



## **DADOS MAPEAMENTO DA QUALIDADE DE PASTAGEM BRASILEIRA ENTRE 2000 E 2020**

Documento produzido pela equipe do Núcleo de Pesquisa em Pastagem do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig), da Universidade Federal de Goiás (UFG), coordenado pelo professor Laerte Guimarães Ferreira. Este e outros métodos dos dados referentes às pastagens brasileiras estão disponíveis na plataforma [Atlas das Pastagens](#).

Goiânia, janeiro de 2022.



## 1. Contextualização

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, além de ser o segundo maior produtor e o maior exportador de carne (IBGE, 2020). Essa posição de destaque é garantida por uma produção pecuária predominantemente extensiva com a maior parte do rebanho bovino sustentado a pasto (Dias-Filho, 2011). Por esta razão, as pastagens ocupam grande extensão territorial de aproximadamente 20% do território nacional (Parente et al., 2019). Nas últimas décadas houve crescimento acentuado na atividade pecuária, que até a década de 2020 foi acompanhado por grande expansão nas áreas ocupadas por pastagens (Vieira-Filho e Fishlow, 2017; Parente et al., 2019), evidenciando a importância das pastagens para manutenção da produtividade pecuária.

Nesse contexto, a compreensão dos padrões espaço-temporais na qualidade desta classe de uso da terra pode contribuir para ganhos em eficiência no uso do território brasileiro. O sensoriamento remoto orbital é fundamental nesse processo, possibilitando avaliações das mudanças de uso e cobertura da terra, o monitoramento da dinâmica da área coberta por pastagens, e a realização de análises qualitativas nesse uso da terra. Nesse contexto, várias iniciativas com o objetivo de avaliar a qualidade de pastagens utilizam dados obtidos por sensoriamento remoto e são conduzidas em escalas regionais (e.g. Andrade *et al.*, 2013) ou que abrangem biomas (e.g. Pereira *et al.*, 2018) e, em alguns casos, o território nacional (e.g. Aguiar *et al.*, 2017; Arantes *et al.*, 2018). Entretanto, ainda não existia uma série mapas de qualidade das pastagens em nível nacional que permitisse compreender as dinâmicas deste tipo de uso da terra.

Nesse contexto, desenvolvemos uma abordagem de análise para o mapeamento e monitoramento da qualidade das pastagens, por meio de índices de



vegetação obtidos a partir de sensores orbitais, e a aplicamos em todas as áreas classificadas como pastagens no país nos anos de 2000 a 2020.

## 2. Abordagem de análise

### 2.1. Classificação da qualidade de pastagens

A classificação da cobertura do solo em pastagem foi obtida de estudo que mapeou e analisou a dinâmica das áreas de pastagens no Brasil no período de 1985 a 2020 (ver Parente *et al.*, 2019). Para esta classificação, considerou-se todo o acervo de dados dos satélites Landsat correspondente ao período mapeado, e utilizou-se o classificador *Random Forest*, que é um algoritmo de aprendizado de máquinas, treinado a partir de 31,4 mil pontos inspecionados visualmente.

A qualidade de pastagens brasileiras foi estimada com base na classificação inicialmente proposta por Gao *et al.*, (2006). Posteriormente, adequações foram feitas neste método em três estudos no Brasil que avaliaram: o estado de degradação de pastagens em três microbacias hidrográficas no estado de São Paulo (Andrade *et al.*, 2013); a caracterização da dinâmica anual das pastagens em uma bacia hidrográfica em Minas Gerais (Pereira *et al.*, 2018 [luís]); e a dinâmica da qualidade das pastagens em assentamentos rurais em Goiás (Gosch *et al.*, 2020).

A classificação da qualidade de pastagens em todo o território brasileiro utilizada neste trabalho foi composta por três etapas sequenciais: (1) *Pré-processamento* dos índices de vegetação com o objetivo de melhorar a consistência temporal e remover possíveis anomalias que possam vir a atrapalhar na determinação do estado de degradação das pastagens ao longo da série. Nessa etapa foram preenchidos os *gaps* de informação ([TMWM](#)) e removidos os efeitos de sazonalidade dos dados ([STL](#)); (2) Estratificação das imagens de cada ano analisado, em *Classes de Degradação das Pastagens*; (3) Comparação dos mapas classificados para análise da dinâmica das classes entre os anos.



## 2.2. Pré-processamento

A classificação do estado da pastagem foi baseada em valores EVI - *Índice de Vegetação Melhorado*, disponibilizado pelo produto MODIS MOD13Q1 (Huete *et al.*, 2002). Índices de vegetação apresentam correlação positiva com o vigor da vegetação (equação 1). Por isso, índices de vegetação têm sido utilizados para avaliar o estado de degradação e para estimativas de biomassa em pastagens (Eckert *et al.*, 2014; Pereira *et al.*, 2018; Gargiulo *et al.*, 2020).

Equação 1

$$EVI = G * \frac{NIR - RED}{NIR + C1 * RED - C2 * BLUE + L}$$

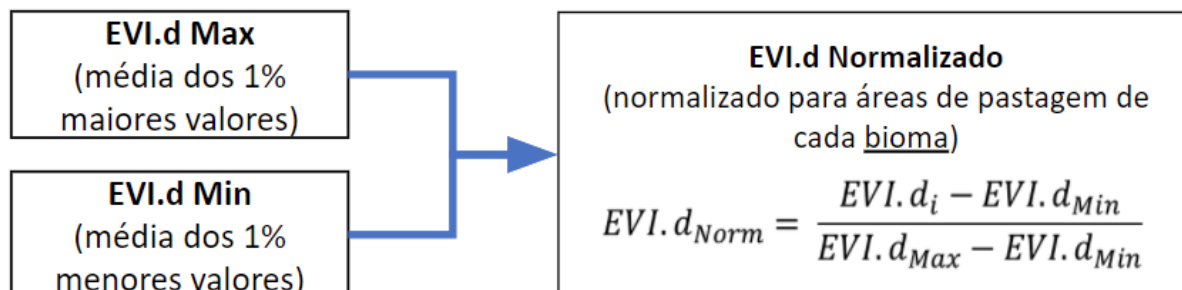
Onde *EVI* é o índice de vegetação por melhorado; *NIR* é a reflectância da radiação eletromagnética no espectro infravermelho próximo; *RED* é a reflectância da radiação eletromagnética no espectro de luz vermelha; *C1* e *C2* são coeficientes de resistência a aerossóis; e *L* é o ajuste de fundo do dossel, que trata da transferência não linear de radiação NIR e RED através de um dossel. Os coeficientes adotados no processamento dos dados MODIS-EVI são; *L* = 1, *C1* = 6, *C2* = 7,5 e *G* (fator de ganho) = 2,5.

Para classificar as áreas de pastagens no período analisado (i.e. 2000 a 2020) foram usados dados MOD13Q1 EVI anuais produzidos com médias bimestrais normalizadas.

## 2.3. Classes de degradação das Pastagens

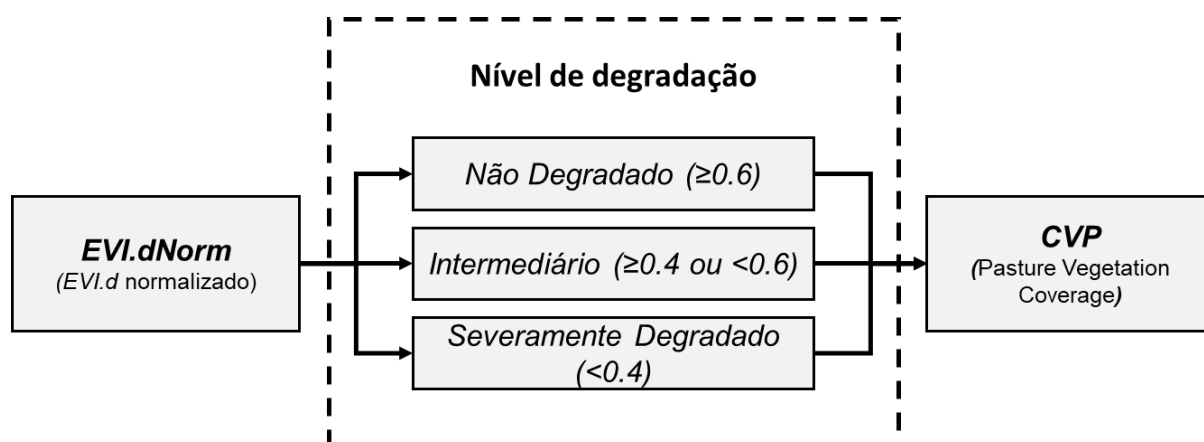
As imagens das médias anuais de EVI foram normalizadas por biomas para reduzir as diferenças esperadas nos valores deste parâmetro em resposta às condições edafoclimáticas, o que torna o índice equivalente entre os diferentes biomas (equação 2).

## Equação 2



Onde  $EVI.d_{Norm}$  é o  $EVI.d$  normalizado, com escala entre 0 e 1;  $EVI.d$  é o Índice de Vegetação Melhorado "dessazonalizado";  $EVI.d_{Min}$  é a média de 1% dos menores valores de todos os dados de  $EVI.d$  na unidade de análise e o  $EVI.d_{Max}$  é a média de 1% dos maiores valores na unidade de análise.

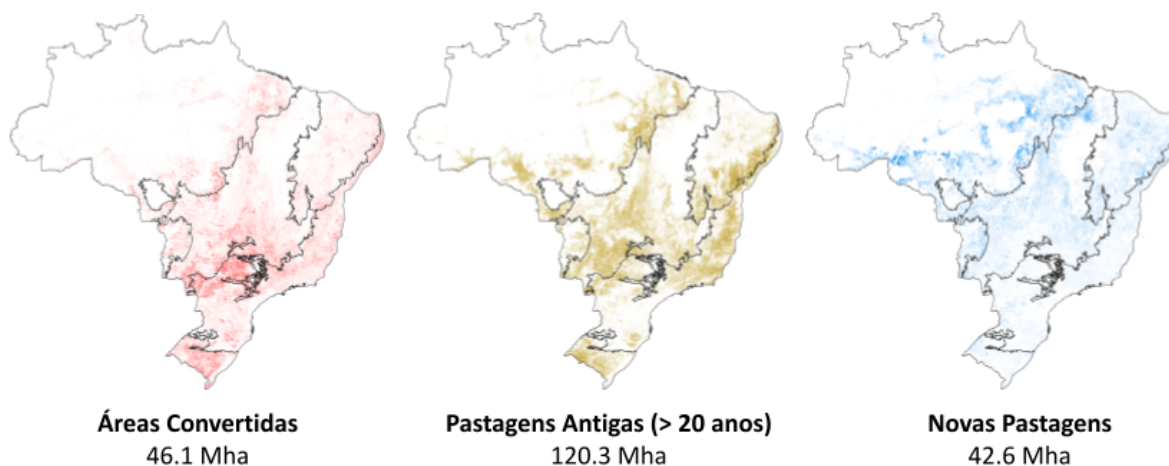
As imagens anuais de  $EVI.d_{Norm}$  resultantes foram estratificadas em classes de estado de degradação das pastagens. Andrade *et al.*, (2013) avaliaram quatro classes de estado de degradação das pastagens: (*Ausente* [ $> 0,6$ ], *Leve* [ $>0,5$  e  $\leq 0,6$ ], *Moderada* [ $>0,4$  e  $\leq 0,5$ ] e *Severa* [ $\leq 0,4$ ]), e concluíram que o método é eficaz em identificar as classes *Ausente* e *Severa*, entretanto não distingue as classes *Leve* e *Moderada* entre si. Portanto, agrupamos as classes *Leve* e *Moderada* de forma a trabalharmos com apenas as três classes de estado de degradação em que o método mostrou eficácia em distinguir (*Não Degradado* [ $>0,6$ ], *Intermediário* [ $>0,4$  e  $\leq 0,6$ ] e *Severamente Degradado* [ $\leq 0,4$ ]) (figura 1). As classes de degradação, daqui por diante serão referidas pelas siglas D0 (*Não Degradado*), D1 (*Intermediário*), D2 (*Severamente Degradado*).



**Figura 1.** Fluxograma que ilustra a estratificação do *EVI.dNorm* (*EVI.d* normalizado) em três classes de estado de degradação - *Ausente*, *Intermediária* e *Severa*.

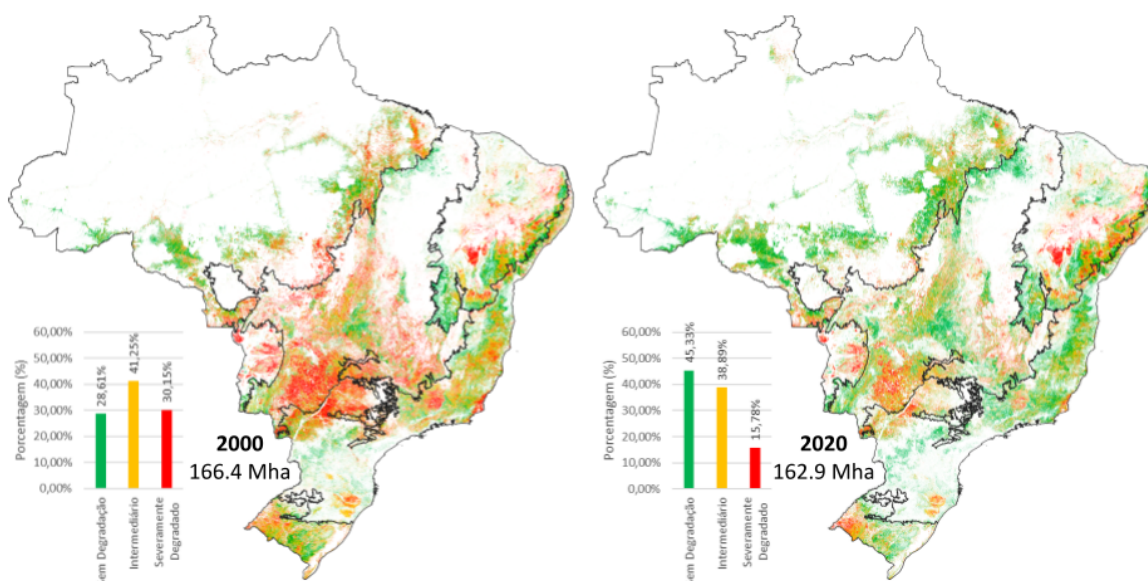
### 3. Dinâmica espaço-temporal da qualidade de pastagens no Brasil

A estimativa das áreas cobertas por pastagem em 2000 e 2020 resultou em valores similares, um total de ~166,4 Mha e 162,9 Mha, respectivamente, ou seja, houve uma redução de 3,5 Mha na área classificada como pastagem no período deste estudo (figura 2). Por outro lado, uma superfície equivalente a 46,1 Mha deixou de ser classificada como pastagem em 2020, ou seja, foi convertida em outros usos ou coberturas, enquanto 42,6 Mha foram incorporados a esta classe de uso da terra neste mesmo ano.



**Figura 2** Áreas ocupadas por pastagens no Brasil em 2000 e 2020(<https://atlasdaspastagens.ufg.br>). [46,1 Mha (milhões de hectares) deixaram de ser pastagem entre em 2000 e 2020; 120,3 Mha mapeados em 2000 e 2020 se mantiveram pastagem; 42,6 Mha novas pastagens foram mapeadas entre 2000 e 2020]

A discriminação das áreas de pastagem em classes permitiu-nos perceber que, apesar da pequena variação na cobertura total de pastagem entre 2000 e 2020, houve uma mudança acentuada entre as classes de estado de degradação. Em 2000 a área classificada como *Não Degradado* (D0) correspondeu a 28,61% das pastagens, enquanto 41,25% foi classificada como *Intermediário* (D1) e 30,15% como *Severamente Degradado* (D2) (figura 3). Todavia, as proporções de D0, D1 e D2 ao final do período avaliado foram de, respectivamente, 45,33%, 38,89% e 15,78%. Ou seja, observamos um aumento na área ocupada por pastagens com melhor qualidade, pois houve incremento em 2020 em D0 (de 47,6 para 73,9 Mha), e uma redução em D1 (de 68,6 para 63,3 Mha) e em D2 (de 50,2 para 25,7 Mha).



**Figura 3.** Área de pastagem no Brasil, classificadas em três classes de estado de degradação (D0: Não Degradado, D1: Intermediário e D2: Severamente Degradado), para os anos de 2000 e 2020.

## Referências

Aguiar, D.; Mello, M.; Nogueira, S.; Gonçalves, F.; Adami, M.; Rudorff, B. MODIS Time Series to Detect Anthropogenic Interventions and Degradation Processes in Tropical Pasture. *Remote Sens.* **2017**, *9*, 73.

Andrade, R.; Rodrigues, C.; Sanches, Torresan, F.; Quartaroli, C. Uso de técnicas de sensoriamento remoto na detecção de processos de degradação de pastagens. *Eng. na Agric.* **2013**, *21*, 234–243.

Arantes, A.; Couto, V.; Sano, E.; Ferreira, L. Livestock intensification potential in Brazil based on agricultural census and satellite data analysis. *Pesq. Agrop. Bras.* **2018**, *53*, 1053–1060.

Dias-Filho, M.B. *Degradação de Pastagens: Processos, Causas e Estratégias de Recuperação*, 4th ed.; Embrapa Amazônia Oriental: Belém, Brazil, **2011**; p. 215.

Eckert, S.; Hüsler, F.; Liniger, H.; Hodel, E. Trend analysis of MODIS NDVI time series for detecting land degradation and regeneration in Mongolia. *J. Arid Environ.* **2015**, *113*, 16–28.





Gao, Q.; Li, Y.; Wan, Y.; Lin, E.; Xiong, W.; Jiangcun, W.; Wang, B.; Li, W. Grassland degradation in Northern Tibet based on remote sensing data. *J. Geogr. Sci.* **2006**, 16, 165–173.

Gargiulo, J.; Clark, C.; Lyons, N.; Veyrac, G.; Beale, P.; Garcia, S. Spatial and temporal pasture biomass estimation integrating electronic plate meter, planet cubesats and sentinel-2 satellite data. *Remote Sens.* **2020**, 12, 1–16.

Gosch, M.; Parente, L.; Ferreira, N.; Oliveira, A.; FERREIRA, L. Pastagens degradadas, uma herança dos imóveis rurais desapropriados para os assentamentos rurais do Cerrado goiano. *Rev. Campo-Território.* **2020**, 15, 202–229.

Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, v. 83, n. 1–2, p. 195–213, **2002**.

IBGE, *Pesquisa Pecuária Municipal*. <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2019>, Acesso em dez-2020, **2021**.

Parente, L.; Mesquita, V.; Miziara, F.; Baumann, L.; Ferreira, L. Assessing the pasturelands and livestock dynamics in Brazil, from 1985 to 2017: A novel approach based on high spatial resolution imagery and Google Earth Engine cloud computing. *Remote Sens. Environ.* **2019**, 232, 111301.

Pereira, L.; Ferreira, C.; Guimarães, R. Manejo, Qualidade E Dinâmica Da Degradação De Pastagens Na Mata Atlântica De Minas Gerais - Brasil. *Nativa*, **2018** 6, 370.

Pereira, O.; Ferreira, L.; Pinto, F.; Baumgarten, L. Assessing Pasture Degradation in the Brazilian Cerrado Based on the Analysis of MODIS NDVI Time-Series. *Remote Sens.* **2018**, 10, 1761.

Vieira-Filho e Fishlow, *Agricultura e Indústria no Brasil Inovação e Competitividade*, Brasília, IPEA **2017**. p305