender as incompatibilidades para que pelo menos parte dos conflitos possam ser evitados ou resolvidos (SEYMOUR, et al., 2014).

Quando os diferentes setores estão mais bem articulados, realizando maior troca de dados e informações, e o trabalho está integrado, os conflitos são minimizados e as oportunidades para ações efetivas de conservação e restauração são otimizados.

Nesse sentido, os PMMA representam um instrumento inovador que avança na municipalização da gestão ambiental, onde o planejamento deve ter uma sólida linha de base com dados espaciais para a identificação de prioridades de ação e monitoramento, e assim atingir os objetivos de conservação do município de forma integrada a outros instrumentos e metas de planejamento. No entanto, muitas vezes a falta de consideração em relação aos atributos biológicos da paisagem em outros planejamentos territoriais, como os planos diretores municipais ou, ainda, os planos de ordenamento territorial, deve-se principalmente pela absoluta falta de acesso aos dados de biodiversidade ou pela sua indisponibilidade.

Um dos maiores obstáculos para a realização dos planos municipais é a escassa disponibilidade de recursos humanos e financeiros. Entretanto, apesar dessa dificuldade, muitos municípios já vem conseguindo superar esses problemas. O desafio de planejar e ordenar as ações e medidas que visam a conservação e a recuperação da Mata Atlântica, promovendo a conectividade das áreas conservadas e em recuperação é muito grande, mas não impossível. Hoje, com o apoio de ferramentas como os sistemas de informação geográfica por exemplo, fica mais fácil levantar informações na dimensão espacial, o que facilita a integração e análise de dados de diferentes temas e a utilização por diversos atores (CUNHA e GUEDES, 2013).

2.5 Geoprocessamento e Sistema de informações geográficas (SIG)

Como definido por Câmara e Davis (2001) geoprocessamento é o conjunto de tecnologias voltadas à coleta, armazenamento, análise e disponibilização de informações espaciais para um objetivo específico. As atividades envolvendo o geoprocessamento são executadas por sistemas específicos mais comumente chamados de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). O geoprocessamento é destinado ao processamento de dados referenciados geograficamente (ou georeferenciados), desde a sua coleta até a geração de saídas na forma de mapas convencionais, relatórios, arquivos digitais, etc.

Por integrar as múltiplas dimensões de uma paisagem, esta ferramenta apresenta uma infinidade de aplicações em diversas áreas do conhecimento. Dentre as áreas de atuação observadas destacam-se: Conservação da Natureza, Organização do espaço geográfico,

diagnoses municipais e nacionais, Turismo, Transporte, Telecomunicações, Saúde e Atividades de estratégia Militar, entre outras. Dentre as aplicações específicas, pode-se destacar:

- Zoneamento de áreas prioritárias para proteção (ZAIDAN; SILVA, 2004);
- Planejamento Urbano (MOURA; SILVA, 2004).
- Fiscalização de áreas de proteção legal (PEREIRA JUNIOR et. al., 2004);
- Suporte de elaboração de planos de manejo (COSTA e SILVA, 2004);
- Identificação de áreas potenciais para o turismo (VEIGA; SILVA, 2004);
- Planejamento Urbano (MOURA; SILVA, 2004).
- Realização do Cadastro Ambiental Rural para propriedades rurais do Brasil (Lei 12.651 de 2012).
- Dinâmicas da paisagem, entre outras;

O comentário feito por Câmara e Davis (2001) consegue explicar em poucas palavras a importância e utilidade desta ferramenta. “Se *onde* é importante para seu negócio, então Geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho”.

A partir desta infinidade de aplicações, desenvolveu-se uma ferramenta com muitas funcionalidades e capacidade de lidar com diferentes abordagens da realidade, conhecida como Sistemas de Informação Geográficas ou SIGs. Os SIGs são os instrumentos computacionais do geoprocessamento, que aliados constituem uma estrutura de interface entre as diversas ciências que utilizam informações geográficas, o processamento de dados e a comunicação (SILVA, 2001).

O SIG é caracterizado por integrar numa única base de dados informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno. Assim, oferece mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, para consultar, recuperar e visualizar o conteúdo da base de dados e gerar mapas (CÂMARA e DAVIS, 2001). Algumas aplicações seriam:

- Ferramenta para produção de mapas;
- Suporte para análise espacial de fenômenos;
- Banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Como lembrado por Pirovani et al. (2010) a exemplo do que ocorre em inúmeras áreas do conhecimento e do desenvolvimento humano, o Setor Florestal se beneficia enormemente dos avanços das Geotecnologias, definidas como todas as tecnologias relacionadas às informações espaciais (Geoinformação). Esse conceito abrange a aquisição, processamento, interpretação (ou análise) de dados ou informações espacialmente referenciadas, apoiadas pelos Sistemas de Informações Geográficas, Sensoriamento Remoto, Geoestatística, Cartografia, Geodésia e outros. Tarefas que antes eram morosas e realizadas com grande dificuldade, agora podem ser concretizadas rapidamente e com melhores resultados, tais como: delimitação de corredores ecológicos, estudo de ecologia da paisagem, manejo de bacias hidrográficas, risco de incêndios florestais, risco de inundação, monitoramentos e adequações ambientais, projetos de implementação e condução de maciços florestais, zoneamentos ambientais, planos de manejo de unidades de conservação, dentre outras.

Conforme destacado por Pirovani et al. (2010) e apresentado por (YOUNG e MERRIAM, 1994) o sensoriamento remoto e os SIGs são as técnicas de geotecnologias mais empregadas em estudos de ecologia da paisagem, principalmente devido a capacidade de caracterizar os padrões de uso e cobertura da terra no espaço e no tempo, fornecendo a base para posterior quantificação da estrutura e padrões da paisagem (TURNER e CARPENTER, 1998).

As ferramentas do sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica associadas a ecologia de paisagem sem dúvida vêm fornecendo soluções práticas e eficazes para a

conservação e o manejo de espécies e de ecossistemas. Essas abordagens são particularmente importantes no caso da Mata Atlântica, uma região hiperdiversa, extremamente reduzida, fragmentada e degradada e ainda parcialmente desconhecida quanto aos componentes básicos de sua biodiversidade (CUNHA e GUEDES, 2013).

A partir da década de 1990, houve um grande avanço em iniciativas práticas para a conservação da biodiversidade e, particularmente, na evolução de análises espaciais para subsidiar ações de conservação e restauração da biodiversidade da Mata Atlântica. Esta região é uma das áreas tropicais mais estudadas em termos dos efeitos da fragmentação florestal nas espécies e ecossistemas, além de outros temas recorrentes na teoria da biologia da conservação. Segundo Cunha e Guedes 2013, as abordagens espaciais com base em sistemas de informação geográfica (SIG) têm proporcionado nos últimos anos à identificação de áreas estratégicas para a conservação e para a recuperação da biodiversidade.

As diversas organizações dos diferentes setores (academia, sociedade civil, setor privado) que lidam com os desafios do desenvolvimento sustentável e da conservação da biodiversidade têm cada vez mais utilizado o SIG associado a ecologia de paisagens na elaboração de estratégias e atividades práticas para a conservação da natureza (PAESE et al., 2012).

Nesse sentido, a maioria dos Planos de Ação Nacional (PAN) para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção, construídos pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICM-Bio) e parceiros, majoritariamente na última década, incorpora orientações espaciais explícitas para otimizar o alcance das metas de redução do risco de extinção das espécies. (CUNHA e GUEDES, 2013).

2.6 Ecologia da Paisagem

A ecologia da paisagem trata fundamentalmente do como, quando e por que os padrões dos fatores ambientais influenciam a distribuição dos organismos e dos processos ecológicos, e reciprocamente, como as ações dos organismos e processos ecológicos influenciam padrões ecológicos (TURNER, 1989). O objetivo do ecologista da paisagem é determinar onde e quando a heterogeneidade espacial e temporal importam, e como elas influenciam os processos ecológicos (CUSHMAN et al., 2009).

A ecologia da paisagem surgiu como uma disciplina integradora, com foco explicitamente na estrutura espacial e dinâmica dos sistemas da paisagem (TURNER, 1987). Godron e Forman (1981) identificam as áreas principais de investigação em ecologia da paisagem como o estudo da distribuição de padrões nos elementos da paisagem, os fluxos de materiais, unidades biológicas ou energia entre os elementos e as dinâmicas de morfologia da paisagem. Pode ser entendida como o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos (FORMAN E GODRON, 1986).

Os três termos são considerados fundamentais pelos autores Forman e Godron (1986) no estudo da ecologia de paisagens, que as definem como:

- (1) estrutura: unidade espacial horizontal da paisagem composta pela distribuição dos elementos presentes na paisagem, ou seja, é a distribuição da energia, dos materiais e espécies em relação ao tamanho, forma, número, tipo e configuração dos ecossistemas;
- (2) função: refere-se à interação entre os elementos espaciais, que são o fluxo de energia, materiais e organismos dos ecossistemas componentes, ou seja, indica que toda estrutura tem um conjunto de funções associadas a ela e;
- (3) alterações no tempo: mudanças na estrutura e função do mosaico ecológico, que ocorrem permanentemente, uma vez que toda porção da paisagem está mudando com o tempo.

Nesse contexto, é evidente a importância destas características para o entendimento de como as interações dos diferentes elementos ao nível da paisagem interferem nas dinâmicas ecológicas locais. Um simples estudo de evolução temporal por meio do mapeamento das classes de uso e ocupação do solo podem identificar as alterações ocorridas em uma paisagem durante um certo intervalo de tempo, por exemplo (PIROVANI et al., 2010). No entanto quando se quantifica a estrutura da paisagem, obtêm-se maior detalhamento das alterações ocorridas e da função da paisagem. Assim sendo, os elementos que compõe a estrutura de uma paisagem – mancha, corredor e matriz – tornam-se fundamentais para realização desta análise.

A matriz representa o elemento (tipo de ecossistema) que ocupa a maior área, possui a mais extensa conectividade ou que exerce a maior influência sobre os demais elementos. As manchas (ou fragmentos) são os menores elementos observáveis da paisagem que estão inseridos na matriz. Considera-se uma mancha um determinado tipo de ecossistema que está fisicamente isolado ou separado de outra mancha do mesmo tipo de ecossistema. As manchas podem ser resultante do processo de fragmentação (quebra de uma continuidade) ou também resultantes de um processo de perturbação (uma área desmatada dentro de um ecossistema nativo, por exemplo). As manchas podem ser permanentes ou temporárias e essa dinâmica influencia decididamente como a biota se comporta ao longo do tempo. Os corredores são os elementos lineares que promovem ou facilitam a conexão entre os demais ecossistemas na paisagem. Entretanto, podem também representar barreiras que restringem a movimentação das espécies na paisagem.

De maneira geral, quando são realizados estudos onde a paisagem está antropizada, as manchas são os fragmentos florestais, que estão inseridos em uma matriz que abrange a maior parte da paisagem (pastagem, agricultura, área urbana, entre outras), conectados ou não por corredores (ruas, estradas e rios por exemplo). Apesar deste ser um exemplo convencional, esta situação não funciona como regra, ou seja, nem sempre as manchas de uma paisagem serão os fragmentos florestais e a matriz o ambiente antropizado que o envolve. Um outro exemplo poderia ser um conjunto de ilhas no oceano, onde neste caso as manchas são as ilhas e o oceano é a matriz. Ou então uma paisagem extensa de floresta na região amazônica em que alguns locais estão sendo desmatados para formação de pastagem, neste caso, as manchas da paisagem são os pontos de desmatamento e a extensa área florestal que os envolve é a matriz (PIROVANI et al., 2010).

Os componentes da estrutura da paisagem, mancha, corredor e matriz, estão representados na figura 1.

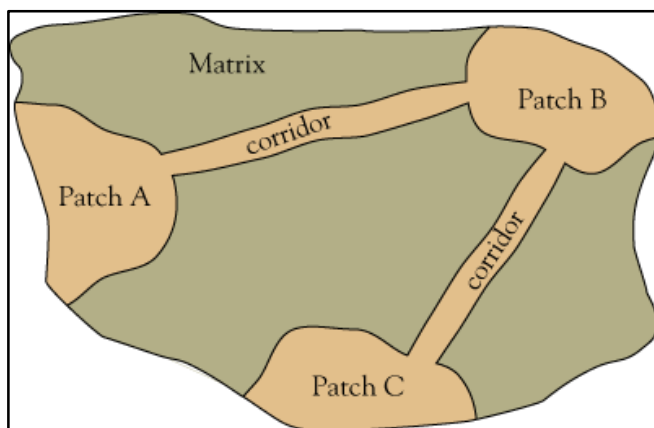


Figura 1 - Esquemática dos componentes da estrutura da paisagem; Mancha (patch), corredor (corridor) e Matriz (matrix). (Barnes, 2000)

Outro fator importante destacado por Forman (1995) diz respeito ao arranjo ou padrão estrutural de manchas, corredores e a matriz que constituem a paisagem, sendo um dos

principais determinantes dos fluxos funcionais e movimentos através da paisagem, e de mudanças no seu padrão e processo ao longo do tempo. Cada ponto em uma paisagem ou é dentro de uma mancha, um corredor, ou uma matriz de fundo, e isso vale em qualquer mosaico de uso da terra, incluindo florestada, seco, cultivado, e suburbana. Este modelo proporciona uma alternativa simples para análise e comparação, além do potencial para a detecção de padrões e os princípios gerais (LOVEJOY et al., 1984; HARRIS, 1984; FAHRIG e MERRIAM, 1985; FORMAN e GODRON, 1986; KOZOVA et al., 1986; SAUNDERS et al., 1987; HANSEN e DI CASTRI, 1992). Por exemplo, manchas variam de grande a pequena, alongada para arredondada e tortuosa a suave, lisa. Corredores variam de largo para fino, de alta a baixa conectividade e sinuoso para reto. E uma matriz pode ser extensa a limitada, contínua a perfurada e agregada a dispersa.

Nesse contexto, é particularmente importante levar em consideração a dinâmica das metapopulações da paisagem em estudo, uma vez que para subpopulações em fragmentos separados, a taxa de extinção local diminui com maior qualidade ou tamanho do fragmento, e a recolonização aumenta com corredores, trampolins e a curta distância entre fragmentos (FORMAN, 1995). Uma matriz permeável também contribui para aumento da recolonização.

Uma metapopulação é uma população constituída por subpopulações espacialmente separadas que estão ligadas pela dispersão dos indivíduos (MERRIAM, 1988; OPDAM, 1991). Pode ser descrita como uma rede de populações formada por subpopulações espacialmente estruturadas em agrupamentos, cujos indivíduos se reproduzem localmente e onde a migração entre as populações pode influenciar a dinâmica local e o fluxo gênico da região, incluindo a possibilidade de uma população se restabelecer após uma extinção (HANSKI e SIMBERLOFF, 1997).

Conforme destacado por Forman (1995) e apresentado por Den Boer (1981) e KARR (1982) a taxa de extinção tende a ser elevada em pequenas manchas e em manchas de baixa qualidade, além de aumentar também com a maior variabilidade ambiental. Já a recolonização é reforçada por padrões espaciais, tais como corredores, redes, uma fileira de trampolins ecológicos, e um conjunto de pequenos fragmentos.

Clark et al. (1999) salientam que a composição do mosaico de diferentes usos do solo pode atuar como um filtro para a dispersão de espécies nativas, dificultando a chegada e o estabelecimento de propágulos de algumas ou facilitando a entrada de espécies exóticas nos fragmentos de mata que compõem a paisagem. Os autores destacam que a chegada de propágulos de diferentes espécies e seu posterior estabelecimento direcionarão o processo sucessional e consequentes mudanças na comunidade vegetal.

Felizmente, os avanços no conhecimento teórico, na quantidade e qualidade dos dados, nas ferramentas disponíveis e, fundamentalmente, nos grupos de pesquisa da ecologia de paisagens instalados no Brasil vêm trazendo, em ritmo cada vez mais acelerado, soluções inovadoras e eficazes para o planejamento em conservação e a recuperação da biodiversidade. (CUNHA e GUEDES, 2013).

Segundo Lang e Blaschke (2009) nos últimos anos, ao lado de uma pesquisa intensa sobre os comportamentos de índices e de sua relevância ecológica, foram produzidos diversos pacotes de aplicativos computacionais que disponibilizam, de formas diferentes, métricas descritoras de estruturas. Esses programas caracterizam a fragmentação de uma paisagem, fornecendo valores quantitativos de extensão de área e de distribuição espacial dos diferentes tipos de fragmentos que compõem uma paisagem (HESSBRURG et al., 2000).

O aplicativo computacional ArcGIS da empresa ESRI é, pela medição das licenças, o mais difundido de SIGs no mundo inteiro, e encontra-se na versão 10.2.1, reunindo um grande número de métodos de análise. Para a avaliação de métricas da paisagem é muito utilizado a extensão gratuita para o ArcGIS *Patch Analyst* (REMPEL, 2003). Segundo Lang e Blaschke

(2009), essa extensão fornece essencialmente métricas do *Fragstats*, porém em forma comprimida.

2.7 Métricas

Os índices utilizados em ecologia da paisagem representam métodos para a quantificação dos padrões espaciais e para a comparação entre paisagens, permitindo a identificação de suas principais diferenças ou mudanças em escala temporal e determinando as relações entre os processos funcionais e os padrões das paisagens.

A variedade de índices ou métricas existentes em ecologia da paisagem levou autores como McGarigal e Marks (1995) a agruparem esses índices nas seguintes categorias: índices de área; índices de densidade; índices de forma; índices de borda; índices de área central; índices de proximidade; índices de diversidade e; índices métricos de contágio e espalhamento. Algumas das métricas descritivas da estrutura da paisagem são calculadas para cada mancha ou fragmento enquanto outras, são obtidas para toda a paisagem de dada região amostral. No geral, a análise de uma só métrica não é adequada para caracterizar a estrutura de uma paisagem. Assim, se apresentará uma breve revisão das métricas encontradas na literatura, que terão relação com o presente trabalho.

2.7.1 Índices de área

Os índices ou métricas de área são as medidas da estrutura da paisagem mais difundidas e, por isso, talvez a mais importante, uma vez que muitas outras métricas são construídas direta ou indiretamente sobre ela (LANG et al., 2009 e PIROVANI et al., 2010). Os índices quantificam o tamanho dos fragmentos e podem ser considerados atributos espaciais centrais devido à sua grande importância na ecologia. A seguir são apresentadas as fórmulas dos índices de área propostas por McGarigal e Marks (1995):

- **CA:** *Class Area* (Área da classe): Indica a soma das áreas de todas as manchas que pertencem a uma determinada classe:

$$CA = \sum a_{ij}$$

Onde a_{ij} indica a área da mancha i na classe j .

2.7.2 Índices de densidade e tamanho

Os índices de densidade e tamanho são medidas da configuração espacial da paisagem. Estes índices são importantes por caracterizarem os fragmentos e por permitirem que se ordene por grau de fragmentação, heterogeneidade de fragmentos ou outros aspectos relacionados aos fragmentos na paisagem. Como exemplo, têm-se: o número de fragmentos; o tamanho médio dos fragmentos nas suas respectivas classes; o desvio padrão e; o coeficiente de variação do tamanho. A seguir, são apresentadas as fórmulas dos índices de densidade e tamanho propostas por McGarigal e Marks (1995):

- **NumP:** *Number of Patches* (número de manchas na classe)

$$\text{NumP} = \sum n_i$$

Onde n_i indica o número de manchas por classe na paisagem.

- **MPS:** *Median Patch Size*. Área média da Classe.

$$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i}$$

onde a_{ij} é a área da mancha i na classe j ;

- **PSSD:** *Patch Size Standard Deviation* (Desvio Padrão do tamanho médio dos fragmentos):

$$PSSD = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \left(a_{ij} - \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \right) \right)^2}{n_i}}$$

onde a_{ij} indica área da mancha i na classe j e n_i indica o número de manchas por classe na paisagem.

2.7.3 Índices de borda

O comprimento ou densidade de borda desempenha um papel fundamental, pois através deste cálculo é possível perceber o quanto um fragmento ou uma classe está sofrendo os efeitos de borda (LANG et al., 2009). O aumento na proporção de bordas eleva a temperatura e reduz a umidade dentro dos fragmentos. Conforme destaca Pirovani (2010) e apresentam Ribeiro e Marques (2005), esse processo promove um conjunto de mudanças no equilíbrio do ambiente, alterando relações ecológicas. Os índices de borda usualmente são considerados como representantes da configuração da paisagem, porém nem sempre sua distribuição espacial é explícita. A seguir são apresentadas as fórmulas dos índices de borda propostas por McGarigal e Marks (1995):

- **TE:** *Total Edge*. Total de borda (m)

$$TE = \sum p_{ij}$$

onde p_{ij} indica o perímetro por mancha i na classe j .

- **MPE:** *Mean Patch Edge*. Valor médio da borda por fragmento

$$MPE = \frac{TE}{NumP}$$

2.7.4 Índices de forma

Os índices de forma são indicadores da configuração da paisagem. Sua quantificação é complicada, sendo necessária à adoção de uma paisagem padrão, para efeito de comparação. Quando se utiliza do formato vetorial, a forma padrão adotada é o círculo; para o formato raster ou matricial, a forma padrão corresponde ao quadrado. Dessa maneira, é possível considerar essa forma otimizada, com melhor relação área-borda, já que a área interior em relação à área de borda está maximizada (LANG et al., 2009). Neste caso o índice de forma é igual a 1 quando

todas as manchas ou fragmentos forem circulares (para polígonos) ou quadrados (para raster) e aumenta com irregularidade de forma de mancha crescente. A seguir é apresentada a fórmula de um dos índices de forma propostas por McGarigal e Marks (1995):

- **MSI: Mean Shape Index** . Índice de forma médio. O valor médio do índice de forma das manchas da classe é uma métrica frequentemente utilizada para descrição de formas pois permite caracterizar o desvio de forma atual de uma mancha, da forma otimizada de um círculo (LANG et al., 2009). Dessa maneira, o índice de forma médio é igual a 1 quando todas as manchas ou fragmentos forem circulares (para polígonos) ou quadrados (para raster) e aumenta com irregularidade de forma de mancha crescente:

$$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{p_{ij}}{2\sqrt{\pi a_{ij}}} \right)}{n_i}$$

onde a_{ij} indica a área da mancha i na classe j , p_{ij} o perímetro por mancha i na classe j e n_i indica o número de manchas por classe na paisagem.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização da área de estudo

A área de estudo está localizada no Município de Niterói, que integra a região metropolitana do Rio de Janeiro. O município é dividido em 52 bairros que são agrupados em cinco regiões de planejamento, de acordo com o Plano Diretor - Lei municipal 1157/92, como pode ser visto na Figura 2.

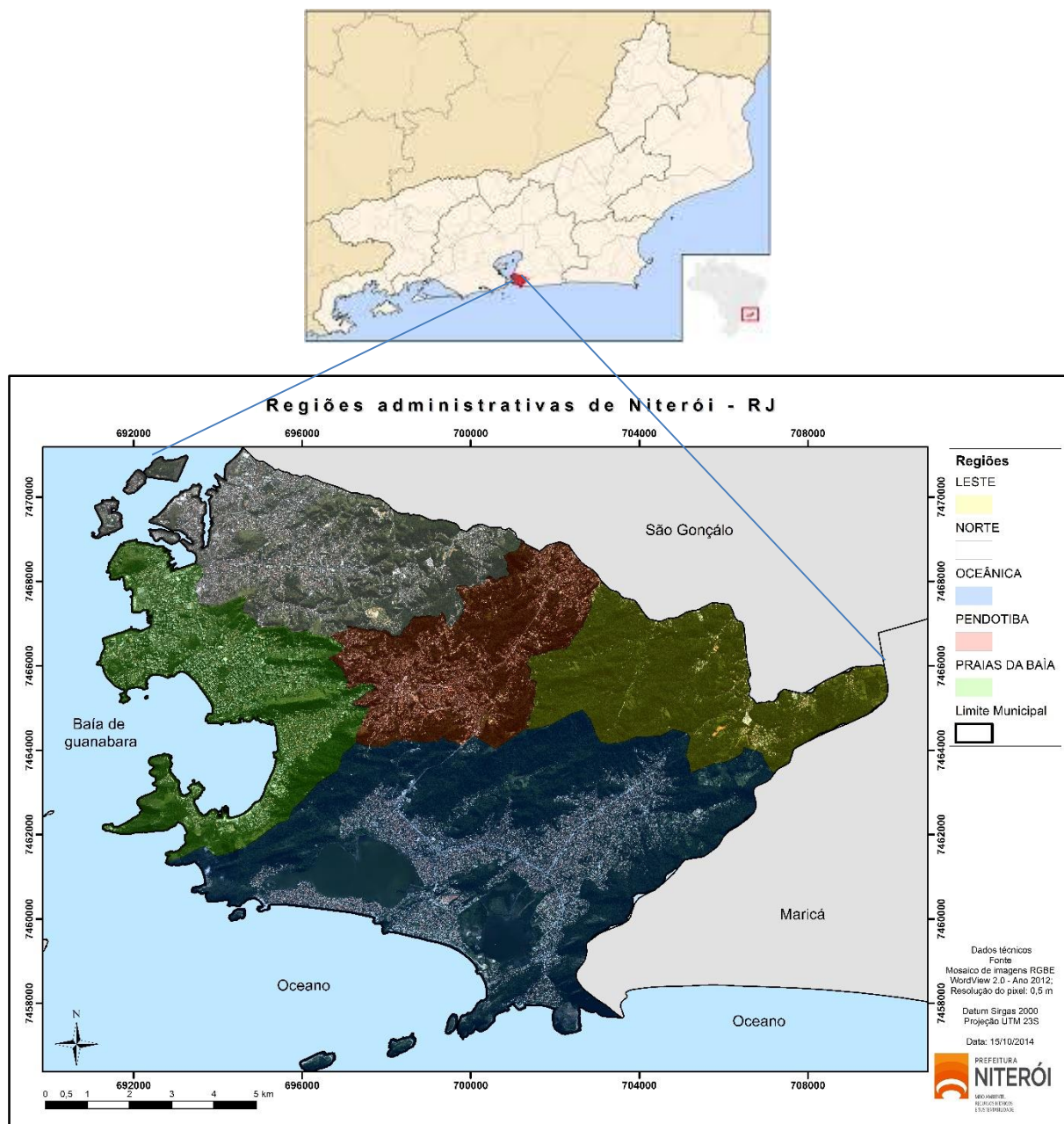


Figura 2 - Localização geográfica do município de Niterói no estado do Rio de Janeiro à cima, seguido do mapa com o limite do município e suas regiões administrativas.

Niterói possui uma área de aproximadamente 133 km². A Mata Atlântica abrangia 80 - 90% do seu território, porém restam apenas 21 km² de áreas florestadas, ou seja, 16% do município segundo o diagnóstico ambiental realizado pela Prefeitura Municipal em 1992, ou

então 23% segundo o Atlas de remanescentes florestais na Mata Atlântica (2012). Deste total, estima-se que 40% sejam áreas ambientais legalmente protegidas, seja por UCs, ou por outro tipo de proteção estabelecido pelo zoneamento do município de Niterói (Oliveira, 2013). Vale lembrar que se levado em consideração o recém criado Programa Niterói + Verde, instituído através do Decreto 11.744 de 2014, esse valor aumenta significativamente, como será visto em maior detalhes.

Este programa é uma iniciativa do Governo Municipal, que tem como objetivos assegurar a proteção de áreas verdes em morros e montanhas, visando evitar a ocupação de áreas de risco e criar espaços públicos seguros para recreação e lazer, além de proteger a biodiversidade e a paisagem niteroiense. Nele são criadas duas Unidades de Conservação, uma de proteção integral abrangendo as regiões Praias da Baía e Oceânica (Parque Municipal de Niterói – PARNIT) e outra de uso sustentável, concentrada na região Norte (Sistema Municipal de Áreas de Preservação Ambiental

A população do município é de 487.562 habitantes (IBGE/Censo 2010) e está completamente inserida em área urbana. O índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) é de 0,837 (IBGE, 2010) o que indica um IDHM muito alto, colocando Niterói em 7º lugar no Brasil, com melhor IDHM.

A distribuição da população não se dá de forma homogênea, pois há concentração populacional nas regiões Norte e Praias da Baía, que são as áreas de ocupação mais antiga e mais dotadas de infraestrutura. Entre os bairros de ocupação mais antiga, destacam-se Icaraí, Ingá e Santa Rosa, que estão em processo avançado de verticalização das moradias, e Barreto, bairro que foi um importante polo industrial, onde há, ainda hoje, a presença de vilas operárias (atualmente descaracterizadas). Por outro lado, nas Regiões Oceânica e Leste, nota-se a baixa concentração populacional. Isso pode ser creditado, além do fator recente do processo de urbanização, à predominância de residências de dois pavimentos, e ao setor de comércio e serviços de caráter local, concentrados ao longo dos principais eixos viários. (OLIVEIRA, 2013).

Entretanto apesar do alto IDHM, como grande parte das cidades metropolitanas do Brasil, Niterói enfrenta a questão da favelização e ocupação de áreas de risco. Estima-se que haja aproximadamente 103.900 pessoas vivendo nessas condições (NITERÓI, 2006). Isso representa que 20% da população total do município vive em encostas de morros, ao longo das margens dos cursos d'água e nas bordas das UCs. Isso representa riscos para a população que está sujeita aos deslizamentos de encostas e inundações, além de promover ameaças à preservação das UCs em decorrência de desmatamentos e queimadas, por exemplo.

3.2 Metodologia

3.2.1 Identificação do status atual dos fragmentos florestais no município de Niterói

Após avaliação das imagens de satélite disponíveis, dentre elas destacam-se as do Satélite IKONOS 2, Orbview 2, Wordview 2.0, Terra, Eros A1 e do programa da NASA LANDSAT, esta última gratuita. Entretanto, como o critério escolhido para definição da mais adequada foi a que tivesse a melhor resolução possível, optamos pelo Mosaico de imagens wordview 2.0 de 2012, com resolução de pixel de 0,5 m que nos foi cedida pela Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro (SEA – RJ) pelo fato dela ser de alta resolução.

Na sequência, com o objetivo de identificar todos os fragmentos florestais do município, a digitalização via tela foi feita na escala padrão de 1: 1000 no aplicativo computacional ArcGis 10.2.1, sendo elaborado um arquivo vetorial poligonal para a classe de fragmento florestal. A partir do mapa de fragmentação florestal da região de estudo foi quantificada a área de cada fragmento usando a calculadora de valores da tabela de atributos do próprio arquivo de imagem vetorial poligonal, tornando possível comparar os tamanhos dos diversos fragmentos florestais encontrados no município.

O número de fragmentos existentes na área foi relacionado à classe de tamanho, aos quais pertencem. Foram classificados como muito pequenos (0,5 - 5 ha), pequenos (5 - 10 ha), médios (10 – 50 ha), grandes (50 - 100 ha) e muito grandes (100 ha). As etapas da metodologia utilizada na elaboração do mapa de fragmentação florestal estão representadas no fluxograma da Figura 3.

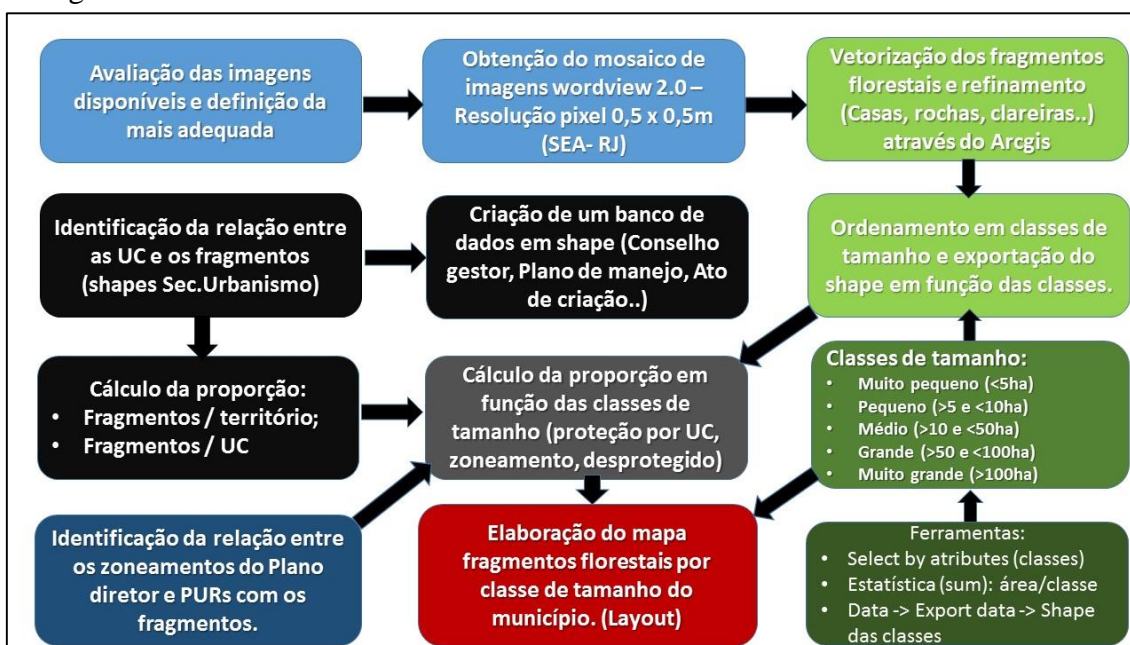


Figura 3 - Fluxograma das atividades realizadas para obter o status atual dos fragmentos florestais em Niterói.

A partir dos polígonos dos fragmentos, foi realizado um cruzamento entre os limites das Unidades de Conservação (UC) atuais e os remanescentes de floresta mapeados, para que fosse possível atualizar o status atual de proteção da Mata Atlântica em Niterói. Para isso, foi

necessário transformar os polígonos das UCs que estavam no formato CAD para o formato “shape”, compatível com o ArcGis, além de projetá-los para o sistema de projeção geográfica utilizada durante todo o trabalho; Datum Sirgas 2000, projeção UTM 23S.

No momento de criação dos arquivos vetoriais poligonais das UCs, foram atualizadas diversas informações na tabela de atributos, com o objetivo de criar um banco de dados com dados como: Categoria do SNUC, uso sustentável ou proteção integral, qual o ato de criação, área em ha e se possui plano de manejo e conselho gestor. Dessa forma a informação fica mais facilmente acessível e permanece na Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Sustentabilidade de Niterói.

A partir dos polígonos dos fragmentos e das UC, foi possível calcular quanto da área verde conta com alguma forma de proteção legal, através da ferramenta *intersect*. Nesse trabalho não foi levado em conta os zoneamentos restritivos à ocupação urbana que constam nos Planos Urbanísticos (PURs), das regiões administrativas e do Plano Diretor. Apesar desses zoneamentos já conferirem proteção legal a essas porções do território, não serão levados em conta por 2 motivos:

1. Atualmente a Região Pendotiba está elaborando seu Plano Urbanístico e o Plano Diretor está sendo revisado. A região Leste por não ter ainda um PUR, responde ao Plano Diretor;
2. Nas regiões Norte, Praias da Baía e Oceânica, após a criação do Programa Niterói Mais Verde pelo Decreto 11.744/2014, praticamente todos esses zoneamentos que restringiam a ocupação urbana, tais como as Áreas de Especial Interesse Ambiental (AEIA), Zona de Restrição a Ocupação Urbana (ZROU) ou Zona de Preservação da Vida Silvestre (ZPVS) foram incorporados pelas duas novas UC criadas (uma de proteção integral e outra de uso sustentável).

3.2.2 Definição dos fragmentos prioritários para conservação da biodiversidade em função das métricas da paisagem e características do relevo.

Para definir quais os fragmentos são prioritários para conservação, foram realizadas duas abordagens diferentes. Uma diz respeito aos elementos da estrutura da paisagem e outra aos aspectos do relevo.

Na quantificação da estrutura da paisagem, foi necessário selecionar quais métricas são as mais indicadas (LANG et al., 2009). No contexto desse trabalho foram selecionadas as métricas relacionadas a área, densidade, forma, proximidade e área núcleo.

Ao avaliar o relevo, foi necessário obter um modelo digital de elevação (MDE) disponibilizado gratuitamente pelo INPE, com resolução do pixel de 30m, obtidos através do radar SRTM disponibilizados pelo USGS na internet. A partir dele foi possível elaborar os mapas de altitude, declividade, face de orientação e exposição ao sol e analisar a incidência dos fragmentos em função dessas características do relevo, conforme mostra a figura 4. Além dessa análise foram elaborados os mapas em 3D, através do aplicativo de visualização tridimensional ArcScene.

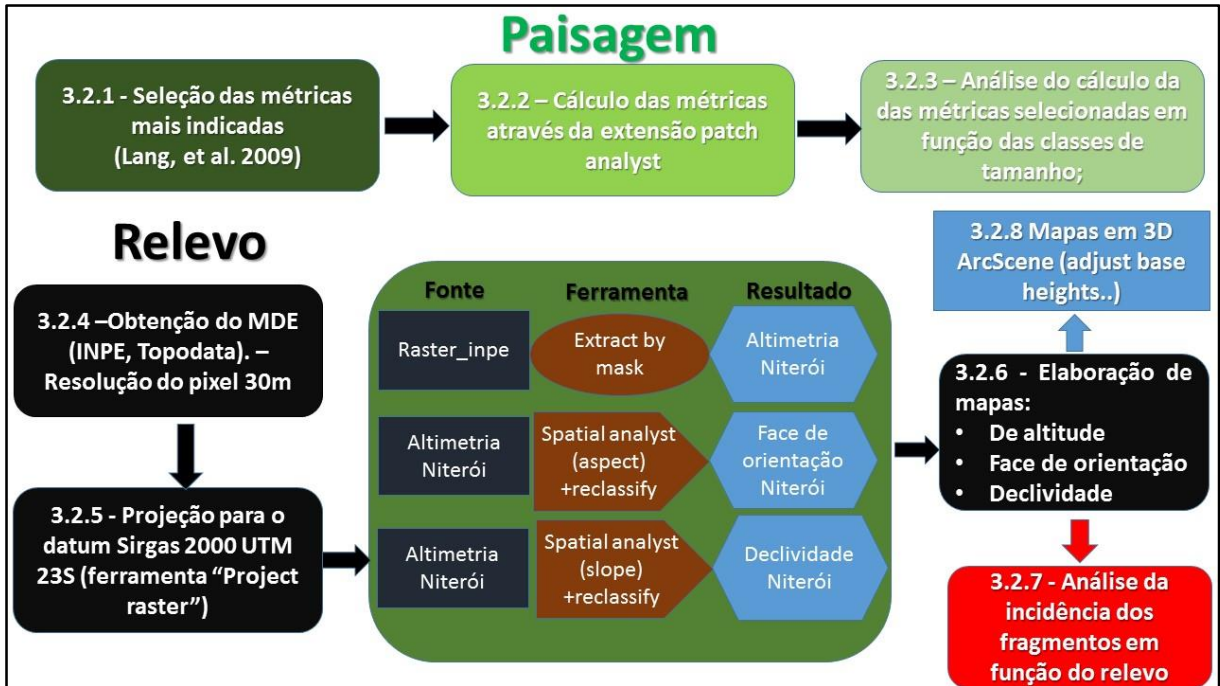


Figura 4 - Fluxograma das atividades relacionadas a definição dos fragmentos prioritários para conservação

3.2.3 Proposição de ações prioritárias para subsidiar a elaboração do PMMA em Niterói

Para que fosse possível definir quais são as ações prioritárias, foi necessário primeiro indicar quais fragmentos são prioritários para conservação e quais trechos são mais relevantes para formação ou manutenção de corredores ecológicos. Nesse contexto foram selecionados 3 critérios, conforme a Figura 5:

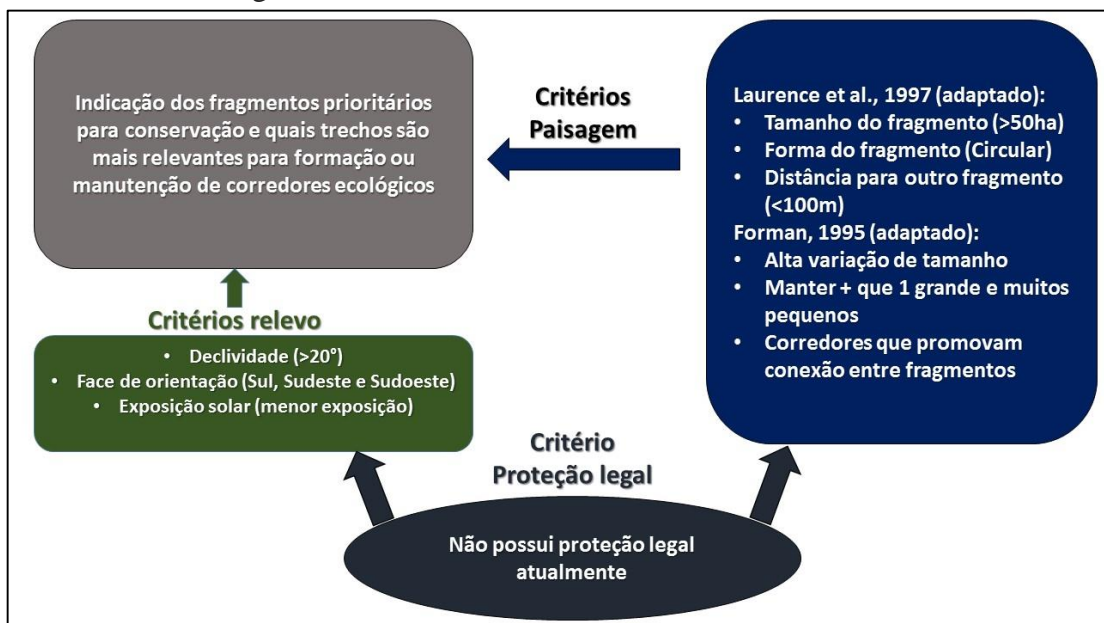


Figura 5 - Fluxograma dos critérios utilizados na definição dos fragmentos prioritários para conservação e quais trechos são mais relevantes para formação de corredores ecológicos

Primeiro foi avaliado se o fragmento possui ou não alguma forma de proteção legal. Fragmentos que já estão inseridos em uma Unidade de Conservação foram automaticamente considerados como não prioritários e portanto, desconsiderados da análise. Após essa seleção, foram levados em consideração os critérios apresentados na Figura 5, atribuindo o valor de conservação em função dos critérios relativos ao relevo e uma adaptação de Laurence et al., (1997). No contexto da paisagem como um todo, foram respeitadas as considerações feitas por Forman (1995) adaptado.

O próximo passo foi incorporar a pesquisa realizada com a população sobre a importância das florestas e os dados dos eco-contadores (monitoramento piloto do uso público no Parque Estadual Serra da Tiririca e no Parque da Cidade), com o objetivo de basear a proposição de ações prioritárias em função da sensibilidade da população com o tema. A pesquisa foi realizada através dos agentes ambientais (alunos das escolas municipais capacitados no projeto desenvolvido em parceria com a Secretaria Municipal de Educação), que entrevistaram 90 pessoas em suas respectivas comunidades. A Figura 6 abaixo resume as 2 etapas para chegar nas propostas de ações prioritárias por região administrativa.

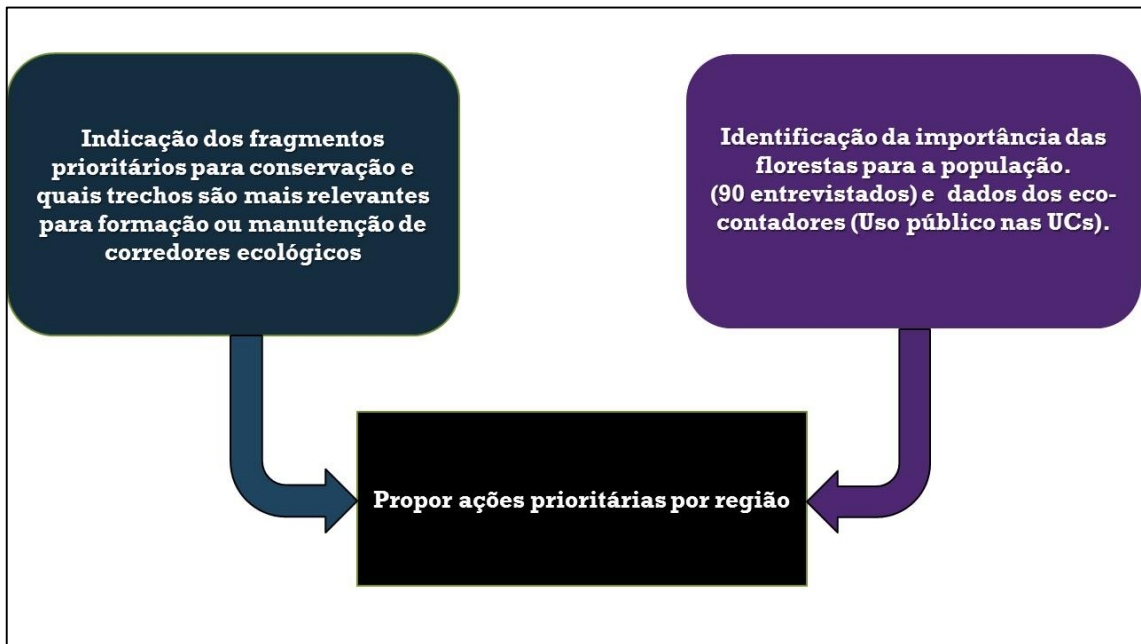


Figura 6 - Fluxograma indicando as 2 etapas para proposição de ações prioritárias por região

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Status atual dos fragmentos florestais no município de Niterói

Analisando o mapa de fragmentação florestal elaborado (Figura 7), que destaca as diferentes classes de tamanho, é possível perceber que o município conta uma boa cobertura florestal, apesar de predominantemente urbano. Além disso, possui uma boa distribuição de fragmentos por classe de tamanho, o que é favorável para a manutenção da biodiversidade (FORMAN, 1995).

A Tabela 1 apresenta o número de fragmentos por classe de tamanho, qual a área ocupada pela classe e quanto que isso representa da área total do município.

Tabela 1 - Fragmentos florestais por classe de tamanho

Classe de tamanho	Nº de Fragmentos	Área (Ha)	% do território
Muito Grande	5	3.912,4	29,21%
Grande	5	358,03	2,67%
Médio	21	477,6	3,57%
Pequeno	33	230,86	1,72%
Muito Pequeno	115	219,6	1,64%
Total	179	5.198,5	38,82%

Chama a atenção o número total de fragmentos (179) e a distribuição entre as diferentes classes de tamanho, onde encontramos 5 fragmentos na classe muito grande e grande, 21 na classe média, 33 na classe pequena e 115 na classe muito pequena, assim como um percentual alto de área florestal no município (38,82%) se comparadas a outras cidades predominantemente urbanas. O valor encontrado difere do encontrado no Atlas de remanescentes florestais da Mata Atlântica 2012, realizado em escala de 1:50.000 (indicam 23%) (SOS Mata Atlântica e INPE, 2014). Essa diferença provavelmente está relacionada com a metodologia e escala adotada neste trabalho, uma vez que a Imagem utilizada permitiu uma precisão muito grande e um detalhamento maior. Aqui foram considerados fragmentos acima de 0,5 ha e realizados em escala de 1: 1.000, enquanto que no Atlas foram considerados fragmentos a partir de 3 ha em escala de 1: 50.000.

Outro ponto importante diz respeito a representatividade de cada classe de tamanho em termos de área. Fica clara a importância da conservação dos fragmentos muito grandes, uma vez que em apenas 5 fragmentos representam 29,21% dos 38,82%. Entretanto os fragmentos grandes não acompanham essa lógica, ficando atrás dos fragmentos médios na representatividade por área, ocupando 2,67% e 3,57% respectivamente. Isso se explica pelos 21 fragmentos na classe média e apenas 5 na grande. Já os fragmentos muito pequenos, apesar de extremamente numerosos (115), não representam nem 2% do território.

A figura 8 apresenta o mapa de fragmentação florestal de Niterói em 3D, auxiliando a visualização da distribuição dos remanescentes por classe de tamanho no município.

Fragmentação florestal por classe de tamanho Niterói - RJ

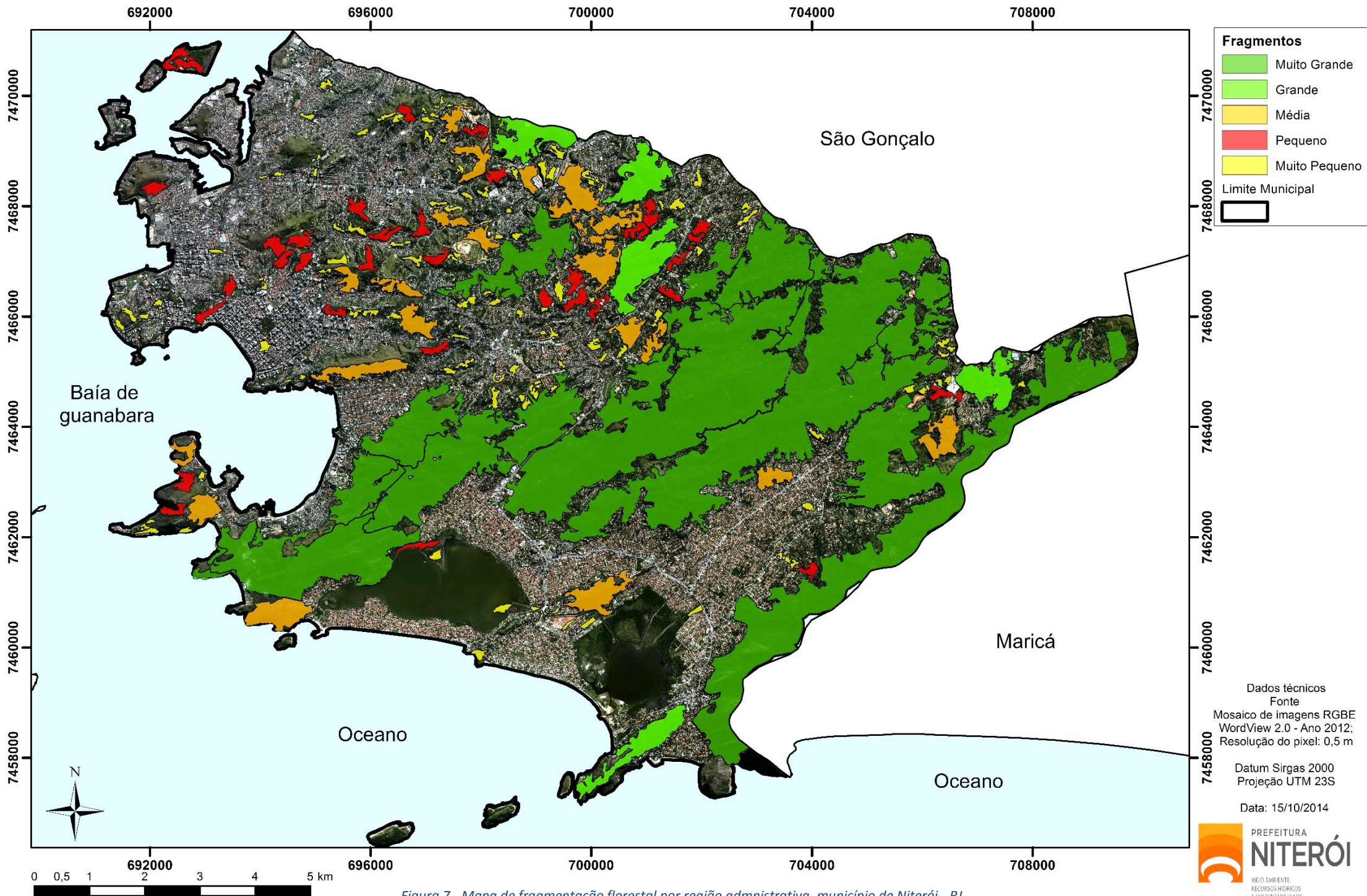


Figura 7 - Mapa de fragmentação florestal por região administrativa, município de Niterói - RJ

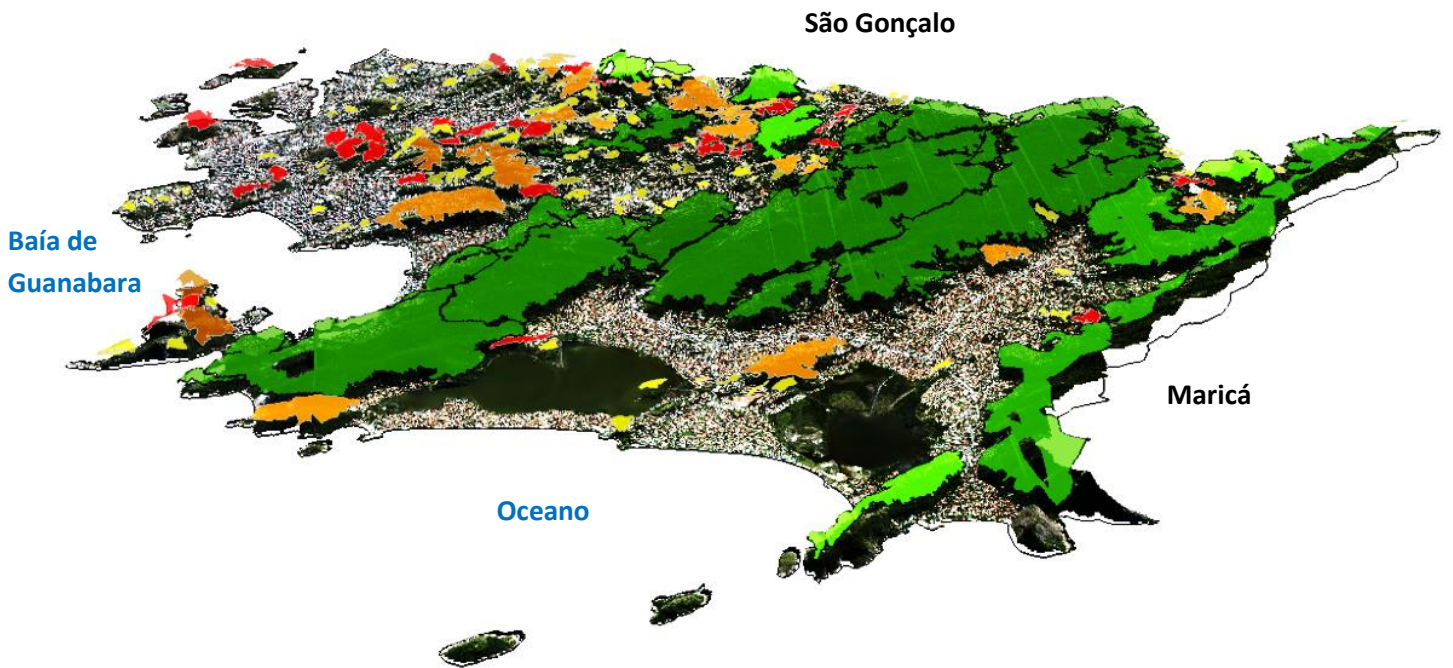


Figura 8 - Mapa de fragmentação florestal por classe de tamanho em 3D, município de Niterói - RJ

Se analisarmos a distribuição dos fragmentos por região administrativa, é possível perceber diferenças claras no arranjo espacial entre elas (Figura 9). Enquanto que na região Leste os fragmentos florestais ocupam quase que totalmente seus limites na forma de fragmentos muito grandes e grandes, a região Norte e Praias da Baía encontram-se muito fragmentadas, com um grande número de fragmentos variando de muito pequeno à médio predominantemente. Já a região Oceânica apesar de já começar a apresentar sinais de ocupação mais acentuados, ainda conserva os maiores fragmentos do município (em verde escuro na figura 9), além de uma paisagem exuberante, formada por lagoas, praias e montanhas.

A região Pendotiba resguarda um grande número de fragmentos, distribuídos em todas as classes de tamanho, sendo um trampolim importante para a conectividade entre os fragmentos mais bem conservados (como o Parque Estadual da Serra da Tiririca - PESET) e os demais fragmentos na região Norte.

Fragmentação florestal por região administrativa Niterói - RJ

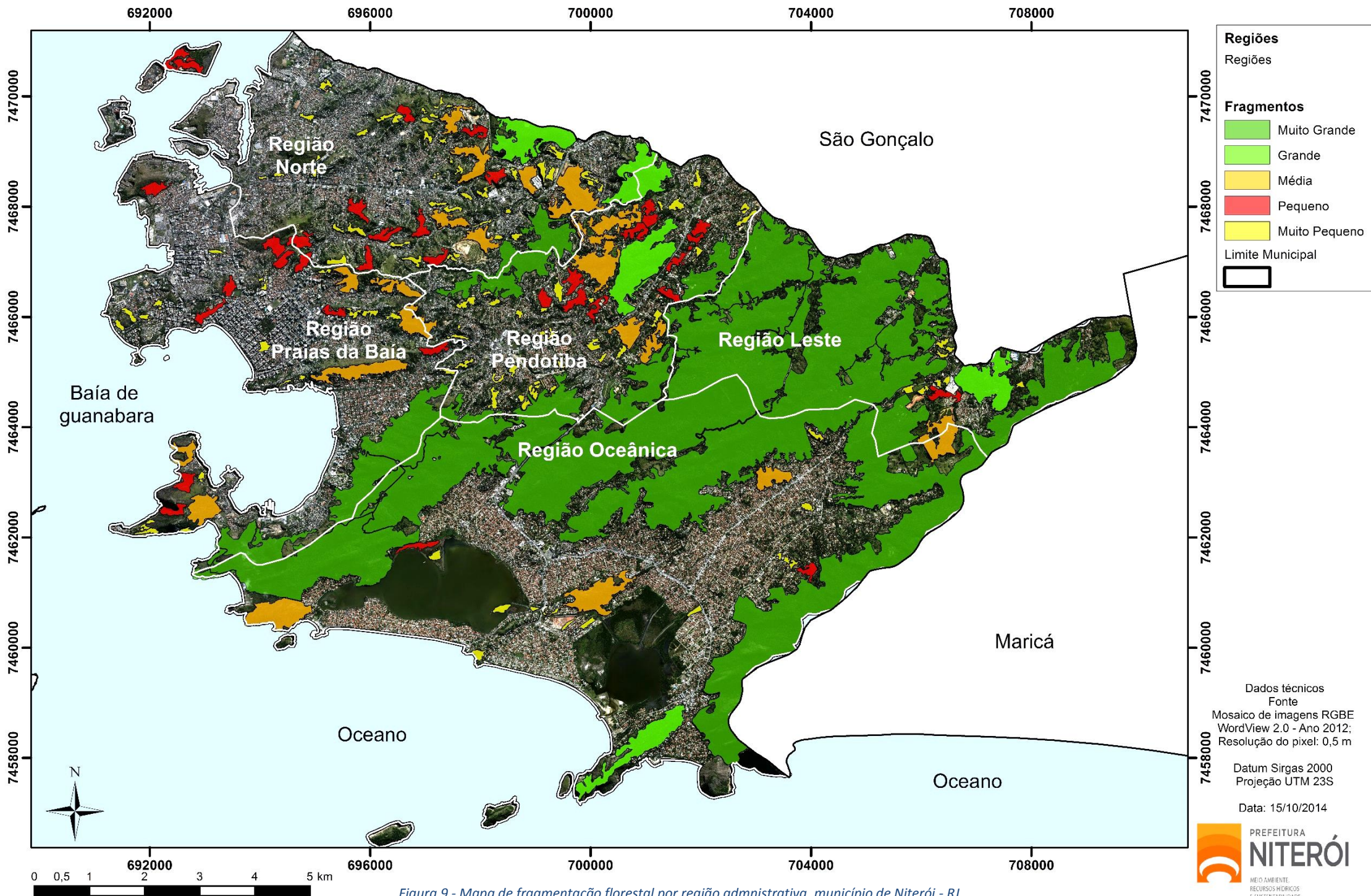


Figura 9 - Mapa de fragmentação florestal por região administrativa, município de Niterói - RJ

4.1.1 Unidades de Conservação no município de Niterói

Niterói conta hoje com 7 diferentes Unidades de Conservação, sendo 6 delas de categorias reconhecidas pela Lei nº 9.985 de 2000 – lei do SNUC. No total são 4 Áreas de Proteção Ambiental (APAs do Morro do Morcego, do Morro do Gragoatá, da Água Escondida e o Sistema Municipal de Áreas de Proteção Ambiental - SIMAPA), 1 Parque Municipal (Parque Municipal de Niterói – PARNIT), 1 Parque Estadual (Parque Estadual da Serra da Tiririca – PESET) e 1 Reserva Ecológica (Reserva Ecológica do Darcy Ribeiro) (Figura 10). Com isso, a situação dos fragmentos florestais no município de Niterói, em termos de proteção legal é a seguinte (Tabela 2):

Tabela 2 - Situação atual dos fragmentos florestais por classe de tamanho, em termos de proteção legal

Classe de tamanho dos fragmentos	Nº de fragmentos	Nº de fragmentos com proteção legal	Fragmentos com proteção legal (%)
Muito grande	5	4	80
Grande	5	3	60
Médio	21	13	62
Pequeno	33	11	33
Muito pequeno	115	37	32

A Tabela 2 mostra resumidamente o status atual de proteção legal dos fragmentos florestais por classe de tamanho encontrados no município de Niterói – RJ. Com isso é possível observar que dos 5 fragmentos na classe de tamanho muito grande, 4 estão protegidos representando 80%. Na classe grande, 3 dos 5 encontram-se protegidos e os outros 2 localizados em Pendotiba, encontram-se parcialmente protegidos por zoneamentos restritivos à ocupação urbana instituídos pelo Plano Diretor – Lei municipal 1.157 de 1992, conforme pode ser visto na figura 11. Vale lembrar que o Plano diretor está sendo revisado atualmente, e o Plano Urbanístico de Pendotiba em fase de elaboração; Na classe média, de um total de 21 fragmentos, 13 encontram-se com alguma forma de proteção legal, ou 62%. Os 6 da região Norte estão no SIMAPA; 2 protegidos e os outros 4 parcialmente na região Praias da Baía; 4 protegidos pelo PESET na região Oceânica; e dos outros 5 localizados em Pendotiba, apenas um conta com proteção por ser considerada Área de Especial Interesse Ambiental (AEIA) (Lei 1157/92 – Plano Diretor) Figura 11. Dos fragmentos considerados pequenos, Basicamente 1/3 encontra-se dentro do SIMAPA, 1/3 desprotegido em Pendotiba, e outro 1/3 parcialmente protegido na região Praias da Baía. Os fragmentos muito pequenos seguem a mesma tendência.

Unidades de conservação do município de Niterói - RJ

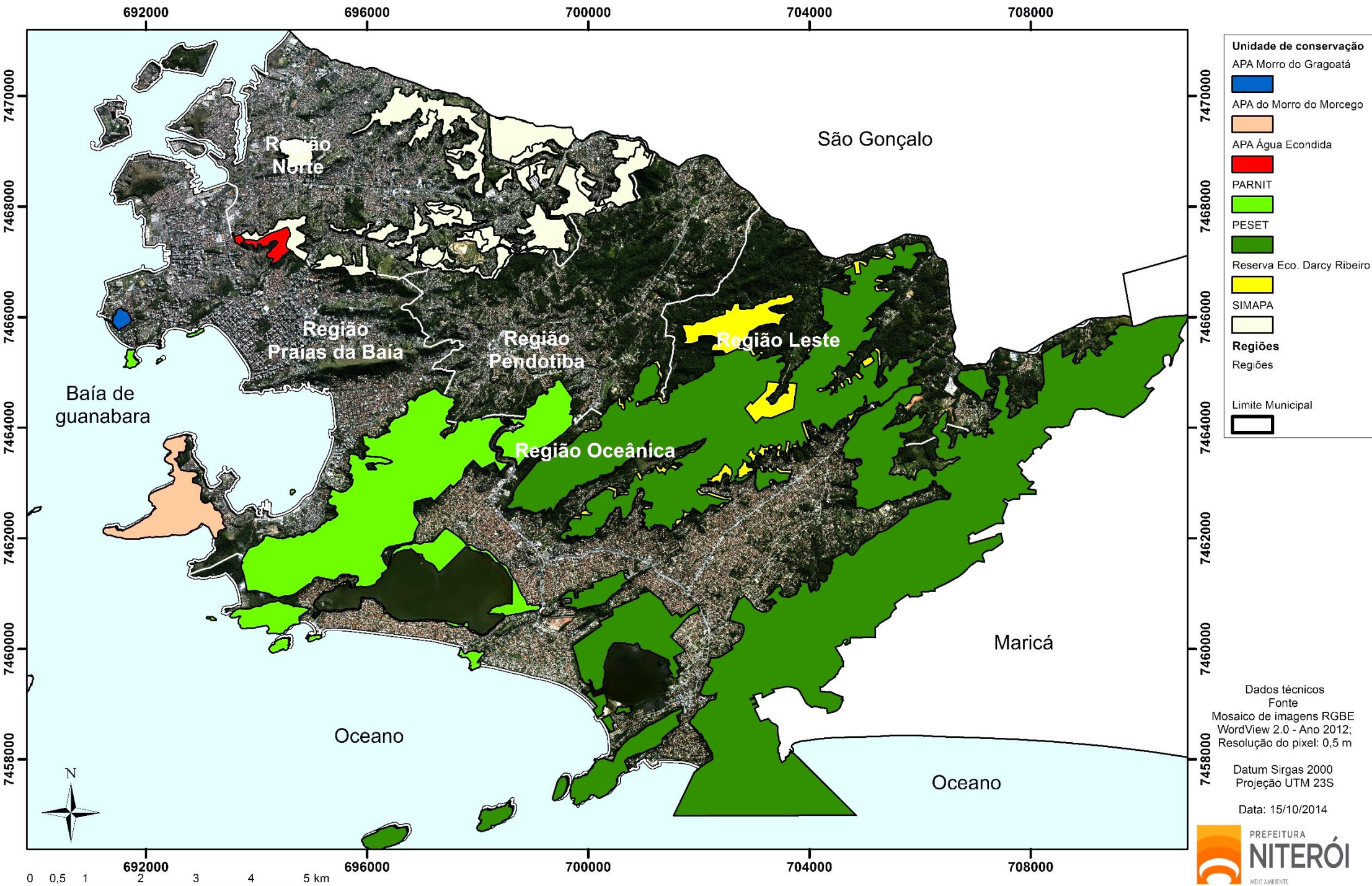


Figura 10 - Mapa das Unidades de conservação do município de Niterói - RJ

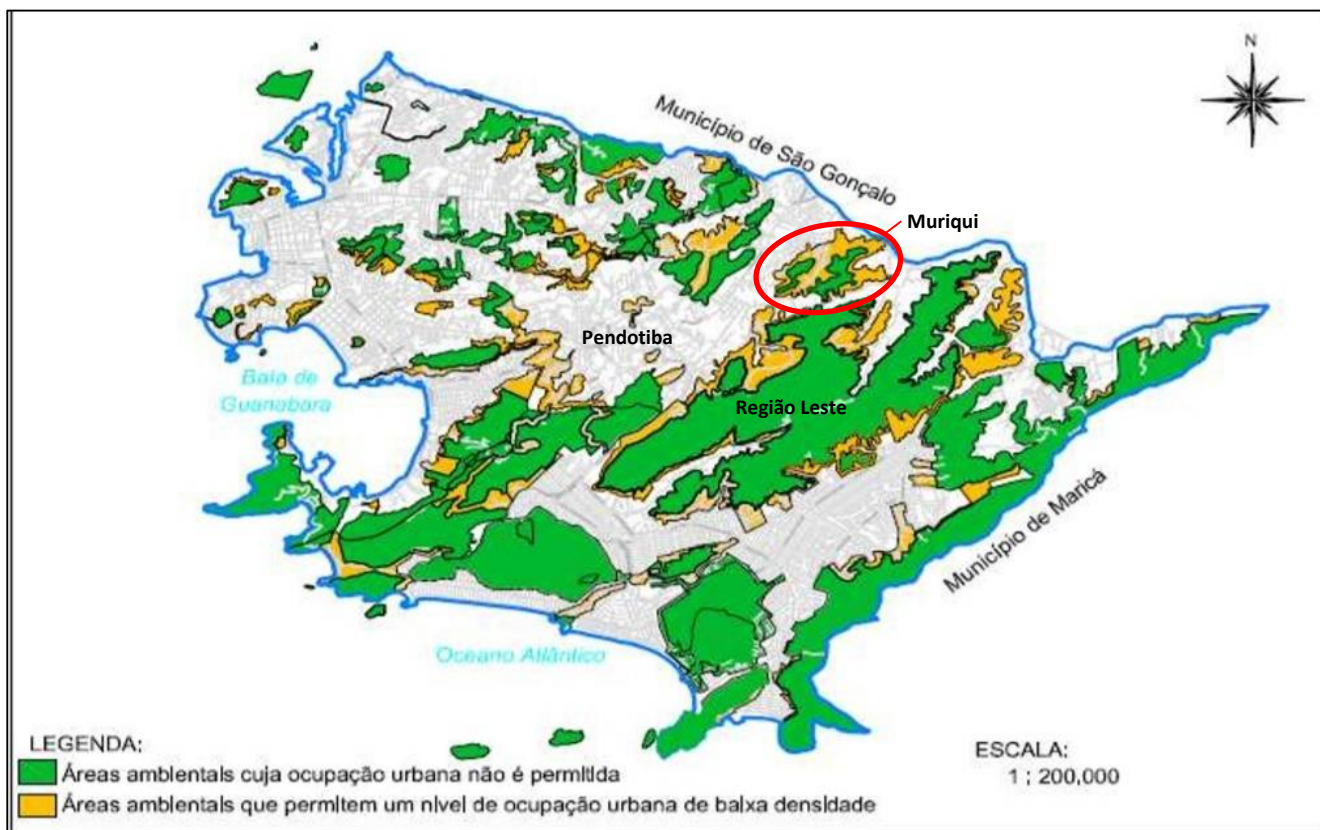


Figura 9 - Mapa de áreas ambientais cuja ocupação urbana não é permitida (Oliveira, 2013)

Na figura 11 retirado de Oliveria (2013), é possível perceber que os fragmentos localizados em pendotiba e na parte noroeste da região leste (bairro de Muriqui, destacado em vermelho no mapa), assim como no morro do cavaleão e outros pequenos fragmentos na região Praias da Baía, apesar de não contar com nenhuma Unidade de Conservação, estão protegidos com outra forma de proteção legal, instituída como zoneamento restritivo nos seus respectivos Planos Urbanísticos (PURs). Exemplos desses zoneamentos são AEIA – área de especial interesse ambiental – ZPVS Zona de preservação da vida silvestre – ZROU – Zona de restrição a ocupação urbana.

Logo, apesar desse zoneamento já indicar que nessas áreas é restrita a ocupação urbana, enquanto não for implementada uma UC formalizada, os fragmentos correm risco de serem convertidos devido a fragilidade dessa forma de proteção legal.

A Figura 12 mostra as Unidades de Conservação por Grupo de proteção do SNUC (uso sustentável ou proteção integral). É visível a maior representatividade das UC de proteção integral no município, em comparação com as de uso sustentável.

Classificação de unidades de conservação por tipo de proteção no município de Niterói - RJ

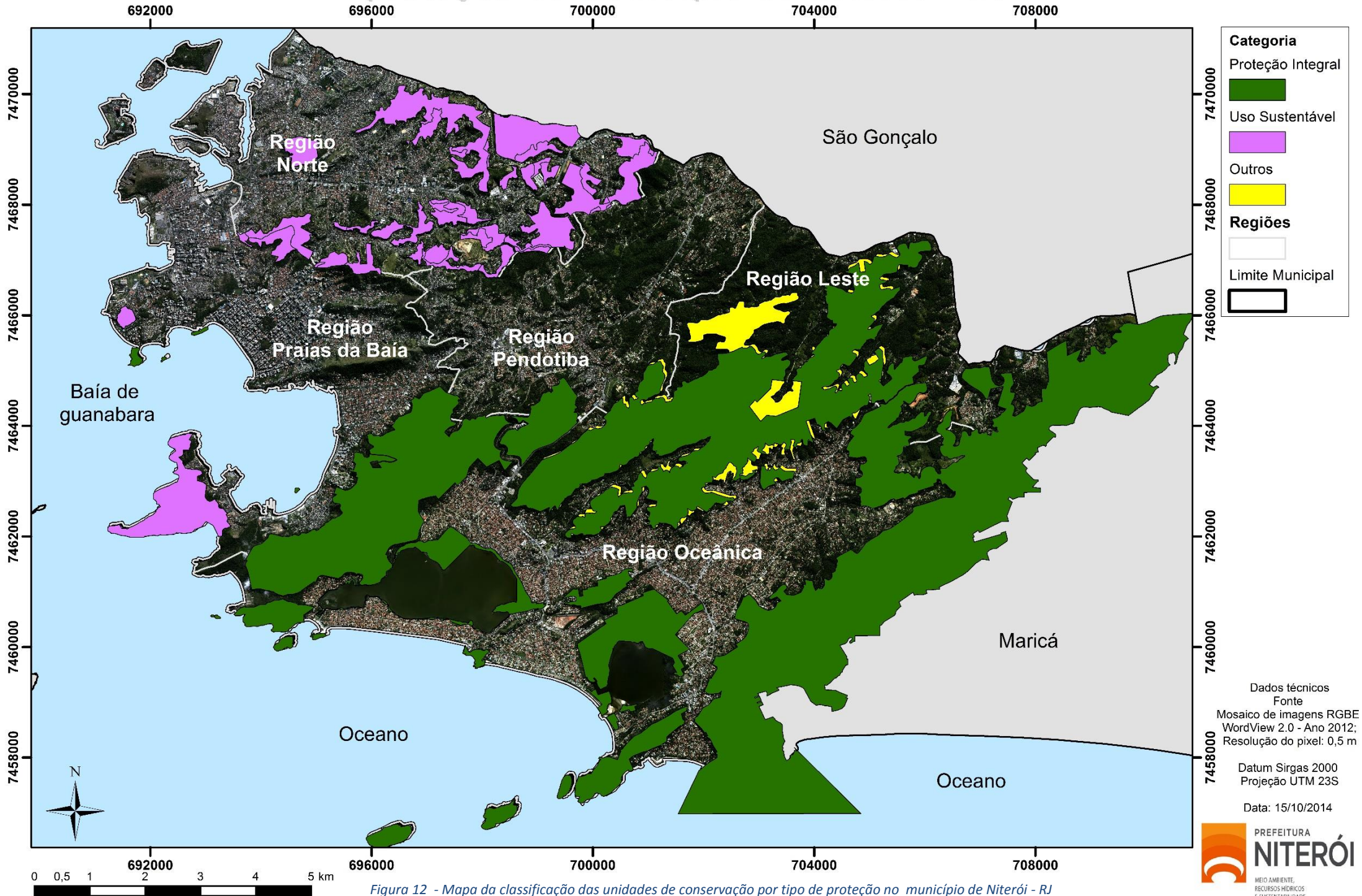


Figura 12 - Mapa da classificação das unidades de conservação por tipo de proteção no município de Niterói - RJ

Resumidamente, é importante destacar os seguintes aspectos:

- 65,4% dos fragmentos estão protegidos por alguma Unidade de Conservação;
- Região de Pendotiba não conta com praticamente nenhuma Unidade de Conservação protegendo seus fragmentos (parte do PARNIT e do PESET);
- Região Leste ainda é necessário proteger a parte noroeste (bairro de Muriqui);
- Maior parte das Unidades de Conservação são do grupo de proteção integral (81,6%), seguido das de Uso Sustentável (14,7%) e 3,7% da Reserva Ecológica Darcy Ribeiro.

A Tabela 3 foi retirada da tabela de atributos do arquivo vetorial poligonal das UC, com informações sobre a existência ou não de plano de manejo, conselho gestor, o ato de criação e a área em hectares.

Tabela 3 - Unidades de conservação em Niterói

Unidades de Conservação	Área (ha)	Ato de Criação	Plano de Manejo	Conselho Gestor
PARNIT	935,87	Decreto 11.744 de 2014	Não	Não
SIMAPA	598,08	Decreto 11.744 de 2014	Não	Não
APA Água Escondida	53,86	Lei 2621, de 12/08	Não	Não
APA Morro do Gragoatá	9,14	Lei 2099 de 03/03 Art. 1º	Não	Não
APA do Morro do Morcego, da Fortaleza de Santa Cruz e dos Fortes do Pico e do Rio Branco	141,04	Lei 1967 de 04/02 Art. 6º	Sim	Não
APA das Lagunas e Florestas*	8632,36	Lei 1.157/1992 – Plano Diretor de Niterói Art. 44º	Não	Não
Parque Estadual Serra da Tiririca	3492,24	Lei Estadual 1.901, 09/91.	Sim	Sim

* Por ser basicamente o mesmo limite das região Oceânica e Leste, além de boa parte de Pendotiba, somado ao fato de nunca ter sido implementada, foi desconsiderada no contexto desse trabalho.

Analisando a Tabela 2 fica evidente a falta de implementação dos instrumentos básicos de gestão ao longo dos anos, com a maioria das UC sem plano de manejo e conselho gestor (em especial as APAs). Entretanto, os recém criados PARNIT e SIMAPA, dentro do escopo do Programa Niterói Mais Verde – Decreto 11.744 de 2014, contam com boas possibilidades de

serem implementados, uma vez que a Secretaria de Meio Ambiente recebeu o reforço de 17 funcionários concursados recentemente e já têm orçamento previsto para infraestrutura e equipamentos. O PESET por ser vinculado ao Instituto Estadual de Ambiente – INEA RJ, conta com mais estrutura e vêm mostrando bons resultados de gestão.

O gargalo fica na gestão das APAs municipais, pois mesmo que a APA do Morro do Morcego, da Fortaleza de Santa Cruz e dos Fortes do Pico e do Rio Branco tenha um plano de manejo elaborado, nunca foi implementado e o mesmo não provém informações suficientes para um manejo adequado da área. É portanto o desafio que precisa ser enfrentado, principalmente no âmbito do PMMA.

4.2 Fragmentos prioritários para conservação da biodiversidade

4.2.1 Análise em função das características da paisagem

A partir desses resultados, obtidos com o mapeamento dos fragmentos florestais e apoiados por geotecnologias, as caracterizações quantitativas por meio de métricas da paisagem foram feitas com os grupos de índices de área; densidade e tamanho, forma e borda. Os valores das métricas calculadas encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Índices de ecologia da paisagem calculados para as diferentes classes de tamanho dos fragmentos florestais em Niterói – RJ.

<i>Classe</i>	NumP	CA (ha)	MPS (ha)	PSSD (ha)	MSI	TE(Km²)	MPE (Km²)
<i>Muito Grande</i>	5	3.912,42	782,48	706,71	5,460194	280,91	56,18
<i>Grande</i>	5	358,03	71,60	9,4395	2,661728	39,82	7,96
<i>Média</i>	21	477,64	22,74	11,918	2,579998	88,64	4,22
<i>Pequeno</i>	33	230,86	6,995	1,2970	2,129802	65,90	1,99
<i>Muito Pequeno</i>	115	219,65	1,910	0,9632	1,806546	100,53	0,87
Grupos	Densidade e tamanho	Área			Forma	Borda	

De acordo com a Tabela 4, temos o número de fragmentos por classe de tamanho (NumP) e a área por classe (CA) que já foram abordados anteriormente. A média da área dos fragmentos por classe (MPS), aponta uma área média na classe muito grande de 782 ha, porém ao observamos o desvio padrão (PSSD) de 706 ha na classe, é um indicador de alta variabilidade no tamanho dos fragmentos. O valor alto encontrado na forma média dos fragmentos na classe muito grande (5.460), indica uma forma fortemente irregular, o que contribui também para os valores altos no índices relacionados a borda.

Na classe grande, a média do tamanho de fragmentos na classe foi de 71,60 ha e o desvio padrão apenas de 9 ha, o que aponta para uma baixa variação no tamanho dos fragmentos nessa classe. O índice de forma médio caiu em relação à classe muito grande (2,66), mas ainda é considerado alto, ou seja, a forma dos fragmentos é irregular. O comprimento total de bordas nessa classe foi o menor valor encontrado (39,82 km²), o que em geral indica um fator positivo em relação aos efeitos de borda. Entretanto esse valor baixo pode ser explicado pelo número baixo de fragmentos (5) e área total da classe (358,03 ha) menor que a da classe média (477,64

ha). Isso fica claro ao observar o comprimento médio das bordas na classe média de (4,22 km²) e na classe grande de (7,92 km²).

Para finalizar, chama-se atenção no valor alto na soma total de bordas da classe muito pequeno (100,53 km²), apesar da pequena área ocupada pela classe (219,5 ha). Este valor alto no total de bordas indica que os fragmentos devem sofrer influência forte do efeito de borda. Outro índice que pode ser destacado nesta classe é o tamanho médio dos fragmentos (1,91 ha) associado a média do desvio padrão de apenas 0,96 ha. Estes valores mostram que a maioria dos 115 fragmentos da classe estão bem abaixo do limite superior da classe, que é de 5 ha, e indica alta fragmentação florestal.

4.2.1.1 Fragmentos prioritários: Região de Pendotiba

Como o primeiro critério na definição dos fragmentos prioritários é o fato dele não estar inserido atualmente em nenhuma unidade de conservação, os fragmentos em pendotiba automaticamente são os prioritários, uma vez que a região não conta com nenhuma UC, como dito anteriormente. Portanto esses remanescentes foram observados com mais atenção, respeitando os critérios descritos por Laurence, 1997. Para chegar a um valor final de prioridade para conservação, foram atribuídos valores com variação de 1 a 5 para cada critério, sendo 15 o valor máximo. A tabela 4 resume a atribuição de valores por critério:

Tabela 5 - Critérios para atribuição de valores de prioridade para conservação

Critério/ Valor	Muito alto (5)	Alto (3)	Médio (2)	Baixo (1)	Nulo (0)
Tamanho	> 50 ha	> 30 à 50 ha	> 10 à 30 ha	> 5 à 10 ha	< 5 ha
Índice de Forma	< 1,5	1,5 à 2,5	> 2,5 à 3,5	> 3,5	-
Distância	< 100 m	100 à 250 m	> 250 à 500m	> 500 à 1000 m	>1000 m

A figura 13 mostra os fragmentos por valor de prioridade para conservação, construídos com base nos critérios relacionados a estrutura dos fragmentos, como a área, índice de forma e o grau de isolamento medido em distância dos outros fragmentos.

4.2.2 Análise em função das características do relevo

Antes de adotar os critérios para definição dos fragmentos prioritários para conservação, foi observado a relação entre os fragmentos florestais e 2 características do relevo: declividade e face de orientação da vertente. Exposição solar por ter relação direta com a orientação da vertente e altitude por ter relação direta com declividade não serão contempladas.

4.2.2.1 Declividade

Conforme pode ser visto na Figura 14, a declividade no município varia de 0° (plano) até 59° (declividade forte ondulado), onde os maiores declives incidem no Morro da Viração, Darcy Ribeiro, Serra da Tiririca, Morro do Cavalão e o Morro do Castro. A Figura 15, mostra o mapa de declividade em 3D para auxiliar a visualização.

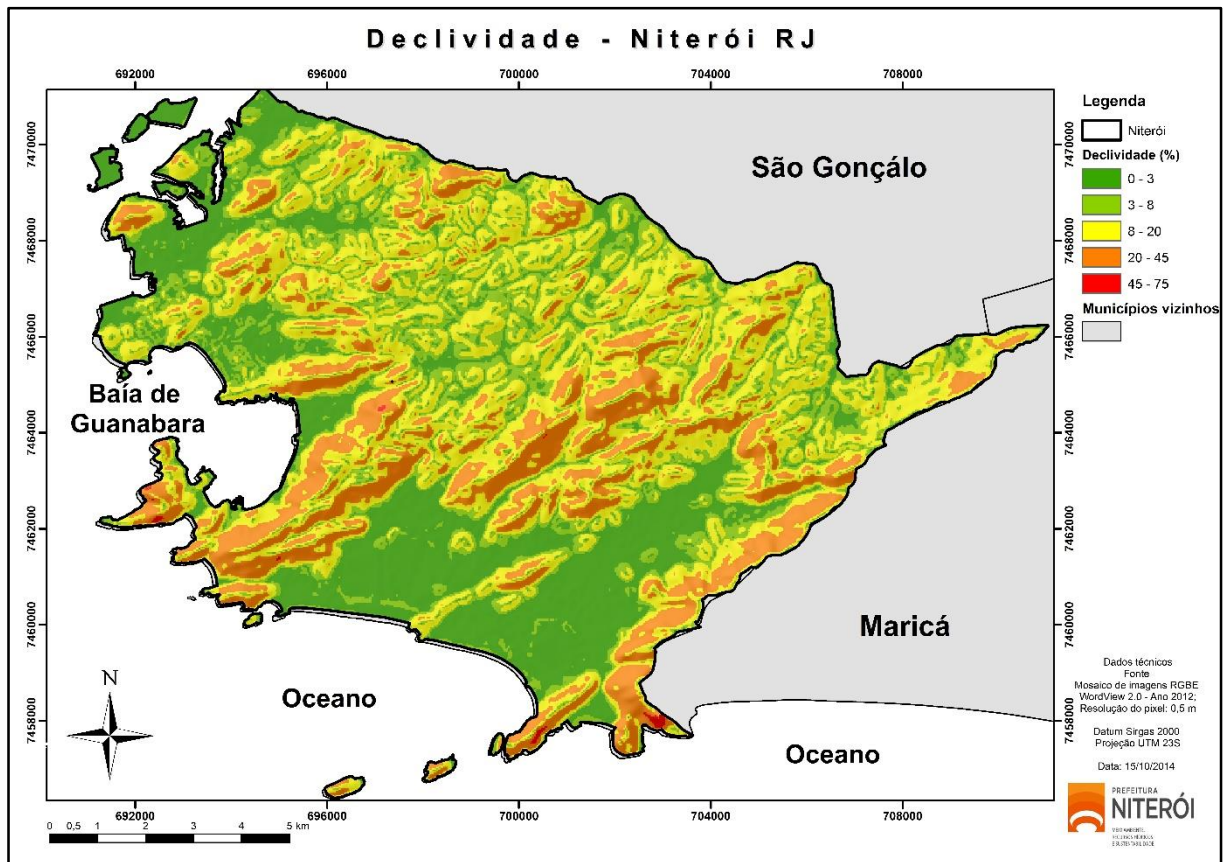


Figura 14 - Mapa de declividade do município de Niterói.

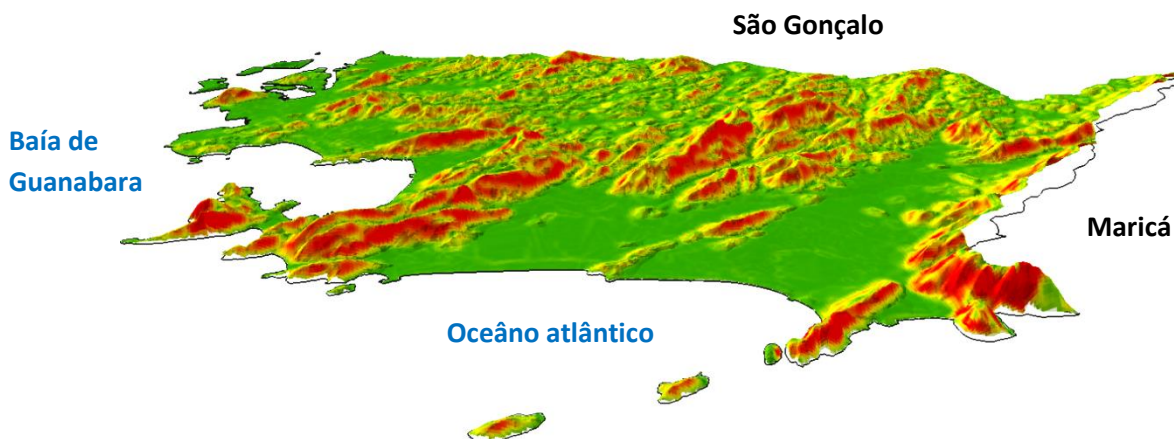


Figura 15 - Mapa de declividade 3D do município de Niterói -RJ.

Ao observar o mapa de declividade com os fragmentos (Figura 16), fica claro que as áreas com maior declive ainda contam com a presença de floresta, o que é excelente do ponto de vista da prevenção contra deslizamentos por exemplo. Outro ponto importante que vale a pena destacar, é o fato dessas regiões de declividade mais alta estarem atualmente protegidas pelo PESET, PARNIT e SIMAPA, conforme nos mostra o mapa das Unidades de Conservação (Figura 10).

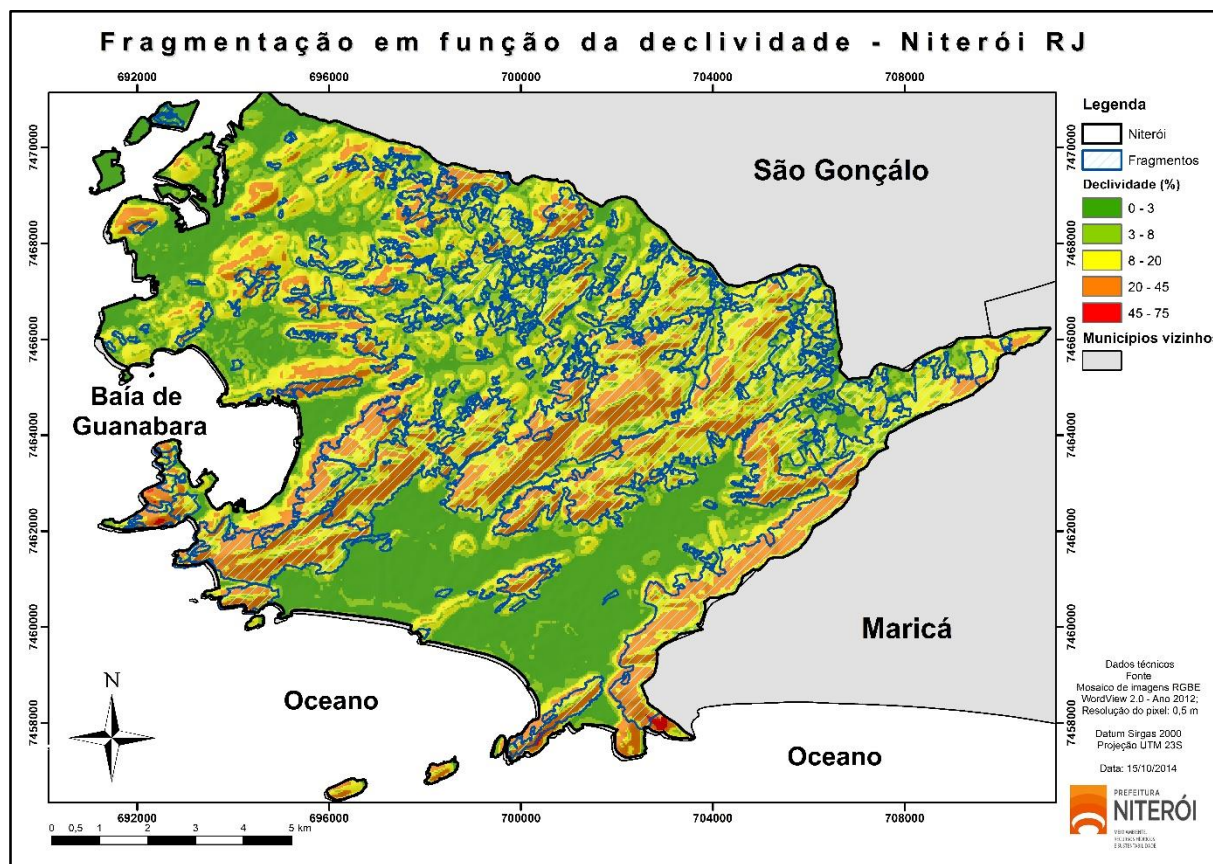


Figura 16 - Mapa de dos fragmentos florestais por classe de tamanho em função da declividade - Niterói RJ.

Relacionando as classes de declividade com as classes de tamanho dos fragmentos, através da ferramenta summarize statistics (*analysis tools*), temos:

Tabela 6 - Incidência média dos fragmentos, em função das classes de declividade.

Classes de Declividade	Declividade (%)	Classes de Tamanho	Média de incidência
1 - Muito baixa	0 - 3	Muito grande	3,119958
2 - Baixa	3 - 8	Grande	2,968924
3 - Média	8 - 20	Médio	2,825832
4 - Alta	20 - 45	Pequeno	2,461176
5 - Muito alta	45 - 75	Muito pequeno	2,335925

Os resultados apontam que os fragmentos maiores (de médio a muito grande) tem uma média de incidência mais próxima das declividades mais altas, enquanto que os fragmentos menores (pequeno e muito pequeno) encontram-se em regiões de menor declive. Esse padrão acontece provavelmente porque nas áreas de menor declive há um aumento da pressão

relacionada a ocupação urbana e nas áreas de maior declive há maior presença de floresta devido as dificuldades de ocupação.

4.2.2.2 Face de orientação da vertente

O mapa apresentando as faces de orientação da vertente (Figura 17), nos mostra que por conta do relevo ondulado há grande variação de ambientes no município e por conta disso, associado a posição geográfica e a proximidade do mar, há maior incidência de florestas em todas as classes de tamanho, nas faces voltadas para Sul, Sudeste e Sudoeste, como pode ser visto na Figura 17 e Tabela 7.

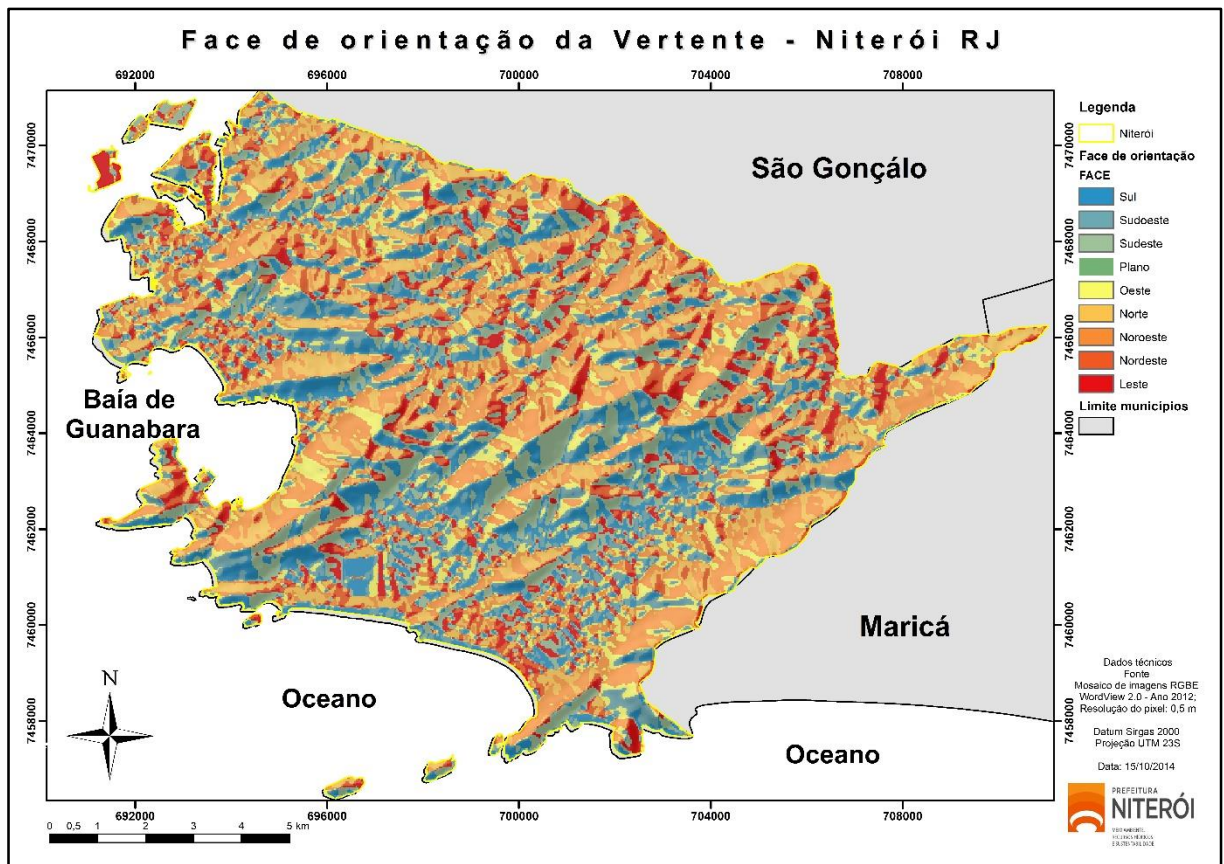


Figura 17 - Mapa da orientação das vertentes de Niterói RJ.

Tabela 7 - Média de incidência dos fragmentos em função da vertente

Orientação da vertente
1- Plano
2- Norte
3- Nordeste
4- Leste
5- Sudeste
6- Sul
7- Sudoeste
8- Oeste
9- Noroeste
10- Norte



Classes de Tamanho dos fragmentos	Média de incidência
Muito grande	6,52298
Grande	5,531582
Médio	6,04236
Pequeno	5,753725
Muito pequeno	5,997545

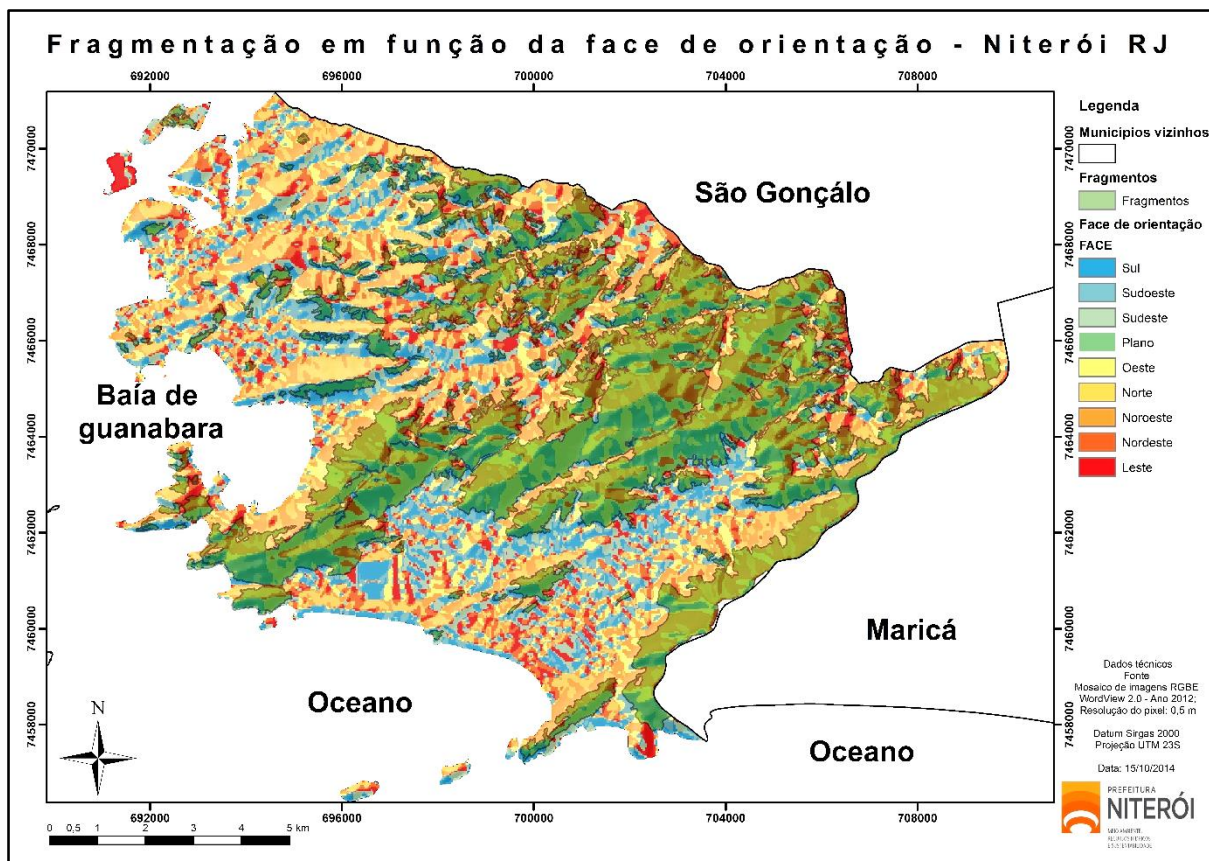


Figura 18 - Mapa dos fragmentos em função da vertente no município de Niterói RJ.

A Tabela 7 nos mostra que a média de incidência de todas as classes de tamanho dos fragmentos encontram-se principalmente nas vertentes voltadas para Sul (indicado na tabela de cor azul). Este padrão pode ser explicado basicamente por dois motivos:

- Essas vertentes por receberem menor quantidade de luz (principalmente no período do inverno) e por formarem uma barreira que impede a passagem de correntes de umidade oriundas da evaporação das águas do mar, são mais úmidas do que as vertentes com orientação para Norte. (Essa condição confere maior resiliência aos fragmentos de florestas localizados nas faces que interceptam essa umidade, resistindo melhor aos incêndios e pressões diversas) (BARBOZA 2007.)
- As demais faces de orientação, além de menos úmidas, recebem maior quantidade de luz solar, o que favorece a produção de culturas agrícolas. Como a ocupação de Niterói é muito antiga, que remete aos tempos da colonização (fundada em 1.573), essas vertentes eram as preferidas para plantações de café e cana de açúcar, o que explica o uso do solo atual nessas áreas. Na maioria dos casos ou é ocupação urbana ou são áreas degradadas, que sofrem incêndios periódicos, que dificultam o desenvolvimento ou permanência dos fragmentos nessas áreas.

Abaixo, o mapa 3D da orientação das vertentes do município auxilia a visualização da influência do relevo na formação de ambientes mais ou menos úmidos.

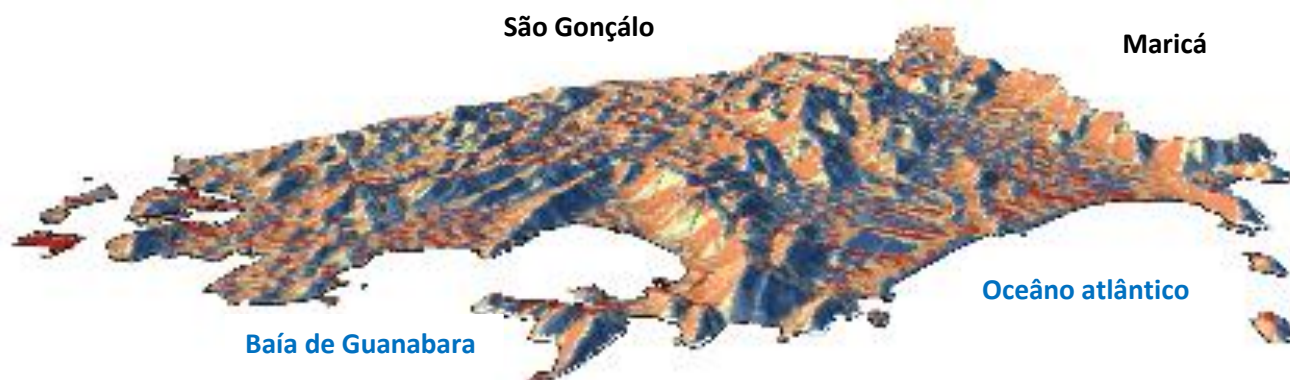


Figura 19 - Mapa 3D da orientação das vertentes em Niterói

4.2.2.3 Fragmentos prioritários em função do relevo

Como foi constatado que os fragmentos florestais em área de delive acentuado, assim como os que incidem nas faces Sul, Sudeste e Sudoeste já estão atualmente protegidos, essa etapa foi desconsiderada, pois seriam os mesmos apontados no mapa dos fragmentos prioritários em função da paisagem (Figura 13).

4.3 Ações prioritárias para subsidiar a elaboração do PMMA em Niterói

4.3.1 Indicação das áreas prioritárias para conservação e recuperação

a) Áreas prioritárias para conservação

- A região de pendotiba concentra os fragmentos prioritários para conservação pela inexistência de unidades de conservação. A escala de valor por fragmento em função dos critérios da paisagem, pode ser encontrado na figura 13.
- A região leste apesar de ser a mais bem conservada até agora, ainda não conta com nenhuma proteção na parte NO do Darcy Ribeiro, fragmento importante pelo tamanho e função de conectividade.

b) Áreas prioritárias para recuperação

A tabela 8, apresenta as áreas consideradas prioritárias para recuperação no município de Niterói, contruída com base na identificação visual de áreas degradadas e pastos, e a distribuição espacial dos fragmentos.

Tabela 8 - Áreas prioritárias para recuperação na região Norte de Niterói - RJ

Região	Local	Fragmentos	Meta	Obs
Norte	1. Morro do Holofote	1. 1 M. pequeno	1. 1 pequeno	1. Vertente N, parte S, SE 2. Vertente N 3. Vertente N, parte S e SE 4. De SE a O 5. 360°
	2. Ladeira do castro	2. 13 M. pequenos, 3 pequenos e 2 médios	2. 2 grandes	
	3. APA da água escondida	3. 4 pequenos	3. 1 grande	
	4. Morro do Querosene	4. 2 M. pequenos, 1 pequeno e 2 médios	4. 1 grande	
	5. Morro do Céu	5. 3 M. pequenos, 1 pequeno e 1 médio	5. 1 grande	

Tabela 9 - Áreas prioritárias para recuperação na região Praias da Baía, Niterói - RJ

Região	Local	Fragmentos	Meta	Obs
Praias da Baía	1. APA morro do Gragoatá	1. 2 M. pequenos	1. 1 pequeno	1. 360°, rochoso
	2. Ponta da areia	2. 1 pequeno	2. 1 médio	2. Vertente N
	3. Morro do Cavalão	3. 1 médio e 1 pequeno	3. 1 grande	3. De NE a NO
	4. APA do Morro do Morcego	4. 6 M. pequenos, 2 pequenos e 2 med.	4. 1 grande e 1 médio	4. De L a NO

* Região Norte com forte relação com o SIMAPA, faces mais expostas a insolação (Prevenção contra incêndios, espécies de acordo)

** Em ambas as regiões existe o potencial para trabalhar educação ambiental e o fomento ao uso dos sistemas agroflorestais, contribuindo como efeito tampão aos fragmentos ao mesmo tempo que produz alimento e gera renda.

4.3.2 Importância das áreas verdes para a população

4.3.2.1 Entrevistas conduzidas pelos agentes ambientais

As figuras 20, 21 e 22 abaixo mostram a opinião dos 90 entrevistados pelos agentes ambientais com relação a importância das áreas verdes. Dessa forma, os agentes ambientais ao mesmo tempo em que entrevistavam estavam aprendendo um pouco sobre os benefícios proporcionados pelas florestas.

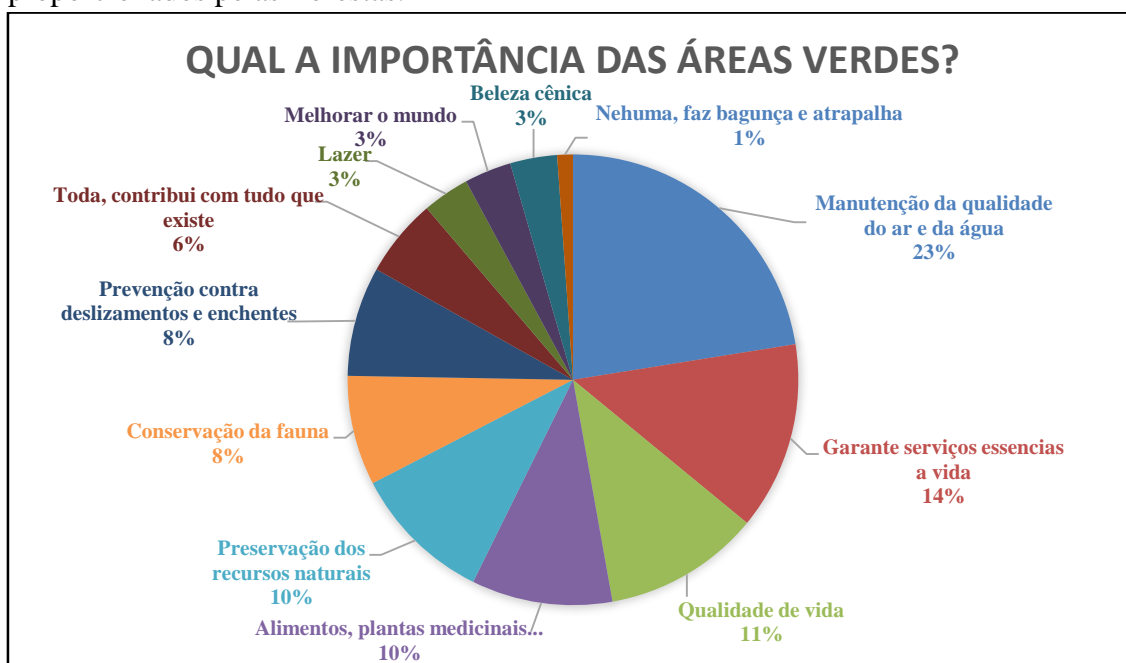


Figura 10 - Gráfico sobre a importância das áreas verdes para a população de Niterói -RJ

O gráfico acima aponta que a manutenção da qualidade do ar e da água e outros serviços ambientais prestados pelas florestas são essenciais a qualidade de vida. Apenas 1% não vê importância nas florestas.

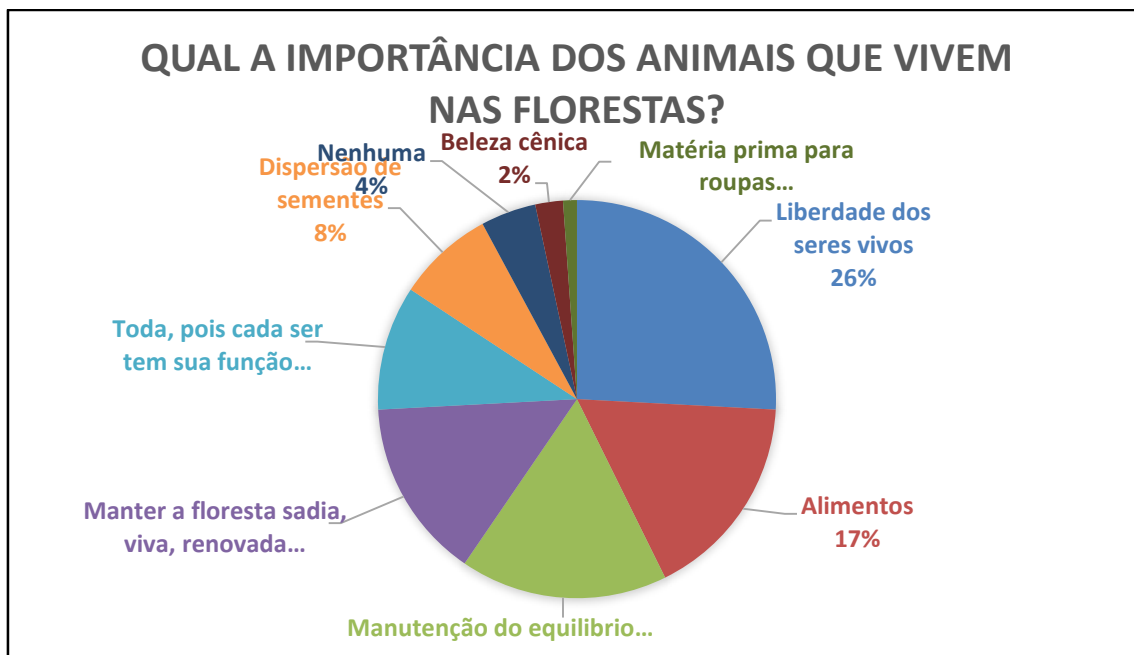


Figura 11 - Gráfico sobre a importância dos animais que vivem nas florestas

De acordo com o gráfico, os animais são importantes porque são seres vivos e portanto são livres e tem uma função, servem de alimentos e atuam na manutenção do equilíbrio ecológico das florestas, as mantendo saudáveis através da dispersão de sementes, por exemplo. Apenas 4% não enxerga nenhuma importância nos animais.

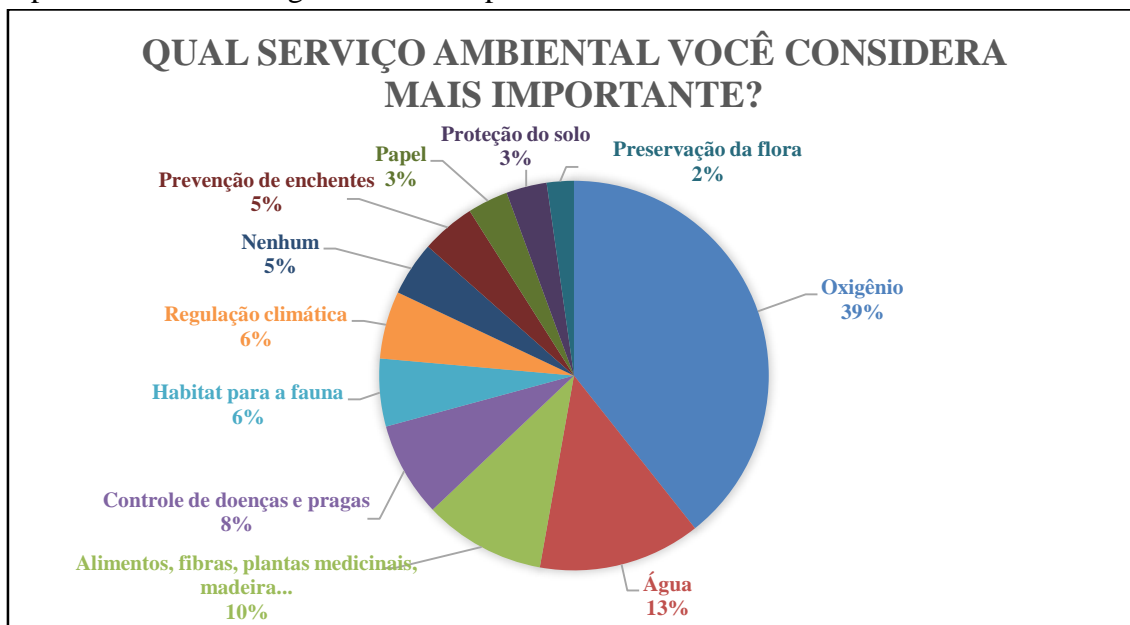


Figura 12 - Gráfico sobre quais serviços ambientais são mais importantes para a população de Niterói - RJ

Como pode ser visto no gráfico acima, quase 40% considera a produção de oxigênio como sendo o serviço ambiental fornecido pelas florestas como mais importante, seguido da água com 13%, alimentos, fibras e plantas medicinais com 10%, controle de doenças e pragas e habitat para fauna com 6%. Apenas 5% acha que as florestas não prestam nenhum serviço para elas.

4.3.2.2 Ecocontadores instalados no PESET e PARNIT para monitoramento piloto

Os gráficos são extraídos diretamente a partir dos aparelhos e enviados diariamente, acessíveis pelo email ou internet.

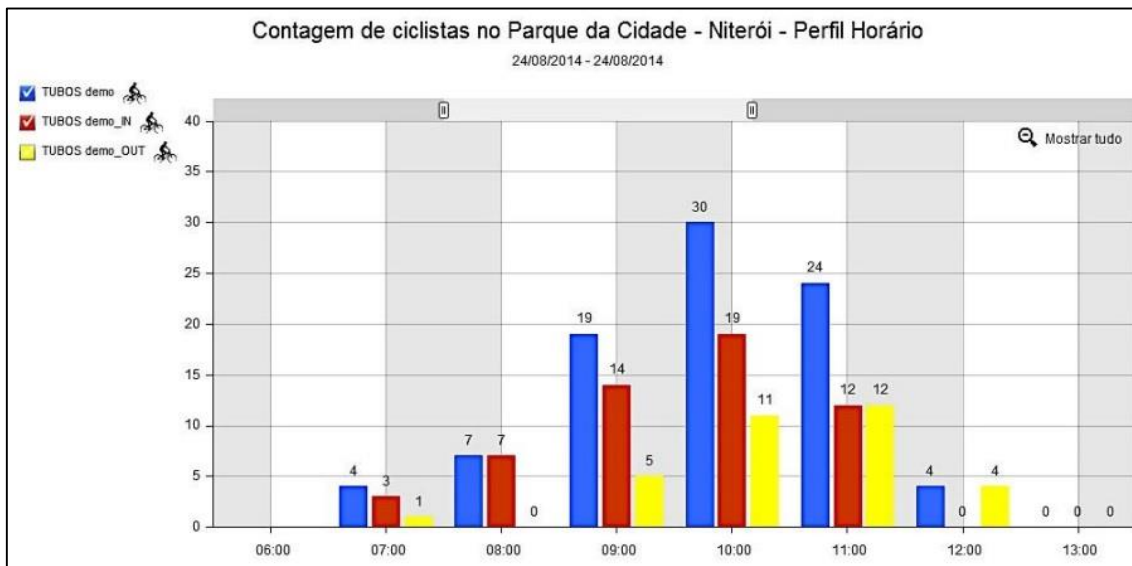


Figura 13 - Gráfico com a contagem de ciclistas no Parque da Cidade - Perfil horário (Lindoso, 2014)

Nesta figura podem ser observados os números de ciclistas entrando e saindo do Parque da Cidade (IN e OUT respectivamente) para cada horário, além do total acumulado em azul (Tubos_demo), evidenciando os horários de pico (entre 10h e 11h). Foram contabilizados 88 ciclistas passando na entrada no Parque da Cidade, entre 7h-12h do dia 24/08/2014.

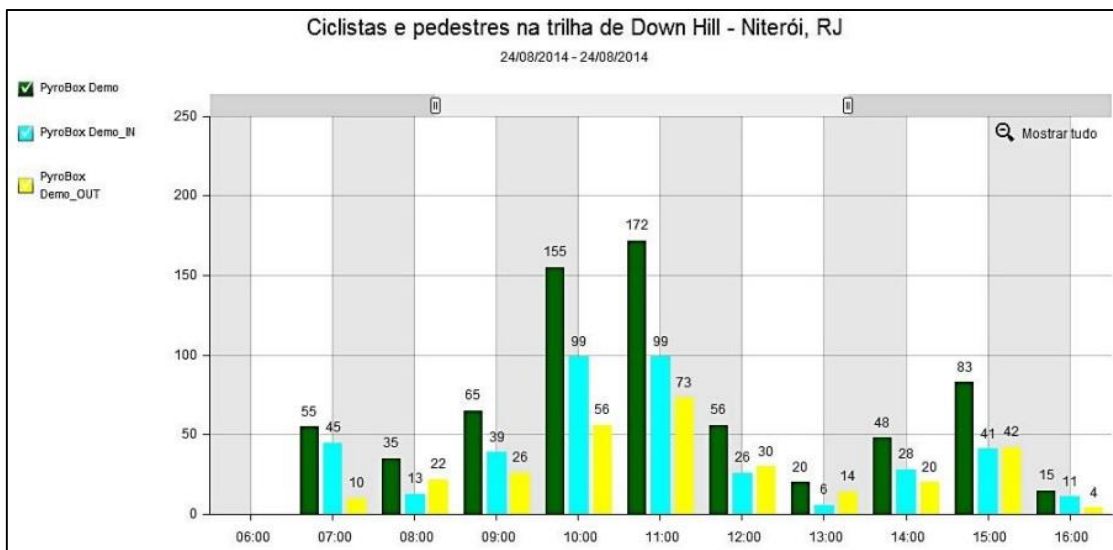


Figura 14 - Gráfico com a contagem de ciclistas e pedestres na trilha de Down Hill - Niterói - RJ (Lindoso, 2014)

Gráfico com os números de ciclistas e pedestres descendo e subindo a trilha de Down Hill para cada horário, além do total acumulado em verde, evidenciando os horários de pico (entre 10h e 11h). Foram contabilizados 704 usuários utilizando a trilha de Down Hill do Parque da Cidade, entre 7h-17h. Ressalta-se que muitos ciclistas descem e sobem a trilha diversas vezes para praticar as manobras (saltos em rampas).

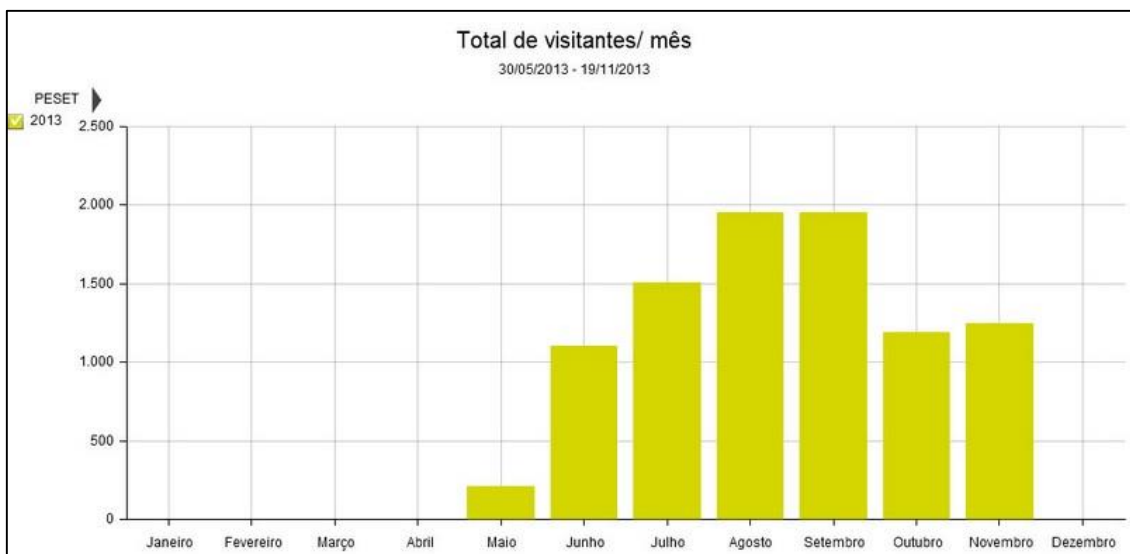


Figura 15 - Gráfico com o total de visitantes acumulados por mês na trilha do Costão no Parque Estadual da Serra da Tiririca. (O eco, 2013).

A figura 25 acima mostra o total de visitantes por mês na trilha do Costão, localizada no Parque Estadual da Serra da Tiririca. O acumulado nesses 7 meses foi de aproximadamente 9 mil visitantes. Na trilha do alto mourão por exemplo, era contabilizado por estimativa, que gerou os seguintes números: 3.600 pessoas ao ano em 2010, 3.800 (2011) e 4.334 (2012). Com o eco-contador, foi possível perceber que o potencial das trilhas do parque é imensamente maior, pois em apenas 5 meses passaram nesta trilha 4.474 visitantes.

4.3.3 Ações prioritárias por região no âmbito do PMMA

Com base em todos os resultados apresentados anteriormente, a tabela 8 apresenta as sugestões para ações prioritárias por região administrativa para subsidiar a elaboração do Plano Municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica.

Tabela 10 - Ações prioritárias por região administrativa Niterói - RJ

Região	Ações prioritárias
Norte	Recuperação florestal com foco no SIMAPA e formação de Mosaico com São Gonçalo (morro do castro). (Fomento aos Sistemas Agroflorestais e educação ambiental).
Praias da Baía	Implementação efetiva das UC e melhoria do uso público com interação forte com o turismo e o esporte de aventura.
Região Oceânica	Fortalecimento das UC através de uma melhor articulação, assim como melhoria do uso público integrando as diversas paisagens (lago, praia, montanha, floresta, mangue e restinga)
Pendotiba	Formalização de uma nova unidade de conservação abrangendo os fragmentos prioritários.
Leste	Estudar a qualidade dos fragmentos, proteger a parte NO da região Leste e articular a formação de um mosaico com Maricá na serra do cala a boca. Fomentar alternativas para geração de renda (SAFs, meliponicultura e a coleta e produção de sementes e mudas).

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados podemos concluir que:

- O status atual dos fragmentos florestais do município de Niterói pode ser considerado bom, com número alto de fragmentos e boa distribuição por classe de tamanho, o que corresponde a 38,82% do município. Desses, apenas os 5 fragmentos da classe muito grande, representam 29,21%.
- As unidades de conservação (UC) protegem atualmente 65,4% dos fragmentos florestais do município, porém a maior parte ainda não conta com os instrumentos básicos de gestão, como o conselho gestor e plano de manejo (com exceção do PESET).
- A criação recente do Parque municipal de Niterói (PARNIT) e o Sistema municipal de área protegidas (SIMAPA) no âmbito do programa Niterói + Verde (decreto 11.744 de 2014), associado a incorporação no quadro de funcionários da SMARHS de 17 concursados, oferecem uma ótima oportunidade para implementação efetiva dessas e das outras UC (como as APAs).
- A Região de Pendotiba não conta com nenhuma UC protegendo seus fragmentos e está atualmente em fase de elaboração do Plano Urbanístico. Nesse contexto a região é considerada prioritária para a criação de uma nova UC. A priorização dos fragmentos pode ser visualizada na figura 13. A parte NO da região Leste (bairro de Muriqui) encontra-se atualmente desprotegida, e poderia fazer parte da mesma UC pela proximidade.
- As regiões Norte e Praia da Baía encontram-se com alto grau de fragmentação e inseridas numa matriz predominantemente urbana e verticalizada, com um número alto de fragmentos nas classes de médio a muito pequeno. São portanto as áreas prioritárias para recuperação. Nesse aspecto é preciso levar em consideração que a maior parte dessas áreas está voltada para Norte, sendo portanto mais secas e mais propensas aos incêndios.
- O resultado da pesquisa realizada com a população pelos agentes ambientais, associado aos números surpreendentes de uso público encontrados pelos eco-contadores no PARNIT e PESET, apontam que a presença da Mata Atlântica no município é importante, tanto pelo ponto de vista dos serviços ambientais prestados, como da oferta de espaço para lazer e contemplação. Logo, os investimentos em infraestrutura e gestão devem ser intensificados, para atender essa demanda.
- É necessário considerar a formação de um mosaico de UC com os municípios vizinhos - São Gonçalo (altura com morro do castro) e Maricá na Serra do Cala a Boca (Norte do PESET) e aproximar o diálogo entre as diferentes UC do município com o objetivo de poupar esforços e otimizar recursos.

6 RECOMENDAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA DE NITERÓI – RJ

As informações levantadas neste trabalho fornecem uma sólida base com dados atualizados da Mata Atlântica no município, oferecendo subsídio a elaboração do PMMA em Niterói. Entretanto, para que o PMMA seja construído da melhor forma possível, ainda serão necessárias algumas atividades ao nível do campo, principalmente relacionadas a qualidade dos fragmentos. Abaixo as principais recomendações:

- Mapeamento das principais trilhas do município com GPS e máquina fotográfica. Identificação de árvores com características atrativas (grande, forma única, ameaçada de extinção, função ecológica..)
- Incorporação dos dados dos censos dos licenciamentos autorizados pela SMAHRS, se possível espacializados geograficamente.
- Alocação de algumas parcelas espalhadas nas diferentes classes de tamanho para análise florística das mesmas.
- Mapeamento das principais nascentes e córregos do município com GPS
- Cálculo de quantos hectares deverão ser recuperados e os custos relacionados ao reflorestamento dessas áreas. Elaboração de uma lista de espécies apropriadas a condições mais severas de seca e resistentes ao fogo.
- Incorporação do estudo sobre incêndios no município realizado à pedido do escritório de gestão de projetos da Vice Prefeitura.
- Realização de 5 oficinas participativas. A primeira com funcionários da própria SMARHS (Setor de áreas verdes, fiscalização e subsecretários) para identificação dos principais problemas através do mapa falado. A segunda e terceira com o fórum da Agenda 21 e o conselho municipal de meio ambiente respectivamente, para apresentação dos resultados parciais e incorporação de novos problemas não contemplados na primeira oficina. Uma quarta oficina com membros de diferentes grupos de pesquisa da academia que possam contribuir para elaboração de indicadores e metodologias de monitoramento das metas a serem perseguidas. Uma última oficina com o Prefeito, o Vice-Prefeito e suas equipes para apresentação dos resultados e incorporação de suas considerações.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOZA R.S. **Caracterização das Bacias aéreas e avaliação da chuva oculta nos contrafortes da Serra do Mar no estado do Rio de Janeiro.** 2007. 54f. Dissertação de mestrado. Instituto de florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ.

BARNES, T.G. **Landscape Ecology and Ecosystems Management.** For 75, Universidade de Kentucky, UK. 2000.

BIERREGAARD R., LOVEJOY T., KAPOV V, SANTOS A. E HUTCHINGS R. **The biological dynamics of tropical rainforest fragments.** Bioscience 42(11). 1992. 859-866p.

BROOKS, T. E RYLANDS, A.B. **Species on the brink: critically endangered terrestrial vertebrates.** In: C. Galindo-Leal e I. de G. Câmara. The Atlantic forest of South America: biodiversity status, threats and outlook. 2003. pp 360-371. Island Press, Washington, D.C.

CÂMARA, G.; DAVIS.C.; MONTEIRO, A.M.; D'ALGE, J.C. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos, INPE, 2001.

CONSERVATION INTERNATIONAL BRASIL – **Hotspots revisitados: As regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas do planeta.** Belo Horizonte, BH. 2005.

COSTA, N. M. C. da; XAVIER-DA-SILVA, J. 2004 **Geoprocessamento aplicado à criação de planos de manejo: O caso do Parque Estadual da Pedra Branca-RJ.** In: ZAIDAN, R. T.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento e análise ambiental: Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004. p.66-114.

CUNHA, A.A.; GUEDES, F. B. **Mapeamentos para conservação e recuperação da biodiversidade na Mata Atlântica: em busca de uma estratégia espacial integradora para orientar ações aplicadas.** 2013. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília, DF. 216

Decreto nº 2.519 de 16 de março de 1998 - **Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992.**

Decreto Nº 6.660, de 21 de Novembro de 2008. **Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.**

DEN BOER, P.J. 1981. **On the survival of populations in a heterogeneous and variable environment.** O ecologia 50: 39-53.

DUTRA, CLÁUDIA MARTINS et al., (Organizadores): **Roteiro para a elaboração dos planos municipais de conservação e recuperação da mata atlântica.** Brasília: MMA, 2013

EISENLOHR, P.V.; MELO, M.M.R.F.; IVANAUSKAS, N.M.; SOUZA, V.C.; RODRIGUES, R.R.; DUARTE, A.R.; BREIER, T.B.; UDULUTSCH, R.G. **Floresta Ombrófila Densa Atlântica: bases conceituais e estudo de caso no Parque Estadual Carlos Botelho, SP, Brasil.** In: Felfili, J.M. et al. Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos. Viçosa: Editora UFV, 2011. p. 372-387.

FAHRIG, L. e MERRIAM, G. 1985. **Habitat patch connectivity and population survival.** Ecology 66: 1762-1768. 1985.

FORMAN, R.T.T. E GODRON, M. **Landscape ecology.** Wiley & Sons Ed., New York. 1985.

FRITZ, R.S. **Consequences of insular population structure: distribution and extinction of spruce grouse populations.** Oecologia 42: 57-65. 1979.

GUARIGUATA, M. R. E OSTERTAG, R. **Neotropical secondary forest succession: Changes in structural and functional characteristics** – Forest ecology and management 148 2001.

HANSEN, A.J. AND DI CASTRI, F., **Landscape boundaries: consequences for biotic diversity and ecological flows.** Springer-Verlag, New York. 1992.

HANSKI, I. **Single species metapopulation dynamics: concepts, models and observations.** Biological Journal of the Linnean Society. 1991.

HANSKI, I. e SIMBERLOFF, D. The metapopulation approach, its history, conceptual domain, and application to conservation. pp. 5–26. In I. A. Hanski and M. E. Gilpin (eds.), Metapopulation Biology. Academic Press, San Diego, California. 1997.

HARRIS, L.D. **The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity.** University of Chicago Press, Chicago. 1984.

JERUSALINSKY, L.; TALEBI, M.; MELO F.R. PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DOS MURIQUIS. ICMBio 2011. 144 p. (Série Espécies Ameaçadas ; 11)

JOLY, C.A; RODRIGUES R.R.; METZGER, J.P.; HADDA C.F.B.; VERDADE L.M.; OLIVEIRA M.C.; BOLZANI, V S., **Biodiversity Conservation Research, Training, and Policy in São Paulo.** 2010 Science 328: p1358.

JOPPA, L.N., ROBERTS, D.L., MYERS, N. AND PIMM, S.L. **Biodiversity hotspots house most undiscovered plant species.** PNAS 108(32):13171-13176. 2011

KARR, J.R. **Population variability and extinction in the avifauna of a tropical land bridge island.** Ecology 63: 1975- 1978. 1982

KOZOVA, M., SMITALOVA, K. AND VIZYOVA, A. **Use of measures of network connectivity in the evaluation of ecological landscape stability.** Ekologia (Czechoslovakia) 5: 187-202. 1986

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG.** Tradução: Hermann Kux, São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LAURANCE, W. F., LOVEJOY, T. E., VASCONCELOS., H. E., BRUNA, E. M., DIDHAN, R. K., STOUFFER, F. C., GASCON, C., BIERRAGAARD, R. O., LAWRENCE, S. G., SAMPAIO. E. E. **Ecosystem decay of amazonian Forest fragments: a 22-year investigation.** Conservation Biology. 200216(3): 605-618.

LAURANCE, W.F.; BIERREGARD, R.O., **Tropical forest remnants.** Chicago: University of Chicago Press, 1997. 615p.

Lei nº 11.428/2006 - **Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências;**

LINDOSO, G., – Relatório técnico - **Parque da Cidade de Niterói Contagem de Ciclistas e Pedestres – Trilha de Down Hill (24/08/2014)**

LOVEJOY, T.E., BIERREGAARD JR., R.O., RYLANDS, A.B., MALCOLM, J.R., QUINTELA, C.E., HARPER, L.H., BROWN JR., K.S., POWELL, A.H., POWELL, G.V.N., SCHUBART, H.O.R., HAYS, M.B., **Edge effects and other effects of isolation on Amazon forest fragments.** Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity, 1986. Sunderland, Massachusetts, pp. 257±285.

LOVEJOY, T.E., RANKIN, J.M., BIERREGAARD, R.O., JR., BROWN, K.S., JR., EMMONS, L.H. AND VAN DER VOORT, M. **Ecosystem decay of Amazon forest remnants.** In Extinctions. pp. 295-325.1984. University of Chicago Press, Chicago.

MCGARIGAL e MARKS. **Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantify in landscape structure.** Reference manual. For. Sci. Dep. Oregon State University. Corvallis Oregon. 1995. 59 p.

MELO, D. D. V. **Florística, análise fitossociológica e modelo para revegetação da Bacia do Rio São Francisco – MG.** 2008. Dissertação de mestrado. Insituto de Florestas, Universidade Federal de Lavras – MG.

MERRIAM, H.G. **Landscape dynamics in farmland.** Trends in Ecology and Evolution 3: 16-20. 1988

MOURA, A. C. M.; XAVIER-DA-SILVA, J. 2004 **Geoprocessamento aplicado à caracterização e planejamento urbano de Ouro Preto-MG.** In: ZAIDAN, R. T.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004. p. 217-258.

MURCIA, C. **Edge effects in fragmented forests: implications for conservation.** Trends in Ecology and Evolution, v. 10, p. 58-62, 1995.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A, MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G. A. B. E KENT, J. - **Biodiversity hotspots for conservation priorities** – Nature – 2000 – USA.

NASCIMENTO, M.C. et al. **Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da bacia hidrográfica do rio alegre, espírito santo, a partir de imagens do satélite ikonos II.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.3, p.389-398. 2006.

NASCIMENTO, H. E. M. e LAURANCE W. F. **Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento.** Acta Amazonica, vol. 36 n° 2, Manaus AM – 2006.

OLIVEIRA, C.S. **Área de Proteção Ambiental (Apa) das Lagunas e Florestas de Niterói (RJ): Contradições entre conservação ambiental e crescimento urbano.** Dissertação de mestrado, faculdade de Geografia da Universidade Federal Fluminense - Niterói -RJ

OPDAM, P. **Metapopulation theory and habitat fragmentation: a review of holarctic breeding bird studies.** Landscape Ecology. 1991.

PAESE, A.; UEZU, A.; LORINI, M.L.; CUNHA, A., **Conservação da biodiversidade com SIG.** 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. v. 1. 240p. 2012.

PARDINI, R.; BUENO, A.A.; GARDNER, T.A.; PRADO, P.I.; METZGER, J. P. **Beyond the Fragmentation Threshold Hypothesis: Regime Shifts in Biodiversity Across Fragmented Landscapes.** Plos One, v.5, 2010.

PASSOS et al., **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2012-2013 - Relatório técnico - São Paulo 2014** Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE.

PEREIRA JUNIOR, E. R. 2004 **Geoprocessamento aplicado à fiscalização de áreas de proteção legal: O caso do Município de Linhares-Es.** Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004. p. 115-141.

PIROVANI, D. B. **Fragmentação florestal, dinâmica e ecologia da paisagem na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES.** 106 f ,Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Espírito Santo, 2010.

PIROVANI, D. B.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R.; CECÍLIO, R. A.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M. **Uso de geotecnologias para estudo da fragmentação florestal com base em princípios de ecologia da paisagem.** 2010. Geotecnologias aplicadas aos recursos florestais - Alegre, ES: CAUFES, 2012.

Rede de Organizações Não Governamentais da Mata Atlântica – RMA – Funbio/ Kfw - **Planos Municipais de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica – Brasília, 2013.**

Resolução da Comissão Nacional da Biodiversidade (CONABIO) N° 6 de 2013 – **Dispões sobre as metas nacionais de biodiversidade para 2020.**

RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M., **The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation.** 2009. Biological Conservation, v.142, p. 1141–1153.

RIBEIRO, S.; MARQUES, J. C. B. **Características da paisagem e sua relação concorrência de bugios-ruivos (*Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940; Primates Atelidae) em fragmentos florestais no vale do Taquari, RS.** Natureza e Conservação, v.3, n.2, p.65-78, 2005.

RISSER, P.G., KARR, J.R. & FORMAN, R.T.T. **Landscape ecology, directions and approaches.** Illinois Natural History Surveys. 1984 Special Publications, 2: 1-18.

RODRIGUES, A.S.L.; ANDELMAN, S.J.; BAKARR, M.L. et al., 2004. **Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity.** Nature 428:640–643.

SANCHÉZ-GÁLLEN, I.; ÁLVAREZ-SANCHÉZ, F. J.; BENÍTEZ-MALVIDO, J. **Structure of advanced regeneration community in tropical rain forest of Los Tuxtlas, México.** Biological Conservation, v. 143, p. 2111-2118, 2010.

SAUNDERS, D.A., ARNOLD, G.W., BURBIDGE, A.A. AND HOPKINS, A.J.M., **Nature conservation: the role of remnants of native vegetation.** Surrey Beatty, Chipping Norton, 1987. Australia.

Secretariado da convenção sobre diversidade biológica – CDB. **Panorama da Biodiversidade Global 3**. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2010.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity – CDB. **Handbook of the Convention on Biological Diversity Including its Cartagena Protocol on Biosafety**, 3 ed., (Montreal, Canada), 2005.

SEYMOUR, F. et al– **The state of the rainforests** – Rainforest foundation, Norway 2014.

SHAFER, M. L. 1981. **Minimum population sizes for species conservation**. *Bioscience*, 31:131-134.

SIH, A., B.G. JOHNSON, AND G. LUIKART. 2000. Habitat loss: ecological, evolutionary and genetic consequences. *Trends in Ecology and Evolution*, 15:132-34.

TERBORGH, J.; LOPES, L.; TELLO, J.; YU, D.; BRUNI, A. R. 1997. Transitory states in relaxing ecosystems of land bridge islands. In: W. F. Laurance, R. O. Bierregaard. **Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Landscape**. University of Chicago Press, Chicago, p. 256-274.

TILMAN, D.; MAY, R. M.; LEHMAN, C. L.; NOWAK, M. A. 1994. **Habitat destruction and the extinction debt**. *Nature*, 371:65-66.

TROLL, C. 1971. **Landscape ecology (geo-ecology) and biogeocenology: a terminological study**. *Geoforum* 8: 43-46.

TROPPEMAIR, H. 2000. **Ecologia da paisagem: uma retrospectiva**. Anais do I Fórum de debates “Ecologia da Paisagem e Planejamento Ambiental” (4-8 junho de 2000, Rio Claro). Sociedade de Ecologia do Brasil.

TURNER M.G. **Landscape ecology: the effect of pattern on process**. 1989. *Annual Review of Ecology and Systematic* 20: 171-197.

TURNER, I.M. **Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence**. *Journal of Applied Ecology*, v.33, p.200-209. 1996.

TURNER, M. CARPENTER, S. **At last: a journal devoted to ecosystems**, *Ecosystems* 1(1), 1–4. 1998.

UZÊDA, M.C., FIDALGO, E.C.C., IGUATEMY M.A., ALVES, R.C., ROWS, J.R.C **Explorando as relações entre estrutura da paisagem e atributos de qualidade de fragmentos em região de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro** – Embrapa Solos – 2011.

VALENTE, R.O.A. **Análise da Estrutura da Paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP**.2001. Dissertação (Menstrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

VEIGA, T. C.; XAVIER-DA-SILVA, J. 2004 **Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas potenciais para a atividade turística: O caso do Município de Macaé-RJ**. In: ZAIDAN, R. T.; XAVIER-DA-SILVA, J. *Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004. p.179-215.

Verboom, J., Schotman, A., Opdam, P. and Metz, J.A.J. 1991. **European nuthatch metapopulations in a fragmented agricultural landscape.** *Oikos* 61: 149-156.

YONG, A.G.; MERRIAM, H.G. **Effects of forest fragmentation on the spatial genetic structure of *Acer saccharum* Marsh. (sugar maple) populations.** *Heredity*, v.1, p.277-289, 1994

ZAIDAN, R. T.; XAVIER-DA-SILVA, J. 2004 **Geoprocessamento aplicado ao zoneamento de áreas com necessidade de proteção: o caso do Parque Estadual do Ibitipoca-MG.**

ZUIDEMA, P. A., SAYER, J. A. & DIJKMAN, W. **Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas.** 1996, *Environmental Conservation*, 23: 290-297.