

## Mapeamento do uso e cobertura do solo utilizando imagens do sensor Rapideye na APA do Pratigi – BA.

Thaison Monteiro de Jesus<sup>1</sup>,  
Everton Luís Poelking<sup>1</sup>  
Joaquim Custódio Coutinho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Caixa Postal 118 – 44380-000 – Cruz das Almas - BA, Brasil  
thaysonmont@gmail.com  
everton@ufrb.edu.br  
joaquimcustodiocoutinho@gmail.com

### Abstract.

The APA do Pratigi is completely located on the Atlantic Forest context. According to its management plan, the APA do Pratigi has different remaining forests as Montane and Submontane Atlantic Rain Forest, Lowland Atlantic Rain Forest, mangroves, sandbanks and marshlands. Recognize and monitor the use and land cover of an area with intends to realize the spatial organization and patterns is an important strategy to the landscape manage. The aim of this survey was to analyze the use and land cover in an Environment Protected Area, APA do Pratigi. Rapideye sensor imageries were applied to make a mosaic to cover all limited area. The training samples was based on parameter as color, texture and spectral behavior using visual interpretation. The band composition utilized was RGB 5-4-3. The classification was realized using Maximum Likelihood Classifier. To attender the requisite of minimum mapping unit considering the 1:250000 scale, we used the software *ArcGIS* to the polygons generalization with area smaller then 0,25 hectare. The results showed that the most import land cover in APA do Pratigi is Mature Forest with representation of 30,19%, although the wood exploration on the 70's. After Mature Forest, the highest representation is by Young Forest, 11,81%. Finally Agroforest with 10,26% of representation.

**Palavras-chave:** remote sensing, maximum likelihood, landscape, Atlantic Rain Forest, sensoriamento remoto, máxima verossimilhança, paisagem, floresta ombrófila densa.

### 1. Introdução

A Mata atlântica é dos biomas com maior número de riqueza de espécies e taxas de endemismo no planeta (Myers et al., 2000). Atualmente, grande parte dessa biodiversidade está fragmentada em uma matriz composta por mosaicos agrícola-urbano, quando analisada no aspecto de paisagem (Lira et al., 2012). Devido à localização predominantemente litorânea, o processo histórico de colonização do Brasil pelos portugueses explica a grande pressão antrópica sofrida pelas florestas desse bioma (Prado et al., 2008).

A conversão das florestas em áreas de agricultura, pastagem, exploração de madeira e até mesmo para ocupação humana são os maiores responsáveis pela redução e fragmentação do bioma (Lagos e Muller, 2007). Dos 1.296.446 km<sup>2</sup> de Mata Atlântica que cobriam o território brasileiro quando os primeiros europeus chegaram, restam hoje apenas 7,26%, esse número equivale a 97.596 km<sup>2</sup> (Dutra, 2013). Devido a essa grande degradação foram criadas as Áreas de Proteção Ambiental (APA) (Almeida, 2010). Iniciativas do governo com objetivo de conciliar o desenvolvimento e a proteção ambiental foram adotadas, como a sanção da Lei da Mata Atlântica n° 11.428 de dezembro de 2006.

A APA do Pratigi está inserida por completo no Bioma Mata Atlântica. De acordo com seu Plano de Manejo, a APA do Pratigi possui remanescentes de Floresta Ombrófila Densa Sub-montana e Montana, Floresta Ombrófila de terras baixas, Manguezais, Restingas e banhados. Conhecer e monitorar o uso e ocupação da terra de determinada área, a fim de

compreender os padrões e organização do espaço, é uma estratégia primordial para gestão do ambiente, uma vez que as tendências podem ser analisadas (Leite e Rosa, 2012). Para Araújo Filho et al. (2007), obter informações detalhadas e precisas sobre o espaço geográfico se torna obrigatório para o planejamento e tomada de decisões.

Os mapas de uso e cobertura da terra são instrumentos indispensáveis no auxílio do planejamento e tomada de decisões, constituindo-se em ferramentas adequadas para promoverem o desenvolvimento sustentável do ponto de vista ambiental, econômico e social alcançando os níveis regional ou local (Araújo Filho et al., 2007). Esta técnica consiste em buscar conhecimento de toda utilização do terreno por parte do homem ou a caracterização de tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, bem como suas respectivas localizações (Leite e Rosa, 2012).

A partir de informações sobre cobertura da vegetação é possível realizar inferências e obter outras informações do espaço físico do terreno, pois a cobertura vegetal de uma região é o reflexo do clima e dos solos e mantém interdependência com os demais componentes da paisagem (Santos Junior et al., 2015). A necessidade de determinar usos adequados ao solo é tão relevante a gestão do ambiente que o torna objeto de regulamentação na maioria dos países do mundo.

O código florestal brasileiro de 1965 já previa restrições ao uso do solo em áreas específicas, pois estas representavam bens de interesse em comum a todos os habitantes do país. Todavia, somente com o advento das alterações no código florestal ocorridas em maio de 2012, um mecanismo de controle para fiscalização do uso do solo foi implantado, o Cadastro Ambiental Rural – CAR. O uso de ferramentas tecnológicas, como imagens de satélite e softwares de ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) são imprescindíveis para realização de tal controle. O processamento de imagens de satélites permite obter informações que admitam quantificar alterações naturais ou antrópicas ocasionadas à cobertura vegetal ou da paisagem em geral de determinada área (Santos Junior et al., 2015).

O Rapideye é um sistema formado por uma constelação de cinco satélites que tem como principal diferencial uma combinação única de cobertura de grandes áreas, através de sensores com a alta resolução espacial (5 m) e possibilidade de revisita na mesma área de 24 horas a 5,5 dias (Souza et al., 2011). Devido a necessidade de realização e fiscalização do Cadastro Ambiental Rural, implementado pela Lei 12.651 de 2012, as imagens do sensor Rapideye ganhou importância no cenário nacional (Mengatto Junior e Silva, 2014). O sensor possui 5 bandas multiespectrais (azul, vermelho, verde, infravermelho próximo e red-edge) e imagem de 70 km de largura e até 300 km de comprimento. As imagens deste sensor possuem excelente eficiência relacionados à repetitividade de coleta e a exatidão das informações geradas sobre a superfície da terra, sendo capaz de cobrir qualquer ponto do globo, todos os dias.

O objetivo desse trabalho foi mapear o uso e ocupação do solo da APA do Pratigi com uso de imagens de alta resolução do sensor Rapideye.

## **2. Metodologia de Trabalho**

A Área de proteção Ambiental do Pratigi situa-se no Baixo Sul do Estado da Bahia, abrangendo três unidades territoriais limítrofes, APA de Tinharé-Boipeba, APA de Camamu e APA Caminhos Ecológicos da Boa Esperança (Figura 1). A APA do Pratigi foi criada através do decreto nº 7272 de 02 de abril de 1998.

O Baixo sul da Bahia possui áreas com uma das maiores riquezas de espécies arbóreas do mundo (Ditt et al., 2013; Oliveira, 2014). A APA do Pratigi está localizada nesta região e tem como principal parceiro na conservação a Organização de Conservação da Terra (OCT).

A região, a pesar de ter sofrido bastante com a exploração madeireira, conseguiu preservar uma faixa territorial de grande relevância ambiental, mantendo significativos fragmentos de remanescentes de Floresta Atlântica, os quais integram ricos ecossistemas como fragmentos de florestas, manguezais e campos de restinga (Ditt, 2013).

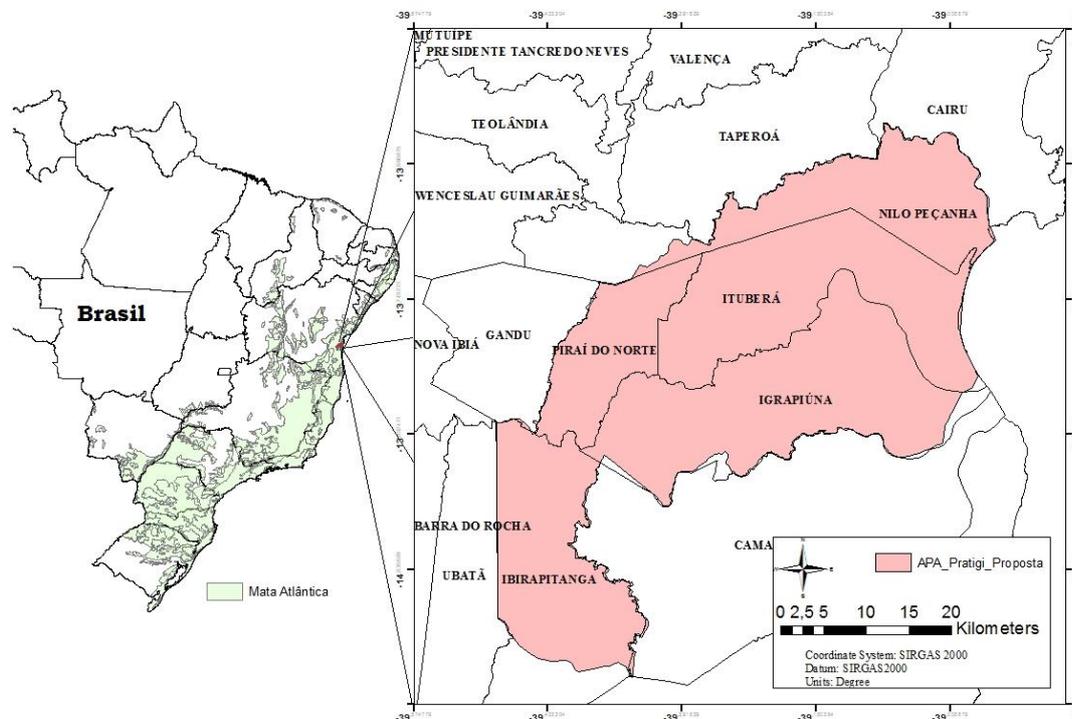


Figura 1. Mapa de Localização da APA do Pratigi.

A área total inicial da APA do Pratigi era de 48.746 ha, abrangendo apenas o município de Ituberá e Nilo Peçanha, em 2001, a área foi aumentada para 85.686 ha (Santos Junior e Oliveira, 2015). Uma nova poligonal para APA do Pratigi foi elaborada, essa com aproximadamente 170.000 ha, abrangendo cinco municípios, Ituberá; Igrapiúna; Ibirapitanga; Nilo Peçanha e Piraí do Norte.

O clima da região é do tipo af, clima tropical chuvoso de floresta, sem estação seca, com pluviosidade mensal média mensal superior a 60mm e anual superior a 1500mm. A área é constituída por remanescentes de Floresta Ombrófila Densa Sub-montana e Montana, Floresta Ombrófila Densa de terras baixas, manguezais, áreas de restinga e banhados em diversos estágios de conservação.

As imagens do satélite Rapideye foram baixadas do site Geocatálogo do Ministério do Meio Ambiente (MMA), todas referentes ao ano de 2014 e 2015 (Tabela 1).

Tabela 1. Tabela de identificação da imagens e data de aquisição.

Ano	ID imagem					
	2432815	2432814	2432813	2432715	2432714	2432713
2015		15/07/2015	04/09/2015			04/09/2015
2014	30/11/2014			26/09/2014	14/11/2014	
	2432712	2432614	2432613	2432612	2432513	2432512
2015	04/09/2015		04/09/2015	04/09/2015		04/09/2015
2014		30/11/2014			10/10/2014	

Utilizou-se as 5 bandas (1,2,3,4,5) para o procedimento de treinamento. Foram coletadas amostras de treinamento das classes de uso e cobertura do solo referente a mata em estágio de sucessão avançado, estágio de sucessão inicial, Cabruca, solo exposto, água, agricultura e silvicultura (posteriormente unidas à classe “Agrossilvicultura”), zona urbana e pastagem. Nuvens e sombras também tiveram amostras de treinamento coletadas a fim de identificação e somam-se em áreas não classificadas. A classificação da imagem seguiu de forma supervisionada, utilizando o algoritmo de Máxima Verossimilhança (*Maxver*), implementado no programa de computador *ArcGIS 10.2*®.

Para atender os requisitos de área mínima mapeável considerando a escala de 1:250000, foi utilizado o software *ArcGIS10.2*® para generalização dos polígonos com área inferior a 0,25 ha, procedimento que consiste na atribuição desses polígonos com área inferior a área definida como mínima à polígonos adjacentes. A projeção cartográfica adotada foi UTM (*Universal Transversa de Mercator*), Zona 24S, Datum Sirgas 2000.

### 3. Resultados

A Figura 2 mostra o uso e ocupação do solo da APA do Pratigi. Devido a grande extensão da área e sua heterogeneidade, algumas classes foram somadas, como por exemplo, a classe “Agrossilvicultura” que é composta com cultivos agrícolas em geral e plantios silviculturais. Do total de aproximadamente 170 mil ha, 10,71% (Tabela 2) não pode ser classificado, pois a presença de nuvens é constante na região do baixo sul da Bahia, dificultando a aquisição de imagens recentes com percentual baixo de nuvens.

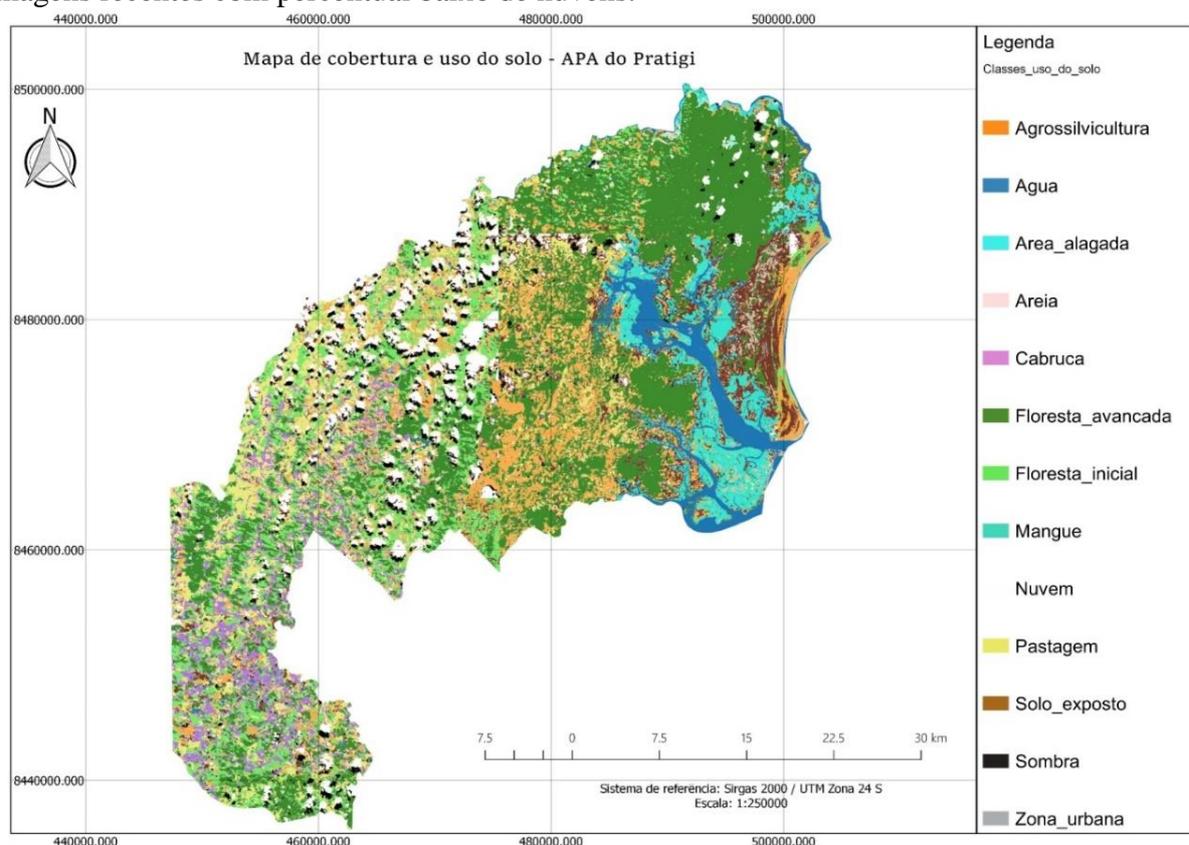


Figura 2. Uso e ocupação do solo da APA do Pratigi.

A ocupação que consiste nas áreas de fisionomia florestal foi estratificada em três estratos, sendo eles Cabruca, “Floresta avançada” e “Floresta inicial” (Figura 3). Os estratos somados ocupam 47,43% da área total da APA (Tabela 2). Os plantios silviculturais, identificados na área de estudo, apesar de serem considerados como vegetação de fisionomia

florestal, não foram estratificados, estes por sua vez foram incluídos na Classe “Agrossilvicultura”, que compõe todos os tipos de cultivo, somando os cultivos agrônômicos e silviculturais.

Destaca-se a distribuição espacial da classe Cabruca, mais localizada ao Oeste e Sul da APA, devido as características da paisagem e por estar situada na zona cacaueira da Bahia (Figuras 3). Ao Leste da APA, destaca-se a maior densidade de áreas agrícolas, atribui-se ao fato de estarem mais próxima do litoral onde se concentram as regiões urbanas.

Tabela 2. Cálculo de área das classes de uso e ocupação do solo.

Classe	Área (ha)	Área (%)	n° polígonos
Agrossilvicultura	17453,8	10,26	13025
Água	15912,3	9,36	1162
Área alagada	259,748	0,15	156
Areia	2092,82	1,23	1047
Cabruca	9399,06	5,53	4725
Floresta avançada	51331,1	30,19	9402
Floresta inicial	20090,7	11,81	8322
Mangue	6370,1	3,75	1793
Nuvem	13221,3	7,77	1473
Pastagem	15030,2	8,84	6840
Solo exposto	12998,4	7,64	3860
Sombra	5039,83	2,96	1574
Zona urbana	851,531	0,5	966
Total	170050,9	100	54345

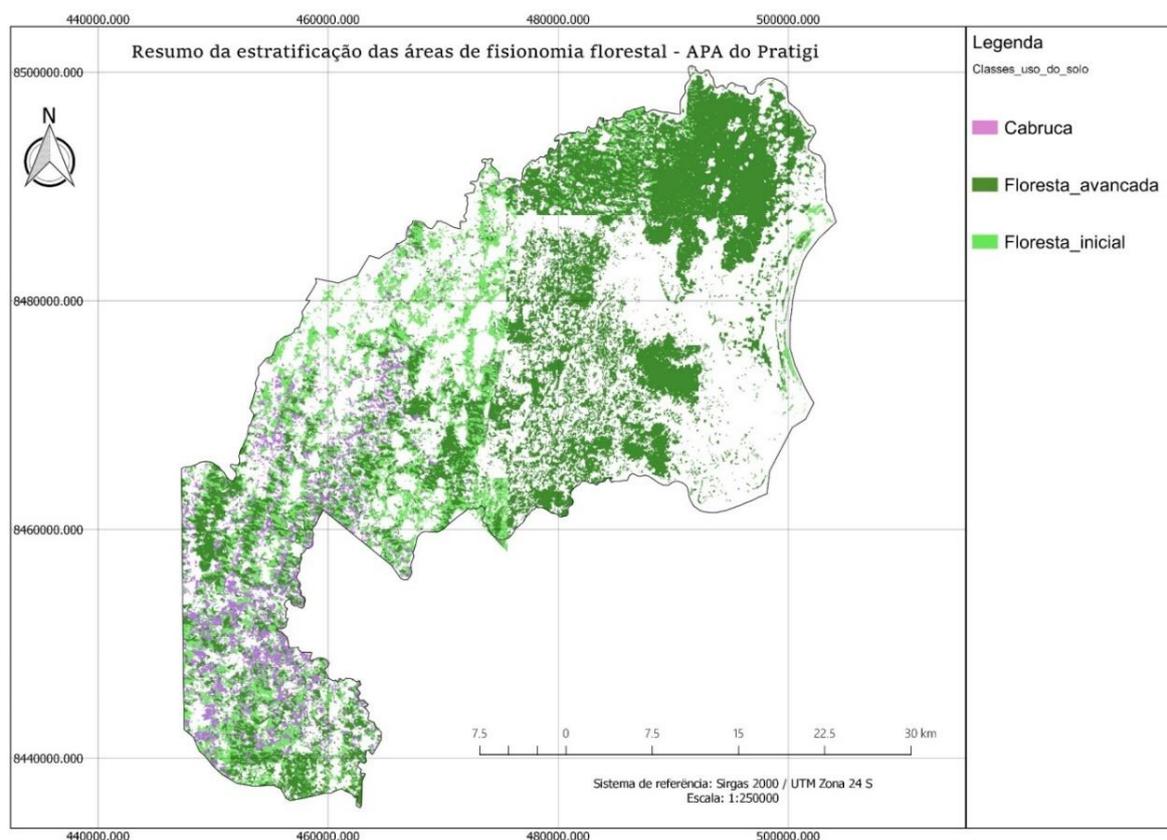


Figura 3. Resumo da estratificação das áreas de fisionomia florestal

#### 4. Discussão

Devido à grande concentração de nuvens na região durante todo o ano, a aquisição de imagens que possibilitem uma melhor classificação é dificultada, portanto, uma boa fatia, mais especificamente da região central da APA, não pode ser classificada. Essa dificuldade atribui imprecisões ao processo de quantificação das áreas.

Os tipos de cobertura que tiveram maior significância foram “Floresta Avançada”, que compreende às áreas em estado de sucessão considerada avançada. “Floresta Inicial”, ao qual foram consideradas as áreas de cobertura florestal, porém com padrões de reflectância inferiores aos padrões de “Floresta Avançada” e a “Agrossilvicultura”, que abrange os cultivos tanto de culturas agronômicas, quanto silviculturais. A representação dessas áreas considerando os limites da APA correspondem a 30,19%, 11,81% e 10,26% respectivamente, totalizando 52,26%.

Apesar do intenso processo de extração de madeira, a região apresenta um bom percentual de cobertura vegetal de porte arbóreo, considerando a área estratificada, florestas e cabruca, soma-se aproximadamente 47%. Essa estratificação só foi possível devido à alta resolução das imagens Rapideye.

Do ponto de vista da análise da paisagem, percebe-se que existe bastante fragmentação dos remanescentes. Essa fragmentação nos permite sugerir que a criação de corredores ecológicos seria uma boa alternativa para conecta-los, uma vez que a função das Áreas de proteção Ambiental é garantir a proteção da biodiversidade e dos recursos naturais.

Em trabalho realizado por Silva e Fraga (2013), utilizando imagens do Landsat TM e ETM+, foi analisado o uso e cobertura do solo da APA em um intervalo de 6 anos, 2000 e 2006. A área de cobertura de florestal encontrada pelos autores foi de 79.298,5 ha para o ano de 2000 e 89.671,13 ha para o ano de 2006. Demonstrando aumento da área coberta por vegetação de porte arbóreo no período.

Como mostra os resultados do presente trabalho, as áreas de vegetação de porte arbóreo, exceto as de cultivos, totalizam 80.820,6 ha. Vale ressaltar a existência de áreas que foram impossibilitadas de serem classificadas devido a presença de nuvens, portanto, esse número pode ser ainda maior.

Silva e Fraga (2013) obtiveram valores bastante divergentes referentes as áreas de agricultura, 68.855,19 ha em 2000 e 40.711,03 ha em 2006. Em comparação com o presente estudo, essa diferença se mostra quase que constante, mostrando uma redução de aproximadamente 23.258 ha de áreas agricultáveis. As reduções dessas áreas podem ser explicadas pelos períodos nos quais as imagens foram capturadas, considerando épocas de produção, e pela ação da OCT na região, que vem implantando projetos de reflorestamento e adequação ambiental das propriedades inseridas nos Limites e região da APA do Pratigi.

Outro ponto a ser destacado é o potencial das imagens Rapideye para identificação dos objetos da paisagem. Trabalhos como o de Silva e Fraga (2013), utilizando imagens Landsat de 30 m, por exemplo, enfrentam maiores dificuldades para identificação de diferentes padrões para o tipo de vegetação devido a maior mistura espectral sofrida por causa do tamanho dos pixels. A utilização das imagens Rapideye de 5 m possibilitou a estratificação de três diferentes tipos de vegetação arbórea.

#### 5. Conclusões

As imagens de alta resolução dos satélites do Rapideye possibilitam identificar diferentes fisionomias da vegetação em mapeamento de grande escala. Pode servir como subsídio para análise ambiental de áreas prioritárias para conservação, conflitos de APP's, desflorestamento entre outros.

Os resultados do trabalho mostram que a principal cobertura do solo na APA do Pratigi é de florestas em estado de sucessão avançada, com representação de 30,19%, seguido da classe

de florestas em estado de sucessão inicial, com 11,81% de representatividade. Esses estratos somados equivalem a 42,10% da área total da APA, o que nos permite concluir que, apesar do intenso histórico de exploração madeireira na região, a área possui uma área razoável para abrigo da biodiversidade.

Por fim, a criação de corredores ecológicos para conectar os fragmentos florestais prioritários pode ser uma excelente alternativa para garantir a função da Área de Proteção Ambiental do Pratigi.

## 6. Agradecimentos

Agradecemos ao Ministério do Meio Ambiente do Brasil pela disponibilidade das imagens do sistema Rapideye.

## 7. Referências Bibliográficas

Almeida, A.; Batista, J. L.; Damascena, L. S. Análise da fragmentação dos remanescentes de Mata Atlântica na APA do Pratigi para a identificação de áreas com maior potencial para a construção de corredores ecológicos. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife - PE, **Anais**, 27-30, p. 01-08, Julho, 2010. Disponível em:

[https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO\\_CD/artigos/FotoeSR/SR\\_e\\_PDI/A\\_180.pdf](https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/FotoeSR/SR_e_PDI/A_180.pdf). Acesso em: 01 nov. 2016.

Araújo Filho, M. C.; Meneses, P. R.; Sano, E. E.; Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.59, n.02, p. 171-179, 2007.

Ditt; E. Neiman, Z.; Cunha, R. S.; Rocha, R. B. Conservação da biodiversidade por meio da atividade extrativista em comunidades quilombolas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, n.27, p. 1-15, março, 2013.

Dutra, C. M. **Lições aprendidas na conservação e recuperação da Mata Atlântica: Planos Municipais de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica**. Brasília: MMA, 2013.

Lagos, A. R.; Muller, B. L. A. Hotspot brasileiro – Mata Atlântica. **Saúde e ambiente em revista**, Duque de Caxias, v.2, n.2, p.35-45, jul-dez, 2007.

Leite, E. F.; Rosa, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio formiga, Tocantins. **Revista Eletrônica de Geografia**, v.4, n.12, p. 90-106, dezembro, 2012.

Lira, P.K.; Tambosi, L. R.; Ewers, R. M.; Metzger, J. P. Land-use and land-cover change in Atlantic Forest landscapes. **Forest Ecology and Management**, n. 278, v. 01, p. 80–89, 2012.

Mengatto Junior, E. A.; Silva, J.S. V. Imagens de alta resolução (Rapideye) para elaboração de mapas para planejamento e gerenciamento: estrada parque do Pantanal, MS. **Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Campo Grande, MS, p.513 -5 2 2, novembro 2014.

Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B.; Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, n. 403, v. 01, p. 853–858, 2000.

Oliveira, E. D. S.; Acerbi Junior, F. W.; Kamimura, R. A.; Fernandes, V. S.; Fraga, R. G. R.; Ribeiro, R. M. Novo Código Florestal”: impacto na vegetação nativa em pequenas propriedades na APA do Pratigi. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, Aracaju-SE **Anais**, novembro, 2014. Disponível em: <http://www.resgeo.com.br/geonordeste2014/anais/doc/pdfs/92.pdf>. Acesso em: 24 out. 2016.

Prado, M. R.; Rocha, E. C.; Giudice, G. M. L. Mamíferos de Médio e Grande Porte em um Fragmento de Mata Atlântica, Minas Gerais, **Brasil. R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 4, p. 741-749, 2008.

Santos Júnior, J. L. & Oliveira, J. H. M. Caracterização da vulnerabilidade à erosão dos solos da bacia do rio Juliana: APA do Pratigi – BA. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB,

Brasil, **Anais**, abril, 2015. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0446.pdf>. Acesso em: 05 out. 2016.

Santos Júnior, J. L.; Ponzoni, F. J.; Chaves, J. M. Utilização de dados provenientes do Modelo Linear de Mistura Espectral e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada em imagens TM/Landsat 5 e ETM+/Landsat 7 para a verificação de alterações da cobertura vegetal na APA do Pratigi – BA. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, **Anais**, abril, 2015. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0440.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2016.

Silva, D. R. & Fraga, R. G.R. Mapeamento de Uso do Solo nos Anos de 2000 e 2006 para APA do Pratigi – BA- Brasil. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu-PR, Brasil, abril, 2013. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0958.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2016.

Souza, K. R.; Vieira, T. G. C.; Alves, H. M. R.; Volpato, M. L.; Anjos, L.A.P.; Souza, C. G.; Andrade, L. N. Classificação automática de imagem do satélite Rapideye para o mapeamento de áreas cafeeiras em Carmo de Minas, MG. In: VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Araxá – MG, **Anais**, agosto, 2011. Disponível em: [https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes?\\_buscapublicacao\\_WAR\\_pcebusca6\\_1portlet\\_titulo](https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes?_buscapublicacao_WAR_pcebusca6_1portlet_titulo). Acesso em: 05 out. 2016.