

## **DETECÇÃO DOS NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO DA PASTAGEM EM CORUMBATAÍ/SP ATRAVÉS DO SENSORIAMENTO REMOTO**

Palavras-Chave: [Índices de vegetação], [Random Forest], [Sensoriamento Remoto]

Autora : **Izabela Chiarato de Souza** - Graduada em Geologia - IG/UNICAMP - Campinas/São Paulo

Orientador : **Carlos Cesar Ronquim** - (GMTE) - EMBRAPA TERRITORIAL - Campinas/São Paulo

---

### ● **INTRODUÇÃO**

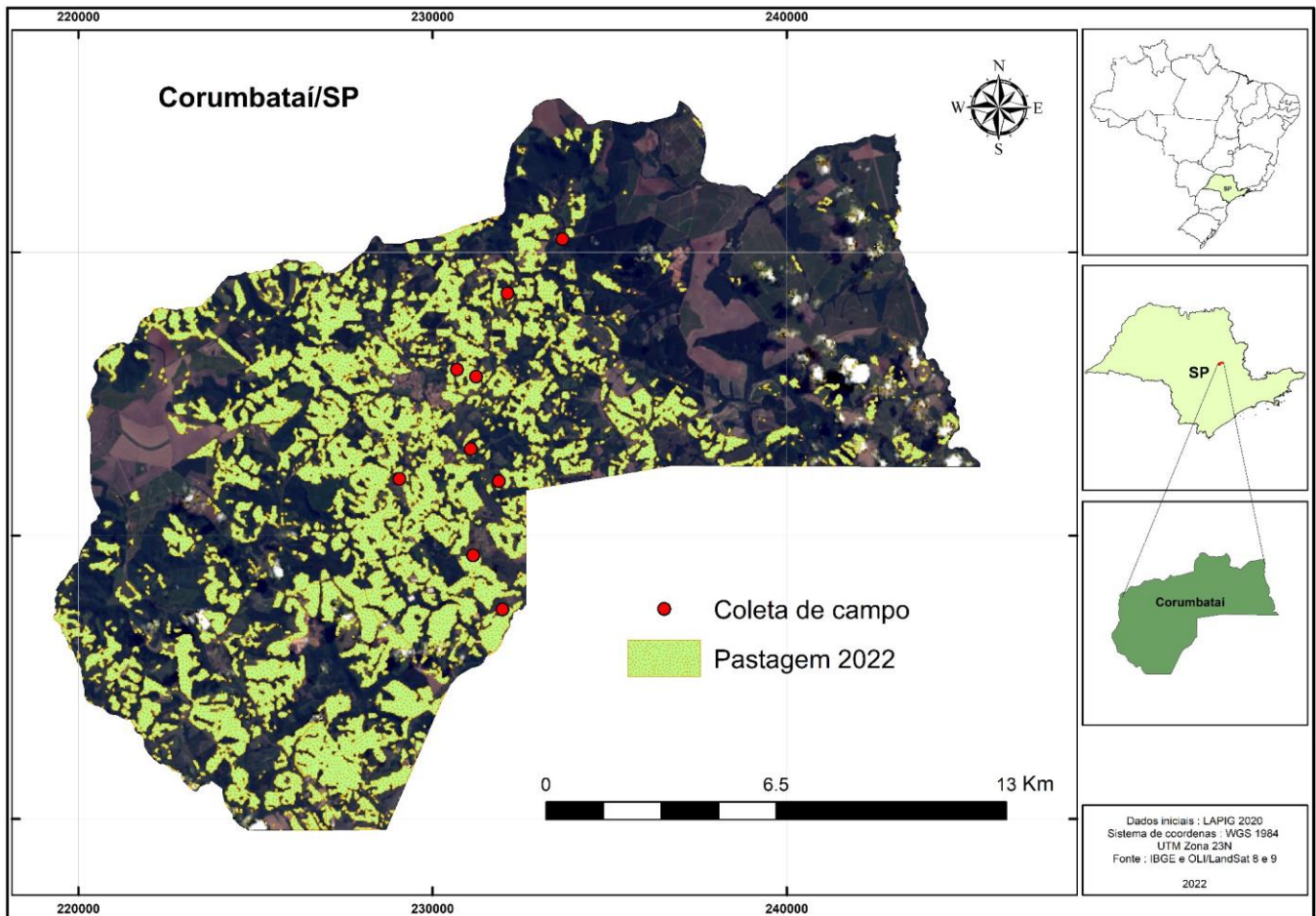
A recuperação de pastagens degradadas é dificultada pela ausência de informações atualizadas e detalhadas sobre sua distribuição espacial (Sano et al., 2002). A utilização de imagens de satélites aliados à quantificação em campo fornecem dados promissores para modelar áreas degradadas e auxiliar em subsídios para controle da qualidade. Para analisar a vegetação e classificar os níveis de degradação, pode-se utilizar técnicas em diferentes escalas, com o objetivo de verificar a condição biofísica atual. O sensoriamento remoto, em virtude do seu baixo custo e repetitividade podem contribuir para subsidiar políticas de recuperação de modo eficiente (Nascimento et al., 2006).

O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) é um índice sensível às características da vegetação que os sensores de satélites podem capturar. Outro índice amplamente utilizado é o SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) que acrescenta em sua fórmula um coeficiente ajustado do solo. Eles resultam em intervalos que variam de 1 à -1 e representam a qualidade da vegetabilidade, onde os valores mais próximos de 1 representam níveis menores de degradação e -1 associam-se à corpos d' água e solos expostos.

Este trabalho faz parte do projeto “GeoPastoCerrado” - Embrapa Territorial, no qual busca analisar a degradação da pastagem para alguns municípios inseridos no Bioma Cerrado. Estabeleceu-se 9 pontos de coleta de campo e através das análises visuais foram designadas classes de degradação, fornecendo os dados aqui utilizados. Assim, o objetivo dessa pesquisa é comparar os atributos de “verdade de campo”, com a classificação feita por métodos em ambiente GIS (Sistema de Informação Geográfica), associados à duas imagens de satélite ofertadas: OLI/Landsat- 8 e 9 e MSI/Sentinel-2.

### ● **MATERIAIS E MÉTODOS**

A área de estudo pertence ao município de Corumbataí (SP), que possui cerca de 27.000 hectares e altitude média de 600 m (IBGE, 2010), com regiões de pastagem compondo 25,53% do território (LAPIG, 2020). Uma atualização da classe “pastagem” foi feita e compõe uma nova classificação, como na figura 1 abaixo.



**Figura 1.** Mapa do município de Corumbataí/SP. Os pontos circulares em vermelho no mapa representam as áreas de pastagem onde foi observado visualmente no campo o estado atual de degradação.

- **Observação de dados no campo**

Durante a observação de dados no campo, em cada área amostrada foram levantadas nove sub-amostras aleatórias próximas a um centro hipotético. Utilizou-se um quadrado de pvc (policloreto demvinila) medindo 1m x 1m onde atribui-se descrições para a condição atual da pastagem. Uma média de valores foi definida para cada área amostrada. Os nove pontos foram classificados visualmente entre dois tipos distintos de processos de degradação, sendo o valor 1 o mais leve e o valor 2 mais avançado, além das condições degradadas e não degradadas com adaptação dos trabalhos de Nascimento Júnior, 1994 ; Dias Filho, 2017 ; Pires, 2018.

- **Definição de atributos e classificação**

Para a realização dos mapas dos níveis de degradação utilizou-se a cena 220/75 do OLI/Landsat-8 e 9 e 22KHA do MSI/Sentinel-2. Toda classificação e aplicação da teoria foi desenvolvida no Software Arcgis 10.8.1. (Esri, 2014). As bandas aplicadas foram 4 e 5 para o Landsat e 4 e 8 para o Sentinel. O primeiro procedimento foi o mapeamento da região através dos índices de vegetação pela ferramenta de álgebra de mapas, aplicados no *raster calculator* sendo o NDVI apresentado na fórmula 1 e SAVI na fórmula 2. O SAVI diferencia-se do NDVI pelo acréscimo de um valor de ajuste do solo, representado

pelo fator “L”, aqui com atribuição de 0,5, pois, de acordo com Huete (1998) é mais bem utilizado para vegetação com densidade intermediária, abrangendo maiores densidades de vegetação possíveis, como descrito:

$$NDVI = (IVP - V) \div (V + IVP) \quad (1)$$

$$SAVI = (IVP - V) \div (V + IVP) \cdot 1 + L \quad (2)$$

Com os dados de campo classificados, criou-se 100 polígonos para cada uma das quatro classes, objetivando-se criar amostras de treinamento, que serviram para estruturar a classificação da técnica supervisionada, que foi tomada como uma classificação mais realista da “verdade de campo”. Posteriormente foram selecionadas quatro conjuntos de composições de bandas: NDVI + SAVI, NDVI + SAVI + B4 + B5, NDVI + B4 + B5 e SAVI + B4 + B5. Essas combinações foram inseridas no classificador “Random Forest”, também alimentado com o treinamento das amostras do mapa pela técnica supervisionada, gerando quatro mapas rasterizados para cada imagem de satélite. Para a realização da concordância de cada situação foi criado um shapefile de 50 pontos aleatórios, realizando-se a comparação de cada ponto com o mapa de referência de campo (supervisionada), resultando no índice de kappa e exatidão do processo.

## ● RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o mapa de NDVI a região obteve uma variação entre [0,11 e 0,76] e [0,17 até 1,14] para o SAVI em Landsat, para o Sentinel o intervalo foi de [-0,10 e 0,69] para NDVI e [-0,15 e 1,03] para SAVI, divididos em quatro classes: Não degradado, nível 1 e 2 de processo de degradação e degradada. A classe predominante no Landsat é relacionada ao nível 1 de degradação, em ambos índices de vegetação, quadro semelhante ao Sentinel.

Os valores negativos do NDVI no Sentinel são indicadores de solo exposto e pequenos corpos d’água. Esta relação pode se dar à presença de árvores e sombras geradas no terreno, mesmo em ambientes não degradados em campo, gerando confusões de classificação. As nuvens também são captadas nos sensores e apresentadas como classe degradada, podendo influenciar na inserção no método Random Forest. O trabalho pixel a pixel é muito pontual, segmentar a região através do agrupamento desses pixels poderiam classificá-las mais homoganeamente com os dados de maior região (Resende et al., 2012). O SAVI ao alcançar maiores valores relaciona-se com o acréscimo do valor de ajuste do solo, distinguindo com maior precisão os níveis menos degradados.

A tabela 2 apresenta as classificações realizadas pelo Random Forest através das imagens do Landsat, já a tabela 3 apresenta o resultado do Sentinel e as devidas combinações de bandas na decisão.

**Tabela 2.** Combinações das bandas e valores de concordância da imagem do OLI/Landsat-8 e 9.

	NDVI + SAVI+	NDVI+SAVI B4+B5	NDVI+B4+B5	SAVI+B4+B5
Kappa	0,22	0,23	0,55	0,63

Exatidão	0,47	0,48	0,70	0,76
----------	------	------	------	------

**Tabela 3.** Combinações das bandas e valores de concordância da imagem do MSI/Sentinel-2.

	NDVI + SAVI	NDVI+SAVI+ B4+B5	NDVI+B4+B8	SAVI+B4+B8
Kappa	0,33	0,41	0,41	0,47
Exatidão	0,54	0,58	0,58	0,62

O índice de Kappa é um dos métodos para avaliar a concordância do mapeamento que realiza a comparação com outro mapa de referência quanto à classificação final. Neste caso, o mapa norteador é aquele realizado com os dados de campo e com a técnica de classificação supervisionada. Landis e Koch (1977 a e b) classificam os diferentes níveis de concordância conforme a tabela 4 :

**Tabela 4.** Qualidade da classificação com base nos valores de Kappa. Fonte : Landis e Koch (1977).

Índice de Kappa	Qualidade
0.00	Péssima
0.01 a 0.20	Ruim
0.21 a 0.40	Razoável
0.41 a 0.60	Boa
0.61 a 0.80	Muito boa
0.81 a 1.00	Excelente

O Random Forest é um classificador que utiliza metodologias de decisões baseadas em dados de treinamento, sendo cada uma delas responsável por um voto, que irá decidir qual a classe mais “popular” (Breiman, 2001), o pixel que obtiver maior quantidade de votos será classificado dentro daquela categoria.

O melhor mapa de classificação por Random Forest no Landsat baseado na concordância foi aquele utilizando SAVI + B4 + B5 no Landsat, com índices de Kappa global de 0,63, o que mostra que a intervenção das bandas foi necessária para o aumento da qualidade da classificação, uma vez que comparado somente à composição dos índices (NDVI +SAVI) o kappa atinge apenas 0,22. O valor de 0,5 escolhido para o “L” ao SAVI se mostrou confiável e aplicável para o tipo de vegetação do estudo.

A classe que encontrou maior semelhança com a verdade de campo foi a do tipo “nível 2 de degradação”, nas quatro possibilidades. O Kappa individual dessa categoria variou entre 0,68 e 0,87. Pode-se relacionar essa descrição às características mais extremas do pixel em relação à classe predominante (Nível 1 de degradação), facilitando a discrepância do ND (número digital do pixel) com outros níveis. Já a classe “degradada” mostrou um kappa individual negativo de -0,02 em todas as

combinações, isto é, esta categoria não obteve nenhum acerto. Essa relação pode ser analisada como uma estatística esperada, uma vez que a classificação desse tipo de degradação não é significativa na região. Além disso, dos 50 pontos aleatórios de análise apenas 1 caiu nessa classe.

Para o Sentinel, o melhor mapa de classificação foi com a combinação das bandas SAVI+B4+B8, com índices de Kappa global de 0,47, que obteve a classe “nível 2 de degradação” como um índice de concordância individual de 0,72. O cenário com menor índice também foi oriundo da combinação NDVI+SAVI, com valores de apenas 0,35. Vale salientar que as condições “NDVI +B4+B8” e “NDVI+SAVI+B4+B8” apresentaram os mesmos resultados de exatidão e de kappa, mas variam nos resultados individuais de cada classe, na categoria “nível 2 de degradação” o kappa individual é de 0,54 e 0,74 respectivamente.

## ● CONCLUSÃO

O uso de imagens de satélites associados a índices de vegetação, bem como o algoritmo de classificação Random Forest mostram-se satisfatórios para quantificar os níveis de degradação da pastagem no Município de interesse. As imagens do satélite OLI/LANDSAT-8 e 9 foram as que obtiveram o melhor desempenho na combinação das bandas do vermelho e infravermelho próximo, juntamente com SAVI, o que comprova que a maior quantidade de parâmetros de qualidade na inserção da decisão do Random Forest resulta na melhor concordância com a realidade de campo.

## ● AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela bolsa concedida e oportunidade de desenvolver um trabalho de muito aprendizado. À todos os funcionários da unidade Embrapa Territorial, integralmente solícitos e que me auxiliaram de modo fluido na pesquisa.

## ● REFERÊNCIAS

- BREIMAN, L. Random forests. **Machine learning**, V. 45, N. 1, P. 5-32, 2001.
- DIAS-FILHO, M. B. **DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS : O QUE É E COMO EVITAR**. - Brasília, DF: Embrapa, 2017. ISBN 978-85-7035-688-8.
- HUETE, A. R. **A soil adjusted vegetation index (SAVI)**. Remote Sensing Environ. 25, N. 3, P. 295-309, 1988. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010.
- LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. **An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers**, *Biometrics*, 363-374, 1977.
- MACEDO, M. C. M. ; ZIMMER, A. H.: **Sistemas pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária**. In:  
NASCIMENTO JUNIOR, D. Do ; QUEIROZ, D. S. ; SANTOS, M. V. F. Dos. **Degradação de pastagens, critérios para avaliação**. In : Simpósio sobre manejo da pastagem. Piracicaba - FEALQ, 1994. p. 107-151.
- NASCIMENTO, M. C. ; RIVA, R. D. D. ; CHAGAS, C. S. ; OLIVEIRA, H. ; DIAS, L. E. ; FERNANDES FILHO, E. I. ; SOARES, V. P. **Uso de imagens do sensor aster na identificação de níveis de degradação em pastagens**. 2006. Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental, 10(1), 196-202.  
<https://doi.org/10.1590/S1415-4366200600010002>.
- MAPBIOMAS BRASIL – **Mapeamento anual de cobertura e uso da terra do Brasil** - Coleção 6. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 24 Jan. 2022.
- PIRES, W. **Pastagem sustentável de A a Z**. Ed. Produção Independente. 2018. 469 p.
- RESENDE, M. R. ; LIEDI, L. B. B; QUINTANILHA. **"Classificação híbrida: pixel a pixel e baseada em objetos para o monitoramento da condição da superfície dos pavimentos rodoviários."** *Boletim de Ciências Geodésicas* 18 (2012): 397-420.
- SANO, E. E ; BEZERRA, H. S.; BARCELLOS, A. O. ; ROSA, R. **Metodologias para mapeamento de pastagens degradadas no cerrado**. Embrapa Cerrados - Boletim de pesquisa e desenvolvimento (infoteca-e) (2002). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/559112/1/bolpd70.pdf>. Acesso em 20 jan. de 2022.
- UFG, Universidade Federal de Goiás - **Atlas da Pastagem**. Disponível em: <https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>. Acesso em: 11 fev. 2022.