MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Nota Técnica nº 18/2019/FLONA Mulata/ICMBio

Santarém-PA, 30 de julho de 2019

Assunto: Resposta ao Ofício do Ministério Público Federal – MPF, PRM/STM/GAB1/303/2018 referente ao Inquérito Civil - IC n° 1.23.002.307/2011-00 que solicita informação técnica sobre o uso e ocupação no interior da Área de Proteção Ambiental de Alter do Chão.

1. DESTINATÁRIO

Coordenação Regional - 3° Região

2. INTERESSADO

Ministério Público Federal - MPF

3. REFERÊNCIA

3.1. Lei n° 9.885, de 18 de julho de 2000;

3.2. Decreto n° 4.340, de 22 de agosto de 2002;

3.3. Lei 11.516, de 28 de agosto de 2007;

3.4. Lei municipal de Santarém/PA n° 17.771, de 02 de julho de 2003.

4. FUNDAMENTAÇÃO/ANÁLISE TÉCNICA/PARECER

4.1 Considerações Gerais

Em atenção à solicitação do Ministério Público Federal - MPF à Coordenação Regional - 3° Região por meio do ofício PRM/STM/GAB1/303/2018, no qual solicita *"confecção e envio de Informação Técnica acerca da 'área de savana', lago verde e imediações, em Alter do Chão, sobretudo relacionada ao uso e ocupação da área, análise de paisagem, bem como outras informações que V.Sa. entender pertinentes."."* Apresento a seguir as considerações técnicas que, salvo melhor análise, atendem aos questionamentos do Ministério Público Federal.

4.2. Metodologia

Esta Nota Técnica se deteve em sistematizar, principalmente por meio das ferramentas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, informações remotas a partir de imagem de satélite Landsat de modo a gerar subsídios que demonstrem o uso e cobertura do solo na área objeto de questionamento pelo Ministério Público Federal. O tratamento e análise do conjunto de dados e informações georreferenciadas da área de

estudo foi conduzida no programa *QGIS 2.14.8 [1] e SPRING 5.4.3.[2]*

O presente estudo compreende os limites da Área de Proteção Ambiental de Alter do Chão, unidade de conservação de uso sustentável inserida na bacia hidrógráfica do rio Tapajós importante afluente do rio Amazonas. Está localizada no município de Santarém/PA, mesorregião do baixo amazonas no Pará, conforme mostrado na figura 1.

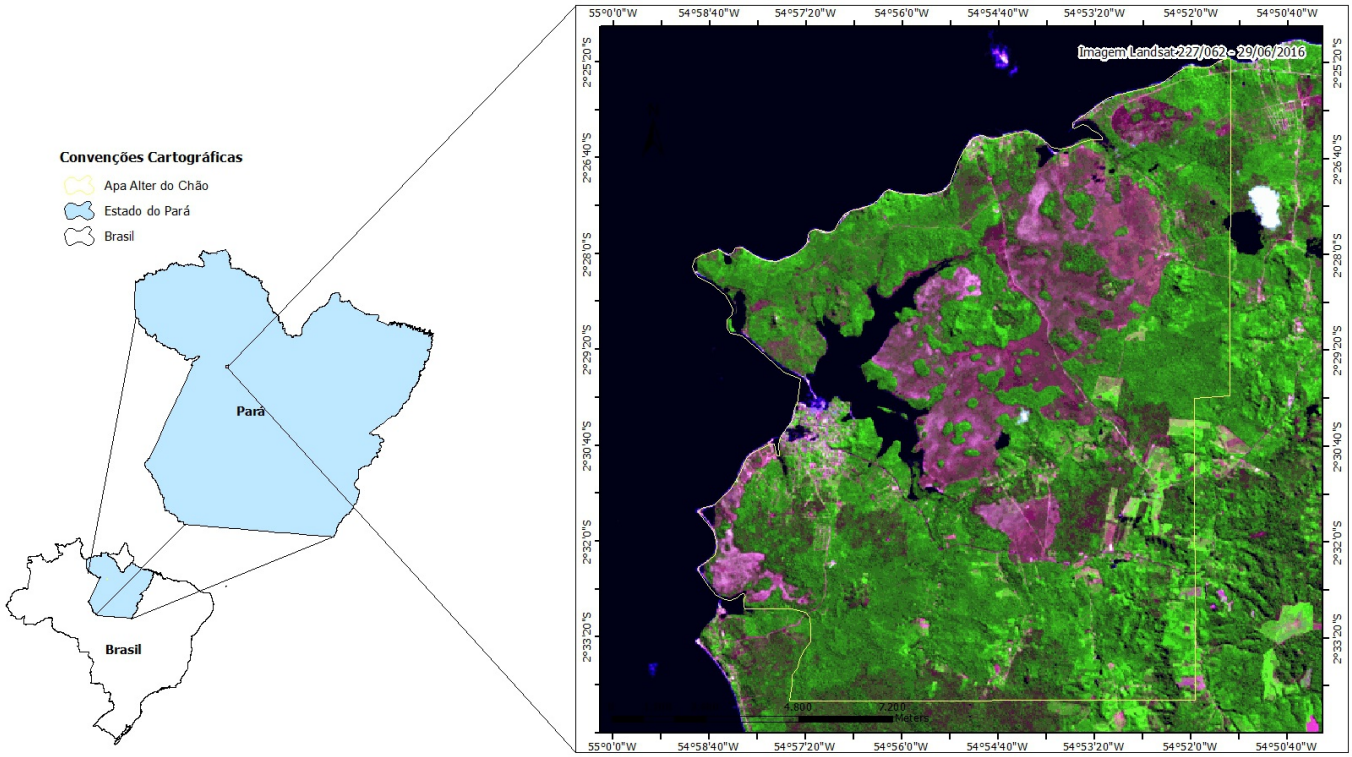

Figura 1 - Localização da APA Alter do Chão

4.2.1. Aquisição das Imagens.

O primeiro passo do trabalho consistiu na busca por imagens orbitais, do sensor *Operational Land Imager (OLI)* a bordo do satélite *Landsat-8* referente ao ano de 2016 da área de abrangência da Área de Proteção Ambiental de Alter do Chão. Estas imagens estão disponíveis gratuitamente no serviço web do *United States Geological Survey (USGS) [3]*. Priorizou-se imagens com as menores coberturas de nuvens possíveis.

Quadro 1. Dados das imagens utilizadas no presente trabalho

Unidade de Conservação	SENSOR	RES. RADIOMETRICA	CENA	DATA
Área de Proteção Ambiental de Alter do Chão	*Landsat 8-OLI*	16 Bits	227/062	29/06/2016

4.2.2. 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 aplicado a correção atmosférica *Dark Object Subtraction (DOS1)*, proposto por Chávez Junior (1988) [5].

4.2.3. 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 médio 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 de visitas em 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. Esse método, necessita de um conhecimento prévio da área de estudo, dessa forma, algumas visitas a campo foram realizadas.

Esse algoritmo de classificação utiliza as amostras de treinamento para estimar a função densidade de probabilidade das classes apontadas no treinamento, ou seja, 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 o uso e cobertura do solo em sete classes temáticas.

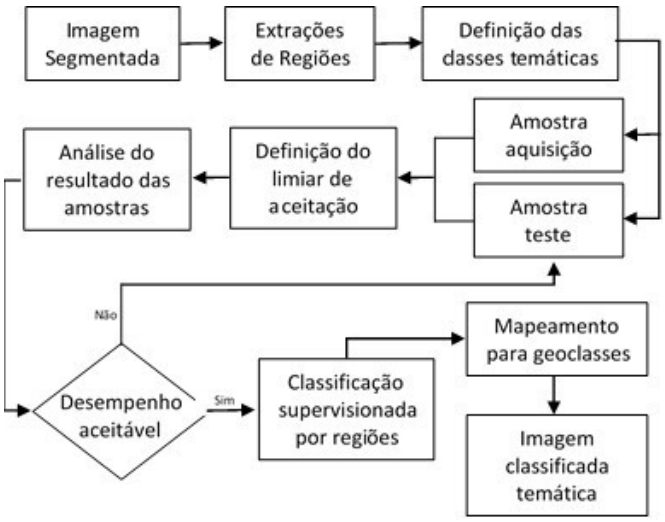

Figura 2 - Fluxograma do processo de classificação supervisionada por regiões, adaptado de Moreira & Assad (2000) [8].

5. CONCLUSÃO E/OU PROPOSIÇÃO

A Área de Proteção Ambiental de Alter do Chão apresenta dois tipos vegetacionais de cobertura do solo: Floresta e Savana. Além desses tipos vegetacionais a paisagem da unidade de conservação foi caracterizada também em outras três classes antrópicas que são Capoeira, Pastagem e Solo Exposto, e também na classe temática Água.

As classes temáticas de uso e cobertura do solo mapeadas na Área de Proteção Ambiental Alter do Chão podem ser visualizadas na figura 3.

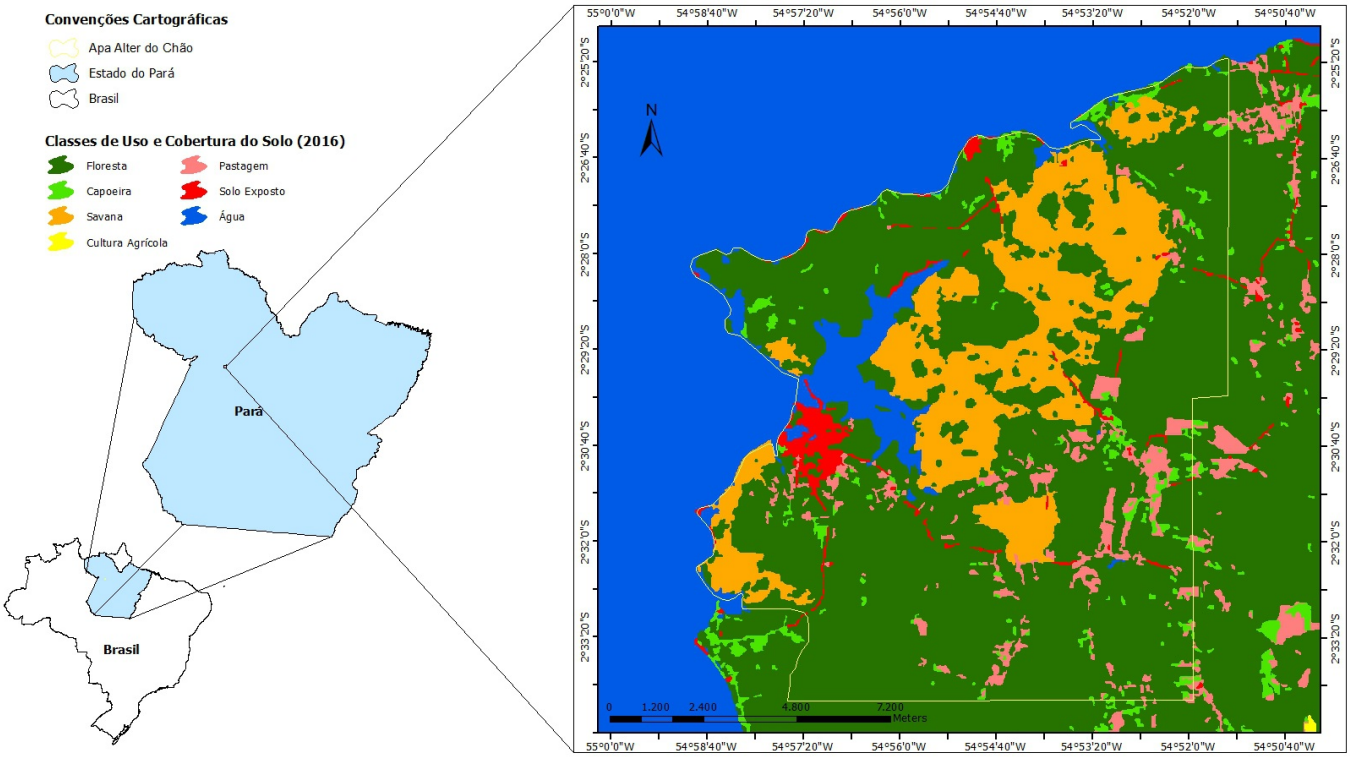

Figura 3 - Uso e ocupação do solo da Área de Proteção Ambiental de Alter do Chão.

As classes de uso e cobertura do solo da unidade de conservação podem ser avaliadas quantitativamente pela Tabela 2, que apresenta o resultado das áreas (hectares e porcentagens) ocupadas pelas diferentes classes temáticas na APA de Alter do Chão.

Quadro 2 - Uso e ocupação do solo da APA de Alter do Chão.

Cobertura Vegetal e Uso do solo	Área	%
Floresta	11.028,38	67,20

Capoeira	382,06	2,33
Savana	3.165,83	19,29
Pastagem	663,61	4,04
Solo Exposto	351,42	2,14
Água	819,23	4,99
Total Geral	**16.410,52**	**100**

A unidade de conservação possui cerca de 16.410,50 mil hectares, sendo que desse total 86,49% estão distribuídos nos dois tipos vegetacionais (Floresta e Savana) presentes no seu limite territorial, apenas 13,51%% da unidade de conservação são áreas com antropismo consolidado.

A classe Floresta constitui-se por áreas em estágio bastante avançado de regeneração (capoeira alta), áreas antropizadas, mas que possuem uma cobertura vegetal relativamente densa e principalmente áreas de floresta densa original que não sofreram alterações significativas de sua estrutura. Essas áreas ocupam cerca de 67,20% da unidade de conservação. Cabe destacar também, que a classe Floresta, devido a escala e a resolução espacial do satélite, mesmo apresentando alguns focos de antropismo não foram possíveis de serem mapeadas, principalmente aquelas áreas de floresta que apresentava alguma forma de raleamento da vegetação.

A classe Capoeira refere-se àquelas áreas antropizadas, que passaram por uma processo de degradação (corte seletivo, queimadas, etc), mas que estão em estágio intermediário de sucessão, apresentando uma vegetação mais densa, de porte baixo e com maior recobrimento do solo. As áreas dessa classe ocupam pouco mais de 2% da APA e ocorrem em grande parte nas bordas das áreas de pastagem e também próximos as estradas e aglomerações urbanas.

A classe Pastagem abrange as áreas nos quais houveram intervenção humana para uso da terra, ou seja, onde houve descaracterização da vegetação primária. São áreas onde há um certo predomínio de pastagem (baixo nível de biomassa), em muitas áreas com a presença regeneração ainda em estágio inicial de sucessão. Essa classe representou pouco mais de 4% de todo o limite da Área de Proteção Ambiental.

Em relação a classe Savanas, os dados revelam que essa classe ocupa cerca de 19% de toda a área da APA de Alter do Chão, ou seja, pouco mais de 03 (três) mil hectares. Esta classe tem uma característica marcante que é não apresentar formação de dossel na maioria dos casos, entretanto, apresenta um estrato graminoso. Cabe ressaltar que, a classe Savana possui uma resposta espectral do solo acentuada, esta característica pode ocasionar um subdimensionamento das interferências antrópicas nesse tipo de vegetação.

A classe solo exposto refere-se a áreas com ausência de vegetação principalmente associado a estradas, ramais, próximos também as áreas de pastagem e áreas com ocupações e eventualmente ocorrências naturais na classe Savana. Está classe ocupa apenas 2,14% do território.

Por fim a ultima classe (Água) mapeada nos limites da Área de Proteção Ambiental de Alter do Chão ocupa cerca de 5% da unidade de conservação. Esta classe refere-se as áreas de espelho d'água mapeados principalmente o Lago Verde e alguns açudes e/ou pequenas represas no interior da APA de Alter do Chão.

Foi mapeada também a classe Cultura Agrícola, entretanto, fora dos limites da unidade de conservação. Esta classe refere-se àquelas áreas de plantios homogêneos ligados a agriculturas de grãos localizados na região sul em um raio de pouco mais de 4 km do limite da APA de Alter do Chão.

Estas são as considerações técnicas que, salvo melhor técnica de análise, atendem aos questionamentos do Ministério Público Federal e que remeto para as considerações da Coordenação Regional - 3° Região.

6. REFERÊNCIAS

[1] QGIS Development Team, <2016>. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project.

[2] SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling" Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

[3] United States Department of the Interior. United States Geological Survey. http://earthexplorer.usgs.gov.

[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

NILTON JUNIOR LOPES RASCON
Analista Ambiental *M.Sc.*

Documento assinado eletronicamente por **Nilton Junior Lopes Rascon**, **Analista Ambiental**, em 30/07/2019, às 10:49, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.icmbio.gov.br/autenticidade informando o código verificador **5449539** e o código CRC **6F15A12B**.