

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL AGROPECUÁRIO DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

*Ana Luiza Melo Rodrigues¹; Ricardo Santos Silva Amorim²; Demetrius David da Silva³ &
Frederico Carlos Martins de Menezes Filho⁴*

Abstract: The growing demand for food and natural resources has required an increase in the productive capacity of agroecosystems, which must occur efficiently and sustainably. Hence, this study sought to develop a methodology that integrates the classification of land use capacity with economic characteristics to identify priority areas for agricultural development. The variables used as criteria were simplified climatological water balance, classification of land use capacity, yield per hectare, and distance to roads. The criteria were integrated with the aid of Multicriteria Decision Analysis (MCDA) associated with Geographic Information Systems (GIS). The fuzzy methodology was applied to rescale the criteria to be compared through the Analytical Hierarchy Process (AHP) to determine the weight of each criterion. Finally, the agricultural potential was classified into five classes: very low, low, moderate, high, and very high. The main classes of agricultural potential for the Paraopeba River basin were high and low. The regions with high potential are mainly in the Lower Paraopeba and on the left bank of the river. While those with low potential are mainly in the Upper Paraopeba region on the right bank of the river. The municipalities with the highest yield per hectare have their crop in areas with high and very high agricultural potential, while the municipalities with the lowest potential have their cultivation areas in regions with low and very low agricultural potential. This proves the effectiveness of the methodology presented in identifying the agricultural potential of the Paraopeba River basin.

Resumo: A crescente demanda por alimento e recursos naturais tem exigido um aumento da capacidade produtiva, a qual deve ser eficiente e sustentável. Este estudo propôs uma metodologia que integra a classificação de capacidade de uso e ocupação da terra com características econômicas para a identificação de áreas prioritárias para o desenvolvimento agropecuário. Os critérios utilizados foram o balanço hídrico climatológico simplificado, classificação de capacidade de uso da terra, rendimento por hectare e distância a estradas. Os critérios foram integrados com o auxílio da Análise de Decisão Multicritério (MCDA) associado a Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A metodologia fuzzy foi aplicada para fazer o reescalonamento dos critérios para definição dos pesos por meio do Processo de Hierarquização Analítica (AHP). Por fim, o potencial agropecuário foi dividido em cinco classes: muito baixo, baixo, moderado, alto e muito alto. As principais classes de

1) Eng. Civil, Prof., Doutora, Centro de Ensino Superior de São Gotardo, Av. Francisco Resende Filho, 35, Boa Esperança, São Gotardo – MG, Telefone: (34) 3671-7020, analuiza.cesg@hotmail.com

2) Eng. Agrônomo, Prof. Associado, Doutor, Depto. de Eng. Agrícola, UFV, Universidade Federal de Viçosa, Campus Universitário, Viçosa – MG, Telefone: (31) 3612-4001, rsamorim@ufv.br

3) Eng. Agrônomo, Prof. Titular, Doutor, Depto. de Eng. Agrícola, UFV, Reitoria, Av. P H Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa - MG, Telefone: (31) 3899-2100Viçosa – MG, demetrius@ufv.br

4) Eng. Civil, Prof. Associado, Doutor, Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, UFV, Campus Rio Paranaíba - MG, frederico.menezes@ufv.br

potencial agropecuário para a bacia do Rio Paraopeba foram alto e baixo. Sendo que as regiões de alto potencial estão localizadas principalmente no Baixo Paraopeba e a margem esquerda do rio. As de baixo potencial estão, principalmente, na região do Alto Paraopeba à margem direita do rio. Os municípios com maior rendimento por hectare possuem suas áreas de cultivo em áreas de potencial agropecuário alto e muito alto enquanto os municípios com menor potencial possuem suas áreas de cultivo localizadas em regiões com potencial agropecuário baixo e muito baixo. O que comprova a eficácia da metodologia apresentada em identificar o potencial agropecuário da bacia do Rio Paraopeba.

Palavras-Chave – Conservação de solo e água; produção agropecuária; gestão e manejo de recursos hídricos

INTRODUÇÃO

A identificação e destinação de áreas para o setor agrícola com maior potencial agropecuário considerando os aspectos agronômicos, ambientais e socioeconômicos, são essenciais para o desenvolvimento sustentável e eficiente da agricultura e, consequentemente, para minimizar os impactos ambientais negativos, promover a conservação dos solos e garantir a sustentabilidade e viabilidade econômica das propriedades rurais (Akinci; Özalp; Turgut, 2013; Özkan; Dengiz; Turan, 2020). Ademais, identificar áreas com maior potencial agropecuário proporciona benefícios expressivos, como o aumento da produtividade, a redução de custos de produção e a mitigação de riscos ambientais (Akinci; Özalp; Turgut, 2013), além de contribuir para o desenvolvimento socioeconômico das regiões rurais (Binte Mostafiz; Noguchi; Ahamed, 2021).

Vários estudos visaram identificar áreas com maior potencial agropecuário, contudo, alguns consideraram critérios relacionados apenas com as propriedades do solo e terreno, ou dados de campo, não disponíveis em outras áreas. Taveira (2019) apontam que apesar da importância de se considerar fatores socioeconômicos na classificação da capacidade de uso, poucos são os trabalhos que o consideraram. Özkan, Dengiz e Turan (2020) sugerem que a inclusão de dados socioeconômicos é fundamental para a análise do potencial agropecuário.

Portanto, este estudo propôs uma metodologia que permita integrar a classificação de capacidade de uso da terra com características econômicas para identificar áreas prioritárias para o desenvolvimento agropecuário. A aplicação dessa metodologia busca fornecer subsídios para políticas públicas e estratégias de expansão agrícola sustentável.

METODOLOGIA

Área de estudo

A metodologia proposta foi aplicada na bacia do Rio Paraopeba, que é uma importante sub-bacia da bacia do Rio São Francisco, e está localizada na região central de Minas Gerais, próximo a Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH.

A bacia do rio Paraopeba possui uma área de drenagem de aproximadamente 12.054km² e abrange 48 cidades no estado de Minas Gerais. O uso e ocupação da bacia do rio Paraopeba é bem diverso, envolvendo atividades agropecuária (predominância de pecuária), mineração, extração de areia e argila e indústrias automobilísticas.

Classificação do solo conforme capacidade de uso e ocupação da terra e rentabilidade econômica

A metodologia proposta no presente trabalho para identificar áreas com maior potencial agropecuário utiliza como critérios as seguintes variáveis: classe de capacidade de uso e ocupação da terra, balanço hídrico climatológico, rendimento da produção por hectare e distância às estradas.

Este trabalho visou identificar o potencial agropecuário de forma geral, sem considerar uma cultura específica, portanto, critérios como acesso a recursos hídricos, temperatura e parâmetros químicos do solo não foram considerados (Akinci; Özalp; Turgut, 2013; Binte Mostafiz; Noguchi; Ahamed, 2021). A precipitação apesar de ser considerada em outros estudos (Binte Mostafiz; Noguchi; Ahamed, 2021; Han et al., 2021), não foi considerada de forma isolada neste estudo, e sim através do balanço hídrico climatológico BHC.

Classificação da capacidade de uso e ocupação da terra

A classificação das áreas conforme sua capacidade de uso da terra foi baseada nos critérios apresentados por Rio Grande do Sul (1979) e Lepsch et al. (2015), que adaptaram a classificação proposta pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 1972) para os solos e clima brasileiros. Para determinar a classificação da capacidade de uso da terra utilizou-se o mapa de pedologia (IBGE, 2023) e de declividade. O mapa de declividade foi obtido a partir do modelo digital de elevação hidrológicamente consistido (MDEHC) da bacia hidrográfica, que foi feito com base no modelo digital de elevação NASADEM com resolução de 30m (NASA, 2020).

Balanço hídrico climatológico

A disponibilidade de água é fator essencial para o desenvolvimento agropecuário. O balanço hídrico climatológico simplificado (BHC) é utilizado para determinar áreas com excedente hídrico, conforme Equação 3-1. Para a determinação do BHC, considerou os dados de precipitação (entrada) e evapotranspiração (saída) (Renova, UFV, 2018).

$$BHC = PT - ET \quad (3-1)$$

sendo, BHC = balanço hídrico climatológico; PT = precipitação; ET = evapotranspiração

Os dados de precipitação e de evapotranspiração foram estimados através de dois produtos de sensoriamento remoto. Os dados de evapotranspiração foram obtidos para o período de 2000 a 2022 provenientes do Espectro Radiômetro de Imagem de Resolução Moderada (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer – MODIS*) (500x500m) produto MOD16A3GF Versão 6.1 (USGS, 2023). Os dados de precipitação foram obtidos da base de dados provenientes do *TerraClimate* (4x4km).

Rendimento por hectare

Para obtenção da variável rendimento (R\$/ha), foram utilizados três bases de dados, sendo uma para cada tipo de atividade agropecuária existentes na bacia do Rio Paraopeba: Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (IBGE, 2022a) e Produção Agrícola Municipal (Lavouras Temporárias – (IBGE, 2022b) e Lavouras Permanentes – (IBGE, 2022c). Essas bases de dados contém o valor da produção agrícola e a área destinada à colheita da respectiva produção por município para o ano de 2022.

O valor de rendimento por hectare de cada município foi obtido dividindo a soma dos de todas as receitas das produções pela área total destinada à produção em cada município. Essa metodologia foi também utilizada por Marcos-Martinez et al. (2017) para definição dos preços comerciais para venda de cereais e de gado, considerando dados de 1992-2010.

O uso e ocupação da terra foi obtido junto ao portal Mapbiomas para o ano de 2022 e reclassificado em seis classes de uso e ocupação da terra: floresta, formação natural não florestal, lavouras temporárias, lavouras permanentes, silvicultura e pastagem. Foram excluídas da análise, as áreas que não se enquadram no escopo da pesquisa, como áreas não vegetadas e corpos hídricos.

O valor do rendimento por hectare de cada município foi atribuído às regiões cujo uso e ocupação da terra corresponde ao uso agropecuário (pastagem, cultivo temporário, cultivo permanente e silvicultura). Para as áreas em que o uso e ocupação da terra corresponde ao uso florestal e formação natural não florestal foi atribuído o rendimento R\$0,00, por não serem consideradas áreas produtivas.

Distância às estradas

Considerando que as estradas contribuem para o desenvolvimento do setor agropecuário e florestal por facilitarem o acesso e escoamento da produção (Ramos et al., 2024; Ustaoglu; Sisman; Aydinoglu, 2021), adotou-se que quanto mais próximo a estradas maior o potencial agropecuário. A distância às estradas foi determinada por meio da distância euclidiana de cada pixel em relação às estradas, sendo utilizado o mapeamento de estradas estaduais e federais disponibilizado pelo Mapbiomas (MAPBIOMAS, 2019).

Análise multicritério

Na aplicação da análise multicritério foi utilizada a técnica de combinação ponderada, onde os critérios foram reescalados e ponderados a partir de um conjunto de pesos que permitiu a hierarquização dos critérios (Lorentz et al., 2016; Miranda et al., 2012). Para o reescalonamento de variáveis contínuas, foi utilizado o conceito *fuzzy*, que utiliza as diferenças dentro de cada fator e assume uma função de distribuição matemática que melhor explica a variação do fator (Fraga et al., 2019). O reescalonamento foi realizado na escala de 0 a 1, seguindo uma função linear, sendo padronizado que quanto maior o valor, maior a aptidão do critério para o objetivo desejado.

A definição dos pesos de cada fator da análise multicritérios seguiu a metodologia proposta por Thomas Saaty (Saaty, 1990), que é baseada na definição de pesos a partir da comparação dos critérios através do Processo de Hierarquização Analítica (AHP) (FRAGA et al., 2019; LEAL, 2020). A combinação dos critérios foi feita utilizando a Combinação Linear Ponderada (WLC).

Após integração dos critérios para obtenção do mapa do potencial agropecuário, o mesmo foi categorizado em seis classes de potencial: muito baixo, baixo, moderado, alto e muito alto. Para o processo de categorização foi utilizado o método distribuição de classes com intervalos iguais.

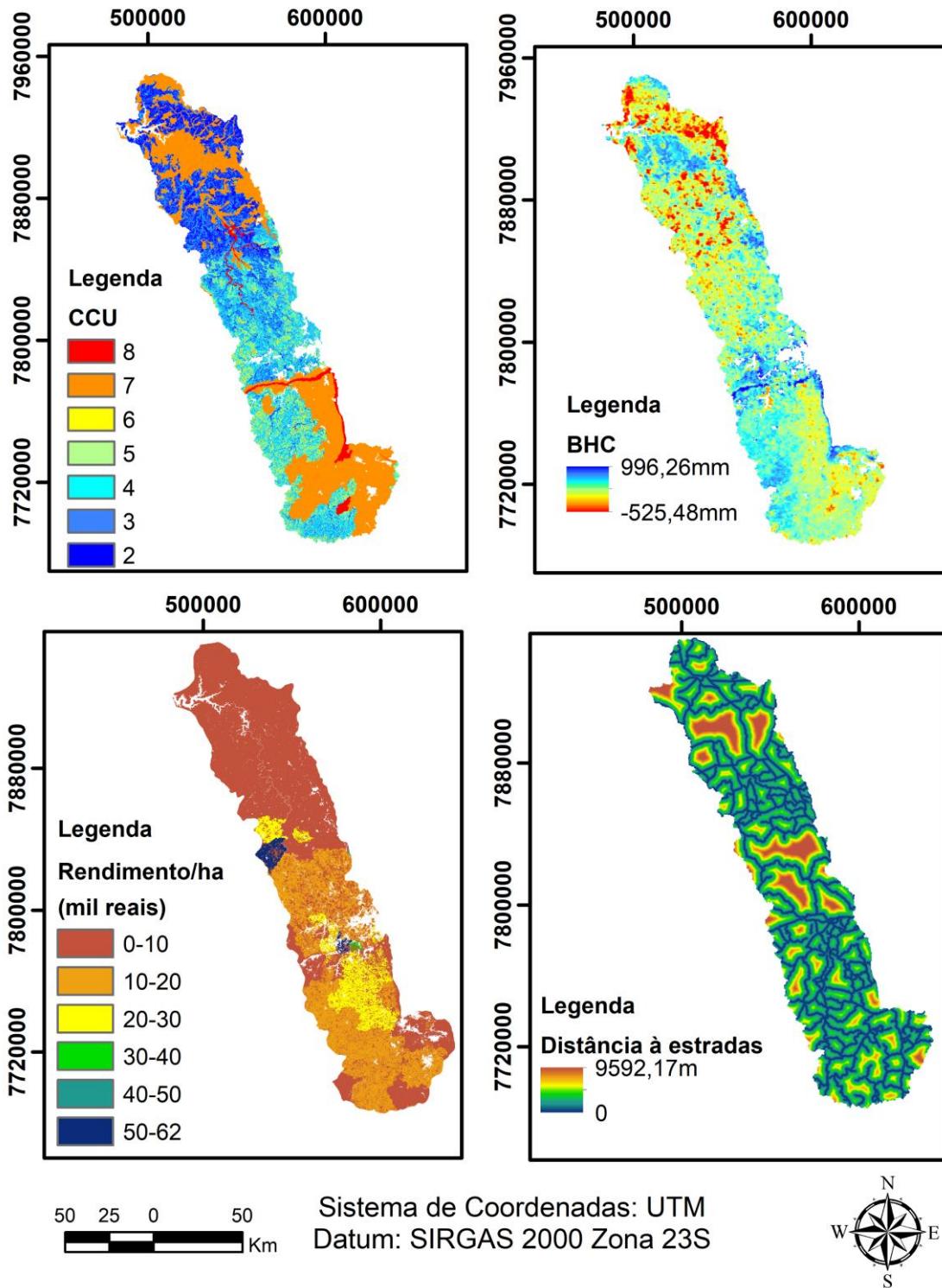
RESULTADOS

Critérios utilizados

Na Figura 1 são apresentados os mapas de distribuição espacial dos critérios utilizados para classificação da capacidade de uso da terra (CCU), balanço hídrico climatológico (BHC), rendimento

por hectare e distância às estradas utilizados para elaboração do mapa de potencial agropecuário da bacia do Rio Paraopeba.

Figura 1. Critérios utilizados para elaboração do mapa de potencial agropecuário para a bacia do Rio Paraopeba



Fonte: Autores

Na bacia do Rio Paraopeba, observou-se áreas com a classificação da capacidade de uso da terra variando de classes II até VIII, com predominância das classes IV e VII, as quais são destinadas à pecuária e silvicultura. Esses resultados evidenciam que a bacia do rio Paraopeba, de maneira geral, tem uma "boa" adequação de uso e ocupação da terra, com base na avaliação do Mapbiomas, haja visto que a pastagem (40,8%) e silvicultura (5,3%) correspondem a 46,1% do uso da referida bacia, conforme observado na Figura 11a, por apresentar muitas áreas classe V a VII, classes destinadas a pastagens. Enquanto as classes destinadas ao cultivo intensivo (classes II e III) correspondem a uma área de 21,8% da bacia com predominam nas áreas do baixo Paraopeba, próximo a foz da bacia.

Na região do Alto Paraopeba, o fator limitante da capacidade de uso da terra foi a declividade, sendo uma região serrana. Já para a região do Baixo Paraopeba, o fator limitante da capacidade de uso da terra foi o solo. Esta região é composta por cambissolos com baixo potencial de infiltração. Sendo assim, é necessário que medidas sejam tomadas a fim de se garantir a capacidade de infiltração de água nessa região, visto ser uma área com grande excedente hídrico.

O segundo critério utilizado foi o balanço hídrico climatológico. Em geral, a bacia do Rio Paraopeba apresenta mais áreas de excedente hídrico do que áreas com déficit hídrico. O que pode ser considerado benéfico para produção agropecuária, uma vez que BHC positivo é indicativo de elevada disponibilidade de água ao longo do ano.

As áreas com déficit hídrico, em sua maioria, estão localizadas no Baixo Paraopeba. Estas áreas coincidem com as áreas cuja classificação de capacidade de uso e ocupação da terra sugere como áreas próprias para cultivo intensivo (classes II e III). Isso se deve ao fato da classificação de uso e ocupação da terra não considerar fatores climáticos, apenas as características do solo e relevo. Tal fato pode explicar a predominância por cultivo irrigado nestas áreas.

As áreas com maior excedente hídrico coincidem com as classes de uso VII e VIII, classes com capacidade de uso para pastagens e conservação, respectivamente. Esta região coincide com as áreas de maior precipitação que associada com a baixa evapotranspiração de pastagens contribuiu para os valores elevados de BHC.

Em relação ao critério rendimento por hectare, o município de Caetanópolis obteve o menor valor para o ano de 2022, sendo que o cultivo mais rentável, foi o de lavoura permanente. Em contraste, o município de Pequi, obteve o maior rendimento por hectare, sendo o cultivo de lavouras temporárias mais rentável. A média de rendimento por hectare para toda a bacia do Rio Paraopeba é de R\$15.133,86, sendo o cultivo de lavouras permanentes o mais rentável. Uma limitação deste critério, é que ele não distingue os rendimentos relativos à criação de animais, em destaque, bovinos, tanto para corte quanto para produção de leite.

O critério distância às estradas buscou avaliar a facilidade de escoamento da produção e acesso a propriedade. Este critério considerou apenas as rodovias estaduais e federais, por serem dados oficiais disponibilizados. A maior parte da bacia do Rio Paraopeba possui distância às rodovias menor do que 2km. Tegebu e Seid (2017), ao pesquisar a influência de estradas no desenvolvimento socioeconômico, notou que os investimentos na agricultura diminuem com distâncias acima de 1,5km. Tal fato pode ser também evidenciado na bacia do Rio Paraopeba, onde as maiores distâncias são encontradas em áreas com uso e ocupação formação natural não florestal, silvicultura ou área florestal. As menores distâncias, por sua vez, estão mais em áreas cujo uso e ocupação da terra é pastagem, cultivos temporário ou permanente.

Análise multicritério e Processo de Hierarquização Analítica (AHP)

A Os histogramas dos critérios capacidade de uso da terra, rendimento por hectare e distância às estradas não apresentaram nenhum deslocamento, e, portanto, todos os valores foram utilizados. Para critério BHC, considerou-se que apenas as áreas com excedente hídrico possuem potencial agropecuário, sendo o valor zero atribuído a todas as áreas de déficit hídrico sendo, portanto, utilizados apenas os valores positivos.

Tabela 1 apresenta os critérios utilizados na análise multicritério, bem como as funções de reescalonamento, os valores limites e os pesos obtidos pela análise AHP.

Os histogramas dos critérios capacidade de uso da terra, rendimento por hectare e distância às estradas não apresentaram nenhum deslocamento, e, portanto, todos os valores foram utilizados. Para critério BHC, considerou-se que apenas as áreas com excedente hídrico possuem potencial agropecuário, sendo o valor zero atribuído a todas as áreas de déficit hídrico sendo, portanto, utilizados apenas os valores positivos.

Tabela 1. Critérios, funções e pesos atribuídos para a identificação do potencial agropecuário da bacia do Rio Paraopeba

Critério	Função fuzzy	Limites		Peso (%)
		Min.	Máx.	
Classificação de capacidade de uso da terra	Linear decrescente	2	8	56,5
Balanço hídrico climatológico	Linear crescente	0	996	26,2
Rendimento por hectare	Linear crescente	0	62000	11,8
Distância às estradas	Linear decrescente	0	9592	5,5

Potencial Agropecuário

Na Figura 2 tem-se a variabilidade espacial do potencial agropecuário (Figura 2a) e o uso e ocupação da terra da bacia do Rio Paraopeba (Figura 2b).

Observa-se que na bacia do Rio Paraopeba há predomínio de potencial agropecuário baixo (26,4%) e alto (27,2%), totalizando 53,6% da área da bacia. As áreas com alto potencial agropecuário encontram-se, predominantemente, no Baixo Paraopeba. Contudo, algumas áreas no Baixo Paraopeba possuem potencial agropecuário baixo e muito baixo. As áreas de potencial agropecuário moderado estão, principalmente, na região do Médio Paraopeba e no Alto Paraopeba à margem esquerda do rio. Na região do Alto Paraopeba à margem direita do rio, incluindo a Serra da Calçada, as áreas são classificadas com potencial agropecuário baixo e muito baixo.

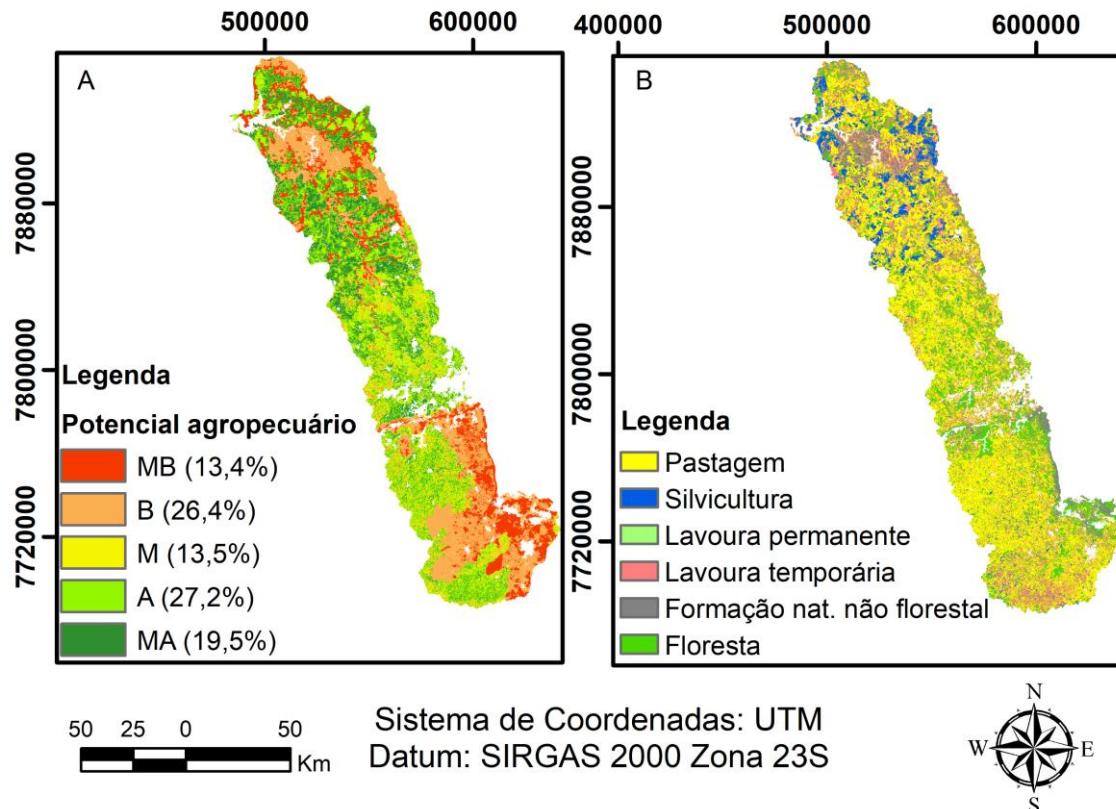
Como descrito na Tabela 1, os histogramas dos critérios capacidade de uso da terra, rendimento por hectare e distância às estradas não apresentaram nenhum deslocamento, e, portanto, todos os valores foram utilizados. Para critério BHC, considerou-se que apenas as áreas com excedente hídrico possuem potencial agropecuário, sendo o valor zero atribuído a todas as áreas de déficit hídrico sendo, portanto, utilizados apenas os valores positivos.

Tabela 1, o critério capacidade de uso da terra, foi o critério de maior influência, e por esse motivo as áreas com alto e muito alto potencial agropecuário coincidem com as classes de uso da terra II e III. O mesmo acontece para as áreas classificadas com muito baixo e baixo potencial agropecuário que coincidem com as classes de uso da terra VII e VIII.

O BHC, segundo critério de maior influência (Os histogramas dos critérios capacidade de uso da terra, rendimento por hectare e distância às estradas não apresentaram nenhum deslocamento, e, portanto, todos os valores foram utilizados. Para critério BHC, considerou-se que apenas as áreas com excedente hídrico possuem potencial agropecuário, sendo o valor zero atribuído a todas as áreas de déficit hídrico sendo, portanto, utilizados apenas os valores positivos.

Tabela 1), impactou de forma a reduzir o efeito da classificação da capacidade de uso da terra. Na região do Baixo Paraopeba, há áreas com capacidade de uso classe II, porém nem todas possuem potencial agropecuário muito alto. Nestas áreas, há a ocorrência de déficit hídrico, o que contribuiu para a redução do potencial agropecuário, de muito alto para alto. Situação semelhante pode ser observado à margem direita do rio na região do Alto Paraopeba. Esta região possui classe de capacidade de uso VII e é possível notar o potencial agropecuário baixo e muito baixo, o que também coincide com as áreas de déficit hídrico.

Figura 2. Identificação do potencial agropecuário (A) e uso e ocupação da terra para o ano de 2022 (B) da bacia do Rio Paraopeba



MB = Muito baixo potencial agropecuário; B = Baixo potencial agropecuário; M = Moderado potencial agropecuário; A = Alto potencial agropecuário; MA = Alto potencial agropecuário. Fonte: (A) Autores, (B) Mapbiomas (2024) adaptado.

A região do Baixo Paraopeba, apesar de apresentar relevo suave, possui um solo com baixo potencial agropecuário, sendo, portanto, o fator limitante. Já para as regiões de alto potencial agropecuário, a classe de solo também foi o fator de maior impacto. Ostovari et al. (2019) também encontraram o solo como fator de maior influência para determinação de áreas próprias para cultivo. Tashayo et al. (2020) e Han et al. (2021) encontraram que a textura do solo foi o principal critério, seguido pela declividade para a determinação do potencial agropecuário. Solo e declividade são os fatores que compõe o critério de capacidade de uso da terra, critério mais importante neste estudo.

As áreas identificadas com potencial muito baixo e baixo, deveriam ser recomendadas para usos voltados a preservação e manutenção da cobertura do solo, como o uso florestal. Desta forma, é possível notar que a maioria das áreas florestais se encontram em áreas de potencial agropecuário muito baixo a moderado. Enquanto a maioria das áreas de formações naturais não florestais (correspondem a campos alagadas, áreas pantanosas, formação campestre e afloramento rochoso), consideradas impróprias para o cultivo, estão em áreas de baixo potencial agropecuário.

Já para o cultivo de culturas permanentes, o município de Paraopeba obteve o maior rendimento por hectare e encontra-se em uma área com potencial alto a muito alto. Já o município de Resende Costa, apresentou o menor rendimento por hectare sendo que a maioria das áreas de cultivo estão localizadas em áreas de potencial baixo a muito baixo.

CONCLUSÕES

Na bacia do Rio Paraopebas tem-se uma predominância de potencial agropecuário nas classes alta e baixa. Sendo as regiões de alto potencial localizadas, principalmente, no Baixo Paraopeba e a margem esquerda do rio. Enquanto as de baixo potencial estão localizadas, principalmente, na região do Alto Paraopeba à margem direita do rio.

A metodologia proposta mostrou-se eficaz para identificar o potencial agropecuário da região da bacia do Rio Paraopeba, uma vez que os municípios com maior rendimento por hectare possuem suas áreas de cultivo localizadas em áreas de potencial agropecuário alto e muito alto, enquanto os municípios com menor potencial possuem suas áreas de cultivo localizadas em regiões com potencial agropecuário baixo e muito baixo.

REFERÊNCIAS

AKINCI, Halil; ÖZALP, Ayşe Yavuz; TURGUT, Bülent. Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 97, p. 71–82, 2013.

BINTE MOSTAFIZ, Rubaiya; NOGUCHI, Ryozo; AHAMED, Tofael. Agricultural land suitability assessment using satellite remote sensing-derived soil-vegetation indices. **Land**, v. 10, n. 2, p. 1–26, 1 fev. 2021.

FRAGA, Micael de Souza *et al.* Methodological proposal for the allocation of water quality monitoring stations using strategic decision analysis. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 191, n. 12, 2019.

HAN, Cheng *et al.* Evaluation of agricultural land suitability based on RS, AHP, and MEA: A case study in Jilin province, China. **Agriculture (Switzerland)**, v. 11, n. 4, 1 abr. 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pedologia 1:250.000**.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PEVS - Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=resultados>>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>>.

LEPSCH, I. Fernando *et al.* Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. **Viçosa, MG: SBCS. 170p**, 2015.

LORENTZ, Juliana F. *et al.* Multicriteria analysis applied to landslide susceptibility mapping. **Natural Hazards**, v. 83, n. 1, p. 41–52, 22 ago. 2016.

MAPBIOMAS. **Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil**. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/download>>. Acesso em: 11 maio. 2021.

MAPBIOMAS. **Projeto Mapbiomas - Coleção 8 da série anual de mapas de uso e cobertura da terra do Brasil**.

MARCOS-MARTINEZ, Raymundo *et al.* Agricultural land-use dynamics: Assessing the relative importance of socioeconomic and biophysical drivers for more targeted policy. **Land Use Policy**, v. 63, p. 53–66, 2017.

MIRANDA, Gisele Horta Barroso *et al.* O uso da análise multicritério no mapeamento do desenvolvimento do saneamento básico de Viçosa-MG, entre os anos de 2000 e 2010. n. August, p. 635–643, 2012.

NASA. NASADEM_HGT v001.

OSTOVARI, Yaser *et al.* GIS and multi-criteria decision-making analysis assessment of land suitability for rapeseed farming in calcareous soils of semi-arid regions. **Ecological Indicators**, v. 103, p. 479–487, 1 ago. 2019.

ÖZKAN, Barış; DENGİZ, Orhan; TURAN, İnci Demirağ. Site suitability analysis for potential agricultural land with spatial fuzzy multi-criteria decision analysis in regional scale under semi-arid terrestrial ecosystem. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, 1 dez. 2020.

RAMOS, Marcos de Paulo *et al.* Otimização de rotas de transporte em estradas florestais: um estudo de caso em Paraopeba/MG. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 15, n. 4, p. e3633, 11 abr. 2024.

RENOVA, UFV, UFMG. Metodologia de priorização. 2018.

RIO GRANDE DO SUL. **Manual de conservação do solo**. 1979. ed. Rio Grande do Sul: [S.n.].

SAATY, Thomas L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n. 1, p. 9–26, 1990.

TASHAYO, Behnam *et al.* Combined Fuzzy AHP-GIS for Agricultural Land Suitability Modeling for a Watershed in Southern Iran. **Environmental Management**, v. 66, n. 3, p. 364–376, 1 set. 2020.

TAVEIRA, Luís R. S. *et al.* Land use capability classification adaptation in low and intermediate technology farming systems : A soil erosion indicator. **Soil Use Management**, p. 1–17, 2019.

TEGEBU, Fredu Nega; SEID, Edris Hussein. Quantifying the Road Influence Zone on Socio-economic Developments in Rural Tigray, Ethiopia. **African Development Review**, v. 29, n. 4, p. 601–614, 1 dez. 2017.

USDA, SCS. National Engineering Handbook, Hydrology, Section 4. **United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service (Chapters 4–10)**, 1972.

USGS. **MOD16A3GFV061**. Disponível em:
<<https://lpdaac.usgs.gov/products/mod16a3gfv061/>>.

USTAOGLU, E.; SISMAN, S.; AYDINOGLU, A. C. Determining agricultural suitable land in peri-urban geography using GIS and Multi Criteria Decision Analysis (MCDA) techniques. **Ecological Modelling**, v. 455, 1 set. 2021.