

# PASTAGENS COMO PAISAGENS ALTERNATIVAS: IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL PARA A EXPANSÃO AGRÍCOLA E RESTAURAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA NO BIOMA CERRADO

Sérgio H. de M. Nogueira<sup>1</sup>, Leandro L. Parente<sup>2</sup>, Lana M. S. Teixeira<sup>3</sup>, Laerte Guimarães Ferreira<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG), UFG, CAMPUS II Samambaia, Goiânia – GO, Brasil, <sup>1</sup>serque@gmail.com; <sup>2</sup>leal.parente@gmail.com; <sup>3</sup>lanamarast@gmail.com; <sup>4</sup>laerte@ufg.br

## RESUMO

O Brasil é o país com a maior área de vegetação nativa desmatada por ano, também é um dos maiores produtores e exportadores de carne e soja do mundo. Essa ambiguidade revela a sua importância diante dois temas relevantes e globais: sustentabilidade ambiental e segurança alimentar. Este trabalho avaliou o potencial das pastagens como reservas de terras para a expansão das lavouras de grãos sem a necessidade de novos desmatamentos. Verificou-se que existem ~17 Mha de pastagens com condições climáticas, topográficas e de infraestrutura favoráveis à produção de grãos. Restringindo as condições para as pastagens localizadas em Latossolos, foi avaliado que ~12 Mha estão aptos para receber lavouras de grãos.

**Palavras-chave** — Expansão agrícola, Cerrado, Grãos, Pecuária

## ABSTRACT

*Brazil is the country with the largest area of native vegetation deforested per year; it is also one of the largest producers and exporters of meat and soy in the world. This ambiguity reveals its importance in the face of two relevant and global issues: environmental sustainability and food security. This work evaluated the potential of pastures as land reserves for the expansion of grain crops without the need for new deforestation. It was found that there are ~17 Mha of pastures with favorable climatic, topographical and infrastructure conditions for grain production. Restricting the conditions for the pastures located in Latosols, it was evaluated that ~12 Mha are able to receive grain crops.*

**Key words** — Agricultural expansion, Cerrado, Grains, Livestock

## 1. INTRODUÇÃO

Uma parcela considerável da produção agrícola brasileira ocorre no Cerrado brasileiro. No ano de 2020, ~57% das lavouras de soja, ~42% das terras agrícolas e ~30,42% das pastagens brasileiras encontravam-se neste bioma (SOUZA et al., 2020;). Esse protagonismo está relacionado com a intensificação das ações estatais e particulares, que na década de 70 favoreceu a expansão da

fronteira agrícola dentro do bioma (SILVA et al., 2013). A convergência de diferentes fatores, como a presença condições edafoclimáticas que puderam ser superadas com o desenvolvimento de cultivares adaptados às condições ambientais deste bioma (EMBRAPA, 2014), a infraestrutura existente (GARRETT; LAMBIN; NAYLOR, 2013) e a implantação de políticas públicas aliada a investimentos privados, favoreceu a consolidação do agronegócio nesta região.

Frente aos avanços crescentes da atividade agropecuária, em um contexto de fragilidades ambientais cada vez mais pronunciadas, tem sido mais frequente discussões envolvendo a redução do desmatamento e o desenvolvimento de arranjos espaciais ambientalmente sustentáveis e economicamente produtivos.

Neste sentido, o presente estudo tem o objetivo de discutir, no contexto das pastagens, a disponibilidade de reservas de terra para este processo de expansão e intensificação da produção agropecuária no Cerrado. Para tal, assumindo um cenário de desmatamento zero, e considerando diferentes variáveis socioeconômicas e ambientais, um modelo foi criado a partir da proposta de uma nova metodologia para a espacialização simultânea de três dinâmicas de uso da terra: restauração da vegetação nativa, expansão agrícola sobre áreas de pastagem e intensificação da pecuária em áreas convertidas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O modelo proposto de simulação da dinâmica de uso verificou a hipótese de que é possível expandir a produção agrícola e manter o nível de produção da atividade pecuária sem a supressão da vegetação nativa. Assim, a concepção do modelo assumiu que essa expansão deveria ser alocada apenas nas atuais áreas de pastagens. O modelo também adotou a premissa de que as áreas de pastagem com o custo de oportunidade mais elevado seriam priorizadas para a conversão em agricultura. Contudo, para haver conversão, o município deveria recompor todo o seu passivo ambiental.

Dessa forma, as áreas com o custo de oportunidade mais baixo seriam utilizadas para essa recomposição. Para que a produção pecuária permanecesse inalterada, as áreas de pastagem em cada município seriam destinadas à expansão agrícola até que o dobro da sua lotação bovina fosse alcançado.

A paisagem do bioma Cerrado foi representada por um mapa de uso e cobertura do solo referente ao ano de 2018, no formato raster e com resolução espacial de 30 metros (TERRACCLASS, 2021). A partir deste mapa, as classes “Pastagem” e “Vegetação Natural” foram mantidas para compor a paisagem de entrada do modelo. As classes “Cultural Anual de 1 Ciclo” e “Cultura Anual com mais de 1 Ciclo” foram agrupadas na classe “Agricultura”. O passivo ambiental de cada município foi estimado a partir do cruzamento entre as áreas de Reserva Legal e APP, presentes no CAR (Cadastro Ambiental Rural), com o mapa de uso e cobertura do Terraiclass Cerrado de 2018. Assim, toda área de Reserva Legal e APP com uso antrópico foi considerada como sendo um passivo.

A organização e a integração dos dados foram realizadas em três etapas. A primeira se constituiu da elaboração de uma camada, composta por valores discretos, que identificou as áreas de pastagem com condições de precipitação, altitude e declividade, disponíveis para a expansão da agricultura de grãos nas proximidades das áreas agrícolas já existentes. Na segunda etapa foi criada uma camada, composta por valores contínuos, que buscou refletir o custo de oportunidade presente nas áreas de pastagens. Na terceira etapa foram definidas as áreas de pastagem destinadas à expansão agrícola, à recomposição do passivo ambiental e às ações prioritárias para a intensificação da atividade pecuária.

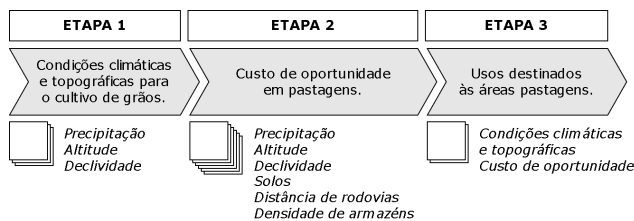


Figura 1. Etapas do modelo de destinação de áreas de pastagem para expansão agrícola, restauração da vegetação nativa e intensificação pecuária no bioma Cerrado.

O modelo proposto considerou a proximidade espacial de lavouras já existentes como um fator determinante para determinar as condições climáticas e topográficas para o estabelecimento de novas áreas agrícolas. Essas condições foram determinadas com o auxílio de uma grade regular com 71.225 blocos regulares de 0,05° x 0,05° (~5,4 km x 5,4 km). Em cada um destes blocos, foi calculada a média e o desvio padrão dos valores de precipitação, altitude e declividade presentes nas respectivas áreas agrícolas.

Considerando a média ( $\bar{x}$ ) e o desvio padrão ( $\sigma$ ) de cada variável no bloco, foram calculados os respectivos valores de  $P_{min}$  (valor de precipitação mínimo),  $P_{max}$  (valor de precipitação máximo),  $A_{min}$  (valor de altitude mínimo),  $A_{max}$  (valor de altitude máximo) e  $D_{max}$  (valor de declividade máximo) (equações 1, 2, 3, 4 e 5). Considerando que não existe restrição mínima de declividade para a agricultura

mecanizada, o valor de  $D_{min} = 0$  foi considerado sendo o mesmo em todos os blocos com agricultura.

$$P_{min} = \bar{x} - 2\sigma \quad (1)$$

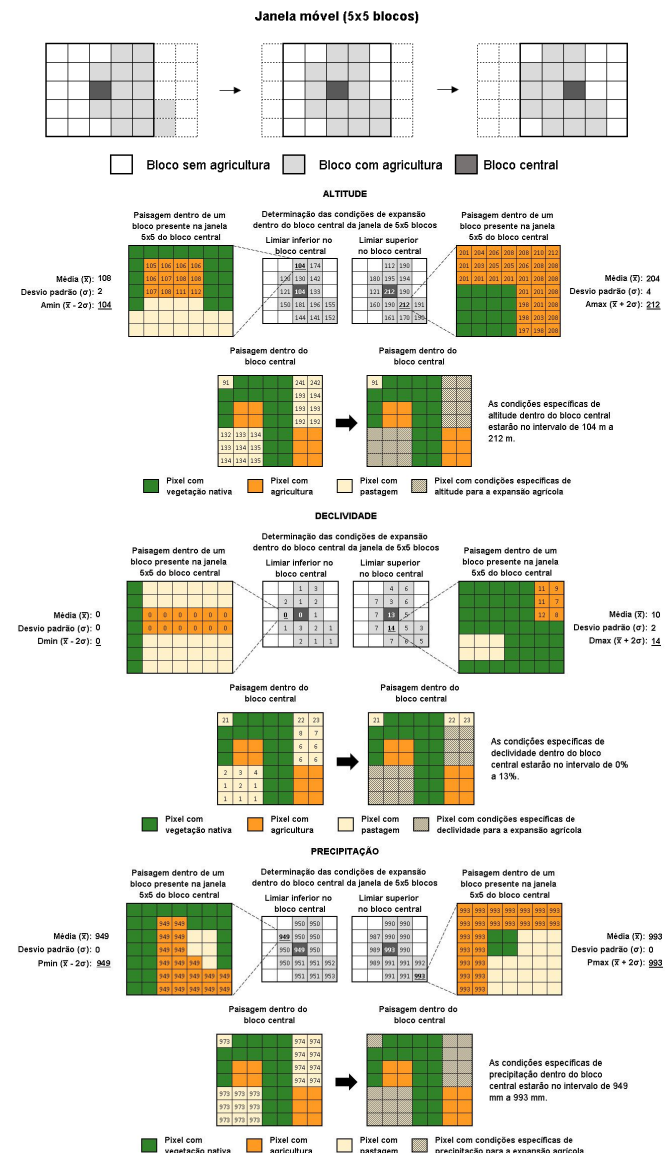
$$P_{max} = \bar{x} + 2\sigma \quad (2)$$

$$A_{min} = \bar{x} - 2\sigma \quad (3)$$

$$A_{max} = \bar{x} + 2\sigma \quad (4)$$

$$D_{max} = \bar{x} + 2\sigma \quad (5)$$

Em seguida, uma janela móvel de 5 x 5 blocos foi aplicada para todos os blocos da grade regular gerada. Cada bloco central dessa janela assumiu os valores mínimo e máximo de  $P_{min}$ ,  $P_{max}$ ,  $A_{min}$ ,  $A_{max}$ ,  $D_{min}$  e  $D_{max}$  encontrados na respectiva vizinhança de 5 x 5 blocos. Os valores obtidos com a aplicação da janela móvel definiram as condições topográficas e climáticas para a expansão agrícola em cada bloco.



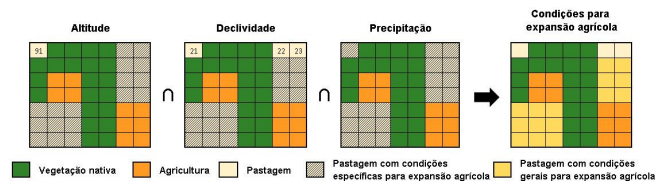


Figura 2. Obtenção das condições de altitude, declividade e precipitação em uma janela móvel de 5 x 5 blocos.

Na segunda etapa, uma camada com valores contínuos correspondente a um proxy do custo de oportunidade da terra foi construída a partir da aplicação do método de Pesos de Evidências (AGTERBERG; BONHAM-CARTER, 1990), implementado no software Dinamica EGO (SOARES-FILHO; CERQUEIRA; PENNACHIN, 2002). Este método permite inferir a influência de cada categoria (ou faixa de valores) de uma determinada variável (e.g., altitude) nas probabilidades espaciais de uma determinada transição de uso do solo (e.g., pastagem para agricultura).

Desta forma, a camada gerada teve o propósito de estabelecer uma relação gradual de quais seriam os pixels com mais chances (ou menos chances) de serem convertidos em agricultura. As variáveis utilizadas na sua construção foram “Distância de rodovias”, “Densidade de Armazéns”, “Precipitação Acumulada Anual Média”, “Declividade”, “Altitude” e “Solos” (Figura 3).

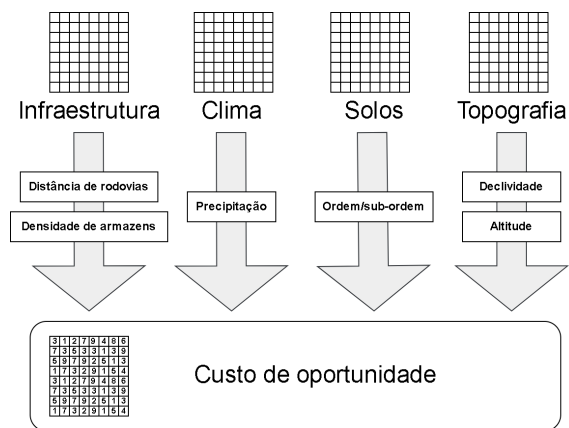


Figura 3. Variáveis climáticas, edáficas, topográficas e logísticas utilizadas na composição do custo de oportunidade das áreas de pastagem no bioma Cerrado.

A partir da interação entre a camada com as condições de expansão agrícola e a camada com o custo de oportunidade, foram identificadas as áreas de pastagens destinadas à expansão agrícola, restauração da vegetação nativa e ações prioritárias para a intensificação da atividade pecuária.

Neste modelo, consideramos a premissa de que a restauração da vegetação nativa deveria ocorrer nas áreas com o custo de oportunidade mais baixo (dentro ou fora das áreas de Reserva Legal e APP). As áreas de pastagem destinadas à expansão agrícola foram selecionadas a partir

dos pixels com o custo de oportunidade mais alto até que metade da área total de pastagem observada no ano de 2018 do município fosse alcançada.. Os pixels que apresentaram condições para a expansão agrícola, mas permaneceram como pastagem, foram rotulados como prioritários para ações de intensificação da atividade pecuária.

### 3. RESULTADOS

O resultado deste modelo (Figura 4) apontou que 16.884.978 ha (32% do total de pastagens presentes no bioma) poderiam ser destinados à expansão agrícola. Restringindo as condições para pastagens localizadas em Latossolos, foi avaliado que ~12 Mha estão aptos para receber lavouras de grãos. Essa expansão seria concomitante à restauração de 5.262.811 ha de vegetação nativa e ao processo de intensificação da pecuária, cujo tamanho do rebanho ~54,3 milhões de UA seria alocado em 36.477.193 ha, representando um aumento de ~0,92 UA/ha para ~1,5 UA/ha para o limite do bioma Cerrado.

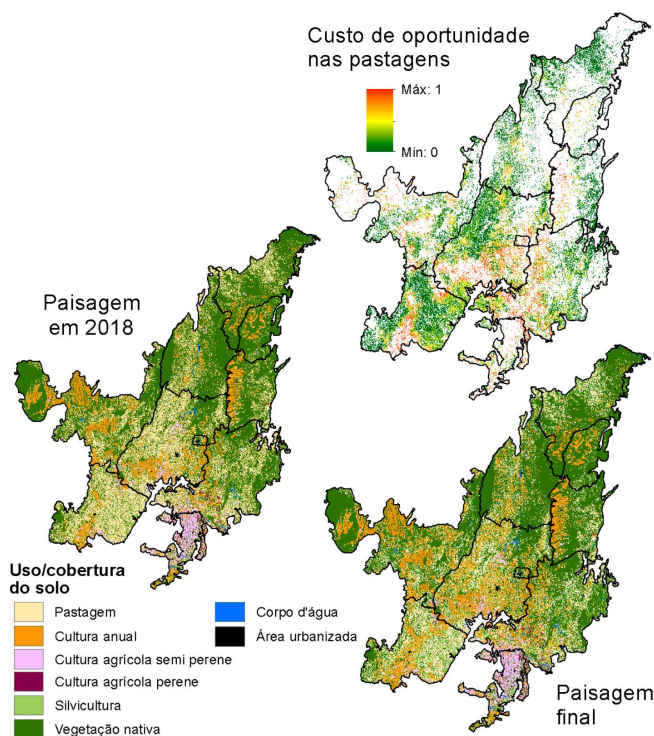


Figura 4. Custo de oportunidade estimado nas áreas de pastagens, paisagem no bioma Cerrado antes da execução (2018) e após a execução do modelo (paisagem final).

Considerando as áreas destinadas à expansão agrícola, os valores médios de precipitação, altitude e declividade seriam de, respectivamente, 965 mm, 541 m e 3,9%. Os intervalos totais valores de precipitação e altitude para a área de aptidão agrícola, corresponderam a 471 mm e 1295 mm; 23 m e 1369 m. A maior parte dessa expansão ocorreria em Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho -Amarelo (Tabela 1)



Solo (Ordem e Subordem)	Área de pastagem destinada à expansão agrícola (ha)
Latossolo Vermelho	8.283.596
Latossolo Vermelho-Amarelo	3.317.562
Neossolo Quartzarênico	1.256.569
Cambissolo Háplico	1.022.005
Plintossolo Pétrico	848.356
Argissolo Vermelho-Amarelo	634.365
Latossolo Amarelo	502.220
Argissolo Vermelho	357.127
Neossolo Litólico	170.059
Nitossolo Vermelho	162.284

Tabela 1. Área destinada à expansão agrícola por tipo de solo.

#### 4. DISCUSSÃO

A área de pastagem com potencial de expansão de lavouras temporárias de grãos no Cerrado (16.884.978 ha) é superior à área equivalente à expansão de grãos no período de 2001 a 2019 (10,67 Mha) (RUDORFF; RISSO, 2020). Também ultrapassa o incremento total em áreas agrícolas, projetado pelo MAPA, para o cultivo de grãos (i.e., soja, milho, algodão, feijão e arroz) em todo o território brasileiro até o ano de 2030 (15,74 Mha) (MAPA, 2021). Considerando apenas a soja, essa estimativa é de ~13 Mha. No entanto, a restrição do resultado do modelo proposto neste estudo para as áreas de Latossolo (12.103.378 ha) seria insuficiente para agregar estas projeções.

Destaca-se assim que a expansão agrícola no Cerrado poderia viabilizar, junto com o melhor aproveitamento das pastagens nos outros biomas, um aumento da produção de grãos em consonância com o cumprimento de compromissos ambientais assumidos internacionalmente.

Considerando que este modelo incorporou métricas de infraestrutura e foi aplicado para distâncias variáveis de até 22 km de lavouras temporárias já existentes no ano de 2018, conclui-se que existem condições para uma expansão sem a necessidade de grandes mudanças na configuração espacial e logística do setor agropecuário. No entanto, o aumento da produção agrícola demandaria uma maior disponibilidade de silos e armazéns nestas regiões.

O desenvolvimento da infraestrutura e o incremento nas ofertas de insumos e de assistência técnica nos municípios com expansão agrícola também podem favorecer a tecnificação e a adoção, por parte do produtor, de manejos mais intensificados e ambientalmente sustentáveis nas respectivas áreas de pastagem.

Um aumento da produtividade também poderia trazer potenciais ganhos para a indústria frigorífica, reduzindo assim uma eventual ociosidade na capacidade de abate e aumentando potenciais ganhos logísticos nas suas respectivas áreas de influência. Nesse contexto, ressalta-se a importância do acesso ao crédito rural e à assistência técnica rural na adoção de novas técnicas por parte do produtor,

principalmente na substituição de pastagem por lavouras temporárias.

#### 5. CONCLUSÕES

Considerando a extrapolação das condições de precipitação, altitude e declividade observadas nas áreas agrícolas mapeadas no ano de 2018, este estudo apresentou uma nova proposta de estimativa de uso futuro (i.e., expansão agrícola, intensificação da pecuária e restauração da vegetação nativa), nas áreas ocupadas por pastagem.

Considerando tais condições nas áreas de Latossolos, afirma-se que ~76,4% da expansão de grãos estimada pelo MAPA para 2030/31 poderia ser alocada nas pastagens do bioma Cerrado. No que tange a produção de soja, o bioma conseguiria abrigar ~92% das novas lavouras sem a necessidade de supressão da vegetação nativa e com recuperação de 99,26% do seu passivo ambiental.

#### 8. REFERÊNCIAS

- [1] SOUZA, C. M. et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with landsat archive and earth engine. *Remote Sensing*, v. 12, n. 17, p. 2735, 1 set. 2020.
- [2] SILVA, E. B. DA et al. A expansão da fronteira agrícola e a mudança de uso e cobertura da terra no centro-sul de Goiás, entre 1975 e 2010 - DOI 10.5216/ag.v7i2.15660. *Ateliê Geográfico*, v. 7, n. 2, p. 116–138, ago. 2013.
- [3] EMBRAPA. *Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil*. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2014.
- [4] GARRETT, R. D.; LAMBIN, E. F.; NAYLOR, R. L. Land institutions and supply chain configurations as determinants of soybean planted area and yields in Brazil. *Land Use Policy*, v. 31, p. 385–396, 2013.
- [5] TERRACLASS. *TerraClass Cerrado 2018*, 2021.
- [6] AGTERBERG, F. P.; BONHAM-CARTER, G. F. Deriving weights of evidence from geoscience contour maps for the prediction of discrete events. *XXII Int. Symposium AP-COM. Anais... Em: XXII INT. SYMPOSIUM AP-COM*. 1990.
- [7] SOARES-FILHO, B. S.; CERQUEIRA, G. C.; PENNACHIN, C. L. dinâmica—a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier. *Ecological Modelling*, v. 154, n. 3, p. 217–235, 2002.
- [8] RUDORFF, B.; RISSO, J. Análise Geoespacial da Soja no bioma Cerrado: dinâmica de expansão, aptidão agrícola da soja, sistema e avaliação para compensação financeira (2001 a 2019). Florianópolis: Agrosatellite Geotecnologia Aplicada Ltda., 2020.
- [9] MAPA. *Projeções do Agronegócio: 2020/2021 a 2030/2031*. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento., 2021.