

# CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA DA TERRA EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL POR INTERMÉDIO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRANSPORTADO

Thamyres Marques da Silva<sup>1,2</sup>, Carlos Rodrigo Tanajura Caldeira<sup>1</sup>, Mayara Cobacho Ortega Caldeira<sup>1</sup>, Cintia Palheta Balieiro<sup>2</sup>, Manuel Eduardo Ferreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, 66077-830, Belém-PA, thamyresmsilva12@gmail.com; {carlos.caldeira; mayara.caldeira}@ufra.edu.br;

<sup>2</sup>The Nature Conservancy Brasil (TNC), Av. Nazaré, 280, 66035-170, Belém (PA), cbalieiro@tnc.org;

<sup>3</sup>Universidade Federal de Goiás (UFG), Av. Esperança s/n, 74690-900, mferreira.geo@gmail.com

## RESUMO

O Código Florestal e também o Pacto para Restauração da Mata Atlântica (PRMA) são instrumentos que fomentam a preservação e conservação de áreas de vegetação, incitando a recuperação de áreas degradadas das Áreas de Proteção Permanente. Com o objetivo de identificar e quantificar tais limites o uso das ferramentas de geotecnologias, como o processamento de dados adquiridos por levantamento de aeronaves remotamente pilotadas e também classificação de uso e cobertura e aplicação de índice de vegetação são de crucial importância na avaliação dessas informações. A partir do processamento dos dados da classificação foi possível quantificar as áreas que necessitam de restauração e monitoramento e com a aplicação do índice de vegetação MPRI a validação dos dados finais.

**Palavras-chave** — Código Florestal, classificação supervisionada, geotecnologias, VANT, geoprocessamento.

## ABSTRACT

*The Forest Code and the Pact for Restoration of the Atlantic Forest (PRAM) are instruments that promote the preservation and conservation of areas of vegetation, encouraging the recovery of degraded areas of the Permanent Protection Areas. In order to identify and quantify such limits, the use of geotechnology tools, such as the processing of data acquired by surveying remotely piloted aircraft and also classification of use and coverage and application of vegetation index, are of crucial importance in the evaluation of this information. From the data processing of the classification it was possible to quantify the areas that need restoration and monitoring and with the application of the MPRI vegetation index the validation of the final data.*

**Key words** — Forest Code, supervised classification, geotechnology, UAV, geoprocessing.

## 1. INTRODUÇÃO

O Código Florestal Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 [1] é o instrumento utilizado para a preservação do meio ambiente assim como a restauração de áreas degradadas, o código estabelece normas a serem seguidas para cada região fisiográfica.

O bioma correspondente a Mata Atlântica, que sofre por transformações antrópicas, com a conversão da floresta para outros usos, de acordo com o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica (PRMA), tem o objetivo de articular diversas entidades para a aplicação de um conjunto de ações a fim de recuperar as áreas prejudicadas [2].

O objetivo do trabalho é a classificação da cobertura da terra com a utilização de ferramentas do sensoriamento remoto e geotecnologias tendo como base índices de vegetação e classificação supervisionada.

A execução do estudo foi possível a partir da cooperação do Laboratório de Geoprocessamento (LAPIG/UFG) na aquisição de dados e do Instituto de Conservação Ambiental - *The Nature Conservancy* (TNC), uma vez que a área de estudo integra um projeto piloto para a aplicação de metodologias com intuito de avaliar e monitorar a restauração florestal em áreas prioritárias no Brasil

O imageamento da área de estudo foi realizado por Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), o qual possibilitou a aquisição de imagens para a realização do estudo, dessa forma, comprovou-se maior eficiência na elaboração do mapeamento da cobertura da terra, em comparação com as imagens gratuitas provenientes de sensores orbitais com baixa e média resolução, tendo em vista que o estudo foi realizado em uma pequena propriedade.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo (Figura 1), localizada na região sudeste, município de Miguel Pereira, RJ possui 20,86 hectares e compõe um projeto de restauração ecológica, do Instituto Terra de Preservação Ambiental (ITPA) em parceria com a TNC a partir de 5 (cinco) espécies nativas.

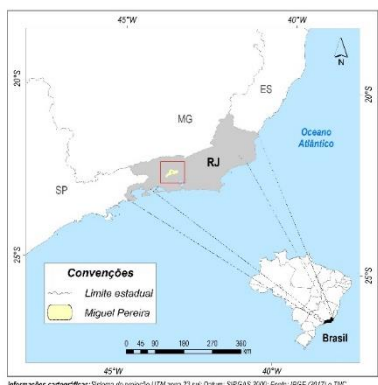


Figura 1. Localização da área de estudo, Miguel Pereira, RJ

O município faz parte da região serrana e de acordo com a escala climática de Köppen-Geiger é definido pelo Cwa que é um clima temperado com verão quente e úmido [3].

## 2.2. Metodologia

Para a realização do voo foi utilizado o DJI Phantom 4, que é uma aeronave remotamente pilotada (RPA), ou VANT, com quatro motores elétricos e peso máximo de decolagem de 1,38 kg e possui um sistema de GNSS embarcado, que adquire dados da constelação GPS e GLONASS.

O plano de voo foi definido na plataforma online gratuita Drone Deploy, com o sistema de coordenadas UTM, zona 33 sul e o datum WGS 84. A coleta de pontos de controle para o ajustamento da base não foi realizada devido ao relevo e as condições do tempo, perdendo assim os alvos alocados em campo, dessa forma, o mapeamento realizado foi de baixa precisão. Contudo, os dados finais se tornaram eficientes para a realização do estudo sugerido.

No Processamento das imagens brutas foi utilizado a plataforma Agisoft Photoscan, na versão trial, o qual foi possível gerar o modelo digital de superfície e ortorretificação de baixa precisão.

Com a imagem ortorretificada foi possível com a utilização de softwares de processamento de imagens (ENVI 5.4) e de sistema de informação geográfica (ArcGIS 10.2) realizar a classificação e o índice de vegetação e elaboração dos mapas respectivamente.

As classes de cobertura da terra foram definidas por interpretação visual e agrupadas em duas classes gerais, a de vegetação e de solo (Tabela 1):

Grupo	Classe	Definição
Vegetação	Vegetação densa	Vegetação primária
	Vegetação baixa	Vegetação em restauração
Solo	Solo com grama	Gramíneas
	Solo Exposto	Solo sem cobertura
	Afloramento Rochoso	Exposição da rocha na superfície

Tabela 1. Legenda da classificação.

O método de classificação (supervisionada) que mais se adequou na área foi o de Máxima Verossimilhança, que é um algoritmo que necessita da introdução de amostras de cada classe e pondera a distância médias dos pixels semelhantes [4].

Para corroborar a classificação, foi utilizado também o Índice MPRI (*Modified Photochemical Reflectance Index*), consiste na diferença normalizada entre as bandas da região do verde e vermelho [5].

## 3. RESULTADOS

Com o fomento do PRMA, o qual indica ações para o processo de restauração de áreas públicas e também a recuperação de florestas nativas que foram degradadas e que fazem parte das áreas protegidas como Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal, assim como o Código Florestal o qual normatiza a preservação e manutenção do meio ambiente.

Com o método proposto para a classificação, foi possível elaborar o mapeamento da cobertura da terra (Figura 2).

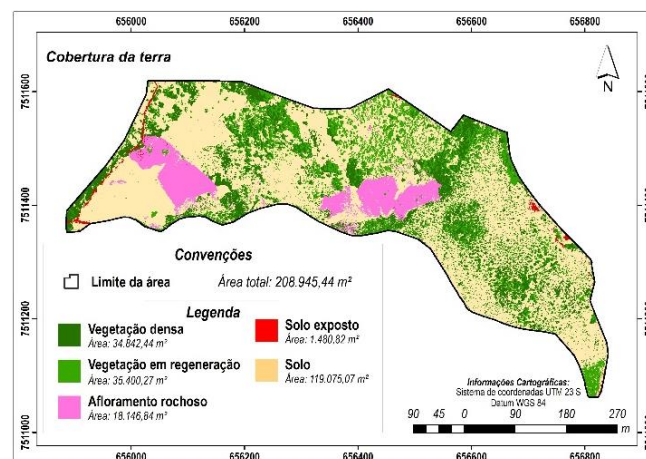


Figura 2. Classificação do uso e cobertura.

A classificação de uso e cobertura do solo é um resultado para auxílio no processo de restauração florestal, assim os dados podem ser quantificados e qualificados (Tabela 2).

Classe	Área (m²)	%
Vegetação densa	34.842,44	16,68
Vegetação em regeneração	35.400,27	16,94
Afloramento rochoso	18.146,84	8,68
Solo exposto	1.480,82	0,71
Solo	119.075,07	56,99
<b>Total</b>	<b>208.945,44</b>	<b>100,00</b>

Tabela 2. Quantificação das classes

As classes da área de estudo, foram agrupadas em duas unidades com características fisiológicas semelhantes para compreender a situação atual em relação a degradação. Deste

modo, foi possível avaliar juntamente ao índice de vegetação MPRI (Figura 3).

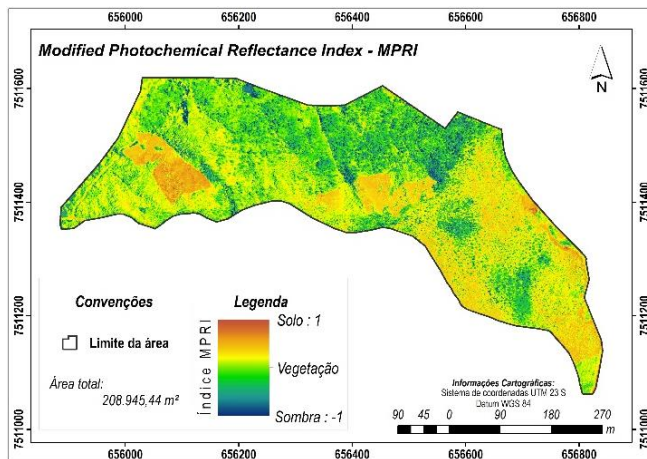


Figura 3. Índice MPRI.

Os valores variam de -1 a 1, e quanto mais próximo de 1, maior é a resposta do solo e o oposto ocorre para a vegetação. Como a região é caracterizada por relevo acentuado optou-se por inserir uma informação quanto a sombra, para evitar a confusão com vegetação mais densa, tal situação é corroborada pela própria imagem ortoretificada.

#### 4. DISCUSSÃO

A área possui características marcantes quanto ao relevo e fisiologia vegetal, denotada por uma altimetria entre 227 e 524 m. As classes de vegetação somam 33,62% (7,02 hectares), sendo que aproximadamente, metade do valor (16,94%) são áreas que estão em processo de sucessão vegetal, referente as espécies que foram alocadas na área de estudo. Houve a presença do afloramento rochoso, que é definida pela exposição da rocha na superfície terrestre, são bastantes notáveis, com quase 9% da participação na área total.

As áreas de solo são quantitativamente mais evidentes, com mais de 56% do total, ou seja, a área necessita de monitoramento para promover a restauração. Já que segundo o código florestal, áreas em topo de morro, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25° são consideradas Área de Proteção Permanente (Lei 12.651, 2012. Art. 4, IX) que são áreas protegidas e tem como uma das funções ambientais preservar os recursos hídricos e estabilidade geológica.

O índice MPRI, proposto por [5], baseado na diferença normalizada das bandas do vermelho e do verde também se demonstrou satisfatório visto que [6] realizaram um estudo de correlação entre os índices MPRI e NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) - que é o índice de vegetação mais utilizado em diversos estudos ambientais e na agricultura devido a sua eficiência em demonstrar a diferença

na vegetação - com resultado positivo, com alto nível de correlação.

Na aplicação do índice foram encontrados valores entre 1 e -1, as áreas próximas ao valor 1, corresponde ao solo e quanto mais próximo de -1 indicam a presença de dados com níveis digitais próximos a zero, entendido no trabalho como áreas de sombra de arvores e também do relevo. Mesmo assim, a identificação da vegetação na área foi possível e corrobora com a classificação supervisionada.

Com esses dados também é possível também realizar outros estudos que complementam a análise ambiental da região, como por exemplo a vulnerabilidade ambiental, que visa entender como a área pode ser afetada por intempéries e fenômenos geológicos devido a precária condição vegetal da área.

#### 5. CONCLUSÕES

A utilização de VANTs para realizar as análises ambientais tem se tornado muito eficiente devido ao custo de tempo e também monetário, porém é necessário a avaliação e controle de qualidade dos dados coletados, conforme um levantamento fotogramétrico. Visto que não foi possível realizar coletas de pontos de apoio em campo, as imagens foram processadas com os dados espúrios, porém mesmo assim, o resultado foi positivo.

A área de estudo por ter uma paisagem que não possui edificações, denota visualmente a diferença entre o solo e a vegetação, assim, a classificação foi satisfatória, mas a emprego do índice de vegetação foi possível diagnosticar com maior precisão as classes correspondentes.

Diante disso, pôde-se observar que as ferramentas auxiliam na quantificação e qualificação dos dados informando a necessidade da restauração florestal da área.

#### 6. REFERÊNCIAS

- [1] Brasil. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Diário Oficial da União, 28 maio 2012. Seção 1, 2012. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em: 18 jun. 2018.
- [2] Rodrigues, R. R.; Brancalion, P. H. S.; Isernhagen, I (Org.). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, São Paulo, pp. 256, 2009.
- [3] Dubreuil, V.; Fante K. P.; Planchon, O.; Sant'anna Neto, J. L., Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. *Confins [En ligne]*, n. 37, 2018. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/15738;DOI:10.4000/confins.15738>. Acesso em: 10 out. 2018.
- [4] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Tutorial de Geoprocessamento. INPE, São José dos Campos, 1996. Disponível em < <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/index.html>>. Acesso em 07 out. 2017.

[5] Yang, Z.; Willis, P.; Mueller, R. Impact of band-ratio enhanced AWIFS image to crop classification accuracy. *Pecora – The Future of Land Imaging. Going Operational*, Colorado, pp. 1-11, 2008. Disponível em <<http://www.asprs.org/a/publications/proceedings/pecora17/0041.pdf>>. Acesso em 12 fev. 2018.

[6] Linhares, M. M. A.; Rocha, N. C. C.; Amaral, B.A.S. Análise do índice MPRI como indicador vegetativo através da correlação do mesmo com o índice NDVI. *Anais, XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)*. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, INPE, pp. 8254 -8260, 2013.