

# PAISAGEM E POPULAÇÃO EM ÁREAS DE DESMATAMENTO DO CERRADO BRASILEIRO: O CASO DO CERRADO BAIANO

Tainá Oliveira Assis<sup>1</sup> e Silvana Amaral<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, CP515, 12227-010, SJC, SP, Brasil, taina.assis@inpe.br, silvana@dpi.inpe.br

## RESUMO

O bioma Cerrado brasileiro detém as maiores taxas de desmatamento do Brasil. Disto suscita a necessidade de caracterizar as fronteiras entre as atividades humanas e os remanescentes deste bioma. Este trabalho caracteriza a paisagem e as condições socioeconômicas no cerrado Baiano onde atualmente ocorre a maior perda de Cerrado. Dados do Censo IBGE e TerraClass Cerrado foram utilizados em análise de cluster para detectar agrupamentos na paisagem, nos padrões socioeconômicos e nas duas abordagens consideradas conjuntamente. Três agrupamentos de paisagem predominaram, caracterizando diferentes estágios de fragmentação. Quatro grupos socioeconômicos foram preponderantes, de acordo com graus de desenvolvimento e distribuição de renda. Observadas conjuntamente, paisagem e socioeconomia, o número de agrupamentos diminuiu e expressou dependência das variáveis de paisagem. A caracterização dos padrões de fragmentação de paisagem e perfis socioeconômicos em região de fronteira do desmatamento são básicas para estratégias de monitoramento e ordenação do Cerrado.

**Palavras-chave** — fronteira, cerrado, tipologias de paisagem, grupos socioeconômicos, análise de clusters.

## ABSTRACT

*Brazilian Cerrado has the highest rates of deforestation in Brazil. This raises the need to characterize the boundaries between human activities and the remnants of this biome. This work characterizes the landscape and the socioeconomic conditions in the Cerrado of Bahia, where the largest loss of Cerrado is currently occurring. We use data from the IBGE and TerraClass Cerrado in cluster analysis to detect clusters of landscape, socioeconomic patterns and the two approaches considered together. Three cluster of landscape predominated, characterizing different stages of fragmentation. Four socioeconomic groups were preponderant, according to degrees of development and distribution of income. Taken together, landscape and socioeconomic, the number of clusters decreased and expressed dependence on landscape variables. The characterization of landscape fragmentation patterns and socioeconomic profiles in the frontier region of*

*deforestation are basic for the monitoring and management strategies of the Cerrado.*

**Key words** — Landscape, socioeconomic, typology, frontier.

## 1. INTRODUÇÃO

O modelo tradicional de cultivo agrícola requer grandes extensões de terra e ocasiona avanço sobre áreas nativas [1]. Diferentes aspectos como o aumento da densidade demográfica, o aumento da demanda por alimentos, programas de incentivo ao desenvolvimento e construção de rodovias, vêm sendo indicados como propulsores da expansão da fronteira agrícola e do desmatamento [2].

No Cerrado, estima-se que até 2013, 50% de sua área original tenha sido transformado em áreas de uso antrópico [3]. A perda de vegetação nativa persiste e, para 2013, o PRODES Cerrado observou um incremento de 14.249,9 km<sup>2</sup> de área desmatada neste bioma [4, 5]. A conversão da vegetação nativa do cerrado para uso antrópico é a mais alta no Brasil comparativamente aos outros biomas [6]. Em 2013, por exemplo, o projeto PRODES mapeou 5.891 km<sup>2</sup> de incremento de desmatamento toda Amazônia Legal [7].

O Cerrado é um “hotspot de biodiversidade” [8]. Esta classificação baseia-se na biodiversidade, no grau de endemismo e no grau de ameaça nestas áreas [8]. Além da manutenção da biodiversidade, o Cerrado é relevante para o equilíbrio de ciclo biogeoquímico (pelo regime de fogo), e manutenção das condições socioeconômicas regionais, haja visto a concentração populacional e de produção agropecuária em seu território [7].

Neste contexto, pergunta-se, para uma área de fronteira agrícola, caracterizada por altas taxas de desmatamento no Cerrado: (1) quais os padrões de fragmentação da paisagem encontrados na região? (2) como é a distribuição da população e de suas características socioeconômicas? (3) os aspectos físicos (paisagem) e socioeconômicos definem regionalizações diferentes ou coincidentes? Ao se comparar espacialmente as tipologias de paisagem e perfis socioeconômicos, tem-se uma caracterização socioespacial que pode ser útil para planejamento e estratégias de conservação do cerrado em áreas de fronteira.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Área de Estudo

A área de estudo corresponde ao bioma Cerrado do estado da Bahia, que equivale a aproximadamente 27% do estado (151167,17 km<sup>2</sup>). Localizada na porção oeste do estado, a região registra precipitação média anual de 1500 mm e temperatura média anual de 24°C [9]. Predominam solos profundos, característica pedológica que somada à geomorfologia de planalto tornam a região propícia ao desenvolvimento e mecanização da agricultura [9].

De 2012 a 2013, o cerrado Baiano teve 9% de incremento de desmatamento, enquanto o incremento total do cerrado foi de 50% [5]. De acordo com o mapeamento TerraClass Cerrado [3], no limite do bioma Cerrado na Bahia, a classe vegetação natural ocupa 30,89% da área, seguida pelas classes Pastagem (16,20%) e Agricultura (14,69%, anual e perene) (Figura 1).

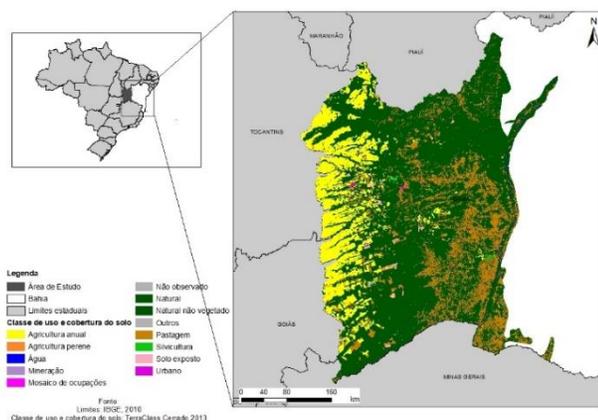


Figura 1. Localização da área de estudo: uso e cobertura do TerraClass Cerrado 2013 na Bahia.

## 2.2. Procedimentos Metodológicos

Para caracterizar a **estrutura da paisagem**, utilizou-se o mapeamento de uso e cobertura do solo do TerraClass Cerrado [3], sobre qual foram obtidas métricas de paisagem. As classes do TerraClass Cerrado foram mapeadas a partir de imagens do satélite Landsat 8, de 30m resolução espacial, para 2013. Para análise, foram utilizadas as classes Agricultura Perene, Mosaico de Ocupações, Pastagem, Silvicultura e Urbano. As classes Agricultura Anual e Solo Exposto foram agrupadas devido à sazonalidade entre os períodos de plantio da agricultura anual. As classes Natural e Natural Não Vegetado também foram agrupadas. As classes Água, Mineração, Outros e Não observado, por totalizarem 1% da área não foram analisadas.

Para análise da estrutura da paisagem foram calculadas quatro métricas: área núcleo, índice de proximidade, índice de forma e porcentagem de cada classe de uso e cobertura do solo. A área núcleo (AN) é a medida de interior dos fragmentos florestais, descartadas as áreas de bordas. Foram calculadas AN para distâncias a partir da borda de 100m, 250m e 500m. O índice de proximidade (IP) quantifica a distribuição espacial das manchas na paisagem a partir da sua relação de vizinhança [5]. O índice calcula a soma da

área de todas as manchas dentro de um dado raio a partir da borda da mancha avaliada. O IP foi calculado para todas as manchas da paisagem considerando raios a partir da borda de 500m e 1000m. O índice de forma (IF) é um indicador do efeito de borda na mancha e é avaliado através de uma relação de perímetro e área. IF foi calculado por:

$$IF = 0,25 \frac{p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}} \quad (1)$$

onde  $p_{ij}$  é o perímetro da mancha e  $a_{ij}$  é a área da mancha.

Para a **caracterização socioeconômica** da área de estudo foram consideradas as variáveis Gini, PIB per capita e IDHM obtidas do IBGE (2013) disponíveis por municípios. As variáveis de tamanho populacional e Razão de Sexo, obtidos do Censo Demográfico 2010 estão disponíveis por setor censitário [10]. O índice de Gini varia de 0 a 1, e quanto mais próximo de 1, mais desigual é a distribuição de renda do município. O PIB expressa a renda média total do município dividida pelo número de habitantes. O IDHM é um indicador de desenvolvimento humano que considera renda, educação e expectativa de vida. O tamanho populacional indica a população total, e a razão de sexo expressa a proporção de homens e mulheres por setor.

Para **redistribuir os dados** em um único suporte de representação espacial, os valores de todas as variáveis de paisagem e socioeconômicas computados para uma matriz com células de 15km x 15 km. O tamanho da célula foi definido empiricamente de modo a detectar os padrões presentes na paisagem avaliada. A transferência dos valores das variáveis para o ambiente celular foi feita por operações lógicas, de modo a manter a característica original do dado. As métricas de AN (100m, 250m e 500m), IP (500m e 1000m) e IF foram computadas por operador de média. Cada célula contém a média dos valores destes índices dos fragmentos em seu interior. Para a área das classes de uso e cobertura do solo utilizou-se o operador de porcentagem, de modo que cada célula contém a informação de porcentagem de cada classe em seu interior. Os dados socioeconômicos Gini, IDHM, PIB e Razão de sexo foram calculados através do operador de valor máximo. O tamanho da população foi inserido na célula através do operador de ponderação por área (Figura 2).

Para a **análise dos dados**, de modo a verificar a existência de agrupamentos, foi realizada uma análise de Cluster não hierárquica utilizando o método K-médias [11]. O número de agrupamentos (cluster) foi determinado a partir do  $r^2$  médio obtido através de análise de variância ANOVA one-way [11] para diferentes números de agrupamentos. O número final de agrupamentos foi determinado a partir do momento em que houve estabilização no ganho do quadrado médio a partir da inclusão de novos agrupamentos. Esta análise foi repetida para três situações: para verificação de agrupamentos de métricas de paisagem, para verificação de agrupamentos socioeconômicos e para verificação de agrupamentos a partir de variáveis socioeconômicas e de paisagem simultaneamente. Todos os dados foram normalizados para a análise.

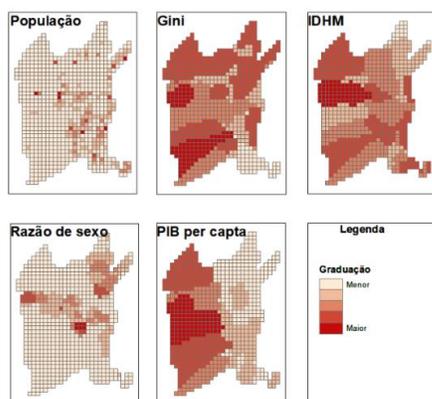


Figura 2. Indicadores para caracterização socioeconômica.

### 3. RESULTADOS

Os testes realizados para a ANOVA relativos aos agrupamentos das métricas de paisagem determinaram 10 agrupamentos. Para a análise dos dados socioeconômicos obteve-se sete agrupamentos. E para a análise conjunta das variáveis de Paisagem e Socioeconomia foram determinados 10 agrupamentos (Figura 3).

Quando considerado somente os dados de paisagem três grupos dominaram a classificação da região: Agrupamento 3 (5,97% da área total); Agrupamento 4 (26,30% da área); e Agrupamento 6 (63,79% da área). No Agrupamento 3 há dominância de vegetação natural e presença mais acentuada de pastagem. Os fragmentos possuem bordas mais arredondadas e menor IF. O Agrupamento 4 apresenta dominância de vegetação natural, fragmentos próximos e pequena porcentagem de pastagem ou agricultura anual. Comparativamente ao Agrupamento 3, no Agrupamento 4 há aumento da AN dos fragmentos florestais, caracterizando-se pela maior incidência de fragmentos maiores. O Agrupamento 6, apesar da dominância de floresta, há áreas antrópicas em níveis próximos aos de ambientes naturais, e maior ocorrência de áreas agrícolas.

Quanto aos agrupamentos socioeconômicos, quatro grupos dominaram: Agrupamento 1 (27,06 % da área); Agrupamento 2 (25,79 % da área); Agrupamento 3 (36,21% da área); e Agrupamento 6 (9,15 % da área). Os demais agrupamentos representaram individualmente menos de 1% da área avaliada, e por isso não serão analisados. O Agrupamento 1 corresponde à área de menor desenvolvimento socioeconômico: apresenta o menor IDHM da região, razão de sexo equilibrada; e valores de PIB, Gini e tamanho populacional dentro da média da região. A razão de sexo é equilibrada. O Agrupamento 2 possui valores de população, PIB e IDHM próximos à média, porém a menor desigualdade (Gini) da região. O Agrupamento 3 possui a maior população, o maior PIB, a maior desigualdade, maior proporção de homens relativo às mulheres e IDHM dentro da média da região. O Agrupamento 4 possui o segundo maior PIB entre as áreas

avaliadas, o melhor IDHM, maior proporção de mulheres que homens, e desigualdade dentro da média da região.

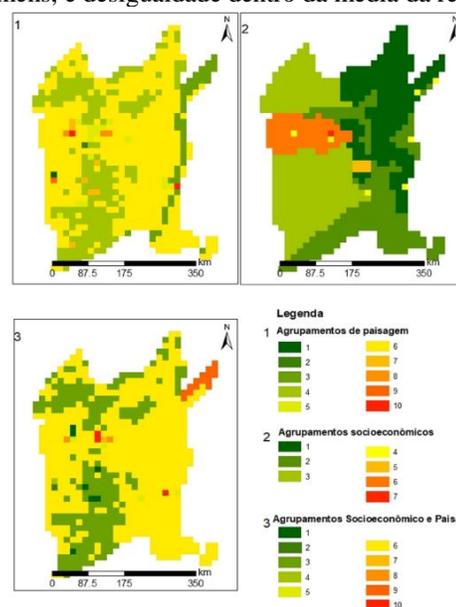


Figura 3. Agrupamentos das variáveis de paisagem (1); socioeconomia (2); e paisagem conjuntamente a socioeconômica (3), no Cerrado Baiano.

Quando consideradas simultaneamente as variáveis de paisagem e socioeconomia obteve-se 10 agrupamentos, semelhantes aos obtidos para somente as métricas de paisagem. Contudo, apenas três dos 10 agrupamentos dominam 97,6 % da área de estudo: Agrupamento 3 (27,19 %), Agrupamento 6 (68,49 %) e Agrupamento 9 (1,91 %). Pela similaridade, observa-se que a distribuição espacial destes agrupamentos foi condicionada pelos padrões de paisagem. No Agrupamento 3 há predomínio de áreas naturais com pouca fragmentação, observado principalmente na manutenção de altos níveis de AN. As variáveis socioeconômicas apresentaram valores equivalentes à média da região, sendo o único destaque para o desvio da razão de sexo, indicando maior porcentagem de mulheres. No Agrupamento 6 tem-se níveis intermediários de fragmentação, com maior contribuição das áreas de pastagem e agricultura. Os parâmetros socioeconômicos mantiveram-se na média dos demais grupos. Por fim, no Agrupamento 9 houve predomínio de áreas antrópicas, principalmente pastagens. Do ponto de vista socioeconômico, esta região apresentou o maior PIB das tipologias descritas.

### 4. DISCUSSÃO

A dominância do Agrupamento 6 no Cerrado da Bahia (63,79%) quando avaliada a paisagem, mostra a dominância de áreas alteradas em relação às áreas com pequena conversão da área nativa para outros tipos de cobertura, como observado no Agrupamento 4 (26,5%). O agrupamento com maior presença de uso antrópico (Agrupamento 6) teve baixa densidade de fragmentos

florestais que, em sua maioria, são pequenos e com domínio de área de borda.

Sob o ponto de vista socioeconômico, a região detém maior heterogeneidade, quando comparada às condições de paisagem, evidenciada pelo maior número de tipologias encontradas. Resultados semelhantes, de valores intermediários a baixos de IDHM e alta desigualdade, também foram observados por Espírito-Santo e colaboradores [2] para o cerrado de Minas Gerais.

Quando observados os dados de paisagem e socioeconomia conjuntamente, observa-se um agrupamento semelhante aquele formado por variáveis de paisagem analisadas isoladamente. Este padrão pode evidenciar uma diferença mais acentuada nos padrões da paisagem que nas variáveis socioeconômicas para a região avaliada. Contudo, duas variações socioeconômicas podem ser destacadas nestas formações. O primeiro é o maior número de mulheres nas regiões mais preservadas (Agrupamento 3). A segunda é a separação de um grupo de maior PIB no Agrupamento 9, destacando-o dos demais com maior presença de cobertura antrópica (Agrupamento 6).

## 5. CONCLUSÕES

Três principais padrões de paisagem que refletem o processo de fragmentação na região. Estes padrões variam quanto ao tamanho das áreas nativas na região e também quanto à quantidade de remanescentes encontrados. Desta forma, é possível verificar onde se encontram as áreas de fronteira entre remanescentes e áreas agrícolas no Cerrado da Bahia.

Houve um maior número de agrupamentos socioeconômicos comparados aos de paisagem na região. Estes diferentes agrupamentos aconteceram principalmente em função de renda, IDHM e desigualdade. Os agrupamentos formados por estas variáveis variaram em níveis de maior e menor renda, desigualdade e IDHM.

Os aspectos físicos definem regionalizações diferentes dos aspectos socioeconômicos. A região avaliada mostra uma maior heterogeneidade socioeconômica que física. Este aspecto pode ser evidenciado pelo maior número de agrupamentos formados para variáveis socioeconômicas. Este resultado difere do encontrado na literatura em estudos nos quais as variáveis socioeconômicas estão mais associadas aos padrões de paisagem [2].

Para melhor caracterizar o processo de ocupação do cerrado Baiano, seria interessante estudar a evolução da série histórica das variáveis de paisagem e socioeconomia. Para paisagem, algumas iniciativas estão sendo realizadas, como o projeto PRODES Cerrado [5] que prevê o monitoramento sistemático das regiões nativas de cerrado para o controle do desmatamento, e o Mapbiomas, que realiza classificação pixel-a-pixel de uso e cobertura para todo o Brasil. Quanto à socioeconomia, o Censo Agro 2017 iniciou a divulgação de resultados preliminares, mas o demográfico será realizado apenas em 2020 [13]. Em uma perspectiva futura, o estudo da dinâmica dos processos de

ocupação da região, podem fornecer um melhor entendimento de como as questões sociais se relacionam historicamente com a ocupação da terra.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e do Projeto FAPESP (Processo: 2017/20011-8).

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] Metzger, J.P.; Lewinsohn, T.M.; Joly, C.A.; Verdade, L.M.; Martinelli, L.A. e Rodrigues, R.R. "Brazilian Law: Full Speed in Reverse?". *Science*, v. (329), n. (5989), pp. (276277), 2010.
- [2] Espírito-Santo M.M.; Leite, E.; Silva J.O.; Barbosa R.S; et al. "Understanding patterns of land-cover change in the Brazilian Cerrado from 2000 to 2015". *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. (371), n. (1703), pp. (2015-0435), 2016.
- [3] Scaramuzza, C. A. D. M.; Sano, E. E.; Adami, M.; et al. "Land-Use and Land-Cover mapping of the Brazilian Cerrado bases mainly on Landsat-8 Satellite Images". *Revista Brasileira de Cartografia*, v. (69), n. (6), pp. (1041-1051), 2018.
- [4] Beuchle, R.E; Grecchi R.C.; Shimabukuro, Y.E; et al. "Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach". *Applied Geography*, v. (58), pp. (116-127), 2015.
- [5] Gustafson, E. J. e G. R. Parker. "Using an index of habitat patch proximity for landscape design". *Landscape and Urban Planning*, v. (29), pp. (117-30), 1994.
- [6] Ministério do Meio Ambiente, 2017. Disponível em: <http://combateadesmatamento.mma.gov.br/>
- [7] Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. Coordenação Geral De Observação Da Terra. PRODES - Incremento anual de área desmatada no Cerrado Brasileiro. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/cerrado>. Acesso em: 03 out. 2018.
- [8] Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Da Fonseca, G. A.; et al. "Biodiversity hotspots for conservation priorities". *Nature*, v. (403), n. (6772), pp. (853), 2000.
- [9] Spera, S. T.; Reatto, A.; Martins, E. D. S.; et al. "Solos arenos-quartzosos no cerrado: características, problemas e limitacoes ao uso. Embrapa Cerrados-Docmentos" (INFOTECA-E), 1999.
- [10] IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>.
- [11] Maroco, João. Análise Estatística – Com Utilização do SPSS. Edições Sílabo, Ltda. 2ª Edição. Lisboa, 2003.
- [13] IBGE. Censo Agro 2017. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>.