

MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DO SOLO DA FLORESTA NACIONAL DE MULATA

Nilton Junior Lopes Rascon¹, Jonatas Lopes da Silva², Fabio Menezes de Carvalho³, Lício Mota da Rocha⁴,

¹Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade-ICMBio, Av. Tapajós 2201, CEP - 68040-000-Santarém-Pa, nilton.rascon@icmbio.gov.br; ²Universidade da Amazônia – UNAMA, Av. Alcindo Cacela, 287, CEP - 66065-219 – Belém-PA, tjonatast@gmail.com; ³Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade-ICMBio, Av. Tapajós 2201, CEP - 68040-000-Santarém-Pa, fabio.carvalho@icmbio.gov.br; ⁴Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade-ICMBio, Av. Tapajós 2201, CEP - 68040-000-Santarém-Pa, licio.rocha@icmbio.gov.br

RESUMO

A criação de unidades de conservação - UC consiste no meio mais eficiente de manutenção e conservação da biodiversidade em larga escala. No Brasil essa estratégia foi efetivada por meio da criação do Sistema Nacional de Conservação da Natureza (SNUC). Para que as unidades de conservação continuem a desempenhar seu papel na manutenção da biodiversidade é importante conhecer e compreender o uso e ocupação desses territórios. A Floresta Nacional de Mulata apresenta cinco tipos vegetacionais: Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (0,02%), Submontana (87%), Montana (1,58%), Savana Parque (9,09%) e Florestada (1,79%). Além desses tipos vegetacionais a paisagem da unidade de conservação foi caracterizada também em outras três classes: Solo Exposto (0,06%), Drenagem (0,41%) e Antropismo (0,05%). Os dados revelaram um grau elevado de conservação da Floresta Nacional, principalmente pelo predomínio da cobertura do solo por vegetações naturais e baixas taxas de Antropismo.

Palavras-chave— unidade de conservação, sensoriamento remoto.

ABSTRACT

The creation of conservation units - UC is a more efficient means of maintaining and conserving biodiversity on a large scale. In Brazil, this strategy was implemented through the creation of the National Nature Conservation System (SNUC). For conservation units to continue to play their role in maintaining biodiversity, it is important to know and understand the use and occupation of these territories. The Mulata National Forest presents five types of vegetation: Dense Ombrophylous Forest -DOF Lowland (0,02%), DOF Sub-montana (87%), DOF Montana (1,58%), Savannah Park (9,09%), Forested Savannah (1,79%). In addition to these vegetation types, the landscape of the conservation unit was also characterized in three other classes: Soil Exposure (0.06%), Drainage (0.41%) and Anthropism (0.05%). The data revealed a high degree of conservation of the National Forest, mainly due to the

predominance of soil cover by natural vegetation and low Anthropism rates.

Key words — conservation units, remote sensing..

1. INTRODUÇÃO

Dentro do processo de planejamento territorial, a paisagem figura talvez como o principal elemento responsável por direcionar as formas de uso e ocupação do solo. Conhecer e descrever em escala compatível a paisagem da unidade de conservação se torna cada vez mais relevante para o sucesso ou não da administração dos seus limites territoriais.

A criação de unidades de conservação - UC é uma estratégia extremamente eficaz para a manutenção dos recursos naturais em longo prazo. No Brasil essa estratégia foi efetivada por meio da criação do Sistema Nacional de Conservação da Natureza (SNUC).

As UC são importantes instrumentos de combate aos desmatamentos, dado que, a proporção de desmatamento dentro de áreas protegidas, no qual incluem as unidades de conservação, é bastante inferior a proporção de áreas desmatadas fora desses recortes territoriais [1].

O presente estudo teve como recorte espacial a Floresta Nacional-FLONA de Mulata, unidade de conservação, criada por meio do Decreto S/N de 01 de agosto de 2001 tendo por objetivo o manejo e uso múltiplo de forma sustentável dos recursos naturais, a manutenção da biodiversidade, a proteção dos recursos hídricos, a recuperação de áreas degradadas, a educação florestal e ambiental, a manutenção de amostras do ecossistema.

Para que as unidades de conservação continuem desenvolvendo seu papel de manutenção da biodiversidade é importante conhecer e entender o uso e ocupação desses territórios. Nesse contexto, as técnicas de sensoriamento remoto, são de grande valia, pois auxiliam no monitoramento de áreas extensas, a exemplo das unidades de conservação na Amazônia, de forma relativamente rápida, confiável e com precisão aceitável.

A análise do uso e ocupação do solo, mediante informações colhidas através de novas tecnologias de informação e de tratamento de dados espaciais digitais, demonstra a grande utilidade do geoprocessamento e suas ferramentas no planejamento e administração da ocupação ordenada e racional do meio físico [2].

A quantificação das classes de uso do solo permite uma política racional de planejamento territorial, urbano e ambiental bem como a elaboração de medidas de proteção e preservação [3]. Essas premissas são em síntese o que dispõe o principal instrumento de gestão de uma unidade de conservação, ou seja, seu Plano de Manejo.

Portanto, este trabalho teve como objetivo geral caracterizar, mapear, quantificar, bem como avaliar o uso e cobertura do solona Floresta Nacional de Mulata.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O presente estudo compreende os limites da Floresta Nacional de Mulata, unidade de conservação de uso sustentável inserida nas bacias hidrográficas do rio Maicurú e Curuá, dois importantes afluentes do rio Amazonas. Está localizada nos municípios de Monte Alegre/PA e Alenquer/PA, região noroeste do Pará, conforme mostrado na Figura 1.

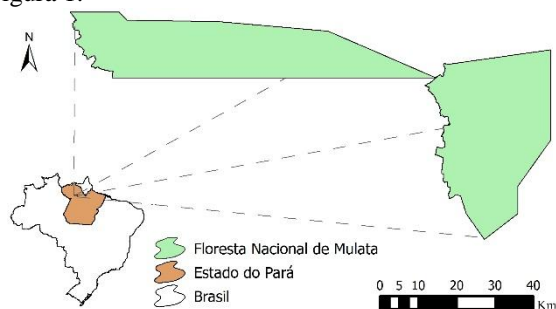


Figura 1 – Localização da área de estudo.

2.2. Sistematização dos dados

O tratamento e análise do conjunto de dados e informações georreferenciadas da área de estudo (imagens *OLI 227-061* de 17/10/2015 e *228-061* de 09/11/2015) foram conduzidas nos programas *Spring 5.1.8* e o pré-processamento no *QGIS 2.14.8*.

2.3 Pre-Processamento das imagens (calibração radiométrica e correção atmosférica)

Estudos que envolvem a quantificação de propriedades geofísicas ou biofísicas exigem que se faça a caracterização espectral de objetos, o que não pode ser feito mediante o emprego de Números Digitais, que são na realidade proporcionais a valores da radiância aparente. Nesses casos, os Números Digitais devem ser convertidos para fatores de reflectância de superfície [4].

Entretanto essa reflectância aparente, apresenta diversos efeitos causados pela atmosfera, não correspondendo a reflectância real dos alvos, sendo necessário a eliminação dessas interferências atmosféricas.

Dessa forma, o processo de calibração radiométrica e correção atmosférica foram realizadas através da ferramenta *Semi-Automatic Classification Plugin* implementada no software *QGIS 2.14.8*. Essa ferramenta realiza a conversão dos Números Digitais das imagens *Landsat* para radiância e refletância, a partir das informações dos metadados baixados junto com as imagens, e posteriormente aplica a correção atmosférica *Dark Object Subtraction (DOSI)*, proposto por Chávez Junior (1988) [5].

2.5 Segmentação e classificação por regiões

No programa *SPRING 5.1.8* foi criado um diretório para onde foram importados todos os dados necessários ao projeto. Em seguida criou-se um projeto no qual foram inseridos os recortes das imagens referente ao limite da unidade de conservação, levando em consideração um *buffer* de 05 (cinco) quilômetros.

Em seguida foi realizada a operação de segmentação por crescimento de regiões. Esse método consiste em agrupar pixels com características similares em termos tonais e texturais, formando regiões homogêneas. Desta forma, a imagem é particionada em um conjunto de regiões correspondentes às feições da superfície terrestre, que irão servir de base para a análise e cartografia temática. Os resultados desse processo são áreas com aspecto contínuo, onde cada área possui características espectrais bem diferentes das vizinhas que a cercam [6].

O processo de segmentação é essencialmente empírico e, em geral, ajustável aos diferentes tipos de imagens, com limiares definidos face à complexidade dos alvos investigados [7]. Assim, para este estudo foram utilizados os limiares 08 (oito) para similaridade e 15 (quinze) para área, que após teste visual de uma série de possíveis valores foram julgados mais adequados para a individualização de segmentos homogêneos de interesse. Esses parâmetros são fundamentais para conferir qualidade à segmentação que servirá de base para a classificação posterior.

Posteriormente a imagem foi submetida ao processo de extração das características estatísticas de cada região, processo fundamental para permitir a classificação da imagem. De posse das regiões separadas durante o processo de segmentação foram coletadas áreas/amostras de treinamento representativas das regiões a serem classificadas. Esse procedimento teve apoio das experiências de campo, permitindo assim, correlacionar as feições espectrais presentes nas imagens com padrões de cobertura vegetal e uso da terra observados no campo.

Após a coleta de amostras das classes de interesse, foi efetuada uma análise do desempenho das mesmas sob limiar de 99,9% e posteriormente, gerada a classificação também com o mesmo limiar, visando obter um menor índice de rejeição, sem baixar seu desempenho.

Posteriormente realizou-se a classificação por regiões por meio do algoritmo *Bhattacharya*, classificado como

método supervisionado, e portanto, necessidade um conhecimento prévio da área de estudo.

Esse algoritmo de classificação utiliza as amostras de treinamento para estimar a função densidade de probabilidade das classes apontadas no treinamento. Em seguida, avalia, em cada região, a distância de *Bhattacharya* entre as classes. A principal vantagem em trabalhar com classificação por região é que essa técnica fornece informações de natureza espacial que não podem ser extraídas individualmente de pixels e que são, normalmente, consideradas durante o processo de análise visual de imagens [8].

Após a realização do mapeamento para as geoclasses (definidas no banco de dados), foram feitas edições temáticas permitindo aprimorar as informações presentes nas imagens selecionadas.

A fase de levantamento de campo e o conhecimento prévio da área permitiu estratificar a cobertura do solo em cinco tipos vegetacionais, tomando como referência a classificação fitogeográfica da vegetação brasileira (Sistema Fisionômico-Ecológico) descrito no Manual Técnico da Vegetação Brasileira do IBGE. O mapeamento das regiões de uso do solo, tomaram como base dados acumulados até 2016 do programa PRODES/INPE [9].

As subdivisões do tipo Vegetacional Floresta Ombrófila Densa foram realizadas por meio da função calculadora raster do *QGIS 2.14.8* cruzando a imagem temática com o Modelo Digital de Elevação gerado por meio de imagem *SRTM*.

3. RESULTADOS

A Floresta Nacional de Mulata apresenta cinco tipos vegetacionais: Floresta Ombrófila Densa -FOD de Terras Baixas, FOD Submontana, FOD Montana, Savana Parque e Savana Florestada. Além desses tipos vegetacionais a paisagem da unidade de conservação foi caracterizada também em outras três que são Antropismo, Solo Exposto e Drenagem.

As classes temáticas de uso e cobertura do solo mapeadas na Floresta Nacional de Mulata podem ser visualizadas na Figura 2.

Tabela 1. Uso e ocupação do solo da Floresta Nacional de Mulata.

Cobertura Vegetal e Uso do solo	Área	%
1 - FOD de Terras Baixas	50,08	0,02
2 - FOD Submontana	188.080,00	87,00
3 - FOD Montana	3.415,24	1,58
4 - Savana Parque	19.658,19	9,09
7 - Savana Florestada	3.869,78	1,79
5 - Solo Exposto	123,22	0,06
6 - Drenagem	875,82	0,41
9 - Antropismo	105,67	0,05
Total Geral	216.178,00	100

As classes de uso e cobertura do solo da unidade de conservação podem ser avaliadas quantitativamente pela Tabela 1, que apresenta o resultado das áreas (hectares e porcentagens) ocupadas pelas diferentes classes temáticas na Floresta Nacional de Mulata

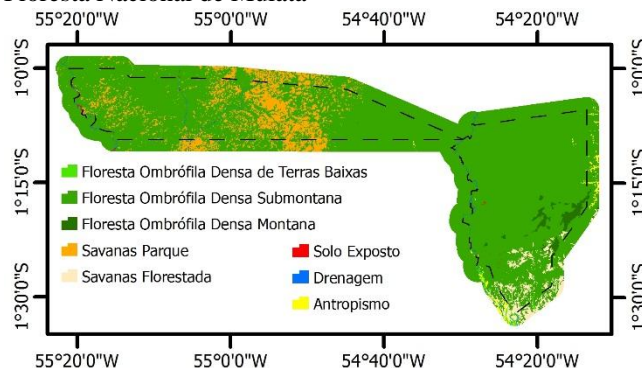


Figura 2 - Classes temáticas de uso e cobertura do solo.

4. DISCUSSÃO

A unidade de conservação possui cerca de 216.178.000 mil hectares, sendo que desse total 99,48% estão distribuídos nos cinco tipos vegetacionais presentes no seu limite territorial, um dado estatístico extremamente relevante do ponto de vista da conservação da biodiversidade, dado que apenas, 0,05% da unidade de conservação são áreas antropizadas.

As Florestas Ombrófilas Densas Submontana dominam a paisagem da FLONA de Mulata. São áreas situadas nas encostas dos planaltos e/ou serras, entre 4° de latitude Norte e 16° de latitude Sul, a partir de 100 m até em torno dos 600 m; de 16° de latitude Sul a 24° de latitude Sul [10]. Esse tipo vegetacional ocupa cerca de 87% de todo o seu território, sendo que cerca 82% desse tipo vegetacional estão compreendidos entre as altitudes de 200 e 400 metros (55,36% entre 200 e 300 metros e 27,08% entre 300 e 400 metros.).

As Florestas Ombrófilas Densas Montana, classificadas como, áreas situadas no alto dos planaltos e/ou serras, entre os 4° de latitude Norte e os 16° de latitude Sul, a partir de 600 m até em torno dos 2000 metros [10], ocupam uma pequena área da FLONA, com uma área total de cerca de 3.415,24 hectares, que representa 1,58% da unidade de conservação. Esta formação localiza-se na região sudeste da Floresta Nacional de Mulata, próximo ao limite da unidade de conservação com o Projeto de Desenvolvimento Sustentável – PDS Serra Azul.

As Florestas Ombrófilas Densas Terras Baixas são áreas situadas em terraços, planícies e depressões aplanadas não susceptíveis a inundações, - entre 4° de latitude Norte e 16° de latitude Sul, a partir dos 5 m até em torno de 100 m acima do mar [10]. Na Floresta Nacional de Mulata esse tipo vegetacional ocorre na região suldeste da unidade margeando uma pequena faixa do rio Maicuru com uma

área de pouco mais de 50 hectares o que representa menos de 1% do território.

Em relação as savanas, os dados revelam que elas ocupam cerca de 10,88% toda a área da Floresta Nacional de Mulata, com predominância das Savanas Parque com 9,09%, concentrando-se na bacia do rio Curuá. Observa-se que esse tipo de vegetação não ocorre em variações amplas de altitudes. Cerca de 95% das áreas de Savana Parque estão contidas nas altitudes entre 200 e 400 metros, especificamente 56,31% nas altitudes entre 200 e 300 metros e 38,78% nas altitudes entre 300 e 400 metros.

As Savanas Florestadas ocupam apenas 1,79% da unidade de conservação e estão concentradas na bacia do rio Maicuru. Esse tipo vegetacional estão localizadas numa cadeia de serras denominadas de Serra Azul ao sul da Floresta Nacional em uma distribuição mais dispersa em relação as cotas altimétricas, ou seja, 98,32% de sua área estão distribuída nas cotas altimétricas entre 100 e 600 metros de altitude.

A classe drenagem refere-se as áreas de espelho d'água mapeados, principalmente o rio Maicuru mais caudaloso e os rio de menores portes que são o rio Curuá e o Igarapé do Paraíso. Essa classe ocupa uma área que corresponde a apenas 0,41% da unidade de conservação.

A classe solo exposto refere-se exclusivamente a ocorrências naturais, principalmente as áreas de afloramentos rochosos nos leitos dos rios Maicuru, Curuá e Cuminapanema e Igarapé do Paraíso e e nas regiões de serras e escarpas. Evidentemente que foram identificadas áreas de solos expostos em áreas de savanas e em áreas antropizadas, entretanto, foram reagrupadas para essas feições específicas.

As áreas desmatadas, áreas de regeneração em estágio inicial e avançado, pastagens, solo exposto e etc, ou seja, tudo aquilo modificado pelo homem, constituiu o que foi denominado de classe de Antropismo, correspondendo a pouco mais de 105 hectares (0,05%). Esse dado reflete o grau de conservação que se encontra a Floresta Nacional de Mulata em termo de perda de cobertura vegetal. As regiões limites com os assentamentos rurais concentram alguns pontos de exploração ilegal e seletiva de madeira, entretanto, esse processo não refletiu em perda de cobertura vegetal e não foi captado no processo de mapeamento, devido a resolução espacial do sensor utilizado no presente trabalho. Cabe destacar que são regiões bastante monitoradas e que possivelmente por esse aspecto não tenha sido ainda convertida a cobertura vegetal nessas áreas.

5. CONCLUSÕES

A metodologia utilizada neste trabalho mostrou-se eficaz na análise do uso e cobertura do solo da Floresta Nacional de Mulata. Os dados revelaram um grau elevado de conservação da unidade de conservação, principalmente pelo predomínio da cobertura do solo por vegetações naturais e baixas taxas de Antropismo.

As informações geradas com esse tipo de trabalho serão importantes para a gestão da unidade de conservação, principalmente por que servirão para a definição das estratégias para o uso e a conservação ambiental da Floresta Nacional, que serão materializadas no seu Plano de Manejo.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Ferreira, L. V.; Venticinque, Eduardo; Almeida, Samuel Soares de. O Desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos Avançados*, v. 19, n.53, p. 1-10, 2005.
- [2] Santos, M. L. F.; Souza, L. H. G.; Neto, C. F. S. Análise do uso e ocupação do solo da Área de Proteção Ambiental Tambaba – litoral sul da Paraíba. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)*, 15. 2011, Curitiba. Anais.. São José dos Campos: INPE, 2011. p. 1357-1364. CD-ROM, on-line. ISBN 978-85-17-00056-0.
- [3] Papastergiadou, E. S. *et al.* Land use changes and associated environmental impacts on the Mediterranean shallow lake Stymlia, Greece. *Hydrobiologia*, v.584, p. 361-372, 2007.
- [4] Santos, A. R. et al. *Sensoriamento Remoto no ArcGis 10.2.2 Passo a Passo: Processamento de Imagens Orbitais – Volume 1.* Alegre: CAUFES, 2014. 53 p.
- [5] Chavez J. P. S. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote Sensing of Environment*, v. 24, n. 3, p. 459-479, 1988.
- [6] Venturieri, A. e Santos, J.R. dos. 1998. Técnicas de Classificação de Imagens para Análise de Cobertura Vegetal. In: Assad, E.D. e Sano, E.E. 1998. *Sistema de Informações Geográficas*. 2.ed., rev. e ampl.. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998. Capítulo 18, p. 351-371.
- [7] Oliveira, G. de.; Verdum, R. Processamento de dados orbitais para o mapeamento de unidades de conservação na área de influência da rodovia RST/453/RS486 (Rota do Sol), RS. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)*, 15. 2011, Curitiba. Anais. São José dos Campos: INPE, 2011. p. 7517-7524. CD-ROM, on-line. ISBN 978-85-17-00056-0.
- [8] Moreira, L.; Assad, E. D. Segmentação e Classificação Supervisionada por Região no Uso e Ocupação da Terra: Microbacia do Córrego Lamarão, DF. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2000. 27 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n° 16).
- [9] Projeto PRODES Digital: Mapeamento do Desmatamento da Amazônia com Imagens de Satélite. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2002. [on line] <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php>
- [10] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. Rio de janeiro: IBGE- Diretoria de Geociências, 2012. 271p. (Manuais Técnicos de Geociências, 1).